

**MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN  
CERRO MATOSO S.A.**

**ASTRID JOHANNA REYES PITA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA  
2009**

**MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN  
CERRO MATOSO S.A.**

**ASTRID JOHANNA REYES PITA**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**DIRECTOR  
Ing. WALTER PARDAVÉ LIVIA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA  
2009**



## DEDICATORIA

*A Dios por el don de la vida y por sus constantes bendiciones*

*A la memoria de mi abuela Rosario, quien con su cariño,  
dedicación y comprensión me acompañó durante su vida  
y quien continúa guiándome desde el cielo*

*A mi madre por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional*

*A Jorge y Juan David por su compañía y cariño*

*A mis familiares y amigos por existir*

*Astrid*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Cerro Matoso S.A. por brindarme la oportunidad de realizar mi Práctica Empresarial y aprender de la gran escuela que ella representa.

A la Ingeniera Astrid Álvarez, por haber confiado en mí para el desarrollo de este proyecto, por su asesoría, apoyo y enseñanza constante.

A los Ingenieros Julio Acevedo y Rodrigo Rodríguez por sus enseñanzas y colaboración en mi etapa como practicante.

A la Unidad de Servicios de Operaciones por el cariño, la alegría y el acompañamiento brindado.

Al personal de REASER S.A. por su tiempo, colaboración y compromiso con el desarrollo de este proyecto.

Al profesor Walter Pardavé Livia por su asesoría y por compartir su experiencia y conocimiento.

A la Universidad Industrial de Santander, quien ha sido orgullosamente el medio de mi formación académica.

A la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales por su compromiso con la formación de profesionales íntegros.

A la profesora Myriam Niño, por la asesoría y apoyo ofrecido y, por su dedicación y compromiso con todos sus estudiantes.



Al profesor Javier Arias por compartirme sus conocimientos y por su valioso apoyo.

A todos los profesores de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, quienes con su cátedra fomentaron en mí la emoción y el cariño por la Ingeniería Industrial.

A Yolimar, Ángela, María Claudia, Laura, Alejandra, Carlos y Jaime por su amistad, colaboración y compañía incondicional.

A mis compañeros de práctica por su alegría, acompañamiento y comprensión durante mi experiencia en CMSA.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1. GENERALIDADES DEL PROYECTO</b> .....	<b>3</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 ALCANCE DEL PROYECTO.....	4
1.3 OBJETIVOS .....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos .....	4
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</b> .....	<b>6</b>
2.1 PERFIL DE LA EMPRESA .....	6
2.2 GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	6
2.2.1 Reseña Histórica. ....	6
2.2.2 Misión.....	7
2.2.3 Visión.....	7
2.2.4 Certificaciones.....	7
2.2.5 Estructura Organizacional. ....	8
2.3 GENERALIDADES DE LA OPERACIÓN .....	9
2.3.1 Productos.....	9
2.3.2 Áreas de la Planta.....	10
2.3.3 Descripción General del Proceso de Producción de Ferroníquel.....	10
2.3.4 Mercados atendidos.....	14
2.3.5 Horario de Operación.....	14
<b>3. UNIDAD DE NEGOCIOS: SERVICIO DE OPERACIONES</b> .....	<b>15</b>

3.1 PROCESO DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN CERRO MATOSO S.A. ....	16
3.1.1 Orden y Aseo. ....	16
3.1.2 Clasificación. ....	16
3.1.3 Recolección y transporte. ....	17
3.1.4 Almacenamiento temporal de residuos. ....	18
3.1.5 Disposición de residuos. ....	19
3.1.6 Horario personal Manejo de residuos. ....	19
<b>4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO .....</b>	<b>20</b>
4.1 ETAPA 1: RECOPIACIÓN, ANÁLISIS DE DATOS Y DOCUMENTACIÓN	20
4.1.1 Revisión y análisis de documentos. ....	20
4.1.2 Observación y conocimiento del proceso. ....	20
4.1.3 Documentación del proceso. ....	21
4.2 ETAPA 2: DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN CMSA .....	21
4.2.1 Elaboración del estudio de tiempos. ....	21
4.2.2 Análisis de los Residuos generados. ....	21
4.2.3 Diagnóstico de la situación actual. ....	21
4.3 ETAPA 3: DESARROLLO DE ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO .....	22
4.3.1 Programación de rutas. ....	22
4.3.2 Formulación de indicadores de gestión. ....	22
4.4 ETAPA 4: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO .....	22
4.4.1 Consolidación y ajuste de la propuesta de mejoramiento. ....	22
4.4.2 Evaluación de la propuesta de mejoramiento. ....	23

<b>5. DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE CMSA .....</b>	<b>24</b>
5.1 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS .....	25
5.2 PROCEDIMIENTOS .....	26
5.3 REGISTROS .....	27
5.4 FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS .....	28
<b>6. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS POR CMSA .....</b>	<b>30</b>
<b>7. ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS.....</b>	<b>37</b>
7.1 PROCEDIMIENTO DE CARACTERIZACIÓN .....	37
7.2 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS POR ÁREA .....	40
7.2.1 Caracterización de residuos en la Bodega de Reciclaje.....	40
7.2.2 Caracterización de residuos en la Bodega RESPEL.....	42
7.2.3 Caracterización de residuos en el Patio de Chatarra .....	44
7.2.4 Caracterización de residuos en la Bodega de Residuos para incinerar	46
7.2.5 Caracterización de residuos en el Relleno Sanitario .....	48
<b>8. ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN CMSA.....</b>	<b>50</b>
8.1 ANÁLISIS DE MÉTODOS DE TRABAJO .....	50
8.2 ESTUDIO DE TIEMPOS.....	51
8.2.1 Cálculo del Tiempo Tipo.....	52
<b>9. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y CARGAS DE TRABAJO EN ÁREAS DE DISPOSICIÓN FINAL Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL .....</b>	<b>54</b>
9.1 ANÁLISIS DE CAPACIDAD.....	54
9.2 CARGAS DE TRABAJO ASIGNADAS A PERSONAL .....	58

9.3 CARGAS DE TRABAJO ASIGNADAS A EQUIPO .....	59
<b>10. ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS .....</b>	<b>62</b>
10.1 FACTORES QUE AFECTAN LAS TASAS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS .....	68
<b>11. ANÁLISIS DEL MANEJO ACTUAL DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN CMSA .....</b>	<b>73</b>
<b>12. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS.....</b>	<b>76</b>
12.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS EN CMSA .....	76
12.2 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS EN CMSA.....	78
12.2.1 Tiempos establecidos para el sistema de recolección y transporte de residuos en CMSA .....	81
<b>13. DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN CMSA....</b>	<b>86</b>
13.1 DIAGNÓSTICO DE LA FASE DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS .....	86
13.2 DIAGNÓSTICO DE LA FASE DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE .....	90
13.3 DIAGNÓSTICO DE LA FASE DE ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS.....	91
13.4 DIAGNÓSTICO DOFA DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN CMSA .....	93
<b>14. INDICADORES DE GESTIÓN.....</b>	<b>95</b>
14.1 CONTEXTO DE LOS INDICADORES PARA EL PROCESO GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE CMSA.....	95
14.1.1 Puntos críticos del proceso de gestión integral de residuos de CMSA. ....	96
14.1.2 Indicadores de Gestión para el Proceso Gestión Integral de Residuos. ....	98

<b>15. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO PARA EL PROCESO “GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS” DE CMSA.....</b>	<b>100</b>
15.1 PROPUESTA DE EFICIENCIA EN LA FASE DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS EN CMSA.....	100
15.1.1 Formulación del modelo de programación lineal .....	101
15.1.2 Aplicación del modelo de programación lineal para la programación de rutas de recolección de residuos .....	106
15.2 PROPUESTA DE EFICIENCIA EN LA ASIGNACIÓN DE CARGAS DE TRABAJO AL PERSONAL .....	120
15.2.1 Reajuste Plan de Trabajo en el Relleno Sanitario. ....	120
15.2.2 Reajuste Plan de Trabajo para la Limpieza de Trampas de Grasa ...	124
15.2.3 Reajuste Plan de Trabajo en el Área de Incineración.....	149
15.2.4 Reajuste Plan de Trabajo en las áreas de recuperación de filtros y tanque de aceite usado .....	151
15.3 PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	152
15.4 PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SUSCEPTIBLES DE RECUPERACIÓN .....	155
15.5 PROPUESTA DE REAJUSTE DEL PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL A EMPLEADOS Y CONTRATISTAS DE CMSA .....	157
<b>16. CONCLUSIONES .....</b>	<b>161</b>
<b>17. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>166</b>
<b>CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.....</b>	<b>168</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>169</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Demografía Organizacional de Cerro Matoso S.A. ....	8
Tabla 2. Clientes de Cerro Matoso S.A.....	14
Tabla 3. Equipos para el manejo de residuos en CMSA.....	18
Tabla 4. Zonas de almacenamiento y/o disposición según el residuo .....	18
Tabla 5. Horario personal encargado del manejo de residuos.....	19
Tabla 6. Recursos asignados al Estudio de Caracterización de Residuos en las áreas de disposición de CMSA .....	40
Tabla 7. Caracterización de Residuos en la Bodega de Reciclaje.....	40
Tabla 8. Caracterización de residuos Bodega de Reciclaje (Datos totales).....	41
Tabla 9. Caracterización de Residuos en la Bodega Respel .....	43
Tabla 10. Caracterización de Residuos en el Patio de Chatarra .....	45
Tabla 11. Caracterización de Residuos en el Patio de Chatarra (Datos Totales) .	46
Tabla 12. Caracterización de Residuos en la Bodega de Residuos para incinerar .....	47
Tabla 13. Resultados Caracterización Relleno Sanitario .....	48
Tabla 14. Equipo Humano actual del proceso Gestión Integral de Residuos en CMSA .....	55
Tabla 15. Capacidades por área de disposición final o almacenamiento temporal .....	56
Tabla 16. Cargas de Trabajo actuales por área de disposición o almacenamiento .....	58
Tabla 17. Cargas de Trabajo asignadas a los equipos .....	61
Tabla 18. Generación de Residuos en CMSA .....	63
Tabla 19. Residuos cuya tasa de generación aumenta durante las Paradas de Mantenimiento .....	71
Tabla 20. Tiempos para las rutas de recolección de residuos en CMSA.....	81
Tabla 21. Matriz DOFA para el proceso Gestión Integral de Residuos de CMSA	93

Tabla 22. Planteamiento del Problema para cada área designada.....	110
Tabla 23. Ruta propuesta para la recolección de residuos en el Área I, según resultados del modelo matemático .....	112
Tabla 24. Tiempos Estimados de Recolección por punto de acopio (Área I).....	113
Tabla 25. Tiempos estimados ruta propuesta Área I .....	114
Tabla 26. Ruta propuesta para la recolección de residuos en el Área II, según resultados del modelo matemático .....	114
Tabla 27. Tiempos Estimados de Recolección por punto de acopio (Área II).....	115
Tabla 28. Tiempos estimados ruta propuesta Área II .....	116
Tabla 29. Comparación Rutas Propuestas vs. Ruta actual.....	116
Tabla 30. Número de viajes posibles según las rutas propuestas .....	117
Tabla 31. Plan de trabajo propuesto para el Relleno Sanitario para los días Lunes, miércoles y viernes .....	121
Tabla 32. Plan de trabajo propuesto para el Relleno Sanitario para el día martes .....	121
Tabla 33. Plan de trabajo propuesto para el Relleno Sanitario para el día jueves .....	122
Tabla 34. Carga de trabajo por actividades de aseo especiales.....	122
Tabla 35. Determinación de la eficiencia del área de acuerdo al plan de trabajo propuesto.....	123
Tabla 36. Carga de trabajo por limpieza de trampas de grasa .....	125
Tabla 37. Determinación de la eficiencia del área de acuerdo al plan de trabajo propuesto.....	125
Tabla 38. Plan de trabajo para el proceso de incineración durante cuatro días de la semana .....	150
Tabla 39. Plan de trabajo para el proceso de incineración durante un día de la semana .....	150
Tabla 40. Plan de trabajo para el proceso de incineración durante un día de la semana .....	150
Tabla 41. Comparación de la cantidad de residuos incinerados y residuos generados.....	151



Tabla 42. Resultados estimados de la propuesta .....	151
Tabla 43. Matriz de comunicación interna .....	160

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura Organizacional de Cerro Matoso S.A. ....	9
Figura 2. Áreas de la Planta de Cerro Matoso S.A. ....	10
Figura 3. Consulta de Fichas Técnicas de los Equipos .....	29
Figura 4. Hoja en Excel con Ficha Técnica del Minicargador .....	29
Figura 5. Generación de Residuos en CMSA .....	31
Figura 6. Residuos generados en CMSA.....	34
Figura 7. Consulta de Residuos en el Listado de Residuos por Área de Disposición.....	36
Figura 8. Resultados de la Consulta .....	36
Figura 9. Registro de Información sobre nuevos residuos generados .....	36
Figura 10. Representación gráfica del muestreo por cuarteo .....	38
Figura 11. Caracterización de Residuos en la Bodega de Reciclaje.....	41
Figura 12. Caracterización de residuos en la Bodega de Reciclaje (Datos Totales) .....	42
Figura 13. Caracterización de Residuos en Bodega Respel.....	44
Figura 14. Caracterización de Residuos en el Patio de Chatarra .....	45
Figura 15. Caracterización de Residuos en el Patio de Chatarra (Datos Totales) .	46
Figura 16. Caracterización de Residuos en la Bodega de Residuos para Incinerar .....	47
Figura 17. Caracterización de Residuos Relleno Sanitario CMSA.....	49
Figura 18. Promedio generación mensual de residuos (% de participación de cada categoría).....	64
Figura 19. Diagrama de Pareto Generación de residuos por categoría.....	65

Figura 20. Diagrama de Pareto Generación de residuos por categoría (Segundo análisis).....	66
Figura 21. Disposición diaria de residuos orgánicos.....	67
Figura 22. Generación de residuos respecto a la producción mensual de FeNi....	68
Figura 23. Secuencia operacional para un Sistema de caja fija .....	79
Figura 24. Tiempo en operaciones del Sistema de Recolección de Residuos .....	82
Figura 25. Tiempo empleado en cada ruta para la recolección de residuos.....	83
Figura 26. Actividades incluidas en el Tiempo Muerto del Sistema de Recolección y Transporte actual .....	83
Figura 27. Tiempo Muerto (Actividades necesarias e innecesarias).....	84
Figura 28. Viajes totales por vehículo (Seguimiento de ocho semanas).....	84
Figura 29. Viajes por clase de residuos para el mes de Octubre y Noviembre de 2008.....	85
Figura 30. Pasos para la formulación del modelo de programación lineal.....	102
Figura 31. Red de interconexión de los puntos de acopio para el diseño de las rutas del Sistema de Recolección de Residuos de CMSA.....	109
Figura 32. Planteamiento del Modelo de Programación lineal para el Área I .....	111
Figura 33. Ruta propuesta para el Área I según resultados del modelo matemático .....	118
Figura 34. Ruta propuesta para el Área I según resultados del modelo matemático .....	119
Figura 35. Herramienta de seguimiento a la cantidad de residuos generados mensualmente .....	154
Figura 36. Gráficos de control para las cantidades de residuos generados mensualmente .....	155

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Algunos procedimientos realizados como parte de la Gestión Integral de residuos .....	24
Ilustración 2. Caracterización de Residuos .....	39
Ilustración 3. Algunos residuos generados en Parada de Mantenimiento (16 y 17 de diciembre/08) .....	72
Ilustración 4. Organización de residuos en el Patio de Chatarra .....	75
Ilustración 5. Sistema de Recolección de recipiente estacionario .....	77
Ilustración 6. Equipo para la recolección de residuos en CMSA.....	77
Ilustración 7. Inadecuada clasificación de residuos en punto de acopio y empleo incorrecto de bolsas según clase de residuo .....	87
Ilustración 8. Diferentes categorías de residuos clasificados en forma conjunta ..	88
Ilustración 9. Residuos encontrados junto al reciclaje dispuesto en la Bodega de Reciclaje .....	89
Ilustración 10. Residuos clasificados en conjunto con la chatarra .....	89

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. ZONAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS.....	173
ANEXO B. ZONAS DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS.....	175
ANEXO C. CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO.....	177
ANEXO D. LISTA DE PROCEDIMIENTOS DOCUMENTADOS.....	178
ANEXO E. PROCEDIMIENTOS ELABORADOS .....	183
ANEXO F. MODIFICACIONES A FORMATOS .....	184
ANEXO G. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS .....	196
ANEXO H. LISTADO DE RESIDUOS POR ÁREA DE DISPOSICIÓN .....	197
ANEXO I. CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS.....	198
ANEXO J. ANÁLISIS DE MÉTODOS DE TRABAJO .....	222
ANEXO K. ALCANCE ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONÓMETRO .....	225
ANEXO L. TAMAÑO DE LA MUESTRA POR PROCEDIMIENTO .....	226
ANEXO M. DIVISIÓN DE LOS CICLOS EN ELEMENTOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONÓMETRO.....	242
ANEXO N. MUESTRAS Y TIEMPOS TIPO ESTABLECIDOS PARA LOS PROCEDIMIENTOS .....	255
ANEXO O. RESUMEN TIEMPO TIPO POR ACTIVIDAD.....	302
ANEXO P. CAPACIDADES Y CARGAS DE TRABAJO POR ÁREA DE ALMACENAMIENTO O DISPOSICIÓN FINAL.....	304
ANEXO Q. RESUMEN: CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS PARA ESTABLECER CARGAS DE TRABAJO POR ÁREA.....	323
ANEXO R. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PARA SU CUANTIFICACIÓN.....	324
ANEXO S. RESIDUOS SUSCEPTIBLES DE RECUPERACIÓN EN CMSA .....	326

ANEXO T. RUTAS ACTUALES DE RECOLECCIÓN.....	329
ANEXO U. FORMATO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE.....	334
ANEXO V. TIEMPOS REGISTRADOS PARA EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS.....	335
ANEXO W. DIAGRAMAS CAUSA EFECTO DEBILIDADES ENCONTRADAS EN EL DIAGNÓSTICO .....	339
ANEXO X. SISTEMA DE INDICADORES DE GESTIÓN .....	342
ANEXO Y. HOJA DE CÁLCULO PARA MEDICIÓN DE INDICADORES .....	348
ANEXO Z. SEGUIMIENTO INDICADORES DE GESTIÓN .....	349
ANEXO AA. MODELO MATEMÁTICO PARA LA PROGRAMACIÓN DE RUTAS DE RECOLECCIÓN.....	352
ANEXO AB. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN PRELIMINAR DEL MODELO CONSIDERANDO TODOS LOS PUNTOS DE ACOPIO.....	358
ANEXO AC. ÁREA I PARA LA PROGRAMACIÓN DE RUTAS DE LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS .....	359
ANEXO AD. ÁREA II PARA LA PROGRAMACIÓN DE RUTAS DE LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS .....	360
ANEXO AE. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA A TRAVÉS DEL SOFTWARE SOLVER PREMIUM.....	361
ANEXO AF. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL .....	364
ANEXO AG. DETERMINACIÓN DE LÍMITES PARA GRÁFICOS DE CONTROL DE LAS TASAS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS .....	369
ANEXO AH. INVESTIGACIÓN SOBRE EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SUSCEPTIBLES DE RECUPERACIÓN EN CMSA .....	373
ANEXO AI. PROPUESTA DE REAJUSTE AL PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL EN CMSA.....	387

## RESUMEN

**TÍTULO:** MEJORAMIENTO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN CERRO MATOSO S.A.\*

**AUTORA:** ASTRID JOHANNA REYES PITA.\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Mejoramiento de Procesos, Gestión Integral de Residuos, cargas de trabajo, indicadores de gestión, programación de rutas de recolección.

El presente documento contiene el desarrollo metodológico del análisis y diagnóstico de la Gestión Integral de Residuos en Cerro Matoso S.A.

A partir del conocimiento en campo de los procedimientos ejecutados como parte de la gestión de los residuos generados por CMSA, se logró su estandarización, a través, de la elaboración y socialización de la documentación correspondiente. Así mismo, se realizó la identificación, caracterización y cuantificación de los residuos recibidos por área de disposición final o almacenamiento temporal. Con base en este análisis, se diseñó un sistema de indicadores de gestión, que permite hacer seguimiento a los aspectos más relevantes del proceso. De igual manera, como parte del diagnóstico global del sistema, se realizó el análisis de tiempos, capacidades y cargas asignadas para cada una de las fases, mediante el cual se identificaron oportunidades de mejora para aumentar la eficiencia de la gestión.

Por último, se aplicaron los conceptos de la Investigación de Operaciones, para diseñar un modelo matemático, que permitió establecer la programación de las rutas de recolección de residuos, basada en la minimización del tiempo y la maximización de la cantidad de residuos recolectados.

Los resultados del trabajo, condujeron a la elaboración de una propuesta de mejoramiento para el proceso, que permitirá aumentar la eficiencia, la capacidad de recolección y la recuperación de residuos, convirtiéndose en herramienta de apoyo a la toma de decisiones respecto a costos, asignación de cargas de trabajo, diseño de recorridos, cálculo de eficiencias y tratamiento de residuos.

---

\* Proyecto de Grado.

\*\* Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas; Programa de Ingeniería Industrial; Dirigido por Walter Pardavé Livia.

## SUMMARY

**TITLE:** IMPROVEMENT OF THE INTEGRAL MANAGEMENT OF WASTE IN CERRO MATOSO S.A.\*

**AUTHOR:** ASTRID JOHANNA REYES PITA\*\*

**KEYWORDS:** Process Improvement, Waste Management, work loads, management indicators, programming collection routes.

This document contains the methodological development of the analysis and diagnosis of the Integral Management of Waste in Cerro Matoso S.A.

From the knowledge in the field of procedures performed as part of the management of waste generated by CMSA, standardization was achieved by through the development and socialization of the relevant documentation. Also, it was realized the identification, characterization and quantification of the waste received by area of final disposition or temporary storage. Based on this analysis, it was designed a system of management indicators, which allows tracking the most relevant aspects of the process. Similarly, as part of the global diagnosis of the system, it was developed the analysis of times, capacity and assigned charges for each phase, which identified opportunities for improvement to increase efficiency of management.

Finally, there were applied the concepts of Operations Research, to design a mathematical model, which allowed to establish the scheduling of waste collection routes, based on minimizing time and maximizing the amount of waste collected.

The results of the work, led to the development of a proposal for improving the process, which will increase the efficiency, capacity of collection and recovery of waste, making it a tool to support decision making regarding cost, assignment of work loads, design of routes, the calculation of efficiencies and waste treatment.

---

\* Graduation work.

\*\* Universidad Industrial de Santander, School of Engineering Physics - Mechanical, Industrial Engineering Program, directed by Walter Pardavé Livia.

## INTRODUCCIÓN

El término mejoramiento continuo ha cobrado gran fuerza en la industria actual, debido al compromiso de las empresas, con la efectividad de cada uno de los procesos que llevan a cabo. En la actualidad, posicionar una organización en un medio altamente competitivo, es una de las metas que encabezan los planes estratégicos de muchos empresarios.

Para avanzar en este camino, es indispensable el compromiso permanente y el trabajo en equipo, con el objeto de dinamizar las labores, afianzar las fortalezas y responder proactivamente a cada una de las oportunidades que ofrezca el mercado.

Una organización es el conjunto de múltiples actividades que interactúan entre sí, para dar cumplimiento a los objetivos establecidos, razón por la cual, cada uno de los procesos que la conforman, son parte indispensable para la operación normal de la misma y, deben ser considerados dentro de los programas de mejoramiento globales.

CMSA es consciente de estos hechos y, reconoce las exigencias del mercado actual, factor que la motiva a permanecer en la búsqueda de estrategias que aumenten su eficiencia y competitividad en cada una de las actividades que desarrolla.

Es así como surge la necesidad de ejecutar un proyecto en el proceso de Gestión Integral de residuos de CMSA, que a través del análisis y diagnóstico de la situación actual, permita identificar oportunidades de mejora, que contribuyan al cumplimiento de los objetivos globales de la compañía, a la minimización de los impactos ambientales y a la eficiencia en la utilización de los recursos disponibles.

En el presente documento, se muestra el desarrollo metodológico y los resultados obtenidos en cada una de las etapas realizadas. El texto está dividido en 17 capítulos. Del capítulo 1 al 4, se presenta el planteamiento del proyecto y la descripción de las generalidades de la empresa y la unidad en la que se llevó a cabo. En el capítulo 5, se describen los resultados obtenidos en la etapa de documentación del proceso. El capítulo 6, incluye la identificación de residuos generados por CMSA. En el capítulo 7, se muestran los resultados del estudio de caracterización de residuos realizado en cada área de trabajo. El capítulo 8, presenta el análisis de métodos y estudio de tiempos para las actividades relacionadas con la gestión de residuos. En el capítulo 9, se describe el análisis de capacidades y cargas de trabajo para las áreas evaluadas. En el capítulo 10, se muestra el análisis y cuantificación de los residuos generados y, las respectivas tasas de generación establecidas. El capítulo 11 versa sobre el análisis del manejo actual de los residuos generados. En el capítulo 12, se describe el análisis realizado para el sistema de recolección y transporte de residuos. El capítulo 13, presenta un diagnóstico de la situación actual, con base en los resultados obtenidos en cada una de los capítulos anteriores. En el capítulo 14, se describe el sistema de indicadores diseñados para la gestión. En el capítulo 15, se establecen propuestas de mejora, argumentadas en las debilidades encontradas. Por último, en el capítulo 16 y 17 se presentan conclusiones y recomendaciones sobre el trabajo realizado.

## **1. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A escala mundial ha surgido en los últimos años una preocupación por el deterioro ambiental y la salud, debido a los problemas que pueden ocasionar los residuos, y en especial los residuos industriales generados por las diversas empresas. Una adecuada gestión se hace necesaria en cada una de las etapas de generación, manipulación, clasificación, recolección, transporte, almacenamiento, reciclaje, tratamiento y disposición final, de forma que se eviten impactos negativos al medio ambiente, la infraestructura, la producción y las personas. Bajo esta premisa, se plantea abordar el tema de la gestión integral de los residuos que genera CERRO MATOSO S.A. (CMSA), en sus procesos administrativos y productivos.

En CMSA la gestión de los residuos es ejercida por la unidad de negocios Servicio de Operaciones, a la cual se le suministra el personal necesario, a través de la empresa Reciclaje, Aseo y Servicios (REASER S.A. E.S.P.) para llevar a cabo el proceso. Actualmente se generan en promedio 5.000 toneladas de residuos al año, los cuales están enmarcados bajo procedimientos de almacenamiento y/o disposición final, sin embargo, se hace necesario el estudio de nuevas alternativas de tratamiento que posibiliten una mejor gestión y un mayor aprovechamiento de los recursos disponibles.

CMSA en concordancia con su política de gestión de costos y su compromiso con el medio ambiente, el bienestar de sus empleados, la seguridad y la productividad, busca establecer los aspectos críticos y relevantes del proceso, así como el nivel de operación real, para diagnosticar y diseñar alternativas de mejora que al ser implementadas permitan un mayor control en la administración y flujo del proceso.

## **1.2 ALCANCE DEL PROYECTO**

Este proyecto comprende la realización del análisis y diagnóstico del proceso de gestión integral de residuos en CMSA, a partir, de la elaboración de la caracterización y documentación de todas las fases del proceso (clasificación, recolección, transporte y disposición de residuos), así como del análisis de los tiempos, métodos, programación de rutas y demanda del servicio, con el fin de identificar oportunidades de mejora que suministren apoyo a la toma de decisiones respecto a costos, asignación de cargas de trabajo, diseño de recorridos, cálculo de eficiencias y tratamiento de residuos.

Como resultado del análisis de la situación actual, se diseñará un sistema de indicadores de gestión que permitan medir el cumplimiento de las metas y resultados esperados por CMSA, a su vez, se evaluarán las variables críticas del proceso con el objetivo de generar una propuesta de mejora, que le permita a CMSA perfeccionar su sistema de manejo de residuos.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar una propuesta de mejoramiento del proceso de gestión integral de residuos en CMSA, basada en el análisis y diagnóstico de su operación actual, que permita crear condiciones adecuadas a nivel humano, ambiental y de seguridad.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Elaborar la caracterización y documentación de los procesos que conforman la gestión integral de residuos en CMSA.

- Realizar la caracterización de los residuos que llegan a los diferentes puntos de disposición final y evaluar su tratamiento.
- Efectuar el diagnóstico del proceso actual en función de los métodos, tiempos de trabajo, programación de rutas, volumen de residuos generados y demás factores que influyen en el ciclo normal de trabajo.
- Desarrollar un método de seguimiento y control del volumen de residuos generados por CMSA.
- Evaluar las variables críticas dentro de la programación de rutas para la recolección de los residuos en las diferentes áreas de la planta con el objeto de diseñar rutas adecuadas para el proceso.
- Diseñar indicadores que permitan medir cuantitativamente los procedimientos actuales y futuras mejoras.
- Presentar una propuesta de mejoramiento de la gestión integral de residuos a partir del análisis, diagnóstico y el estudio de tiempos realizado.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

### 2.1 PERFIL DE LA EMPRESA

<b>Razón Social:</b>	Cerro Matoso S.A.
<b>NIT:</b>	860069378
<b>Tipo de sociedad:</b>	Anónima
<b>Presidente:</b>	Alan Pangbourne
<b>Teléfono:</b>	(0947) 723326
<b>Dirección:</b>	Kilómetro 22 de la Carretera S. O.
<b>Departamento:</b>	Córdoba
<b>Municipio:</b>	Montelíbano

### 2.2 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

**2.2.1 Reseña Histórica.**<sup>1</sup> El hallazgo del yacimiento de níquel de Cerro Matoso S.A. fue un golpe de súbita sorpresa. En 1940, el geólogo Enrique Hubach, descubrió en Córdoba un depósito de mineral, el cual reportó y describió como hierro a la compañía petrolera Shell. En 1954, ingenieros de la Richmond advirtieron una anomalía magnética sobre el Cerro Mojoso donde se localizaba, lo cual sugería la presencia de un depósito de hierro. No obstante, con posterioridad, después de varios conceptos, el origen residual del depósito fue reconocido por Charles F. Park, de la Universidad de Stanford, quien notó la ausencia de minerales de arcilla en la canga. Fue así como a comienzos de 1958 la Richmond finalizó un estudio preliminar. Este fue realizado por Frank Atchley y arrojó como resultado valores altos para níquel en algunas muestras.

---

<sup>1</sup> Las generalidades de la empresa provienen de información suministrada por Cerro Matoso S.A. [información en línea]. Disponible en intranet < <http://cerronet> >.

El Gobierno concedió a la Richmond el contrato de concesión No. 866 del 30 de Marzo de 1963, el cual fue modificado mediante contrato adicional del 22 de Julio de 1970, con el objetivo de permitir la entrada del Estado Colombiano como inversionista, a través del Instituto de Fomento Industrial (IFI) y estableció la obligación de procesar el mineral dentro del país, entre otros aspectos. En 1979, se constituyó Cerro Matoso S.A. (CMSA), con la incorporación de un nuevo socio, la Billiton de Holanda. En 1982 inicia la producción de ferroníquel. En 1994, la Shell vendió su subsidiaria Billiton a la empresa Gencor Ltda. de Sur África. En 1997 el IFI vendió su participación accionaria, la cual fue adquirida en su mayoría por Gencor (98.9%) y el excedente, por los empleados de CMSA (1.1%). En el año 2002, Billiton se une con BHP y, adquieren el 99.8% de las acciones de CMSA, quedando un 0.2% para el sector solidario.

Actualmente, Cerro Matoso S.A. es una empresa del sector privado que realiza la explotación y producción de Ferroníquel en gránulos, con una meta de producción para el FY08 (Año Financiero 2008) de 112 millones de libras de Níquel. CMSA es el segundo productor de FeNi a nivel mundial (9.6%) y el sexto productor de Ni a nivel mundial (4%).

**2.2.2 Misión.** Desarrollar una operación integrada piro- hidrometalúrgica de clase mundial con personas adecuadas y comprometidas, creando valor a largo plazo a todas las partes interesadas.

**2.2.3 Visión.** Ser ejemplo de industria Minera responsable y sostenible, orgullosos de su legado.

**2.2.4 Certificaciones.** Cerro Matoso S.A. cuenta con las siguientes certificaciones para sus Sistemas de Gestión: OSHAS 18001, Sistema Gerencial de Seguridad y Salud Ocupacional; ISO 14001/96, Sistema de Gestión Ambiental; ISO 9001/2000,

Sistema de Gestión de la Calidad y MSE 2000/2000, Sistema de Gestión Energético.

**2.2.5 Estructura Organizacional.** Cerro Matoso S.A. es liderada por una Presidencia que está soportada en cinco estamentos a saber: Legal, Planeación Corporativa, HSE, Excelencia Operacional y Asesor de Presidencia. Además cuenta con cinco Vicepresidencias que se encuentran a cargo de las Unidades de Negocio de la Compañía.

CMSA contrata directamente personal para las actividades y operaciones permanentes que son el objeto principal de su negocio. Actualmente, sobresalen los datos que se presentan en la tabla 1, sobre su demografía organizacional.

Tabla 1. Demografía Organizacional de Cerro Matoso S.A.

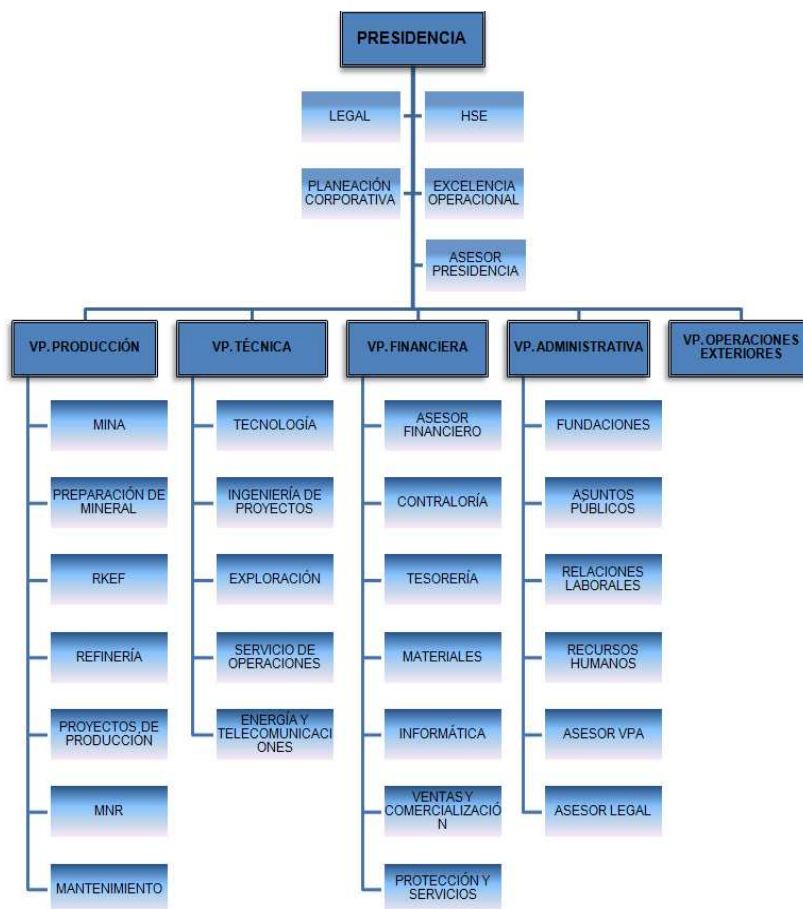
<b>Empleados Directos</b>	1007	32% Directivos 68% Convencionados*
<b>Antigüedad Promedio</b>	12 años	
<b>Relación Contratista CMSA</b>	1:1	
<b>Relación empleados indirectos</b>	1:5	

\*Personal con contrato directo, su relación con CMSA está regida por la Convención Colectiva de Trabajo.

Fuente: Información Cerro Matoso S.A.

En la Figura 1 se presenta la estructura organizacional de Cerro Matoso S.A.

Figura 1. Estructura Organizacional de Cerro Matoso S.A.



Fuente: Información Cerro Matoso S.A.

## 2.3 GENERALIDADES DE LA OPERACIÓN

**2.3.1 Productos.** Cerro Matoso S.A. realiza la explotación y producción de Ferroníquel en gránulos. El Ferroníquel es una aleación de Hierro y 35% de Níquel con un bajo contenido de impurezas.

El níquel se encuentra principalmente en el acero inoxidable y en los aceros termo-resistentes en aplicaciones, tales como la fabricación de productos de consumo y de productos industriales, entre ellos, lavaplatos, baterías de cocina y

artefactos de uso doméstico. El níquel está presente en más de 300.000 productos destinados al consumo, al uso industrial y militar, al transporte, a la industria aeroespacial y marítima y a la arquitectura. Su resistencia a la corrosión y su alta resistencia al calor y al frío hacen del níquel un material particularmente adaptable a la tecnología de hoy.

**2.3.2 Áreas de la Planta.** CMSA cuenta con dos líneas de producción de ferroníquel, las cuales operan en un proceso continuo las 24 horas del día. La Planta de producción está dividida en cuatro áreas principales: Apilado, homogenización y reclamo; secado; calcinación; Fundición y Refinación (ver figura 2).

Figura 2. Áreas de la Planta de Cerro Matoso S.A.



Fuente: Disponible en internet: <[http://cerronet/Inducción Organizacional](http://cerronet/Inducción%20Organizacional)>.

**2.3.3 Descripción General del Proceso de Producción de Ferroníquel.** El mineral y sus materiales asociados se extraen por métodos de minería a cielo abierto en un área aproximada de 2.6 km<sup>2</sup>. La zona de explotación está dividida en dos pits, con una reserva estimada de 42'200.000 toneladas de mineral (20 a 30 años). La mitad del mineral extraído con voladura se carga y transporta en

camiones, con capacidad para 35 y 50 toneladas, los cuales se trasladan hacia el patio de trituración. Por cada tonelada de mineral procesado se deben minar 2.5 toneladas de una mezcla de mineral de baja ley y estéril. La mina explota el mineral con sus componentes asociados suministrando al proceso un material con tenor de níquel mayor al 1.5%. Este mineral para poder ser utilizado en el proceso de producción, debe ser homogéneo y corresponder en cuanto a su composición química a condiciones que son determinadas por los responsables del proceso, con el objeto de mantener bajo control la operación de la planta.

**2.3.3.1 Trituración y homogenización.** El mineral de beneficio es apilado según sus características químicas en el patio de trituración. De estas pilas se toma, mediante cargadores frontales, diferentes cantidades de mineral según el plan de trituración que se realiza para asegurar la homogeneidad de la mezcla necesaria para el proceso y se deposita en la criba o grizzly de la trituradora primaria.

El mineral triturado, cae mediante chutas de descarga a una banda transportadora, la cual lo conduce hasta una segunda trituradora en la cual el tamaño del mineral es de 620 toneladas secas por hora. A continuación, mediante bandas transportadoras, el mineral triturado es conducido al apilador-mezclador móvil que lo distribuye, automáticamente, en una pila tipo Chevron con una longitud aproximada de 200 metros y un contenido de 100.000 toneladas húmedas de mineral. Se dispone del espacio necesario para construir dos pilas de tal forma que a medida que una es consumida por el proceso, la otra es construida. La humedad promedio de las pilas es de 20.7%.

**2.3.3.2 Secado del Mineral.** Una vez construida la pila, se toma el mineral y se deposita en una tolva de descarga en una banda que lo transforma hasta un secador rotatorio de 5.5 metros de diámetro interno y 45 metros de longitud, con una capacidad de 185 toneladas por hora, y en donde calienta el mineral hasta una temperatura de 300°C, para reducir la humedad del mineral que se recibe con

un porcentaje de humedad entre el 16 y el 25% y se entrega con el 11%. En este proceso se consume un aproximado de 84.500 m<sup>3</sup>/día de gas natural.

El mineral de la mina es reclamado y alimentado de forma homogénea al secador, donde se retira la humedad hasta alcanzar los valores requeridos. El mineral seco se almacena en cuatro silos, cada uno con una capacidad de 600 toneladas; el mineral allí almacenado es descargado en las bandas transportadoras para ser conducido hacia el calcinador. Durante su recorrido, se adiciona carbón, el cual actúa como elemento reductor en el procesamiento del mineral.

**2.3.3.3 Calcinación.** En el calcinador se remueve el agua libre que conserva el mineral después de su proceso en el secador. En la planta se procesan a diario, aproximadamente 3.495 toneladas de mineral mezclado con carbón en cada calcinador, consumiéndose en promedio 190.000 m<sup>3</sup>/día de gas natural.

El mineral permanece en el calcinador entre 2.5 y 3 horas, durante el cual rota a 0.57 revoluciones por minuto. La mezcla prerreducida de mineral y de carbón, denominada calcina, sale a una temperatura de 850 a 900 °C, y es transportada en un contenedor de 40 toneladas mediante un carro de transferencia hacia un foso, en el cual un puente grúa lo ubica en el piso de carga del horno eléctrico. La calcina es depositada en 9 tolvas, según el ciclo de carga programado para el horno eléctrico, en cada una de las líneas. Cada tolva posee 27 tubos que alimentan de calcina al horno eléctrico. La función del horno es llevar los sólidos (mineral y carbón) a una temperatura adecuada para llevar a cabo las reacciones necesarias.

**2.3.3.4 Fundición.** En el proceso de fundición, la calcina prerreducida completa la reducción de óxidos y lleva la mezcla a estado líquido. En promedio, por cada 100 toneladas de metal líquido de calcina se producen 7 toneladas de metal líquido de ferróniquel y 83 toneladas de escoria. En esta forma, el metal por ser de menor

densidad, desciende hacia el fondo del horno. La escoria líquida sale a una temperatura aproximada de 1600 °C, a través de dos piqueras y se somete a chorros de agua a alta presión para garantizar su granulación. La escoria pasa del canal a un clasificador de espiral que la deposita en una banda transportadora, la cual la conduce a una tolva, de donde se descarga en camiones para llevarla hacia el botadero. Por otra parte, el metal obtenido, que sale a una temperatura aproximada de 1400°C, se cuela a través de las piqueras, y es conducido por las mismas hacia los crisoles que lo transportarán hacia el proceso de refinación.

**2.3.3.5 Refinación y Granulación.** El metal líquido se somete a un proceso de oxidación para disminuir la concentración de carbón, fósforo, silicio y azufre, según lo requerido por los contratos comerciales y las normas internacionales.

Cuando ha transcurrido un 90% del llenado del crisol durante la colada del horno eléctrico, se adicionan 200 Kg. de aluminio en lingotes de 100 Kg. cada uno. La colada ingresa a la estación de refinación, donde se retiran aproximadamente 1.5 toneladas de escoria. Una vez retirada la escoria, se añaden 200 Kg. de dolomita y 200 Kg. de mezcla de soplo. La escoria producto de la refinación es conducida a una planta de recuperación de mineral, donde el mineral recuperado es devuelto al proceso calcinación – fundición. Finalmente los gases de combustión son lavados y los finos derivados son reprocesados. En la actualidad, el área de refinación cuenta con la capacidad de procesar 6 coladas por día, cada una con 45 toneladas de metal líquido. Una vez refinado, el ferróníquel se vierte sobre una piedra refractaria ubicada en el centro de un tanque con agua en circulación, a unos 20 centímetros por debajo de la piedra. El metal se granula por acción del choque del metal líquido vertido sobre la piedra. Los gránulos formados se precipitan al fondo y se bombean a un secador rotatorio. Una zaranda vibratoria clasifica los gránulos por tamaño y de acuerdo a los requerimientos se distribuyen en bolsas con capacidad de 2 toneladas cada una. Cada día se despacha un aproximado de 94 bolsas de ferróníquel con un contenido de níquel de 44.5%.

**2.3.4 Mercados atendidos.** Actualmente, el 99.91% de la producción anual de Cerro Matoso S.A. es destinada a mercados internacionales y, tan solo el 0.09% es consumido por la industria metalúrgica colombiana. En la tabla 2 se relacionan los clientes de CMSA en el exterior y en el territorio nacional.

Tabla 2. Clientes de Cerro Matoso S.A.

<b>CLIENTES</b>	<b>PAÍS</b>	<b>Lbs. Ni</b>
<b>TKAST</b>	Italia	<b>23.889.496</b>
<b>BGI, TISCO, HONG</b>	China	<b>18.653.844</b>
<b>POSCO</b>	Korea	<b>13.990.997</b>
<b>ACERINOX, ARANE</b>	España	<b>12.298.095</b>
<b>YIEUNITED, TANGANG, WALSIN</b>	Taiwan	<b>11.979.841</b>
<b>NISSHIN, NIPPON, MITSUI, DAIDO</b>	Japón	<b>7.360.225</b>
<b>AK, NAS</b>	USA	<b>7.082.568</b>
<b>ALZ, FAFER</b>	Bélgica	<b>5.677.001</b>
<b>COLUMBUS</b>	Sur África	<b>4.456.905</b>
<b>ISBERGUE, SAVOIE</b>	Francia	<b>3.991.048</b>
<b>AVESTA</b>	Finlandia	<b>1.554.549</b>
<b>VARDHAMAN, NIMET</b>	India	<b>89.471</b>
<b>SANDVIK</b>	Suecia	<b>41.188</b>
<b>TOTAL EXPORTACIONES</b>		<b>111.065.228</b>
<b>FUNDICIONES UNIVERSO, TNC QUINTAL, PROCOMETAL</b>	<b>VENTA NACIONAL</b>	<b>1.508.628</b>

Fuente: Información Cerro Matoso S.A.

**2.3.5 Horario de Operación.** CMSA opera las 24 horas del día y los 365 días del año, para ello cuenta con diferentes horarios de trabajo para el personal, organizados en tres clases de turnos: Turnos de día, turnos rotatorios día/tarde/noche y turnos rotatorios día/tarde.

### **3. UNIDAD DE NEGOCIOS: SERVICIO DE OPERACIONES**

Servicios de Operaciones es una unidad de negocios de CMSA, vinculada al proceso de Mantenimiento; su función es suministrar, a todas las unidades que lo requieran bajo contratación externa, los servicios de mantenimiento de edificios, sistemas de aire acondicionado, subestaciones eléctricas satélites, redes eléctricas perimetrales, alumbrado interno de la planta, sistemas diesel de emergencia, vías internas y externas, drenajes y embalses, tratamiento y distribución de aguas, red de aire comprimido, botaderos y canales de escoria, vehículos livianos, equipos auxiliares y mantenimiento de calderas, a su vez, tiene a cargo la gestión de los residuos generados en planta y ciudadelas, la administración de la energía, el gas y las telecomunicaciones, así como la reparación y fabricación de piezas mecánicas y soldadas, reparaciones de equipos eléctricos y electrónicos y la prestación de servicios de ensayos por técnicas no destructivas, termografía, vibraciones y corrosión, mantenimiento de la red contra incendio, alarmas, extintores, mantenimiento de ascensores y UPS.

Esta Unidad ha establecido como meta principal la satisfacción de sus clientes, a través de una buena comunicación, la calidad de sus servicios, el cumplimiento en forma oportuna y con credibilidad, la minimización de los costos de mantenimiento y operación y la garantía completa de la disponibilidad de los equipos y servicios a su cargo. Para ello, busca el mejoramiento continuo de sus procesos, mediante el análisis y reconocimiento de los aspectos críticos de los mismos, es así como, bajo este contexto, se llevó a cabo el presente proyecto cuyo proceso clave es la gestión integral de los residuos, concebido como una oportunidad para el reconocimiento de debilidades y fortalezas, cuyo análisis permitió tomar acciones para el mejor funcionamiento del mismo.

### **3.1 PROCESO DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN CERRO MATOSO S.A.**

La gestión de residuos es el proceso mediante el cual se realiza el orden y aseo, se clasifican, recolectan y disponen los residuos que se producen en las actividades industriales y domésticas realizadas por CMSA, con el fin de prevenir el impacto que pueden generar sobre los elementos del medio ambiente.

Los residuos generados en cada uno de los procesos de CMSA son depositados en los puntos de recolección de cada área, allí son recolectados y transportados hacia los sitios donde se disponen o se reutilizan. El proceso consta de las siguientes fases: Orden y aseo; clasificación; recolección y transporte; almacenamiento y/o disposición de residuos.

**3.1.1 Orden y Aseo.** El personal de cada una de las áreas es responsable de mantener su lugar de trabajo limpio, libre de suciedad, materiales sobrantes y residuos que puedan convertirse en una condición subestándar que afecte la seguridad o el medio ambiente. Adicionalmente, se realizan labores de limpieza y organización de las áreas de trabajo, vías peatonales y vehiculares, en bodegas y en todo lugar que forme parte de las instalaciones de CMSA.

Las tareas de orden y aseo implican el lavado de áreas, limpieza de vías en forma manual y con máquina barredora, limpieza de avisos, defensas viales y pasamanos, limpieza de pisos, cunetas, canales, limpieza de trampas de grasa, retiro de materiales sobrantes y residuos y, demás actividades que permitan mantener áreas de trabajo limpias y en orden.

**3.1.2 Clasificación.** En esta fase se clasifican los residuos de acuerdo con sus propiedades. Las unidades de negocio se encargan de realizar una clasificación preliminar de los residuos que producen, los cuales son depositados en canecas de diferentes colores en los puntos de recolección en cada área, de la siguiente forma:

- Los residuos reciclables, es decir, aquellos que pueden prestar utilidad a otras personas, son depositados en las canecas de color blanco.
- Los residuos orgánicos no peligrosos, es decir, aquellos residuos que se descomponen, pero que no son peligrosos, se colocan en las canecas de color verde.
- Los residuos incinerables como la grasa y objetos con grasa y aceites se depositan en las canecas de color azul.
- Los residuos peligrosos, es decir, aquellos que pueden generar impactos significativos sobre las personas o el medio ambiente, se depositan en las canecas rojas.
- Los residuos como filtros de aceites y combustibles se depositan en las canecas amarillas.
- Los aceites usados se depositan en las canecas con tapa de color amarillo y rojo.
- La chatarra se deposita en los contenedores grises.
- La calcina de los sellos del calcinador y secador se deposita en contenedores blancos con tapa naranja.
- Los residuos de pasta taponadora se depositan en los contenedores grises.
- La calcina derramada se deposita en contenedores negros.

**3.1.3 Recolección y transporte.** Esta fase incluye la recolección y el transporte de los residuos, de las fuentes generadoras a los lugares de disposición. Para llevar a cabo estas actividades, se cuenta con los equipos que se relacionan en la tabla 3.

Los operadores proceden a realizar las rutas de recolección, para el traslado de los residuos clasificados preliminarmente por los usuarios, a las áreas dispuestas de acuerdo a sus propiedades, según la tabla 4.

Tabla 3. Equipos para el manejo de residuos en CMSA

DESCRIPCIÓN	PLACA	MODELO	MARCA	CÓDIGO INTERNO
Volco	SLP - 336	2006	CHEVROLET	M9 – 65
Volco	SLP - 335	2006	CHEVROLET	M9 – 66
Volco	SLP - 337	2006	CHEVROLET	M9 – 67
Volco (Ciudadela)	EKP - 711	2005	CHEVROLET	M9 – 51
Volco	UFT - 837	2005	CHEVROLET	M9 - 52
Montacargas	-	100	HYSTER 100	M7 -25
Minicargador	-	S185	BOBCAT	M2 – 22
Barredora	-	2005	JOHNSTON 3000	M9 – 53

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Zonas de almacenamiento y/o disposición según el residuo

RESIDUO	LUGAR DE ALMACENAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN
Orgánicos	Relleno Sanitario
Reciclables	Bodega de reciclaje
Madera	Patio de Madera
Jardín y madera dañada	Patio de Jardín
Peligrosos	Bodega de Residuos Peligrosos
Aceites Usados	Tanque de Aceite Usado
Chatarra	Patio de Chatarra
Filtros de Aceite y combustibles	
Escombros	Botadero de Escoria
Estéril	Botadero de Estéril
Escoria	Botadero de Escoria
Incinerables	Banda 29 para ser incinerados en el calcinador de la línea 1.
Grasa de los sellos de los calcinadores y los secadores	
Calcina derramada	
Sobrantes de muestras de laboratorio	Vuelven al proceso productivo
Finos	

Fuente: Elaboración propia.

**3.1.4 Almacenamiento temporal de residuos.** Algunos residuos son almacenados temporalmente en bodegas de CMSA, para luego ser tratados dependiendo de sus propiedades. Las zonas de almacenamiento destinadas para este fin son las presentadas en el Anexo A.

**3.1.5 Disposición de residuos.** CMSA en sus instalaciones se encarga de la disposición final de algunos residuos como los orgánicos, la escoria, el estéril, las muestras de laboratorio, los vegetales, la madera dañada y los incinerables, entre otros. Para este objetivo, se han establecido zonas de disposición final, evitando de esta forma daños a las personas, la infraestructura y/o al medio ambiente (ver Anexo B).

**3.1.6 Horario personal Manejo de residuos.** El personal encargado del manejo de los residuos de CMSA cumple un horario especial, dependiendo de las funciones que lleven a cabo. Este horario se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Horario personal encargado del manejo de residuos

CANT. PERSONAS	PERSONAL ASIGNADO A	LUN. - VIE.	SÁB.	H. Entrada	H. Salida
		Horas a laborar	Horas a laborar		
2	Supervisor	48		06:30 a.m.	04:00 p.m.
1	Director Operativo	48			
2	Trampas de Grasa	48			
2	Ruta 1	48			
3	Ruta Especial	48			
2	Peatonales	48			
2	Aceites(Filtros+Tanque Shell)	48			
1	Sensibilización	48			
2	Relleno	48			
1	Bodega RESPEL	48			
2	Reciclaje	48			
1		42.5	5.5	06:30	3:00
2	Ruta 2	42.5	5.5	06:30	12:30
2	Barredora	40	8	03:00	11:00
				07:30	03:25
3	Incineración	40	8	03:00	11:00
				07:30	03:25

Fuente: Elaboración propia.

## 4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

La metodología del trabajo, consiste en la secuencia y forma en que se llevaron a cabo cada una de las etapas para alcanzar los objetivos propuestos. En este capítulo se describen las actividades realizadas y se enuncian en forma general los resultados obtenidos en cada una.

El presente proyecto de grado, se desarrolló en 4 etapas principales, las cuales, se ejecutaron bajo el cumplimiento de la siguiente metodología.

### 4.1 ETAPA 1: RECOPIACIÓN, ANÁLISIS DE DATOS Y DOCUMENTACIÓN

Durante esta fase se llevó a cabo el estudio y documentación del proceso de manejo de residuos, a través de fuentes de apoyo como son los diagramas de flujo, las fichas técnicas de los equipos y de los residuos, registros históricos del proceso, planos de la planta y, demás material interno y externo que fue requerido para el análisis y diagnóstico del proceso.

**4.1.1 Revisión y análisis de documentos.** Esta actividad comprendió, la lectura y análisis de la documentación existente sobre el proceso de gestión de residuos en CMSA, así como de las diferentes temáticas alrededor del mismo. Mediante este análisis, se logró una visión completa de los procedimientos, métodos, personal y herramientas de trabajo.

**4.1.2 Observación y conocimiento del proceso.** Esta fase comprendió el reconocimiento en campo del proceso, el cual permitió establecer las características principales del mismo y recopilar la información necesaria para llevar a cabo la documentación.

**4.1.3 Documentación del proceso.** Esta etapa incluyó la elaboración de los procedimientos, fichas técnicas de equipos, caracterización de residuos, listado de residuos por área de almacenamiento y/o zona de disposición (de forma tal que permitió mantener datos actualizados) y diagrama de flujo, con el objetivo de estandarizar el proceso.

## **4.2 ETAPA 2: DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN CMSA**

De acuerdo al conocimiento adquirido sobre el proceso, en la etapa uno, y a partir de la información existente, se desarrolló el diagnóstico del proceso. A continuación se presentan los elementos analizados en esta etapa.

**4.2.1 Elaboración del estudio de tiempos.** En esta etapa se realizó la toma de tiempos para las actividades en las fases de recolección, transporte y disposición de los residuos producidos en CMSA; con base en esta información se realizó el análisis estadístico de los datos y se establecieron los tiempos estandarizados para las actividades analizadas.

**4.2.2 Análisis de los Residuos generados.** Esta fase incluyó la determinación del volumen de residuos generados, la observación de los puntos de clasificación y el análisis de los residuos, con el fin de establecer aquellos que más impacto generaban en los puntos de disposición o almacenamiento y, la forma en que éstos pueden ser tratados finalmente.

**4.2.3 Diagnóstico de la situación actual.** En esta fase se realizó el diagnóstico del proceso actual, en función de los métodos y tiempos, las cargas de trabajo asignadas al personal y el volumen de residuos generados durante un periodo de tiempo, en las diferentes áreas de la planta y demás factores influyentes en la ejecución normal de las labores.

### **4.3 ETAPA 3: DESARROLLO DE ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE LA PROPUESTA DE MEJORAMIENTO**

De acuerdo con los resultados del análisis y diagnóstico de cada una de las fases del proceso de manejo de residuos, se llevaron a cabo las actividades que se mencionan a continuación.

**4.3.1 Programación de rutas.** En esta etapa se realizó un análisis de las variables críticas en el proceso de recolección y transporte de los residuos y, de acuerdo al estudio de tiempos y a la teoría de la Investigación de Operaciones\*, se estableció la programación más adecuada de las rutas, con el fin de minimizar el tiempo de recolección y aumentar la cantidad de residuos recolectados.

**4.3.2 Formulación de indicadores de gestión.** Comprendió el desarrollo de indicadores que permiten medir la eficiencia del proceso de forma clara y sencilla, tomando como base los registros de operación. De igual forma se diseñó un método de control para el volumen de residuos generados en CMSA, de forma tal que se logra contar con información actualizada que actúa como base para la toma de decisiones y la asignación de recursos.

### **4.4 ETAPA 4: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO**

En la etapa final se realizó el análisis y evaluación de las variables críticas identificadas en la operación, con base en las cuales se consolidó una propuesta de mejoramiento para el proceso.

**4.4.1 Consolidación y ajuste de la propuesta de mejoramiento.** La propuesta se desarrolló con base en los puntos críticos identificados en las diferentes fases

---

\* Rama de las Matemáticas consistente en el uso de modelos matemáticos, estadística y algoritmos con objeto de realizar un proceso de toma de decisiones. Se emplea para el estudio de complejos sistemas reales, con el fin de mejorar el funcionamiento de los mismos.

del proceso, para los que se desarrollaron diferentes propuestas de mejoramiento, las cuales fueron evaluadas por el Jefe de Servicio de Operaciones de la planta, con miras a su implementación y posterior validación.

**4.4.2 Evaluación de la propuesta de mejoramiento.** Con el objetivo de evaluar el impacto que tendrá la implementación de la propuesta de mejoramiento, se realiza una estimación de las ventajas que se obtendrían con su implementación, comparados con la situación actual del proceso.

## 5. DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE CMSA

Todos los procesos de una organización son susceptibles de mejora, a fin de obtener ventajas a nivel de eficiencia, costos, control operativo, ambiente y condiciones de trabajo, sin embargo, para establecerlas, es necesario realizar un análisis minucioso de todas las actividades que se llevan a cabo y las condiciones bajo las cuales se ejecutan.

Como parte de la gestión integral de residuos, CMSA lleva a cabo diariamente, a través de su empresa Contratista (REASER S.A. E.S.P.), diferentes procedimientos, que conllevan al manejo y disposición correcta de los residuos que son producidos en las instalaciones de la Mina (ver Ilustración 1).

Ilustración 1. Algunos procedimientos realizados como parte de la Gestión Integral de residuos



El proceso en cuestión, no contaba con la documentación detallada de sus procedimientos, razón por la cual, se justificó realizar una fase de documentación que incluyó la revisión de los documentos existentes y la elaboración de aquellos que eran necesarios para buscar la estandarización de sus actividades.

Para la Administración es de gran importancia, contar con un proceso documentado, ya que de esta forma, se pueden evidenciar las características y fases de cada uno de los procedimientos, facilitando su comprensión y la identificación de problemas o aspectos críticos que requieran de mayor atención.

Para documentar y mejorar un procedimiento es necesario conocerlo, por esta razón, se llevó a cabo como base de la documentación, una etapa de conocimiento en campo, de cada una de las actividades realizadas, en la cual se contemplaron las condiciones y los factores que intervienen en la ejecución normal de las labores. Esta primera etapa requirió tiempo y dedicación, debido a la variedad, cantidad y complejidad de los procedimientos, sin embargo, permitió entenderlos con claridad y establecer sus características.

Con la información y el conocimiento adquirido, se realizó el análisis de métodos, cuyos resultados se presentan en el Capítulo 8 y, se elaboró la documentación respectiva.

## **5.1 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS**

En este documento se especifican las características del Proceso en general e incluye: el objetivo y alcance del proceso; los proveedores; las entradas; actividades realizadas; las salidas; los beneficiarios; los recursos físicos; el talento humano asignado; los requisitos de los beneficiarios, la ley y la organización; los indicadores; el seguimiento y monitoreo realizado; los registros del proceso y los documentos de referencia (ver Anexo C).

## 5.2 PROCEDIMIENTOS

Un procedimiento es un documento que especifica paso a paso como desempeñar correctamente un trabajo, razón por la cual, se convierte en una herramienta fundamental para la estandarización de los mismos. Para el registro de los procedimientos del Proceso Gestión Integral de Residuos de CMSA, se diseñó un formato que contiene la siguiente información:

- **Objetivo:** Describe el resultado esperado o propósito final de las actividades incluidas en el procedimiento.
- **Alcance:** Indica el cubrimiento de aplicación del procedimiento (a quién va dirigido: Personas, procesos, residuos, etc.).
- **Normatividad:** Reglamentación externa asociada al procedimiento.
- **Definiciones y/o abreviaturas:** Definición de términos administrativos, técnicos y/o abreviaturas, que son necesarios para el entendimiento del procedimiento.
- **Consideraciones:** Condiciones generales, aclaraciones y observaciones a tener en cuenta durante la ejecución del procedimiento.
- **Elementos de Protección Personal (EPP):** Indica los EPP que debe usar el trabajador para ejecutar el procedimiento de forma segura.
- **Herramientas y Equipos:** En esta sección se listan las herramientas y equipos empleados, para el desarrollo de las actividades descritas.
- **Descripción del Procedimiento:** Se realizó, a través de una tabla de tres columnas, en las que se presenta:
  - Diagrama de Flujo: Presenta gráficamente la secuencia de actividades que se llevan a cabo para la ejecución de una labor, teniendo en cuenta principalmente, las operaciones, decisiones a tomar y documentos originados.

- Descripción: Se describen detalladamente las actividades contempladas en el diagrama de flujo.
  - Responsable: Se enuncia el cargo de la persona designada para realizar la actividad.
- 
- **Control de Cambios:** Teniendo en cuenta el dinamismo del proceso y, de acuerdo a los lineamientos de los Sistemas de Gestión implementados en CMSA, se estableció una sección para registrar los cambios que se realicen a los procedimientos, con el fin de llevar un control de las versiones vigentes.

Como resultado de esta etapa de documentación, se elaboraron los 15 procedimientos que forman parte del proceso (ver Anexo D); documentación que fue sujeta a revisiones por parte de la Administradora del Contrato, los Supervisores y el personal directamente involucrado con las labores, con el fin de obtener resultados acordes con la realidad. Una vez revisados y aprobados los documentos, se incluyeron en el Manual de la Fase de Manejo de Residuos, existente en CMSA y, se procedió a realizar la socialización respectiva. Un ejemplo de los procedimientos elaborados se presenta en el Anexo E.

### 5.3 REGISTROS

Para el seguimiento de las actividades realizadas por la empresa contratista y de los residuos generados por CMSA, la Administración cuenta con una variedad de formatos que permiten realizar los registros pertinentes en cada una de las áreas de trabajo.

Como parte del análisis realizado, se desarrollaron modificaciones a algunos formatos, con el fin de facilitar su manejo y permitir un mayor aprovechamiento de la información recolectada en ellos, además se incluyó el espacio para registrar la información requerida, como parte del seguimiento a los indicadores propuestos.

En el Anexo F, se presentan los formatos modificados y, se explican los cambios o especificaciones realizadas.

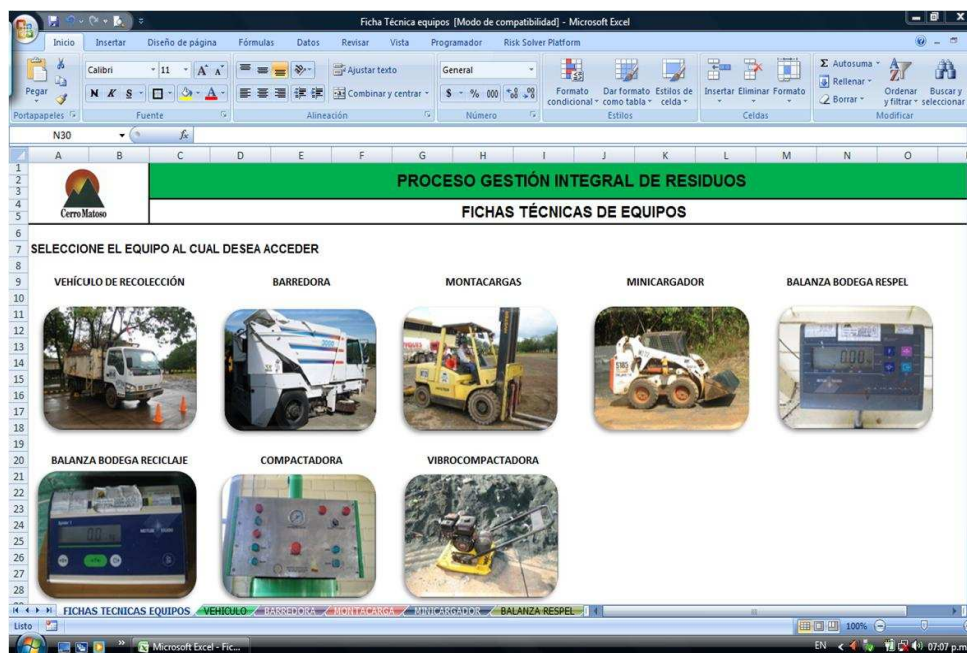
#### **5.4 FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS**

Los equipos son factor importante en el desarrollo normal de las actividades en las que están involucrados, por esta razón, es esencial contar con información técnica y aspectos a considerar durante su empleo. Como consecuencia de lo anterior, se diseñaron las fichas técnicas de los equipos del proceso (vehículo de recolección, barredora, montacargas, minicargador, balanzas, compactadora y vibrocompactadora), las cuales contienen cuatro puntos fundamentales:

- **Generalidades del Equipo:** Incluye la información técnica referente a cada equipo, como marca, modelo, capacidad, dimensiones, cantidad, código interno, área a la cual está asignado y demás datos considerados necesarios, según las características de cada equipo.
- **Funcionalidad:** Función realizada en el proceso.
- **Generalidades de Operación:** Se describen los requerimientos y consideraciones de operación, que se deben cumplir para un funcionamiento adecuado del equipo.
- **Operador del Equipo:** Incluye los requisitos que debe cumplir la persona que sea asignada a la operación del equipo, con el fin de asegurar que posee el conocimiento y habilidades mínimas para la labor.



Para facilitar la consulta y actualización de las fichas, cuando sea requerido por la administración, se realizó una plantilla en Excel que contiene una hoja inicial, con la fotografía de cada uno de los equipos, de esta forma, al seleccionarla, se puede acceder a la ficha técnica correspondiente (ver Figura 3 y 4). Cuando se está ubicado en una Ficha Técnica específica, es posible acceder a la página de presentación, a través del link “INICIO”, en la parte superior (ver Anexo G).

Figura 3. Consulta de Fichas Técnicas de los Equipos



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4. Hoja en Excel con Ficha Técnica del Minicargador

PROCESO GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS		FICHA TÉCNICA MINICARGADOR	
VERSION	1		
FECHA DE ACTUALIZACIÓN	Diciembre 5 de 2008		
APROBADO POR	Astrid Alvarez		
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b> MINICARGADOR			
			
<b>GENERALIDADES DEL EQUIPO</b>			
MARCA/MODELO	BOBCAT S185		
CAPACIDAD DE OPERACIÓN NOMINAL	839 Kg.		
CARGA DE VUELCO	1769 Kg.		
VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO	11,3 Km/h		
DIMENSIONES	LONGITUD (CON CUCHARÓN)	3,309 m	
	ANCHO (CON CUCHARÓN)	1,727 m	
	ALTURA	1,938 m	
CUCHARÓN	ALTURA HASTA EL PIN DEL CUCHARÓN	3,002 m	
	MARCA/MODELO	Kubota/V2003T-EB	
MOTOR	COMBUSTIBLE	Diesel/Líquido	
	CILINDROS	4	
CUCHARAS STANDARD	ANCHO	1,731 m	
	ÁNGULO DE RECOGIDA	44°	
	ALTURA MAX. DESCARGA	2,926 m	
	ALCANCE FRONTAL A MAX. ALTURA	0,42 m	
<small>Las funciones para avanzar, retroceder, velocidad de desplazamiento y</small>			

Fuente: Elaboración Propia.

## 6. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS POR CMSA

A través de la historia, se han establecido diversas definiciones para el término *Residuo*, cada una de las cuales contiene diferentes lineamientos para identificar y clasificar los residuos<sup>2</sup>. El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, define residuo como: Parte o proporción que queda de un todo; lo que resulta de la descomposición o destrucción de una cosa y, material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación.

La O.C.D.E. (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), establece que los residuos son “aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo, que no han alcanzado un valor económico en el contexto en el que son producidas”. En otras definiciones, la palabra *Residuo*, hace referencia a “todo material resultante de un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza, cuando su poseedor o productor lo destine al abandono”<sup>3</sup>.

A pesar de todas las definiciones que se han establecido, el concepto de *Residuo*, depende de la persona u organización que lo genere. Para CMSA, un *Residuo* es todo material residual que se genera como consecuencia de las actividades administrativas y productivas realizadas y, que de acuerdo a sus características puede ser sujeto a recuperación, reutilización o disposición final en el relleno sanitario, botaderos o plataforma de incineración.

Los residuos se generan desde el inicio del proceso, comenzando por la explotación del mineral y de allí en adelante, en cada paso del proceso, mientras

---

<sup>2</sup> COLOMER MENDOZA, Francisco José y GALLARDO IZQUIERDO, Antonio. Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. p. 21.

<sup>3</sup> *Ibíd.*, p. 22

la materia prima es convertida en producto terminado. Además, se generan residuos, en cada una de las actividades administrativas, que sirven de apoyo a la producción (Ver figura 5). Una vez establecida la definición de Residuo, fue necesario determinar las clases de residuos generadas, con el fin de dimensionar el control que debe ser ejercido por el proceso. En CMSA, se generan diez clases diferentes de residuos: Orgánicos, reciclaje, peligrosos, aceite usado, chatarra, incinerables, madera, jardín, estéril, tierra y escombros.

Figura 5. Generación de Residuos en CMSA



Fuente: Elaboración Propia.

Debido a la gran variedad de residuos generados, un factor importante a la hora de abordar la problemática, es la de clasificarlos, para lograr una gestión diferenciadora en función de sus características. A continuación se presenta la definición de cada uno de ellos, con el fin de entender sus diferencias.

- **Residuos Orgánicos.** Hacen referencia a todo residuo de origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo. Típicamente, los residuos

orgánicos están formados por cáscaras, residuos de la fabricación de alimentos, textiles, goma, cuero, entre otros.

- **Residuos Reciclables.** Son aquellos residuos que debido al material que lo conforma, pueden ser recolectados, separados del resto de los residuos, procesados y transformados en nuevos productos.
- **Residuos Peligrosos.** Es aquel residuo que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. De igual forma, se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con materiales peligrosos.
- **Aceite usado.** Es aquel que proviene de la refinación del aceite crudo o sintético y que, como resultado del uso, manejo y almacenamiento, se ha contaminado de manera que ya no sirve para su propósito original debido a la presencia de impurezas químicas y físicas que han causado la pérdida de sus propiedades originales. El aceite usado incluye los aceites sintéticos, el aceite de transmisión, el aceite de frenos y cualquier otro aceite o grasa lubricante. El aceite usado no incluye los productos derivados de grasas animales o vegetales. Se presume que el aceite usado destinado al reciclaje no es peligroso si el contenido total de halógenos es menor a 1000 partes por millón<sup>4</sup>.
- **Residuos Incinerables.** Hace referencia a todos aquellos residuos que como consecuencia de la actividad para la cual son empleados, entran en contacto con grasas y/o aceites, razón por la cual deben ser destruidos a través del proceso de incineración en el Calcinador.

---

<sup>4</sup> ACEITE USADO [Documento en línea]. Disponible en Internet <[www.dep.state.fl.us/waste/quick\\_topics/publications/shw/hazardous/Used-oil-brochure\\_spanish.pdf](http://www.dep.state.fl.us/waste/quick_topics/publications/shw/hazardous/Used-oil-brochure_spanish.pdf)>.

- **Chatarra.** Residuos producidos durante la fabricación o consumo de un material o producto<sup>5</sup>. El término Chatarra, es empleado principalmente para referirse a metales.
- **Madera.** Se refiere a todos aquellos residuos, cuyo componente es la madera, como por ejemplo las estibas, que resultan como consecuencia del desembalaje de algunos productos.
- **Jardín.** Son todos aquellos residuos forestales, que están conformados por materia vegetal y se originan en actividades de podas, limpiezas y talas.
- **Estéril.** Hace referencia a los materiales, carentes de valor o utilidad, resultantes de las actividades de extracción, preparación y procesamiento del mineral.
- **Tierra y escombros.** Residuos generados por actividades de construcción o reparaciones de edificaciones, constituidos principalmente por cerámica, hormigón y tierras de excavación, en las que se incluyen tierra vegetal y rocas del subsuelo.

Una vez establecidas las clases de residuos generados (ver figura 6), se procedió a relacionarlos con su respectiva área de disposición final o almacenamiento temporal y a identificar detalladamente los residuos que son recibidos en cada una. Para ello se realizó una labor de campo, mediante la observación y el trabajo conjunto con los operadores de cada área. La actividad comprendió las diez zonas de disposición final o almacenamiento de CMSA (Bodega de Reciclaje, Bodega Respel, Tanque de Aceite Usado, Patio de Chatarra, Patio de Madera, Bodega de Residuos para incinerar, Relleno Sanitario, Botadero de tierra y escombros, Botadero de Estéril y Patio de Jardín) y la Granja Tuancí ubicada en Montelíbano.

---

<sup>5</sup> GLOSARIO DE TÉRMINOS SOBRE RECICLAJE [Documento en línea]. Disponible en Internet <<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/n2glosar.html>>.

Figura 6. Residuos generados en CMSA



Fuente: Elaboración propia.

Como resultado de este trabajo, se identificaron los residuos que a la fecha son recibidos para su disposición por cada área, los cuales fueron registrados en un archivo en Excel, denominado “Listado de Residuos por Área de Disposición”, (ver Anexo H).

Este Listado de Residuos fue creado con tres objetivos específicos:

1. Suministrar una base detallada y actualizada a la fecha, de los residuos generados por CMSA; que sirva de apoyo a la administración para el conocimiento exacto de los residuos que son gestionados y el tratamiento al cual son sometidos.
2. Facilitar la consulta de los residuos generados.
3. Hacer posible el registro de nuevos residuos que sean generados como consecuencia de nuevas actividades o condiciones de la empresa.

La información obtenida, se registró en una tabla compuesta por cuatro columnas:

- **Residuo.** En la que se registra el nombre exacto del residuo recibido en el área para su disposición.

- **Componente.** Hace referencia al material que conforma al residuo y el cual le proporciona las características para ser asignado a una clasificación específica.
- **Presentación.** En esta columna se registra la información relacionada con el embalaje o forma en que se agrupan los residuos para ser enviados a cada área de disposición.
- **Manejo Actual.** Gestión actual, a la cual es sometido el residuo para su eliminación, reutilización o recuperación.

La herramienta diseñada en Excel, cuenta con una hoja de presentación en la que se encuentran las fotografías de cada una de las áreas de disposición final o almacenamiento temporal de CMSA, a través de las cuales se puede acceder a la lista de residuos correspondiente.

Al estar ubicado en el Listado de un área específica, es posible acceder a la página de presentación, a través del hipervínculo “INICIO”, en la parte superior. Si el usuario desconoce el lugar de disposición al que es enviado el residuo, puede hacer la consulta por nombre, a través del botón “CONSULTAR RESIDUO”, en la página de Inicio, mediante el cual se accede a una hoja de consulta, en la cual, el usuario debe ingresar el nombre del residuo y pulsa sobre el botón Consultar (ver Figura 7). Una vez realizado este paso, aparece una tabla con todos los residuos que guardan coincidencia con el nombre consultado (ver Figura 8), al pulsar sobre el residuo requerido, se puede acceder a la información en la hoja correspondiente.

Para mantener actualizado el Listado de Residuos, es posible registrar nuevos residuos generados, mediante el botón “REGISTRAR NUEVO RESIDUO” de la página de Inicio, a través del cual, se genera un cuadro de diálogo (ver Figura 9), en el que el usuario registra la información pertinente (lugar, residuo, tipo, clase, componente, presentación y tratamiento), relacionada con el nuevo residuo, que será almacenado en la hoja correspondiente a la Zona de disposición establecida.

Figura 7. Consulta de Residuos en el Listado de Residuos por Área de Disposición

1	PROCESO GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS					 <a href="#">INICIO</a>
2	LISTADO DE RESIDUOS POR ÁREA DE DISPOSICIÓN					
3	Consulta de Residuos por Nombre					
4						
5						
6						
7						
8	RESIDUO	Escriba por favor el nombre del residuo a consultar y pulse sobre el botón consultar.				
9						
10						

En este campo escribir nombre de residuo a consultar

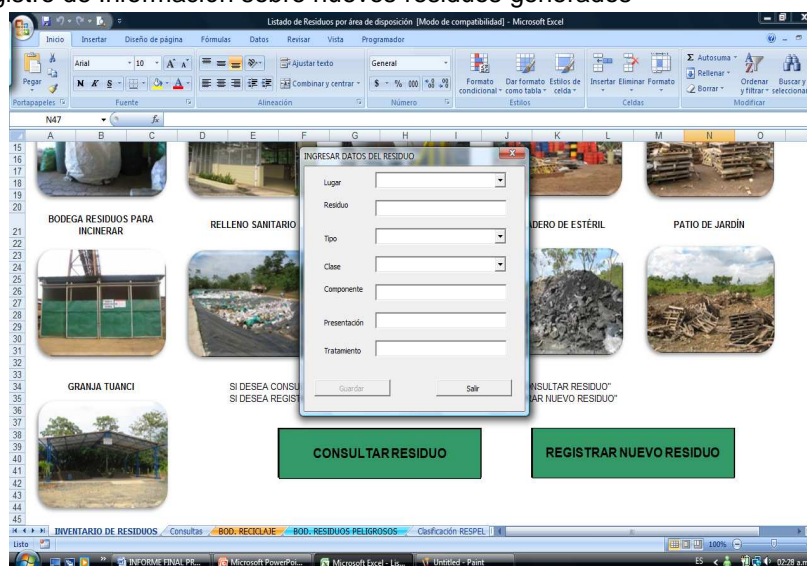
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 8. Resultados de la Consulta

1	PROCESO GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS					 <a href="#">INICIO</a>
2	LISTADO DE RESIDUOS POR ÁREA DE DISPOSICIÓN					
3	Consulta de Residuos por Nombre					
4						
5						
6						
7						
8	RESIDUO	Escriba por favor el nombre del residuo a consultar y pulse sobre el botón consultar.				
9	Cajas					
10						
11	<b>TIPO</b>	<b>RESIDUO</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>PRESENTACION</b>	<b>MANEJO ACTUAL</b>	
12	Cartón	Cajas	Celulosa+Papel liso	Varios tamaños	Comercializado por REASER	
13						

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 9. Registro de Información sobre nuevos residuos generados



Fuente: Elaboración Propia.

## **7. ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS**

Un Proceso de Gestión de Residuos debe disponer de información sobre los tipos y cantidades de residuos generados y separados para su reutilización o recuperación; esta información puede ser desarrollada a través de un estudio de caracterización de residuos.

En el presente proyecto se consideró importante llevar a cabo una caracterización de los residuos que son recibidos en cada una de las áreas de disposición, con tres objetivos específicos:

1. Identificar características y cantidades de los residuos recibidos en cada área.
2. Establecer residuos que mayor impacto generan sobre las zonas de disposición.
3. Identificar residuos que han sido dispuestos incorrectamente.

Las áreas incluidas en el estudio de caracterización de residuos fueron: Bodega de Reciclaje, Bodega RESPEL, Patio de Chatarra, Bodega de residuos para incinerar y Relleno Sanitario. De este análisis se excluyeron las áreas, a las cuales llega una sola clase de residuos, es decir, un residuo conforma el 100% de los residuos dispuestos en la misma. Estas áreas son: Tanque de Aceite Usado, Patio de Madera, Botadero de Escoria, Patio de Jardín, Botadero de Estéril y Botadero de tierra y escombros.

### **7.1 PROCEDIMIENTO DE CARACTERIZACIÓN**

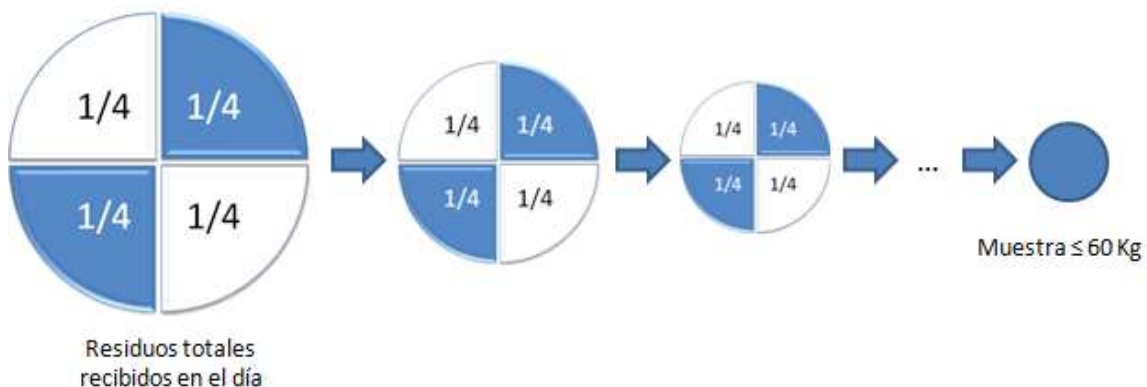
Para realizar el análisis de todos los parámetros requeridos, se obtuvo una muestra representativa de los residuos que son recibidos en cada una de las

áreas, de forma que esta muestra proporcionara datos extrapolables a toda la población.

El muestreo se realizó una vez por semana, durante cuatro semanas consecutivas, en cada una de las áreas. Para el estudio, se tomó como población total, los residuos recibidos durante el día en que se realizaba la caracterización. El “Análisis por Cuarteo”<sup>6</sup>, fue la metodología elegida para llevar a cabo la caracterización.

De acuerdo con los lineamientos del método, los residuos recolectados se mezclaron y esparcieron formando un círculo; este círculo fue dividido en cuatro partes iguales, de las cuales se escogieron dos partes opuestas para formar un nuevo círculo más pequeño, el cual nuevamente se dividió en cuatro partes iguales; esta operación se repitió hasta obtener una muestra, en promedio de 60 kg de residuos o inferior dependiendo de la cantidad de residuos recibidos durante el día (ver figura 10).

Figura 10. Representación gráfica del muestreo por cuarteo



Fuente: Elaboración propia.

<sup>6</sup> COLOMER MENDOZA, Francisco José y GALLARDO IZQUIERDO, Antonio. Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. p. 117.

Los residuos del último círculo, fueron recolectados en un costal y clasificados en bolsas, de acuerdo a la similitud de sus componentes (ver Ilustración 2). Concluida la clasificación, se determinó su peso ( $P_i$ ).

Ilustración 2. Caracterización de Residuos



El siguiente paso fue calcular el porcentaje de cada clase de residuos establecida, respecto al peso total de los residuos analizados ( $W_i$ ), según la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{P_i}{W_i} \times 100$$

Este procedimiento se repitió durante las cuatro semanas que duró el muestreo. El porcentaje promedio de cada clasificación se efectuó, a través de un promedio simple, al sumar los porcentajes obtenidos en cada uno de los días y dividirlos entre las cuatro muestras realizadas. Para llevar a cabo el procedimiento de caracterización en cada una de las áreas de disposición, se asignaron los recursos listados en la tabla 6.

Tabla 6. Recursos asignados al Estudio de Caracterización de Residuos en las áreas de disposición de CMSA

RECURSO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Humano	3	Auxiliares
	1	Supervisor (Estudiante en Práctica)
Balanza	1	Balanza Mettler Toledo Modelo: Wild Cat Peso Máx.: 150 Kg.
Bolsas	100	Bolsas de Colores para clasificación de residuos
Recipientes Plásticos	4	Canecas de acopio de residuos

Fuente: Elaboración propia.

## 7.2 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS POR ÁREA

**7.2.1 Caracterización de residuos en la Bodega de Reciclaje.** Para la caracterización de los residuos que son recibidos en la Bodega de Reciclaje, se tomaron cuatro muestras, de acuerdo a lo planteado en el procedimiento y se analizó la porción de residuos determinada según el Método del Cuarteo.

En el estudio se establecieron seis categorías de residuos reciclables: Plástico, cartón, papel, vidrio, aluminio y tetra brik, para la determinación de los porcentajes de participación respecto al peso total. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 7. Los registros de cada una de las muestras se presentan en el Anexo I.

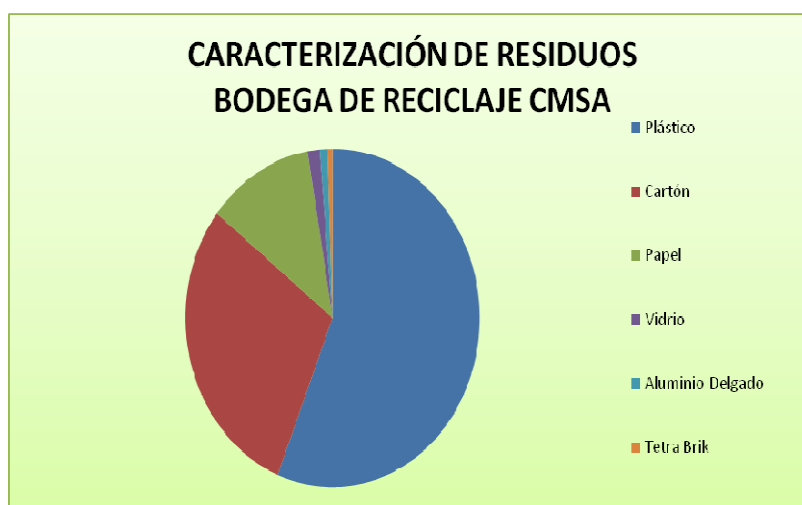
Tabla 7. Caracterización de Residuos en la Bodega de Reciclaje

COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS	% MUESTRA 1	% MUESTRA 2	% MUESTRA 3	% MUESTRA 4	PROMEDIO
Plástico	Baldes, bolsas, envases, desechables, tubos, etc.	53,23%	60,64%	53,71%	56,81%	56,09%
Cartón	Cajas, carpetas	31,37%	26,16%	29,70%	30,73%	29,49%
Papel	Papel Periódico, revista, archivo	11,97%	10,40%	13,69%	10,63%	11,68%
Vidrio	Envases	1,12%	1,92%	1,24%	1,08%	1,34%
Aluminio Delgado	Latas	0,79%	0,56%	1,49%	0,58%	0,86%
Tetra Brik	Envases	1,52%	0,32%	0,17%	0,17%	0,54%

Fuente: Elaboración Propia

La tabla anterior presenta en orden descendente el porcentaje por clase de residuo, que son recibidos en la Bodega de Reciclaje. Como se observa, el residuo que mayor impacto genera sobre la bodega de almacenamiento de reciclaje, es la categoría de plásticos, con un 56,09% de participación respecto al total de residuos que son recibidos en el área (ver Figura 11).

Figura 11. Caracterización de Residuos en la Bodega de Reciclaje



Fuente: Elaboración Propia.

Del análisis anterior, se excluyó un porcentaje de peso que hace referencia a otras clases de residuos no reciclables encontrados en las muestras realizadas, para lograr resultados enfocados al reciclaje. Sin embargo, para entender la situación que se presenta en la Bodega, se realizó un segundo análisis, incluyendo todos los residuos hallados, esta información se presenta en la Tabla 8 y se representa gráficamente en la figura 12.

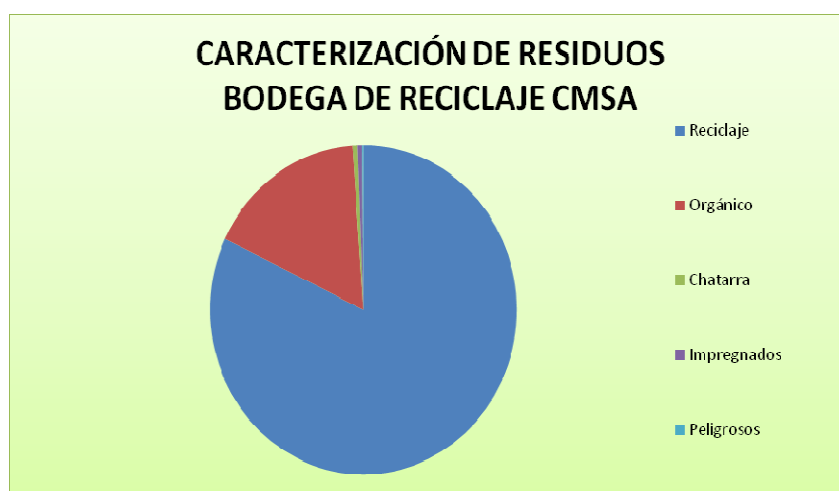
Tabla 8. Caracterización de residuos Bodega de Reciclaje (Datos totales)

COMPONENTE	% MUESTRA 1	% MUESTRA 2	% MUESTRA 3	% MUESTRA 4	PROMEDIO
Reciclaje	82,93%	80,13%	79,48%	85,82%	82,09%
Orgánico	16,68%	19,23%	17,64%	13,54%	16,77%
Chatarra	0,00%	0,00%	1,97%	0,21%	0,55%
Impregnados	0,27%	0,64%	0,92%	0,00%	0,46%
Peligrosos	0,13%	0,00%	0,00%	0,43%	0,14%

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa, el 17.92% de los residuos que son recibidos en la Bodega de Reciclaje, pertenecen a otras categorías, sin embargo, debido a una inadecuada clasificación en la fuente, son recolectados en forma conjunta con los residuos reciclables.

Figura 12. Caracterización de residuos en la Bodega de Reciclaje (Datos Totales)



Fuente: Elaboración Propia.

Esta situación es preocupante, debido a que estos residuos hacen necesario invertir tiempo y recursos en una reclasificación en la bodega y un redireccionamiento, a través de la fase de recolección y transporte.

**7.2.2 Caracterización de residuos en la Bodega RESPEL.** El estudio de caracterización en la Bodega Respel, se llevó a cabo empleando los residuos recibidos el día anterior a la fecha de la realización de la muestra, debido a que los residuos son recibidos al finalizar la jornada laboral. Los resultados obtenidos al procesar la información recolectada en las cuatro muestras, se presenta en la tabla 9. Los datos de cada una de las muestras se presentan en el Anexo I.

El estudio de caracterización de residuos en la Bodega Respel, produjo resultados satisfactorios en cuanto a la clasificación realizada en la fuente, debido a que no se encontraron tipos de residuos diferentes a los Peligrosos.

Tabla 9. Caracterización de Residuos en la Bodega Respel

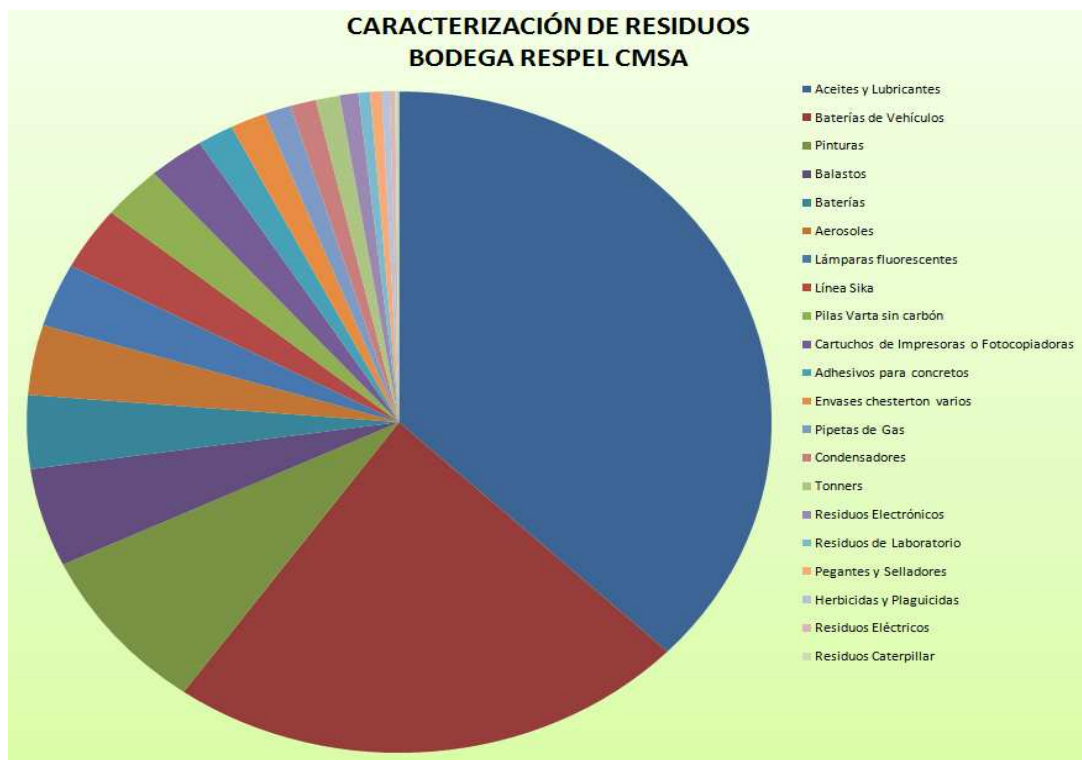
COMPONENTE	CARACTERÍSTICA	% MUESTRA 1	% MUESTRA 2	% MUESTRA 3	% MUESTRA 4	PROMEDIO
Aceites y Lubricantes	Envases	36,23%	36,41%	42,78%	33,33%	37,19%
Baterías de Vehículos	Por unidad	26,18%	17,28%	9,51%	37,59%	22,64%
Pinturas	Envases	7,43%	10,07%	8,41%	6,46%	8,09%
Balastos	Por unidad	4,22%	5,87%	5,48%	3,67%	4,81%
Baterías	Por unidad	2,53%	5,03%	4,57%	2,20%	3,59%
Aerosoles	Envases	2,37%	2,69%	6,39%	2,20%	3,41%
Lámparas fluorescentes	Lámpara completa o rota	5,41%	2,01%	1,46%	3,52%	3,10%
Línea Sika	Empaques	1,52%	3,02%	6,03%	1,76%	3,08%
Pilas Varta sin carbón	Por unidad	2,70%	2,01%	4,21%	1,62%	2,63%
Cartuchos de Impresoras o Fotocopiadoras	Por unidad	4,31%	1,34%	2,93%	1,18%	2,44%
Adhesivos para concretos	Empaques	2,03%	3,19%	0,91%	0,15%	1,57%
Envases cherterton varios	Envases	0,85%	1,17%	3,29%	0,88%	1,55%
Pipetas de Gas	Pipeta	0,00%	2,52%	0,00%	2,20%	1,18%
Condensadores	Por unidad	2,53%	0,84%	0,37%	0,73%	1,12%
Tonnors	Por unidad	0,00%	2,69%	1,46%	0,00%	1,04%
Residuos Electrónicos	Por unidad	1,01%	1,34%	0,00%	0,88%	0,81%
Residuos de Laboratorio	Envases	0,00%	0,84%	0,73%	0,44%	0,50%
Pegantes y Selladores	Envases	0,51%	0,00%	0,91%	0,59%	0,50%
Herbicidas y Plaguicidas	Envases	0,17%	0,67%	0,37%	0,15%	0,34%
Residuos Eléctricos	Por unidad	0,00%	0,50%	0,00%	0,44%	0,24%
Residuos Caterpillar	Envases	0,00%	0,50%	0,18%	0,00%	0,17%

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 13, se presenta en orden ascendente la proporción por clase de residuo peligroso. Como se observa, el mayor porcentaje en peso de los residuos recibidos en la Bodega Respel, está conformado por los envases de los aceites y

lubricantes y las baterías de los vehículos, representando un 59,83% respecto al peso total de residuos recibidos durante la jornada.

Figura 13. Caracterización de Residuos en Bodega Respel



Fuente: Elaboración Propia.

**7.2.3 Caracterización de residuos en el Patio de Chatarra.** El estudio de caracterización de residuos en el Patio de Chatarra, se realizó teniendo en cuenta seis categorías: Acero, hierro, aluminio, cobre, zinc y latón. En esta área, un pequeño porcentaje de los residuos recibidos, presentan grandes dimensiones, por esta razón, fueron excluidos del muestreo para facilitar el trabajo.

La metodología establecida se desarrolló para los residuos contenidos en uno de los viajes recibidos durante el día, en cada una de las fechas programadas. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 10, los datos registrados en cada una de la muestras se presentan en el Anexo I.

Tabla 10. Caracterización de Residuos en el Patio de Chatarra

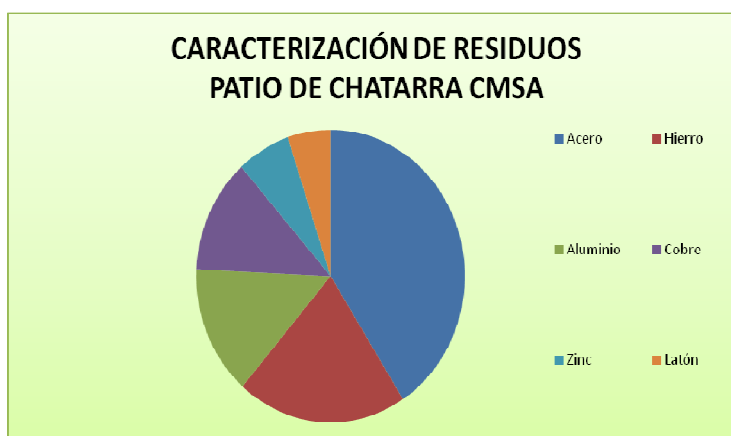
COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS	% MUESTRA 1	% MUESTRA 2	% MUESTRA 3	% MUESTRA 4	PROMEDIO
Acero	Chatarra	40,73%	48,88%	32,0%	42,13%	40,94%
Hierro	Chatarra	18,71%	17,89%	24,11%	21,15%	20,47%
Aluminio	Chatarra	13,58%	11,77%	17,12%	14,99%	14,36%
Cobre	Chatarra	14,07%	11,93%	14,79%	9,83%	12,66%
Zinc	Chatarra	7,95%	4,06%	7,81%	5,83%	6,41%
Latón	Chatarra	4,97%	5,47%	4,16%	6,08%	5,17%

Fuente: Elaboración Propia.

Según la información de la tabla anterior y de la figura 14, el mayor componente de la chatarra recibida en el Patio, es el acero, con un 40,94% respecto al peso total de los residuos evaluados; seguido por el hierro, el aluminio y el cobre.

En el Patio de Chatarra se presenta una situación similar a la que se evidenció en la Bodega de Reciclaje, aunque en menores proporciones; la chatarra recibida viene combinada con otras clases de residuos, como orgánico, reciclaje e impregnados. Para cuantificar esta situación, en la tabla 11, se presentan los datos totales de cada una de las categorías de residuos encontrados en las muestras realizadas para el estudio.

Figura 14. Caracterización de Residuos en el Patio de Chatarra



Fuente: Elaboración Propia.

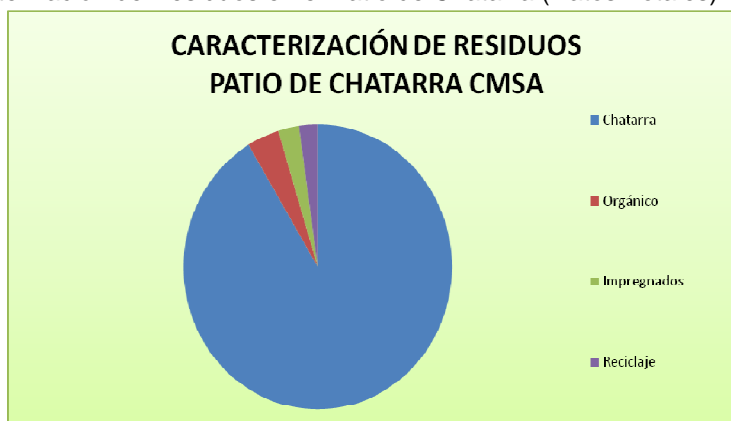
Como se observa en la tabla 11 y en la figura 15, el 8,63% de los residuos recibidos corresponden a categorías diferentes, como consecuencia de una inadecuada clasificación en la fuente, lo que conlleva, como se mencionó anteriormente, a una sobre carga de trabajo para los operarios del Patio y de la fase de Recolección y Transporte, debido a la reclasificación que es necesario realizar.

Tabla 11. Caracterización de Residuos en el Patio de Chatarra (Datos Totales)

COMPONENTE	% MUESTRA 1	% MUESTRA 2	% MUESTRA 3	% MUESTRA 4	PROMEDIO
Chatarra	96,87%	87,85%	92,47%	88,31%	91,37%
Orgánico	0,00%	3,86%	4,84%	6,77%	3,87%
Impregnados	2,33%	4,66%	0,00%	3,09%	2,52%
Reciclaje	0,80%	3,64%	2,69%	1,84%	2,24%

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 15. Caracterización de Residuos en el Patio de Chatarra (Datos Totales)



Fuente: Elaboración Propia.

#### 7.2.4 Caracterización de residuos en la Bodega de Residuos para incinerar.

Para realizar el estudio de caracterización de residuos en la bodega de residuos para incinerar, fue necesario hacer una modificación a la metodología establecida para tomar las muestras, debido a que los residuos llegan separados en las cinco categorías establecidas: Residuos impregnados, pasta taponadora, grasas del casino, grasas industriales y residuos clínicos. Por esta razón, se decidió con el

grupo de trabajo, tomar todos los residuos recibidos durante el día en que se realizó la muestra y establecer los pesos correspondientes por categoría. Los resultados se presentan en la tabla 12. Los datos de cada una de las muestras se presentan en el Anexo I.

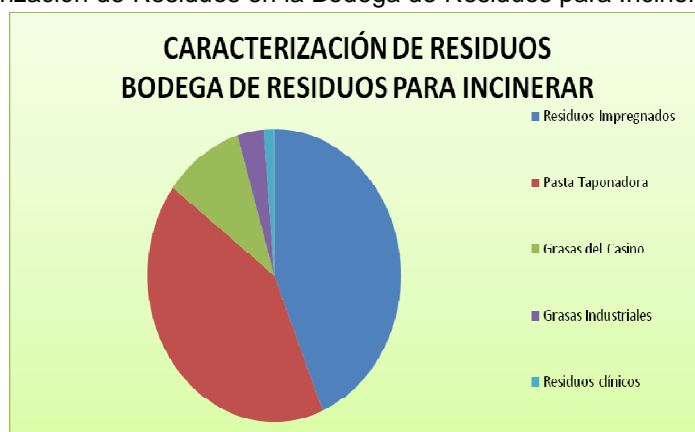
Tabla 12. Caracterización de Residuos en la Bodega de Residuos para incinerar

COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS	% MUESTRA 1	% MUESTRA 2	% MUESTRA 3	% MUESTRA 4	PROMEDIO
Residuos Impregnados	Estopas, overoles, guantes, chaquetas, pantalones, etc.	44,92%	50,12%	35,79%	44,19%	43,76%
Pasta Taponadora	Pasta taponadora	42,79%	34,88%	45,93%	42,32%	41,48%
Grasas del Casino	Originados en la limpieza de las trampas de grasa	8,22%	10,86%	11,66%	9,62%	10,09%
Grasas Industriales	Grasas	2,81%	2,36%	5,87%	2,42%	3,36%
Residuos clínicos	Impregnados originados en la Clínica	1,26%	1,78%	0,75%	1,45%	1,31%

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la tabla anterior y a la figura 16, los residuos que mayor impacto generan sobre la Bodega, son los residuos impregnados, con un 43,76% respecto al total de residuos incinerables. Esta situación se evidencia en las cantidades de esta clase de residuos, que cotidianamente se encuentran almacenadas.

Figura 16. Caracterización de Residuos en la Bodega de Residuos para Incinerar



Fuente: Elaboración Propia.

**7.2.5 Caracterización de residuos en el Relleno Sanitario.** Para la caracterización de los residuos que son dispuestos en el Relleno Sanitario, se tomaron cuatro muestras y se analizó la porción de residuos determinada según el Método del Cuarteo. En las Tabla 13, se muestran los resultados obtenidos de la caracterización. Los datos de cada una de las muestras realizadas se presentan en el Anexo I.

Tabla 13. Resultados Caracterización Relleno Sanitario

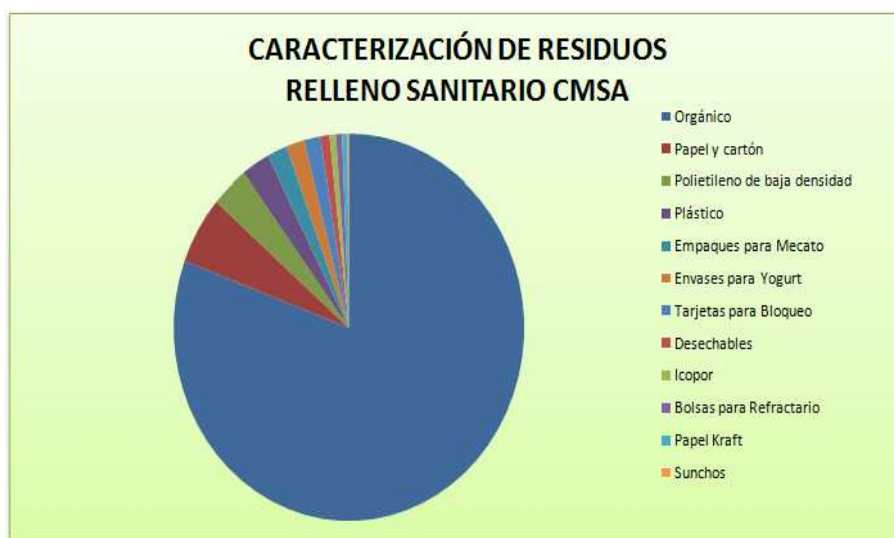
COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS	% MUESTRA 1	% MUESTRA 2	% MUESTRA 3	% MUESTRA 4	PROMEDIO
Orgánico	Servilletas, papel higiénico, tapones auditivos, residuos de alimentos	79,39%	83,695%	80,09%	79,39%	80,64%
Papel y cartón	Mojado	3,83%	7,87%	6,99%	3,98%	5,67%
Polietileno de baja densidad	Embalaje	8,59%	0,00%	0,00%	5,17%	3,44%
Plástico	Bolsas, empaques	1,56%	1,12%	5,44%	2,31%	2,61%
Empaques para Mecato	Empaques	1,25%	2,57%	1,63%	1,91%	1,84%
Envases para Yogurt	Envases	0,39%	1,61%	0,62%	4,06%	1,67%
Tarjetas para Bloqueo	Tarjeta de Bloqueo de equipos	1,25%	2,41%	1,63%	0,79%	1,52%
Desechables	Pitillos y cubiertos	0,23%	0,08%	0,86%	2,15%	0,83%
Icopor	Embalaje/Portacomidas	0,00%	0,64%	1,48%	0,24%	0,59%
Bolsas para Refractario	Embalaje	1,02%	0,00%	1,24%	0,00%	0,57%
Papel Kraft	Embalaje	2,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,51%
Sunchos	Plásticos	0,47%	0,00%	0,00%	0,00%	0,12%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la información de la tabla anterior y a la Figura 17, se puede concluir que el componente que mayor impacto genera sobre el Relleno Sanitario, es el Residuo Orgánico, con un 80,64% de participación entre el total de residuos dispuestos, el cual hace referencia en su mayor proporción a servilletas, papel higiénico, tapones auditivos y residuos de alimentos. El siguiente componente en la lista, es el papel y el cartón, los cuales son residuos reciclables, sin embargo, debido a una inadecuada separación en la fuente, entran en contacto con otros residuos que impiden su recuperación, representando un 5,67% del total de los residuos que son dispuestos en el relleno sanitario.

Del análisis de los demás resultados, se logró evidenciar aspectos importantes para la gestión del proceso, por ejemplo, el 4,46% de los residuos dispuestos en el relleno sanitario, representado por los empaques para mecato, los envases para yogurt, los desechables y los sunchos, aún son susceptibles de recuperación.

Figura 17. Caracterización de Residuos Relleno Sanitario CMSA



Fuente: Elaboración propia.

Los hallazgos de esta caracterización de residuos evidencian las oportunidades para buscar nuevos tratamiento e intensificar el programa de sensibilización para la separación en la fuente y, de esta forma disminuir la cantidad de residuos dispuestos en el Relleno Sanitario, lo que traería como consecuencia el aumento de la vida útil del mismo.

## **8. ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN CMSA**

### **8.1 ANÁLISIS DE MÉTODOS DE TRABAJO**

El análisis de los métodos de trabajo es un examen sistemático de la forma en que se realizan las actividades, con el fin de mejorar la utilización de los recursos y de establecer normas de rendimiento.

Para el proceso “Gestión Integral de Residuos” en CMSA, el análisis de los métodos de trabajo se realizó previo a la documentación de los procedimientos, con el objetivo de registrar las mejoras e incluirlas en el estudio de tiempos.

Con la asesoría continua de la Jefe de Contrato, los supervisores y operarios, se revisaron cada uno de los 15 procedimientos que forman parte de la Gestión Integral de Residuos, a través de un análisis a nivel general, el cual permitió conocerlos de inicio a fin e identificar problemas en áreas de trabajo específicas, teniendo como base los siguientes objetivos:

- Eliminar: Suprimir toda actividad que no agregue valor.
- Combinar: Realizar simultáneamente operaciones.
- Reordenar: Establecer la sucesión de operaciones de forma correcta.
- Simplificar: Buscar la sencillez de las operaciones.

En el Anexo J se especifican los problemas identificados y la corrección realizada al método de trabajo.

## 8.2 ESTUDIO DE TIEMPOS

Un paso importante para sistematizar centros de trabajo, consiste en establecer estándares de tiempos. CMSA no contaba con tiempos estandarizados para los procedimientos asociados con la gestión de los residuos, lo que dificultaba la asignación de cargas de trabajo y la medición de la eficiencia global del proceso. Por esta razón, se realizó un estudio de tiempos por cronómetro, de las actividades realizadas en cada una de las áreas de almacenamiento temporal o disposición final, con tres objetivos específicos: Estimar la capacidad de trabajo en cada una de las áreas; asignar cargas de trabajo al personal y calcular eficiencias.

En el Anexo K se presenta el alcance del estudio, de éste, se excluyeron los Botaderos de Escoria, tierra y escombros, estéril y jardín, debido a que en estas áreas, se disponen los residuos sin realizarles operaciones adicionales.

Establecido el alcance del estudio y revisado el trabajo realizado en cada área, el Jefe de Operaciones y la analista de tiempos (autora del proyecto), se seleccionó el operario promedio de cada actividad para ser sujeto de estudio. En el siguiente paso se realizó una premuestra, donde se registró la duración de ocho ciclos de trabajo para cada una de las actividades involucradas en el estudio de tiempos, con el fin de servir de base para determinar el tamaño de la muestra necesaria; esta cantidad estuvo influenciada por tres aspectos: el grado de variación que presentaban los tiempos del ciclo, la precisión que se exigió a la estimación y el nivel de confianza requerido. La fórmula empleada para el cálculo de la muestra fue la siguiente:

$$N = \frac{(s * t_{\alpha/2, n-1})^2}{e^2}$$

Donde:

N = Es el valor obtenido para el tamaño de la Muestra.

s = Es el valor correspondiente a la desviación estándar de la premuestra.

t = Es el valor obtenido en la tabla para la distribución t-student al nivel de confianza fijado.

e = Es el margen de error expresado en unidades de tiempo.

El error empleado en la determinación del tamaño de la muestra de cada una de las actividades, se fijó teniendo en cuenta las características del procedimiento a cronometrar, la variabilidad de los datos y la disponibilidad de tiempo para la realización del estudio. En el Anexo L, se presentan las premuestras realizadas para las actividades de cada área y el correspondiente tamaño de muestra obtenido, teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%.

Para desarrollar el estudio de tiempos, se dividieron los ciclos de trabajo, en elementos. Un elemento es una parte de la actividad que dura poco tiempo y generalmente se compone por uno o varios movimientos básicos del operario o de la máquina.<sup>7</sup> Los elementos de cada procedimiento se presentan en el Anexo M.

En algunos de los procedimientos no fue posible considerar un solo ciclo de trabajo, debido a sus características propias, como por ejemplo la realización de una actividad una sola vez por jornada o la realización del procedimiento por etapas completas y no en forma cíclica.

**8.2.1 Cálculo del Tiempo Tipo.** El Tiempo Tipo hace referencia al tiempo establecido para cada actividad, bajo las condiciones evaluadas; para su cálculo, se determinaron los tiempos normalizados para cada elemento establecido (Anexo N), teniendo en cuenta un factor de valoración sobre el tiempo observado. A los tiempos normalizados promedio de cada elemento se les aplicó una serie de suplementos, dependiendo de la tarea a realizar y las condiciones bajo las cuales se llevan a cabo (necesidades personales, trabajo de pie, postura anormal,

---

<sup>7</sup> ORTÍZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Publicaciones UIS.1999. p. 144.

esfuerzo físico, iluminación, condiciones atmosféricas, concentración, ruido, tensión mental, monotonía y tedio). De igual forma, al tiempo promedio obtenido para el ciclo, se le asignó un suplemento extra del 3% por concepto de contingencias, debido a que la jornada laboral generalmente no se cumple a cabalidad, como consecuencia de eventos esporádicos que ocasionan retrasos en las actividades programadas.

A cada uno de los procedimientos cronometrados se le estableció un porcentaje de suplementos diferente, de acuerdo a sus condiciones de operación. En el Anexo O se muestra una tabla resumen con los tiempos tipo obtenidos para cada procedimiento evaluado.

## **9. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y CARGAS DE TRABAJO EN ÁREAS DE DISPOSICIÓN FINAL Y ALMACENAMIENTO TEMPORAL**

### **9.1 ANÁLISIS DE CAPACIDAD**

La capacidad es considerada como la cantidad de producto o servicio que puede producir un sistema durante un periodo de tiempo<sup>8</sup>. Es de vital importancia que una empresa conozca la capacidad de cada uno de sus procesos, como información indispensable para la toma de decisiones y la realización de pronósticos en cuanto a su producción, demanda a satisfacer y requerimientos de personal y equipo.

Las actividades realizadas con el objeto de gestionar los residuos, no son un caso ajeno a esta clase de análisis, por el contrario, un diagnóstico eficaz respecto a las capacidades de cada área de disposición y almacenamiento, puede ser de gran ayuda a la administración para lograr la eficiencia en el manejo de sus recursos.

En la actualidad, CMSA cuenta con equipo humano y maquinaria, para realizar la gestión integral de los residuos que produce durante sus actividades administrativas y productivas, con el objetivo de realizar el mayor aprovechamiento posible de los mismos.

En la Tabla 14 se presenta el listado del recurso humano disponible para el desarrollo de las operaciones.

---

<sup>8</sup> CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas y JACOBS, Robert. Administración de Producción y Operaciones. Santa Fe de Bogotá. McGraw Hill. 2001. Pág. 262-265.

Tabla 14. Equipo Humano actual del proceso Gestión Integral de Residuos en CMSA

ÁREA DE DISPOSICIÓN FINAL O ALMACENAMIENTO TEMPORAL	# OPERARIOS
Relleno Sanitario	2
Plataforma de Incineración y Bodega de Residuos para Incinerar	3
Bodega de Reciclaje	3
Bodega de Residuos Peligrosos	1
Tanque de Aceite Usado	3
Patio de Chatarra	1
Patio de Madera	3*


\*En el Patio de Madera se trabaja un día a la semana, por esta razón durante ese día se asigna personal de otras áreas.

Fuente: Elaboración Propia

Los datos obtenidos en el estudio de tiempos, se organizaron por área de disposición final o almacenamiento temporal, de acuerdo a sus respectivos procedimientos, teniendo como base el tiempo tipo establecido, es decir, el tiempo de la operación bajo condiciones normales, entendiéndose por condiciones normales, que los residuos sean recibidos en el horario establecido, que la clasificación sea la correcta según el área en la que van a ser dispuestos o almacenados temporalmente, que los equipos estén funcionando adecuadamente, que los operarios estén trabajando a un ritmo promedio y con la mejor actitud, que las condiciones ambientales y de seguridad sean las adecuadas para el trabajo y, en general que todos las variables del proceso se encuentren bajo control. Con esta información se determinó la capacidad existente en cada área para realizar las actividades de disposición, clasificación o almacenamiento de residuos y, demás procedimientos correspondientes. Para el cálculo de las capacidades, se tuvo como premisa el desarrollo individual de cada actividad en el tiempo disponible durante toda la jornada de trabajo.


Los resultados obtenidos, en cuanto a capacidades para cada una de las actividades realizadas en cada área de disposición o almacenamiento temporal, de acuerdo al número de operarios actualmente asignados, se presentan en la tabla 15. Los cálculos completos se presentan en el Anexo P.

Tabla 15. Capacidades por área de disposición final o almacenamiento temporal

 <b>CAPACIDADES POR ÁREA DE DISPOSICIÓN FINAL O ALMACENAMIENTO TEMPORAL</b>							
ÁREA	ACTIVIDAD	# OPERARIOS	UNIDAD DE RESULTADO	UNIDADES/HORA	KG/HORA	UNIDADES/DÍA	KG/DÍA
BODEGA DE RECICLAJE	Clasificación de residuos	3	Kg de Residuos	-	231,895	-	5.797,368
RELLENO SANITARIO	Aseo Canales Perimetrales de las Trincheras	1	Canal perimetral	0,692	-	-	-
	Aseo Zonas Verdes	1	m <sup>2</sup>	245,242	-	-	-
	Disgregación de residuos	2	Kg de Residuos	-	1063,987	-	17.733,121
INCINERACIÓN	Incineración Pasta Taponadora	3	Kg de Pasta	-	4.046,293	-	23.125,840
	Incineración residuos impregnados	3	Caneca	2,399	47,975	13,710	274,191
	Picado de residuos para incinerar	2	Cartón (1 m x 0,60 m)	32,960	32,960	230,723	222,483
			Chaqueta de Vaqueta	24,652	36,978	172,565	249,603
			Delantal de Vaqueta	137,624	110,099	963,365	743,168
			Pantalón de Vaqueta	59,259	88,889	414,815	600,000
			Pantalón Plástico	92,825	46,413	649,776	313,285
			Plástico (5 m x 4 m)	33,048	82,621	231,338	557,689
Overol	87,150	21,788	610,052	147,066			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Capacidades por área de disposición final o almacenamiento temporal (Continuación)

 <b>Cerro Matoso</b>	<b>CAPACIDADES POR ÁREA DE DISPOSICIÓN FINAL O ALMACENAMIENTO TEMPORAL</b>						
	<b>ÁREA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b># OPERARIOS</b>	<b>UNIDAD DE RESULTADO</b>	<b>UNIDADES/HORA</b>	<b>KG/HORA</b>	<b>UNIDADES/DÍA</b>
BODEGA RESPEL	Clasificación de residuos	1	Caneca	2,659	55,630	22,767	476,280
	Compactación de Latas	1	Lata	346,635	-	3.061,943	-
	Desarme de Baterías	1	Batería	126,545	-	1.117,815	-
TANQUE DE ACEITE USADO	Lavado de Baldes Impregnados	1	Balde	15,100	-	131,896	-
	Perforación de Baldes recuperados	1	Balde	1054,507	-	9.206,831	-
	Recolección de Filtros	1	Filtros	234,84	-	2.054,814	-
	Llenado de contenedores para la extrusora	2	Contenedor 270 Galones	3,595	-	31,452	-
	Succión de aceite usado hacia el tanque	2	Caneca 55 Galones	27,276	-	238,668	-
RECUPERACIÓN DE FILTROS	Recuperación de Filtros	1	Filtros	14,617	-	122,881	-
LIMPIEZA DE TRAMPAS DE GRASA	Limpieza de Trampas del Casino	2	Trampa de Grasa	1,55	-	-	-
	Limpieza de Trampa Taller de Mantenimiento Mina	2	Trampa de Grasa	1,00	-	-	-
	Limpieza de Trampas de Grasa (Generales)	2	Trampa de Grasa	1,87	-	-	-
PATIO DE MADERA	Cargue de viajes de madera	3	Viajes a Bocas de Uré	4,760	4749,544	35,464	35.385,488
			Viajes a Buena Vista	1,015	1012,507	8,456	8.437,555


Fuente: Elaboración propia

## 9.2 CARGAS DE TRABAJO ASIGNADAS A PERSONAL

Uno de los objetivos del estudio de tiempos y el análisis de capacidad en el proceso de Gestión Integral de residuos, fue establecer las cargas asignadas al personal en cada una de las áreas de trabajo, de acuerdo al promedio de residuos generados y, de esta forma estimar la eficiencia en la utilización del tiempo disponible, según el número de operarios asignados a cada área.

En la Tabla 16 se presentan los resultados de las cargas asignadas a cada área de disposición final o almacenamiento temporal y el respectivo nivel de eficiencia de la misma. En algunas áreas, se establecieron tiempos por actividades específicas, fuera de los tiempos establecidos con el estudio, para establecer la carga real asignada. En el Anexo P se presentan las actividades y tiempos y, en el Anexo Q se muestra el promedio de residuos generados con los cuales se estableció la carga de trabajo actual de cada área.

Tabla 16. Cargas de Trabajo actuales por área de disposición o almacenamiento

 Cerro Matoso	CARGAS DE TRABAJO POR ÁREA DE DISPOSICIÓN FINAL O ALMACENAMIENTO TEMPORAL SITUACIÓN ACTUAL				
	ÁREA	# OPERARIOS	TIEMPO DISPONIBLE	CARGA DE TRABAJO TOTAL	EFICIENCIA EN LA UTILIZACIÓN DEL TIEMPO (%)
BODEGA DE RECICLAJE	3	1440 min/día	1191,352 min/día	95,233%	68,648 min/día
RELLENO SANITARIO	2	1000 min/día	2842,237 min/sem	56,845%	2157,763 min/sem
INCINERACIÓN	3	6173 min/sem	11306,88 min/sem	100%	5119,339 min/sem
BODEGA RESPEL	1	2568 min/sem	1880,196 min/sem	95,769%	83,061 min/sem
TANQUE DE ACEITE USADO	1	2625 min/sem	2260,159 min/sem	86,101%	364,841 min/sem
TRAMPAS DE GRASA	2	4350 min/sem	4090,824 min/sem	89,658%	450 min/sem
RECUPERACIÓN DE FILTROS	1	10088 min/mes	7131,243 min/sem	70,688%	2957 min/mes
PATIO DE MADERA	3	1500 min/día	1452,258 min/día	96,817%	48 min/día

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 16 y bajo las condiciones de generación de residuos, los tiempos establecidos con el estudio y, considerando la complejidad que representa el manejo de residuos, siete de las ocho áreas evaluadas muestran eficiencias inferiores al 100%, a excepción del área de Incineración, en la cual, la carga asignada supera al tiempo disponible en un 83,180%, lo cual indica que se estima un requerimiento de 5119,339 minutos adicionales a la semana, para llevar a cabo el proceso de incineración de la totalidad de residuos impregnados generados y de esta forma mantener bajo control la bodega de residuos incinerables.

Pese a que no se cumple con la eficiencia máxima, se obtuvo valores superiores al 80%, en la mayoría de las áreas, lo que representa un buen valor para el sistema, sin embargo, esto no indica que no sea susceptible de mejora. El área que presenta menor eficiencia es el Relleno Sanitario, no obstante, en ella, existen actividades de limpieza específicas por realizar, en las que no interviene la cantidad de residuos generados durante la jornada, de esta forma, es posible replantear el plan de trabajo diario para abarcar más zonas, con el objetivo de emplear el tiempo disponible de los operarios y mantener bajo control todas las actividades asignadas.

En el capítulo 15, se presenta una propuesta de asignación de cargas al personal para las diferentes áreas, con el fin de emplear el tiempo disponible y de igual forma, garantizar instalaciones bajo control en el campo de la gestión de residuos.

### **9.3 CARGAS DE TRABAJO ASIGNADAS A EQUIPO**


Las cargas de trabajo asignadas a los equipos, es decir, el tiempo durante el cual se emplea para realizar las actividades para las cuales han sido adquiridos, se establecieron con el objetivo de determinar su factor de utilización. Para este cálculo se tuvo en cuenta, las horas en que se utiliza el equipo, las actividades a

las cuales está asignado y la jornada laboral, obteniendo como resultado los factores de utilización que se presentan en la tabla 17.

Como se observa, todos los equipos presentan subutilización, respecto al tiempo disponible. En el caso de los vehículos de recolección dicha subutilización se debe a tiempo no productivo durante la jornada laboral, por actividades necesarias como reuniones, almuerzo y preparación del equipo. Para el montacargas y el minicargador, la situación es diferente, debido a que solo existe un operario capacitado para su manejo, por lo cual cuando se requiere el empleo del minicargador, se debe inmovilizar el montacargas, el cual es requerido permanentemente en las actividades de recolección de residuos por la ruta especial y para el apoyo de las rutas ordinarias. La compactadora y la vibrocompactadora son equipos empleados para actividades específicas que tienen una frecuencia de realización semanal y por lo tanto, aunque estén disponibles durante toda la jornada, solo son empleadas en el tiempo que demore la actividad.

De acuerdo al análisis anterior, los factores de utilización que pueden ser sujeto de aumento son los del montacargas y el minicargador, a través de un plan de capacitación para crear en los conductores de los vehículos, la habilidad para su manejo.

Tabla 17. Cargas de Trabajo asignadas a los equipos

		<b>CARGAS DE TRABAJO PARA LOS EQUIPOS SITUACIÓN ACTUAL</b>					
<b>EQUIPO</b>	<b>CANT.</b>	<b>ÁREA ASIGNADA</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CARGA DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO DISPONIBLE</b>	<b>FACTOR DE UTILIZACIÓN (%)</b>	<b>TIEMPO INACTIVO</b>
Vehículos de Recolección	3	Recolección y Transporte	Recolección y Transporte	1860 min/día	2220 min/día	83,784%	360 min/día
Montacargas	1	Patio de Madera	Una vez por semana	375 min/día	600 min/día	62,500%	225 min/día
		Recolección y Transporte	Recolección y Transporte				
Minicargador	1	Recolección y Transporte	Recolección y Transporte	120 min/día	5100 min/sem	13,119%	4430,954 min/sem
		Relleno Sanitario	Traslado de escoria del lugar de almacenamiento a la trinchera	40 min/sem			
		Incineración	Traslado de pasta taponadora de la Bodega a la Plataforma de incineración	29,046 min/sem			
Compactadora	1	Bodega Respel	Compactación de Latas	92,802 min/sem	3000 min/sem	3,760%	2887,198 min/sem
		Patio de Chatarra	Recuperación de Filtros	20,000 min/sem			
Vibrocompactadora	1	Relleno Sanitario	Compactación de Celdas de Residuos	50 min/sem	3000 min/sem	1,667%	2950 min/sem

Fuente: Elaboración Propia

## **10. ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS**

En su operación normal, CMSA produce residuos continuamente, que son desechados como inútiles o superfluos, en los procesos minero-metalúrgicos y las actividades de apoyo ejecutadas.

Para realizar la cuantificación de los residuos generados se establecieron doce categorías de acuerdo a la disposición final realizada, las cuales se presentan en el Anexo R, con los respectivos residuos que las conforman.

Para la cuantificación y análisis de los residuos, se tuvo en cuenta el registro de los residuos generados mensualmente desde julio de 2006 hasta diciembre de 2008, con estos datos se estableció la generación promedio de residuos por semestre, mes, semana y día. En la tabla 18, se presentan los resultados de la cuantificación de los residuos.

El conocimiento de las cantidades de residuos generados y dispuestos, es de gran importancia en todos los aspectos de la gestión de residuos, para determinar el cumplimiento de la legislación estatal; para seleccionar equipo específico y para diseñar los itinerarios de recolección de residuos, instalaciones de recuperación de materiales e instalaciones de disposición final.

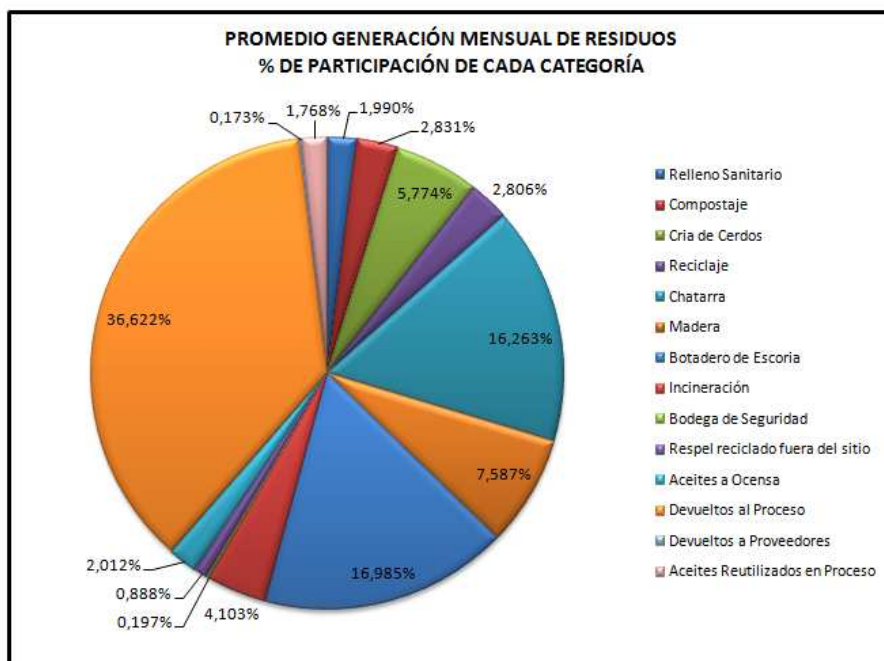
En la figura 18, se presenta el porcentaje de residuos dispuestos mensualmente por categoría, respecto al total de residuos generados.

Tabla 18. Generación de Residuos en CMSA

Disposición de Residuos	UNIDAD	FY 2007		FY 2008		FY 2009	PROMEDIO SEMESTRE (Kg)	PROMEDIO AL MES (Kg)	PROMEDIO A LA SEMANA (Kg)	PROMEDIO AL DÍA (Kg)
		1er Sem.	2do Sem	1er Sem.	2do Sem	1er Sem.				
Relleno Sanitario	Kg	89.638	64.618	63.612	44.517	51.659	62.809	10.468	2.617	436
Compostaje	Kg	75.749	84.127	70.453	67.661	148.850	89.368	14.895	3.724	621
Cría de Cerdos	Kg	186.570	172.292	162.208	156.286	233.882	182.248	30.375	7.594	1.266
<b>Total Orgánico</b>	<b>Kg</b>	<b>351.957</b>	<b>321.037</b>	<b>296.273</b>	<b>268.464</b>	<b>434.391</b>	<b>334.425</b>	<b>55.738</b>	<b>13.935</b>	<b>2.323</b>
Reciclaje	Kg	81.744	136.826	87.032	61.097	76.140	88.568	14.761	3.690	615
Chatarra	Kg	521.718	468.609	565.780	397.626	612.935	513.334	85.556	21.389	3.565
Madera	Kg	223.751	148.110	354.005	231.180	240.285	239.466	39.911	9.978	-
Botaderos	Kg	484.001	436.830	775.235	509.780	474.765	536.122	89.354	22.338	3.723
Incineración	Kg	112.543	119.667	171.513	104.028	139.717	129.494	21.582	5.396	899
Bodega de Seguridad	Kg	607	8.422	8.248	5.919	7.902	6.220	1.037	259	43
Respel reciclado fuera del sitio	Kg	2.804	36.118	32.679	36.113	32.418	28.026	4.671	1.168	195
Aceites a Ocensa	Kg	103.426	54.490	38.690	92.800	28.100	63.501	10.584	2.646	441
Devueltos al Proceso	Kg	1.195.690	1.174.751	1.427.830	926.750	1.054.580	1.155.920	192.653	48.163	8.027
Devueltos a Proveedores	Kg	791	5.741	8.536	3.586	8.698	5.470	912	228	38
Aceites Reutilizados en Proceso	Kg	11.960	45.900	86.460	38.705	96.076	55.820	9.303	2.326	388
<b>TOTAL</b>	<b>Kg</b>	<b>3.090.992</b>	<b>2.956.501</b>	<b>3.852.281</b>	<b>2.676.047</b>	<b>3.206.007</b>	<b>3.156.366</b>	<b>526.061</b>	<b>131.515</b>	<b>21.919</b>
<b>RESIDUOS CIUDADELA</b>	<b>Kg</b>	<b>134.072</b>	<b>106.860</b>	<b>107.460</b>	<b>78.744</b>	<b>79.414</b>	<b>101.310</b>	<b>16.885</b>	<b>4.221</b>	<b>704</b>

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Promedio generación mensual de residuos (% de participación de cada categoría)

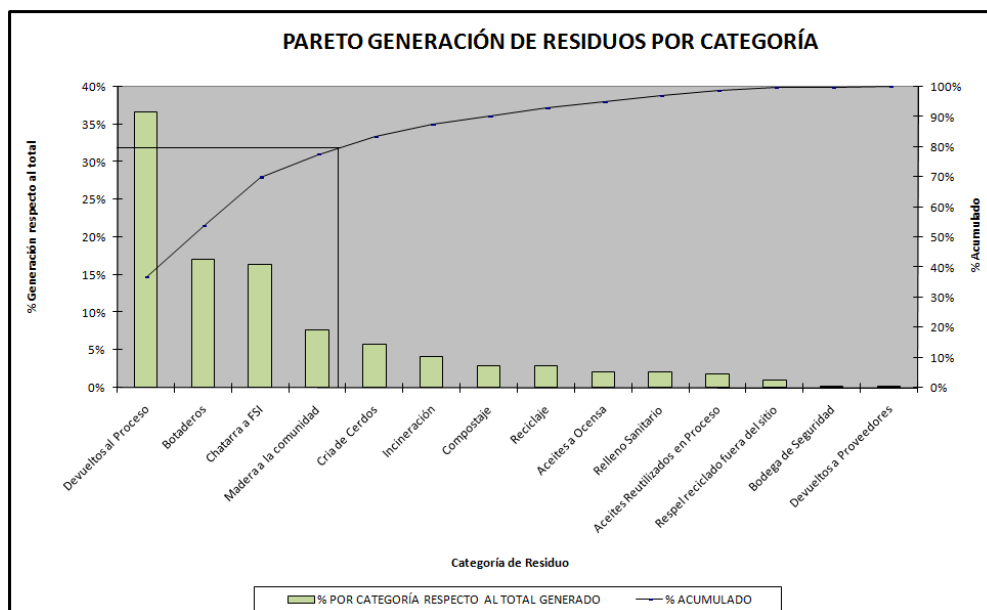


Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la figura, el 36,622% de los residuos, es devuelto al proceso, este porcentaje incluye las muestras de laboratorio, el polvo de los filtros de las mangas de Refinería, la calcina derramada, el fino recuperado con la barredora y las costras de la Planta de Recuperación. Es decir, todos los residuos propios del proceso metalúrgico llevado a cabo durante la producción de ferróníquel. Por el contrario, los residuos peligrosos representan una menor cantidad, con un 0,37% respecto a los residuos totales, los cuales son almacenados temporalmente en la bodega de Seguridad para su posterior envío a terceros o a los proveedores.

En la figura 19, se muestra el diagrama de Pareto (Regla del 80-20 “pocos vitales, muchos triviales”) que representa el porcentaje de residuos dispuestos por categoría y aquellos que constituyen un mayor impacto sobre el proceso de gestión integral.

Figura 19. Diagrama de Pareto Generación de residuos por categoría



Fuente: Elaboración propia.

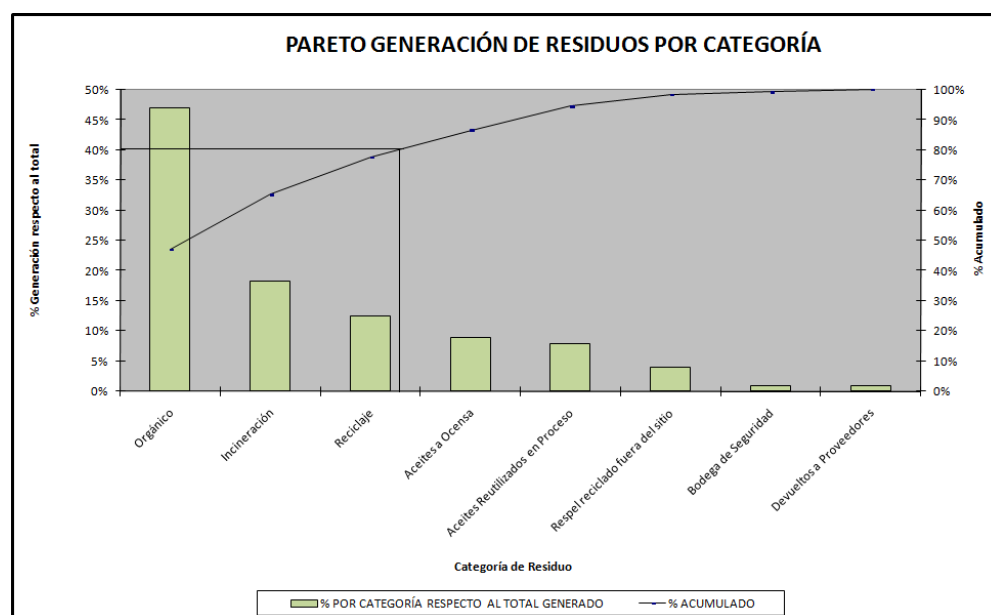
De acuerdo con el gráfico de Pareto anterior, el área señalada muestra que el 80% de los residuos generados incluye los residuos devueltos al proceso, los que son dispuestos en los botaderos (botadero tierra y escombros, estéril, jardín y escoria), la chatarra y la madera. Para las dos primeras categorías mencionadas, CMSA realiza una disposición final en sus instalaciones, devolviendo el residuo al proceso o disponiéndolo en el botadero respectivamente. Las dos siguientes categorías reciben un tratamiento orientado a la comunidad; la chatarra es donada a la Fundación San Isidro (FSI), quien se encarga de su comercialización y la madera es donada a la comunidad, para su reutilización.

Sin embargo, actualmente un estimado del 8% de la chatarra no es recibida por la FSI, debido a la dificultad que representa su manejo y posterior comercialización (ver Capítulo 11. Análisis del manejo actual de los residuos generados por CMSA).

Según este análisis, el porcentaje de residuos que mayor impacto genera sobre el proceso se encuentra bajo control, por esta razón es importante realizar un

acercamiento a las demás categorías, con el fin de detectar oportunidades y aumentar el nivel de control sobre la gestión. Para ello se realizó nuevamente el diagrama de Pareto, sin tener en cuenta las cuatro categorías mencionadas anteriormente y se obtuvo como resultado la figura 20.

Figura 20. Diagrama de Pareto Generación de residuos por categoría (Segundo análisis)



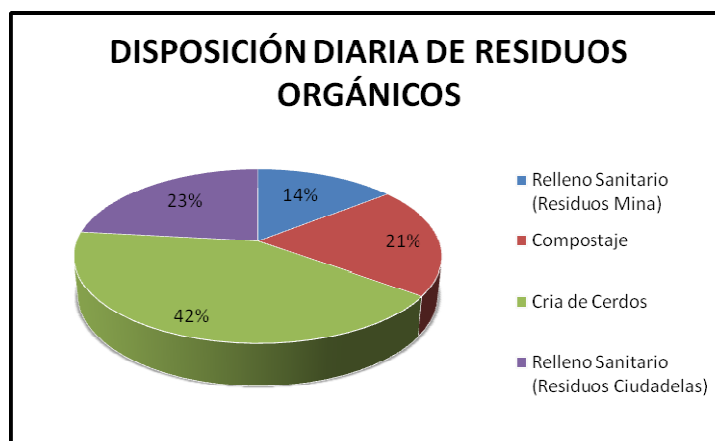
Fuente: Elaboración propia.

El segundo diagrama de Pareto refleja que teniendo en cuenta los residuos generados en las categorías restantes, el 80% de los residuos está representado por los residuos orgánicos, los residuos incinerables y el reciclaje, sobre los cuales es necesario ejercer un control permanente, a través de políticas de reducción, reutilización y recuperación, que posibiliten mayor eficacia en su gestión y menos impacto sobre el proceso.

Según lo anterior y teniendo en cuenta el impacto que sobre el proceso ejercen los residuos orgánicos, se estableció una segunda cuantificación, incluyendo los residuos orgánicos que provienen de las ciudadelas de CMSA, debido a que éstos son dispuestos en el Relleno Sanitario de la compañía. En la figura 21, se

presenta la generación total de residuos orgánicos al día y su respectivo porcentaje de disposición, de acuerdo a sus características.

Figura 21. Disposición diaria de residuos orgánicos



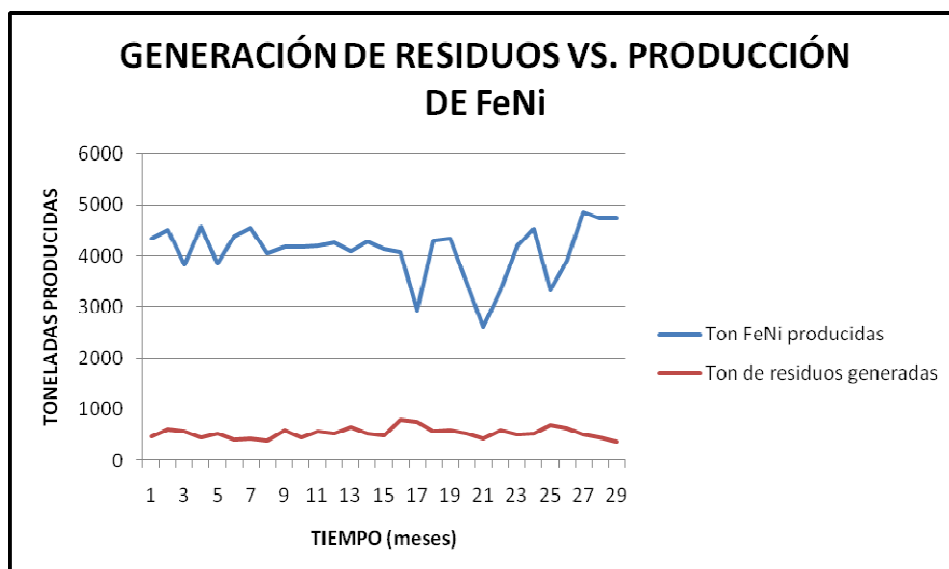
Fuente: Elaboración propia.

La figura 21, refleja que el 37% de los residuos orgánicos generados, son dispuestos en el Relleno Sanitario y el 23% de este porcentaje proviene de las Ciudadelas de CMSA, razón por la cual, toma gran importancia incluir dentro de las estrategias de gestión a las unidades familiares residentes en las ciudadelas, con el fin de disminuir el impacto que ellas generan sobre el relleno sanitario de la empresa.

Por otra parte, además de conocer las fuentes generadoras y la composición de los residuos que se deben gestionar, es igualmente importante establecer formas para expresar las cantidades generadas. El análisis hasta aquí descrito se realizó, teniendo en cuenta los kilogramos de residuos generados durante un periodo de tiempo (semestral, mensual, semanal y diario), sin embargo, habitualmente los residuos generados por actividades industriales son expresados con base en alguna medida repetitiva de producción; para el caso de CMSA, se tomó como base de medida una tonelada de ferróniquel (FeNi) producido. En la figura 22, se

representa la cantidad de residuos generados por tonelada de FeNi producido, desde julio de 2006 hasta diciembre de 2008.

Figura 22. Generación de residuos respecto a la producción mensual de FeNi



Nota: Del análisis se excluye la información de marzo de 2008, en la cual no hubo producción de FeNi, debido a la huelga de trabajadores realizada en este periodo.

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a los datos analizados, las toneladas de residuos generados históricamente han sido inferiores a la producción de FeNi, con una relación promedio de 13.623%, lo que indica que por cada tonelada de FeNi producido, se generan 136,23 kg de residuos.

## 10.1 FACTORES QUE AFECTAN LAS TASAS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

La Gestión Integral de residuos es un proceso dinámico, en el que existen factores que repercuten directamente sobre la cantidad de residuos generados en un periodo de tiempo.

En CMSA, la producción de ferroníquel es continua durante los 365 días del año, razón por la cual, el proceso productivo está en constante generación de residuos;

como consecuencia, las tasas de generación de algunos tipos de residuos, se ven afectadas por factores no ordinarios, como el desarrollo de proyectos, las paradas de mantenimiento de las líneas de producción y la época del año.

- **Desarrollo de Proyectos**

El desarrollo de proyectos es uno de los pilares de CMSA, por lo cual, constantemente invierte en proyectos de investigación e infraestructura, durante períodos de tiempo que varían dependiendo del alcance planeado; dichos proyectos traen como consecuencia el aumento en las tasas de generación de algunos residuos específicos con las actividades a realizar, como los residuos de laboratorio, los escombros, la chatarra, la madera, la pintura y demás residuos peligrosos. Además, los proyectos aumentan la cantidad de empleados que ingresan a las instalaciones de la mina, por lo que se aumentan también los residuos orgánicos y el reciclaje producido.

Sin embargo, en épocas de crisis, la empresa como política de reducción de costos, suspende o cancela proyectos, lo que influye nuevamente sobre las tasas de generación de residuos, en este caso en sentido inverso, reduciendo la cantidad residuos producidos.

De acuerdo a la figura 22, se observa que a partir de septiembre de 2008, la cantidad de residuos generados empezó a disminuir, pasando de 638.092 toneladas de residuos en el mes de septiembre, a 370.021 toneladas en el mes de diciembre de 2008, debido a la crisis económica que está sufriendo la empresa, lo que ocasionó la congelación de todos los proyectos que en el momento no afectaban el funcionamiento normal de la organización.

- **Paradas de Mantenimiento de las líneas de producción**

CMSA realiza periódicamente Paradas de mantenimiento a sus líneas de producción. Una Parada consiste en detener la producción de alguna de las dos líneas, para realizar mantenimiento o reparaciones necesarias en los equipos e infraestructura del proceso. Existen dos clases de Paradas: las pequeñas, cuya duración oscila entre tres y cinco días y, se realizan aproximadamente cada dos meses; y las Paradas mayores con una duración promedio de diez días, cada cuatro a seis meses. Durante este tiempo, se trabaja las 24 horas del día en dos turnos de 12 horas cada uno, incluyendo sábados, domingos y festivos, hasta terminar las actividades planeadas.

Durante estas Paradas, una sola línea está produciendo ferroníquel, razón por la cual las toneladas producidas disminuyen durante este periodo, sin embargo, se intensifican los horarios de trabajo, aumenta el número de personas que ingresan a la planta, entre empleados y contratistas y, en virtud de la naturaleza de las actividades de mantenimiento y reparaciones a realizar, se incrementa la cantidad de residuos generados. Los residuos cuyas tasas de generación se ven afectadas durante la realización de Paradas de mantenimiento se presentan en la tabla 19.

Del análisis de la información contenida en la tabla 19, se puede concluir que existe un considerable aumento en la generación de chatarra, residuos incinerables y orgánicos, como consecuencia de las actividades propias de la Parada (Ver Ilustración 3).

Además, a través del análisis de registros históricos, se concluyó que en los meses en que hubo parada mayor (agosto de 2006, marzo de 2007, octubre de 2007 (rotura del Horno L1), noviembre de 2007 y agosto de 2008), se presentó un aumento promedio de 200,6 toneladas respecto al periodo anterior (en el caso de noviembre de 2007, la información fue comparada con el mes siguiente debido al

aumento de residuos por reparaciones en el horno de la línea uno, en el mes de octubre), lo cual representa un incremento promedio de un mes a otro, del 41,49%.

Tabla 19. Residuos cuya tasa de generación aumenta durante las Paradas de Mantenimiento

CLASIFICACIÓN	RESIDUO	ÁREA DE GENERACIÓN
<b>Chatarra</b>	Lanzas Taponadoras	Piso de Piqueras
	Cables	Piso Hidráulico
	Mangueras de refrigeración cubiertas con fibra de vidrio	Piso de Piqueras
	Mangueras de Polímero	Piso de Piqueras
	Mangueras envueltas con chaqueta de acero	Piso de Piqueras
	Niple (Aluminio)	Piso de Piqueras
	Tapas de Termocuplas	Piso de Piqueras
	Cajas de los electrodos de soldadura	Piso de Piqueras
	Correas (Caucho)	Piso de Piqueras
	Mangueras (Caucho)	Piso Hidráulico
	Caucho	Piso de Carga
<b>Incinerables</b>	Overoles	Todas las áreas del proceso
	Cartón Impregnado	Piso de Piqueras
	Plástico Impregnado	Piso de Piqueras
	Guantes Impregnados	Todas las áreas del proceso
	Estopas Impregnadas	Todas las áreas del proceso
<b>Madera</b>	Estibas	Piso de Carga; piso de piqueras
<b>Orgánico</b>	Fibra de Vidrio	Techo del Horno
	Empaque de Refractario	Techo del Horno
	Protección Sellos calcinador y secador	Calcinador y secador
	Tapones Auditivos	Todas las áreas del proceso
	Tarjetas de Bloqueo	Todas las áreas del proceso
	Prefiltros para los Protectores respiratorios	Todas las áreas del proceso
	Nevecones (Icopor)	Todas las áreas del proceso
	Residuos de alimentos	Casino
<b>Peligroso</b>	Lámparas Fluorescentes	Piso de Piqueras; Piso Hidráulico
	Residuos de soldadura	Piso de Piqueras
<b>Propios del Proceso</b>	Calcina	Piso Hidráulico
<b>Reciclaje</b>	Bolsas de agua	Todas las áreas del proceso
	Baldes con residuos de refractario	Techo del Horno
	Empaques FeNi	Piso Hidráulico
	Costales	Techo del Horno; Piso Hidráulico

Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 3. Algunos residuos generados en Parada de Mantenimiento (16 y 17 de diciembre/08)



- **Época del año**

Las cantidades de algunos tipos de residuos están afectadas por la época del año. En épocas en las cuales se realizan celebraciones especiales, como el día de la madre en Mayo, la fiesta del Minero en Julio y la navidad en Diciembre, traen como consecuencia el aumento de los residuos orgánicos dispuestos en el Relleno Sanitario, provenientes de las Ciudadelas de CMSA.

Otra influencia de la época del año, hace referencia a la variación del clima. Durante el verano es normal que aumente la cantidad de residuos de jardín. Por el contrario, el tiempo de lluvias trae como consecuencia el aumento en el nivel de lixiviados generados por el Relleno Sanitario, debido a las filtraciones de agua en las trincheras, lo que genera que sea necesario aumentar la frecuencia de evacuación de lixiviados a la planta de tratamiento de aguas residuales, incrementándose las horas de trabajo dedicadas habitualmente a esta labor.

## **11. ANÁLISIS DEL MANEJO ACTUAL DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN CMSA**

Los problemas asociados a la gestión de residuos son complejos, por la cantidad y la naturaleza diversa de los mismos, así como por las limitaciones de fondos disponibles para su tratamiento. Por tanto, lograr su mayor aprovechamiento es una de las metas principales de un Sistema de Gestión Integral eficaz.

CMSA maneja sus residuos a través de dos alternativas, de acuerdo a las propiedades de los mismos. La primera es realizando una disposición final en el Relleno Sanitario, plataforma de incineración, botadero de escoria, botadero de estéril, patio de jardín o botadero de tierra y escombros; y la segunda es, posterior a una clasificación según los materiales que componen el residuo o la forma en que pueden ser reutilizados, realizar un tratamiento a través de terceros.

En el capítulo 7, se presentó la caracterización de residuos por área y se establecieron los residuos que mayor impacto generan sobre las mismas. De acuerdo a esta información, se analizó el manejo actual con el fin de determinar si es adecuado o no, según las características del residuo y además, establecer los residuos que actualmente no tienen una disposición final.

Durante el análisis se visitaron cada una de las áreas identificando los residuos recibidos y despachados para su tratamiento (ver Anexo H, Listado de residuos por área de disposición). Además, se encontró que ciertos residuos aún pueden ser objeto de recuperación, evitando de esta forma el impacto que generan sobre las áreas de disposición o almacenamiento.

Dos casos puntuales se presentan en el Relleno Sanitario y el Patio de Chatarra. De acuerdo a la caracterización realizada, en el Relleno Sanitario se están

disponiendo residuos como los envases para yogurt y empaques para mecatro, los cuales pueden ser sometidos a un proceso de recuperación por parte de terceros y de esta forma aumentar la vida útil del relleno.

Dentro del análisis, se evidenció que en el Patio de Chatarra se estaban acumulando sin control gran cantidad de residuos, que no eran recibidos por la Fundación. Para identificar el tipo de material que componía a los residuos almacenados, fue necesario asignar personal durante dos semanas para llevar a cabo la clasificación (ver Ilustración 4).

Como resultado de esta actividad, se recolectaron 2.250 kg de residuos reciclables, entre pasta, bolsas plásticas y cintas reflectivas, que fueron entregados a REASER S.A. para su manejo; se enviaron 600 kg de residuos orgánicos al relleno sanitario y se cuantificó en 7.590 kg, la chatarra con posibilidades de recuperación, hasta el momento almacenada. La chatarra que no es dispuesta actualmente, es recibida en forma constante en el Patio correspondiente, sin llevar ningún registro sobre la misma, motivo por el cual se dificulta contar con un dato actualizado, que permita conocer la cantidad y facilitar su gestión, a través de terceros.

Una situación diferente se presenta en la Bodega Respel, en la que se almacenan correctamente clasificados algunos residuos peligrosos, los cuales no han podido ser gestionados a través de terceros.

Como resultado del trabajo en campo y el análisis realizado, se identificaron algunos residuos que aún son susceptibles de recuperación en las áreas críticas, éstos se presentan en el Anexo S.

Ilustración 4. Organización de residuos en el Patio de Chatarra



## 12. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS

La recolección de residuos es una actividad crítica, debido a la variabilidad del sistema; la generación de diversas clases de residuos en diferentes cantidades y en todas las áreas de la mina, hace que la logística de la recolección se vuelva cada vez más compleja. En el presente análisis, el término recolección, incluye no solamente la recolección o toma de los residuos de los diversos orígenes, sino también el transporte de estos residuos hasta el lugar de disposición final o almacenamiento temporal.

### 12.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS EN CMSA

En CMSA, los residuos que han sido separados en el origen, son agrupados en los puntos de acopio y su recolección se realiza empleando un sistema de recolección de caja fija o recipiente estacionario<sup>9</sup>, es decir, los recipientes utilizados para el almacenamiento de los residuos permanecen en el punto de generación y los residuos son cargados al vehículo recolector de forma manual o mecánica, dependiendo de su magnitud (ver Ilustración 5).

CMSA actualmente cuenta con 80 puntos de acopio de residuos, en sus instalaciones, 62 de los cuales, son puntos de recolección de residuos, en algunos de ellos, se agrupan manualmente los residuos acumulados en otros puntos, con el fin de facilitar su recolección y disminuir el tiempo empleado para la misma. Este es el caso de los puntos ubicados al exterior del Taller de Mantenimiento, el edificio de Producción y área MNR.

---

<sup>9</sup> TCHOBANOGLIOUS, George. Gestión Integral de Residuos Sólidos, Volumen I. McGraw-Hill, 1994. p. 237.

Ilustración 5. Sistema de Recolección de recipiente estacionario



Para el servicio de recolección se cuenta con tres vehículos recolectores alquilados por CMSA, los cuales tienen una capacidad promedio de 5 toneladas cada uno; un montacargas y un minicargador (ver Ilustración 6).

Ilustración 6. Equipo para la recolección de residuos en CMSA



Para cada vehículo recolector ha sido asignado un conductor y un ayudante, quienes en conjunto cargan los residuos manualmente, si la magnitud lo permite. El personal asignado es suministrado por la empresa contratista REASER S.A. y labora en el horario de 6:00 a.m. a 4:00 p.m. de lunes a viernes y, un turno adicional con un solo vehículo el día sábado en el mismo horario.

En CMSA, se realiza una recolección de residuos separados, para lo cual están establecidas, según la experiencia de la administradora y los supervisores del proceso, tres rutas de recolección. La ruta 1 y 2 realizan la recolección y

transporte de los residuos orgánicos y reciclables en la jornada de la mañana y, de los residuos incinerables y peligrosos en la jornada de la tarde, efectuando un solo viaje por jornada a cada área de disposición o almacenamiento, según corresponda. La ruta 3 se encarga de la recolección de la madera, la chatarra, el aceite usado, la calcina, los escombros, el jardín, las muestras de laboratorio, las costras de la Planta de Recuperación y el polvo de los filtros de las mangas de Refinería; además, es asignada a actividades eventuales de recolección, por esta razón es denominada la ruta especial y no cuenta con una secuencia definida, sino que sus operadores reciben las instrucciones al inicio de cada jornada, dependiendo de la cantidad de residuos a recolectar en los puntos. En el Anexo T, se presentan los puntos de acopio que forman parte de las rutas actuales de recolección.

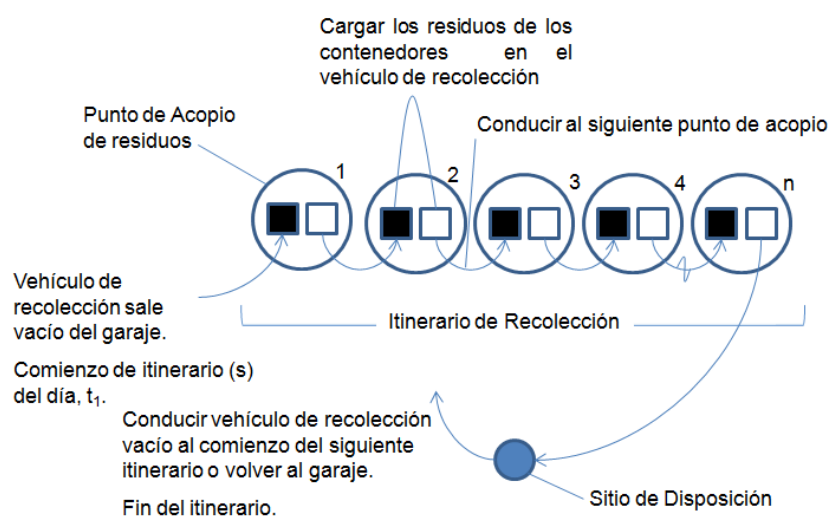
De acuerdo con las tasas de generación, las rutas se colaboran entre ellas para lograr la recolección de la mayor cantidad de residuos, con el fin de mantener la planta bajo control y, en la mayoría de los casos no se sigue fielmente la ruta establecida o ambas rutas pasan por el mismo punto, éstas son algunas de las razones por las que se precisó llevar a cabo un análisis de los itinerarios diseñados, con el objeto de buscar la eficiencia del proceso de recolección y transporte. Uno de los objetivos del estudio del sistema de recolección y transporte de CMSA fue realizar un análisis metodológico que condujera a aprovechar al máximo los recursos existentes y de esta forma lograr la estabilidad del proceso.

## **12.2 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS EN CMSA**

Para establecer el análisis del Sistema de Recolección y Transporte, fue necesario determinar el tiempo requerido para llevar a cabo cada actividad, con este procedimiento, se desarrollaron datos para el diseño y se evaluaron las variables asociadas con el proceso de recolección y transporte.

Con el fin de modelar eficazmente el sistema de recolección y transporte, se establecieron las tareas, de acuerdo al sistema de caja fija empleado. En la figura 23, se esquematizan las operaciones del sistema.

Figura 23. Secuencia operacional para un Sistema de caja fija



Fuente: Gestión Integral de Residuos Sólidos, Volumen I. Tchobanoglous, George.

Las actividades implicadas en la recolección de residuos se clasificaron en cuatro categorías: recolección, transporte, descarga en el sitio de disposición y tiempo muerto.

- **Recolección.** Se refiere al tiempo transcurrido cargando el vehículo de recolección, iniciando con la parada del vehículo antes de cargar los residuos contenidos en el primer recipiente hasta cuando se ha cargado el contenido del último recipiente a vaciar. Las tareas específicas en la recolección, son el parqueo del vehículo, la toma de los residuos del punto de acopio y el cargue del vehículo.
- **Transporte.** Hace referencia al tiempo requerido hasta llegar al sitio de disposición final o almacenamiento temporal (Relleno Sanitario, Bodega de Reciclaje, Bodega Respel, etc.) y se estableció teniendo en cuenta, el tiempo

desde que se ha vaciado el último recipiente de la ruta o el vehículo de recolección se ha llenado, más el tiempo después de salir del sitio de disposición o almacenamiento, hasta que el vehículo llega al lugar donde se encuentra el primer recipiente a vaciar en el siguiente itinerario.

- **Descarga en el sitio de disposición o almacenamiento.** Se refiere al tiempo transcurrido en el sitio de disposición o almacenamiento, donde se descargan los residuos del vehículo de recolección e incluye el tiempo del descargue y el tiempo empleado esperando para descargar.
- **Tiempo muerto.** Incluye todo el tiempo gastado en actividades que no son productivas desde el punto de vista de la operación de recolección. Algunas de las tareas asociadas con los tiempos fuera de ruta son necesarias o inherentes a la operación, por esta razón, el tiempo muerto, se puede subdividir en dos categorías: necesario e innecesario. En el estudio, sin embargo, los tiempos necesarios e innecesarios fuera de ruta se consideraron juntos debido a que se debían distribuir sobre toda la operación.

El tiempo necesario fuera de ruta incluye:

- El tiempo de diligenciamiento de la bitácora en la mañana y al terminar el día.
- Tiempo utilizado en conducir al primer punto de recogida y del lugar de descarga al garaje al concluir el día.
- Tiempo perdido debido a eventos inevitables, como realización de trabajos en áreas contiguas al punto de recolección.
- Tiempo empleado en reparaciones y mantenimiento.

El tiempo innecesario fuera de ruta incluye:

- Tiempo excesivo en el sitio de descarga.
- Exceso en el tiempo delimitado para comer.
- Tiempo gastado en recesos no autorizados para tomar café, conversar con amigos, etc.

**12.2.1 Tiempos establecidos para el sistema de recolección y transporte de residuos en CMSA.** De acuerdo a las definiciones establecidas en el numeral anterior, se establecieron los tiempos para el Sistema de Recolección y Transporte, teniendo en cuenta la misma metodología empleada en el estudio de tiempos de los demás procedimientos del Proceso.

Parte de los tiempos de la muestra fueron tomados directamente participando en las rutas de recolección, para los tiempos restantes y la muestra, se diseñó un formato para que los operarios de las rutas registraran el tiempo de recolección, transporte y descarga y, demás actividades realizadas durante el día (ver Anexo U). En la tabla 20, se presentan los resultados obtenidos del registro de tiempos del sistema. Los cálculos completos se presentan en el Anexo V.

Tabla 20. Tiempos para las rutas de recolección de residuos en CMSA

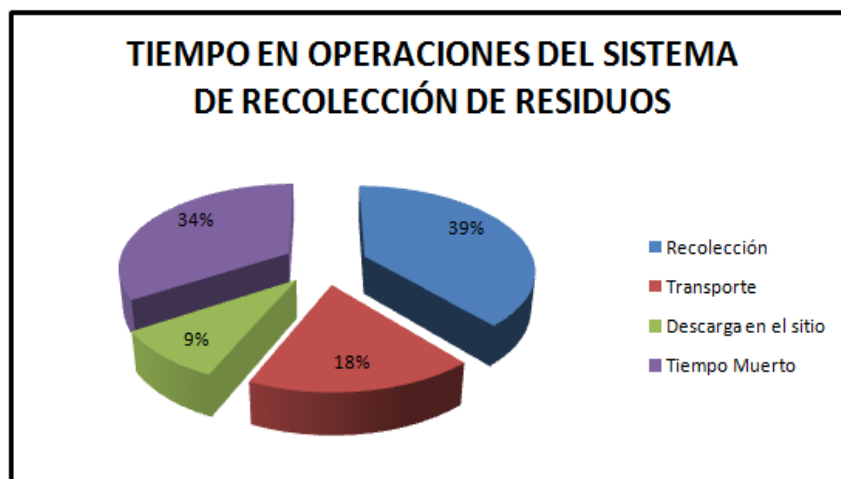
ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO (min)			TIEMPO ASIGNADO
	R1	R2	R especial	
Recolección	285	299	124	708
Transporte	54	56	219	329
Descarga en el sitio	60	45	54	159
Tiempo Muerto	201	200	203	604
<b>CARGA TOTAL</b>				<b>1800</b>
<b># DE OPERARIOS POR RUTA</b>				<b>2</b>
<b>TIEMPO TOTAL EMPLEADO</b>				<b>3600</b>

Fuente: Elaboración propia.

Según el análisis de la información contenida en la tabla anterior y de la figura 24, se puede establecer que el 39% del tiempo en el sistema es dedicado a la recolección de residuos, el 18% al transporte de los mismos al área correspondiente de disposición o almacenamiento, el 9% a la descarga de los residuos recolectados en los vehículos y el 34% hace referencia a tiempo muerto en el sistema. Al comparar las tres rutas actuales de recolección (ver figura 25), se observa que las rutas 1 y 2 guardan alta semejanza respecto a los tiempos en cada categoría, sin embargo, la ruta especial, gasta mayor tiempo transportando los residuos que recolectándolos, debido principalmente a las características de

los mismos, los cuales debido a su mayor volumen y tasa de generación, requieren de más viajes hacia las áreas de disposición.

Figura 24. Tiempo en operaciones del Sistema de Recolección de Residuos

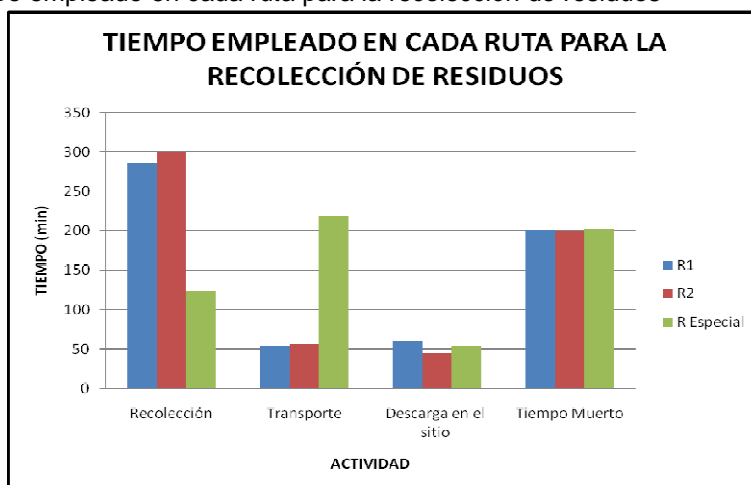


Fuente: Elaboración propia.

El alto porcentaje de tiempo muerto es un factor que alerta sobre la eficiencia de las rutas. Para determinar que actividades eran realmente necesarias se analizaron los componentes del tiempo muerto, obteniendo los resultados presentados en la figura 26.

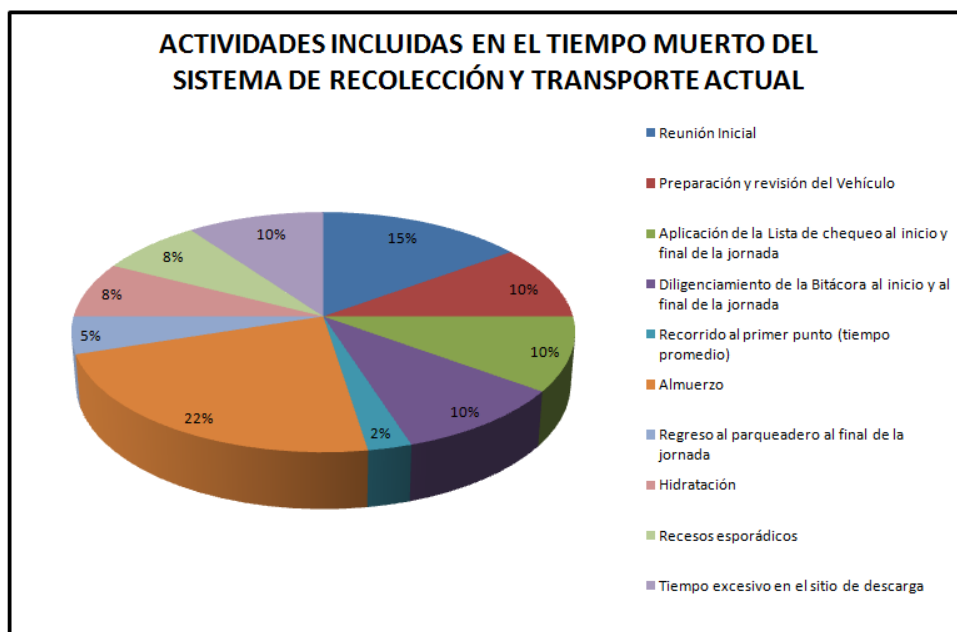
Como se observa, la mayor parte de las actividades realizadas aunque no hacen parte directa de la recolección, si son necesarias para la operación del sistema, es decir, el alto porcentaje de tiempo muerto respecto al total, es justificado, sin embargo, es necesario actuar sobre el 18% del tiempo muerto, que hace referencia a los recesos esporádicos y al tiempo excesivo en el sitio de descarga de los residuos, como se observa en la figura 27.

Figura 25. Tiempo empleado en cada ruta para la recolección de residuos



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. Actividades incluidas en el Tiempo Muerto del Sistema de Recolección y Transporte actual

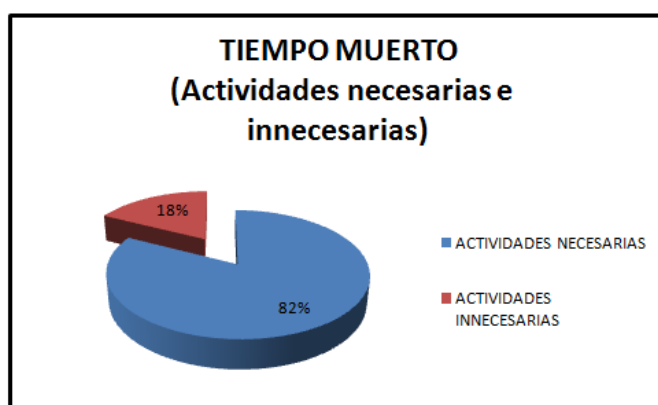


Fuente: Elaboración propia.

Otro punto que se evaluó, como parte del análisis del sistema de Recolección y Transporte, fue el número de viajes realizados por cada uno de los vehículos

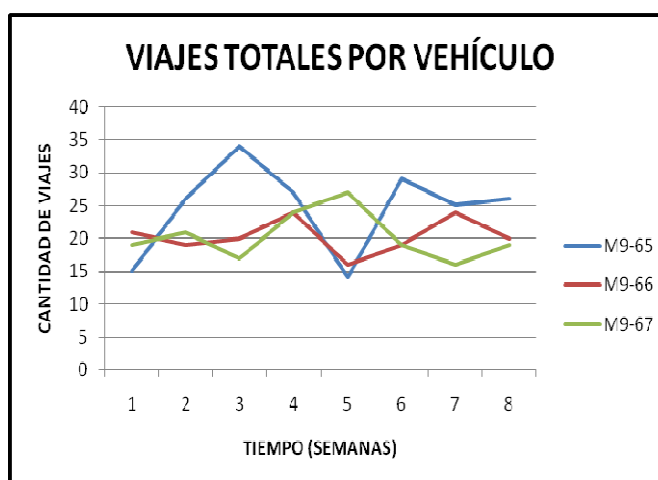
disponibles. El seguimiento se realizó durante ocho semanas, registrando el número de viajes por clase de residuo.

Figura 27. Tiempo Muerto (Actividades necesarias e innecesarias)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28. Viajes totales por vehículo (Seguimiento de ocho semanas)

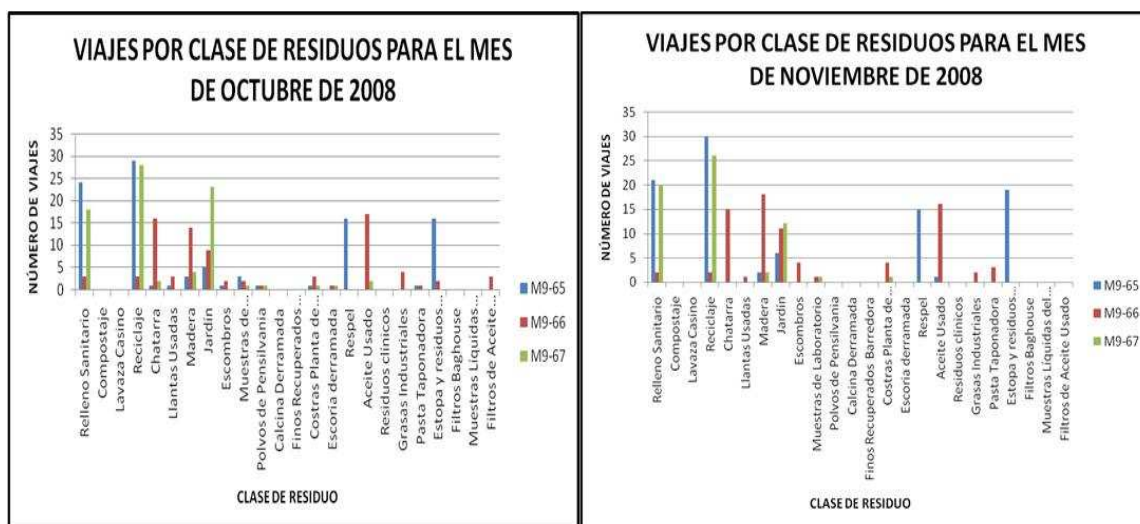


Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la figura 28, existe variabilidad en cuanto al número de viajes realizados por cada uno de los vehículos, lo que representa inestabilidad en la operación. Además, se evidencia que durante una semana normal, existen vehículos que realizan mayor cantidad de viajes, lo que representa sobrecarga para algunos y subutilización de otros.

Así mismo, el análisis se realizó por clase de residuo recolectado, con el fin de verificar el cumplimiento de la programación de las rutas. Durante el periodo evaluado (octubre y noviembre de 2008), los vehículos M9-65 y M9-67 estaban asignados a las ruta 1 y ruta 2, es decir, debían recolectar los residuos orgánicos, reciclables, incinerables y peligrosos, sin embargo, en la figura 29, se observa que estos vehículos colaboraron en la recolección de los residuos de la ruta especial, al igual, que el vehículo M9-66 colaboró en las R1 y R2; esto evidencia la frecuente alteración de la programación de las rutas y la necesidad de establecer cargas equilibradas para cada uno de los vehículos.

Figura 29. Viajes por clase de residuos para el mes de Octubre y Noviembre de 2008



Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo al análisis anterior, es vital buscar la eficiencia en las actividades de recolección, transporte y descarga de residuos, con el objetivo de establecer un mayor control sobre la cantidad de residuos dispuestos, a través del diseño adecuado de las rutas de recolección.

### **13. DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN CMSA**

La gestión integral de residuos es un proceso de alta importancia, debido a las repercusiones que puede generar una fase fuera de control, sobre la operación normal de una compañía.

El diagnóstico realizado, tiene en cuenta cada uno de los aspectos que intervienen en la Gestión de Residuos: Separación en la Fuente, recolección y transporte, almacenamiento y disposición final; y se fundamenta en los estudios previamente realizados: Documentación, caracterización de residuos, análisis de métodos, estudio de tiempos, análisis de capacidad y cuantificación de residuos.

Para evaluar la gestión, se establecieron cuatro componentes fundamentales:

1. El nivel de eficiencia en la prestación del servicio, en función de la capacidad operativa esperada respecto a la operación real.
2. La efectividad de los programas de sensibilización respecto a la separación de los residuos en la fuente generadora.
3. La disposición final realizada a cada categoría de residuos establecida.
4. La responsabilidad y limitaciones de la Unidad de Negocios “Servicios de Operaciones”, en concordancia con las atribuciones que le han sido conferidas en materia de la gestión integral de los residuos, por la administración de CMSA.

#### **13.1 DIAGNÓSTICO DE LA FASE DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS**

La separación de residuos en la fuente generadora, puede ser vista como una de las etapas del ciclo de los residuos, que presenta mayores dificultades de control, razón por la cual, constituye el componente más importante de la gestión y debe

visualizarse, como un aspecto dinámico, si se desea lograr una mejora sustancial, sinérgica e integral, en las demás etapas del ciclo de los residuos. Para la elaboración del diagnóstico de esta fase, fue esencial el trabajo en campo, con el objetivo de observar cada uno de los puntos de acopio, en los que se lleva a cabo la primera clasificación de los residuos, dentro del proceso.

Como resultado de este análisis, se evidenció que el avance de la compañía respecto al promedio nacional, es considerable, debido a que se ha esforzado por crear en sus empleados, contratistas y visitantes una cultura ambiental, con relación al manejo de los residuos. Sin embargo, pese a las fuertes campañas de capacitación y sensibilización realizadas por la administración, aún existe un fuerte vacío en lo que respecta a la clasificación adecuada de los residuos por parte de sus generadores y al manejo eficaz de los colores asignados a cada clase de residuo (ver Ilustración 7).

Ilustración 7. Inadecuada clasificación de residuos en punto de acopio y empleo incorrecto de bolsas según clase de residuo



Esta es una situación que repercute negativamente sobre el control y la gestión realizada, a través de varios aspectos. Primero, el contacto entre diferentes clases de residuos puede ocasionar que alguno de ellos pierda las propiedades que lo hacen recuperable o reutilizable en otras actividades. Ejemplo de esta

problemática se presenta con los residuos que entran en contacto con residuos peligrosos, quienes de forma inmediata toman el carácter de peligrosos y no pueden ser dispuestos según sus propiedades originales, lo que aumenta los costos incurridos en disposición final, si se comparan las tasas pagadas por el tratamiento de los residuos peligrosos respecto a los costos de las demás disposiciones (Ver Ilustración 8).

Ilustración 8. Diferentes categorías de residuos clasificados en forma conjunta



Una situación similar, se presenta con la clasificación realizada a los residuos reciclables, que aunque pertenecen a una misma categoría, pueden entrar en contacto e impedir su recuperación; caso que sucede con el papel, que cuando es clasificado en forma conjunta con las bolsas de agua e hidratantes, se humedece y debe ser dispuesto en el Relleno Sanitario.

El segundo impacto negativo sobre el proceso, se presenta en las fases de almacenamiento, recolección y transporte, debido a que los residuos clasificados inadecuadamente, son recibidos en bodegas o sitios de disposición, a los cuales no corresponden, generando cargas de trabajo adicionales en las actividades de reclasificación y envío al lugar que corresponde según las características del residuo.

Todos los aspectos observados en campo, se evidenciaron con los resultados de las caracterizaciones de residuos, realizadas en cada una de las áreas de disposición, como se mencionó en el capítulo 7, el 17.914% de los residuos que son recibidos en la Bodega de Reciclaje, pertenecen a otras categorías; al igual que el 8.626% de los residuos recibidos en el Patio de Chatarra (ver Ilustración 9 y 10).

Ilustración 9. Residuos encontrados junto al reciclaje dispuesto en la Bodega de Reciclaje



Esta problemática es fuente de preocupación para la Administración, razón por la cual, a partir del mes de noviembre de 2008, se inició la implementación de los denominados “Eventos no Deseados contra el ambiente”, cuyo objetivo es identificar aquellos puntos de acopio, en los cuales no se realiza una clasificación adecuada de los residuos y hacer el llamado de atención respectivo, a los involucrados.

Ilustración 10. Residuos clasificados en conjunto con la chatarra



## 13.2 DIAGNÓSTICO DE LA FASE DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

La gestión integral de los residuos comprende un conjunto de actividades operativas y administrativas, que con carácter ambiental se orientan a controlar todas las variables críticas del proceso. Una de estas fases críticas es precisamente la recolección y el transporte de los residuos de los puntos de acopio a cada una de las áreas de disposición final o almacenamiento temporal establecidas.

El análisis realizado al sistema se enfocó básicamente en las rutas designadas para llevar a cabo la recolección de los residuos generados en las instalaciones de la Mina. De acuerdo con este estudio, se logró evidenciar que aunque existen tres rutas establecidas específicamente, éstas no fueron creadas siguiendo una metodología que pueda garantizar el mínimo tiempo para cada recorrido, razón por la cual, los vehículos no siempre alcanzan a realizar más de un viaje por clase de residuo recolectado. Esta circunstancia, ocasiona que ante cualquier variación en las tasas de generación de residuos, los vehículos deban alterar sus programaciones y colaborar a otras rutas.

Un caso que ocurre frecuentemente, es que la Ruta 1 y la Ruta 2, que recolectan la misma clase de residuos en las dos jornadas, pasen por los mismos puntos de acopio simultáneamente, generando una pérdida de tiempo para el sistema. Además, es normal que cualquiera de los dos vehículos asignados a estas rutas, deba afectar su recorrido para colaborar en actividades de la ruta especial.

De igual forma, según los resultados del estudio de tiempos realizado, bajo las condiciones actuales, existe un 18% del tiempo muerto que puede ser empleado en actividades productivas para el sistema de recolección y transporte, además la fase en general es susceptible de mejoras que conlleven a la utilización eficiente de los recursos disponibles.

Un aspecto que se evidenció con el estudio de tiempos y que es importante resaltar, debido a su repercusión en el tiempo del sistema, es la colaboración que actualmente se ha asignado, a través de un auxiliar que se encarga de organizar los residuos de los puntos de acopio para facilitar la labor de los operadores del vehículo. Este factor influye en la minimización del tiempo de recolección y disminuye la carga asignada a la ruta. Por otra parte, el manejo de los equipos disponibles es sin lugar a dudas, otra variable crítica para esta fase. En relación con este punto, existen dos equipos que sirven de apoyo a la recolección de los residuos, que son el montacargas y el minicargador, sin embargo, para su utilización sólo están capacitados dos operarios, razón por la cual en algunas circunstancias, no es posible emplear los dos equipos simultáneamente, en dos actividades diferentes y distantes.

Con base en lo anterior, se puede concluir que un eficiente sistema de recolección y transporte garantiza a la administración, un mayor control respecto a la cantidad de residuos dispuestos durante una jornada laboral y permite flexibilizar las actividades para acoplarlas a ciertas eventualidades.

### **13.3 DIAGNÓSTICO DE LA FASE DE ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS**

Esta fase se abordó desde dos enfoques, primero la eficiencia en la utilización del recurso humano disponible en cada área; y segundo, la disposición actual de los residuos recolectados.

Uno de los puntos más difíciles de evaluar en cualquier labor, es precisamente la forma en que los empleados distribuyen su jornada laboral, para la realización de las actividades que se encuentran a su cargo. Sin embargo, al aplicar los conceptos de Ingeniería Industrial, respecto a Estudio de tiempos y Análisis de

capacidades, se logró establecer un promedio de carga de trabajo para cada área estudiada, como se presentó en el Capítulo 9.

Mediante los resultados de estos estudios, se validó la concepción que la Administración tenía sobre la eficiencia de los recursos asignados al proceso. Se concluyó que siete de las ocho áreas evaluadas presentan una carga de trabajo inferior al tiempo disponible, bajo las condiciones establecidas, de tasas de generación de residuos y actividades específicas realizadas por día. Sin embargo, esto no indica, en todos los casos, que exista un mayor número de operarios, al requerido realmente. Por el contrario, en áreas como el Relleno Sanitario, se demuestra la posibilidad de realizar una mayor cantidad de actividades a las que en promedio se realizan en cada jornada laboral.

Por otra parte, teniendo en cuenta, el segundo enfoque del diagnóstico y bajo la premisa que la gestión integral tiene como propósito específico, dar a los residuos un adecuado manejo y tratamiento, establecido según sus características, volumen, costos y posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final; se exalta el compromiso, dedicación y esfuerzo que dedica CMSA, a través de Servicios de Operaciones, para establecer y gestionar el tratamiento más adecuado para cada uno de los residuos que genera como resultado de sus actividades productivas y administrativas.

Los resultados que ha obtenido CMSA, a través del tiempo, son un ejemplo para la industria y la sociedad, sobre la forma en que se debe ejercer la responsabilidad en este campo. La empresa no considera los residuos como un problema, sino como una oportunidad para la comunidad que se beneficia de su labor social; por esta razón, el proceso debe estar en constante dinamismo, con el objeto de ampliar el número de posibilidades, respecto a las clases de tratamientos disponibles en el país, para cada uno de sus residuos.

### 13.4 DIAGNÓSTICO DOFA DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN CMSA

Para visualizar en forma general el diagnóstico realizado, se elaboró una matriz DOFA, con el fin de consolidar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas identificadas para el proceso de Gestión Integral de Residuos de CMSA.

Tabla 21. Matriz DOFA para el proceso Gestión Integral de Residuos de CMSA

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación inadecuada de residuos en los puntos de acopio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensificación del Programa de Sensibilización, a través de actividades prácticas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiencias en la implementación del código de colores para la separación de los residuos en la fuente generadora.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actitud pasiva de los empleados y contratistas, frente a la problemática de los residuos.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información dispersa, de las actividades relacionadas con el proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo e implementación de herramientas de control de la información del proceso.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subutilización de los recursos disponibles en las áreas de almacenamiento o disposición final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución equitativa de cargas de trabajo, en las diferentes áreas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechamiento parcial de los residuos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación sobre nuevos tratamientos para los residuos generados.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteraciones en la programación de las rutas de recolección.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de rutas de recolección, en busca de la eficiencia operativa y la flexibilización del sistema.</li> </ul>
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura adecuada para el almacenamiento y disposición final de residuos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversidad de residuos debido a las diferentes actividades ejecutadas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos disponibles para el manejo adecuado de los residuos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovechamiento parcial de los residuos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empleo de Elementos de Protección personal para la ejecución de los procedimientos en cada área.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inseguridad durante el manejo de los residuos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo óptimo de vectores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sanciones de la Autoridad Ambiental.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buena imagen de la Empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acopio inadecuado de residuos generados.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación del Personal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avance en el contexto de la Gestión de residuos en el mundo.</li> </ul>

Tabla 21. Matriz DOFA para el proceso Gestión Integral de Residuos de CMSA (Continuación)

<b>FORTALEZAS (Cont.)</b>	<b>AMENAZAS (Cont.)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos estandarizados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competitividad del sector respecto al conocimiento de métodos y procedimientos adecuados para el manejo de los residuos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de colores implementado para la separación de residuos en la fuente generadora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Complejidad en la segregación de residuos por la fuente generadora.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de sensibilización a empleados, contratistas y visitantes, para la correcta segregación en la fuente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de separación de los residuos desde su fuente de generación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de recolección de residuos separados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de cobertura en las actividades de recolección de residuos en las instalaciones de la Mina.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación de materiales de los residuos generados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la vida útil del Relleno Sanitario.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reutilización de residuos originados en el proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación de suelos y fuentes hídricas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovación en el tratamiento de residuos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desactualización en temas referentes a tratamientos de residuos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Donación de residuos susceptibles de recuperación, a la comunidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro de la imagen de la empresa como consecuencia de impactos ambientales.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguimiento constante al proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconocimiento de los residuos generados.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar la raíz de las debilidades encontradas en el diagnóstico del proceso, se realizó un análisis Causa – Efecto para las siguientes debilidades: Clasificación inadecuada de residuos; información dispersa; subutilización del recurso humano disponible en las áreas de trabajo; aprovechamiento parcial de los residuos; falta de flexibilidad en el Sistema de Recolección y Transporte de Residuos. Se empleó la metodología de lluvia de ideas para establecer las principales causas de los inconvenientes mencionados; en esta actividad participaron la Administradora por parte de CMSA, los supervisores y la autora del proyecto. Los resultados obtenidos se presentan en el Anexo W. Todos estos aspectos evaluados en este análisis deben ser considerados como punto importante, para establecer acciones que contribuyan al aumento de la eficiencia y la mejora continua en cada una de las fases del proceso.

## **14. INDICADORES DE GESTIÓN**

El término indicador hace referencia a la relación existente entre variables cuantitativas o cualitativas, que permite observar una situación y las tendencias de cambio en un objeto o fenómeno estudiado, respecto a objetivos y metas establecidas<sup>10</sup>. Un sistema de indicadores como base para el seguimiento, la evaluación y el control, permite medir, registrar, procesar y analizar información que revela el desempeño del proceso, decidir sobre sus fortalezas y fallas y, determinar las acciones necesarias para alcanzar la efectividad del proceso global.

Los indicadores muestran la velocidad del cambio, el cumplimiento de las metas y permiten comparar los resultados obtenidos de un periodo a otro. Por esta razón, se convierten en herramienta de apoyo para la administración, debido a que a través de ellos, se lleva a cabo el control de todas las actividades y de esta forma se detectan a tiempo situaciones que pueden impactar drásticamente sobre la operación normal.

Teniendo en cuenta lo anterior, se diseñó un sistema de indicadores para el Proceso Gestión Integral de Residuos en CMSA.

### **14.1 CONTEXTO DE LOS INDICADORES PARA EL PROCESO GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE CMSA**

La gestión de los residuos en CMSA, encierra todos los aspectos relacionados no solo con la generación, el almacenamiento, la recolección, el transporte sino también con su disposición final. Como consecuencia, el administrador del

---

<sup>10</sup> BELTRÁN JARAMILLO, Jesús Mauricio. Indicadores de gestión. Santafé de Bogotá ,1999. p. 36.

proceso, debe planear, organizar, dotar, dirigir y controlar el personal y las actividades llevadas a cabo.

Para conocer todos estos aspectos, el proceso requiere indicadores que muestren el estado de la situación actual, con el fin de aplicar correctivos, aumentar la eficiencia en la utilización del tiempo del personal y determinar los puntos críticos que demandan mayor atención por parte de la administración.

Un diseño adecuado de un sistema de indicadores, debe partir de la planeación existente del sistema y de las metas que han sido propuestas. Por esta razón, para los indicadores del proceso, se tuvieron en cuenta los siguientes objetivos principales para la administración:

- Mantener bajo control la recolección de residuos en todos los puntos de acopio de la planta.
- Disminuir la cantidad de residuos generados.
- Disminuir la cantidad de residuos dispuestos en el Relleno Sanitario.
- Aumentar la recuperación de residuos.

#### **14.1.1 Puntos críticos del proceso de gestión integral de residuos de CMSA.**

En el proceso de Gestión de residuos de CMSA, como en cualquier proceso operativo o administrativo se evidencian puntos críticos que deben ser controlados, con el objetivo de recibir alertas tempranas frente a posibles desviaciones dentro del ritmo normal de las actividades.

Para encontrar estos factores claves, se realizó un análisis general de cada una de las etapas involucradas (Clasificación, recolección y transporte, almacenamiento y/o disposición final) y la forma en que se administran por parte de CMSA.

Los puntos críticos encontrados son:

- El seguimiento del proceso, se realiza a través del registro de los residuos recolectados por las rutas y dispuestos o almacenados en cada una de las áreas establecidas de acuerdo a la clasificación que reciban; de esta forma se permite contar con la trazabilidad del proceso en cuanto a volúmenes y disposición efectuada. Aunque el análisis de esta información conduce al conocimiento de lo que ha ocurrido en el proceso, no suministra alertas fácilmente identificables que puedan conducir a planes de acción.
- Una de las etapas más importantes en el proceso, es la clasificación de residuos en la fuente generadora, debido a que de ella depende la facilidad con la que se puedan realizar las etapas subsecuentes. Para un mayor control del proceso y la disminución de los retrabajos en las etapas de recolección, transporte y clasificación en las bodegas, es esencial evitar la llegada de residuos al área de disposición o almacenamiento que no le corresponde.
- Conocer y controlar la cantidad de residuos generados, es una labor compleja para el proceso, por ende, es vital, establecer una forma para hacer seguimiento a las tendencias de generación de ciertos residuos, para determinar su potencial recuperable y el tipo de procedimiento apropiado para su tratamiento.
- La misión global del proceso en concordancia con las políticas ambientales de CMSA, es lograr la disposición final adecuada de todos los residuos generados, por esta razón, es importante realizar un seguimiento al porcentaje que está recibiendo un tratamiento, con el fin de buscar alternativas de manejo para aquellos residuos cuyas características han dificultado su gestión inmediata.
- El espacio disponible en las bodegas de almacenamiento temporal es limitado, por esta razón el envío de residuos a terceros se debe realizar con una periodicidad que evite la acumulación de inventarios. Por ende, se considera

necesario definir un indicador que controle la cantidad de residuos almacenados en la Bodega de Reciclaje, Bodega RESPEL, Bodega de Residuos para incinerar y Patio de Chatarra, que prevenga al supervisor, sobre la necesidad de realizar el envío o la disposición correspondiente.

- Para la administración y correcta disposición de los residuos, es indispensable contar con información actualizada de las clases de residuos que se están generando, para ello debe establecerse un indicador que advierta sobre la presencia de nuevos residuos en las zonas de almacenamiento o disposición final y así facilitar la toma de decisiones frente a su manejo.
- Se considera necesario controlar el mantenimiento de los equipos, debido a que durante la etapa de análisis se presentaron fallas en equipos claves para el proceso.

#### **14.1.2 Indicadores de Gestión para el Proceso Gestión Integral de Residuos.**

Los puntos críticos fueron evaluados en conjunto con la Administradora del contrato y los Supervisores, con el fin de establecer aquellos indicadores que realmente generaran información relevante para el control y seguimiento del proceso.

En el Anexo X, se presenta la Hoja de Vida de los indicadores diseñados para el proceso Gestión Integral de Residuos. Esta Hoja de Vida contiene el nombre del indicador, su objetivo, meta, método de cálculo, unidad de medida, sentido, frecuencia, fuente de datos y el responsable de realizar la medición y seguimiento.

Para el cálculo y seguimiento de los indicadores, se diseñó una hoja de cálculo en Excel, que permite establecer de manera sencilla, los valores correspondientes a cada indicador. Esta herramienta, cuenta con dos hojas, la primera tiene como fin el ingreso de los datos requeridos, de acuerdo a las unidades, áreas y clase de

residuos establecidas. Una vez registrada esta información, la segunda hoja presenta el valor determinado para cada indicador (ver Anexo Y). La responsabilidad del seguimiento y control de los indicadores del proceso, se asignó a la Administradora del contrato.

Una vez diseñados los indicadores para el proceso se inició su medición, a través de la hoja de cálculo, teniendo en cuenta los registros históricos existentes, de acuerdo a la frecuencia establecida para cada uno. Para algunos indicadores, no fue posible realizar un cálculo histórico, debido a que no existía la información necesaria, sin embargo, este requerimiento se incluyó dentro de la reforma que se realizó a los formatos existentes, para hacer posible su medición.

En el Anexo Z, se presentan los resultados obtenidos para los indicadores durante el periodo comprendido, entre Octubre de 2008 y Marzo de 2009, según datos históricos.

## **15. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO PARA EL PROCESO “GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS” DE CMSA**

Las propuestas de mejora presentadas como resultado del estudio y análisis del proceso, se enfocaron en combatir las debilidades detectadas, a través del diagnóstico realizado. La propuesta global incluye: Rediseño de las rutas de recolección mediante el modelado matemático de la situación actual; plan de asignación de cargas de trabajo; método de control para la información del proceso, relacionada con la cantidad de residuos generados; investigación sobre tratamientos de residuos, susceptibles de mejora en la gestión actual y adecuación del programa de sensibilización para empleados y contratistas de CMSA.

### **15.1 PROPUESTA DE EFICIENCIA EN LA FASE DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS EN CMSA**

Un problema se origina como consecuencia del deseo de realizar una transformación al estado de las cosas. A través del diagnóstico presentado en el capítulo 13 y del análisis causa efecto realizado para el tema de “Falta de Flexibilidad en el Sistema de Recolección y Transporte de residuos”, se evidenció la necesidad de efectuar una adecuación a las rutas actuales de recolección de residuos, con el fin de buscar la eficiencia y flexibilización de esta fase, que forma parte esencial del proceso de Gestión Integral de Residuos de CMSA.

Como recurso para dar solución a esta problemática, se empleó la Investigación de Operaciones, la cual permitió modelar matemáticamente la situación en estudio y lograr una programación de rutas, que se adecúa a las condiciones actuales del sistema de recolección. En el Anexo AA se presenta el planteamiento del problema, la metodología empleada para su solución y algunos conceptos básicos.

**15.1.1 Formulación del modelo de programación lineal.** La formulación de un modelo que permita realizar una abstracción de la realidad, es un proceso complejo, que requiere tiempo y estudio, sin embargo, la programación lineal permite involucrar todas las variables y limitaciones que se presentan en el problema real.

De acuerdo al planteamiento y metodología expuesta en el anexo AA, se desarrolló el modelo, a partir de tres supuestos, que forman parte de la factibilidad de la solución a encontrar.

a. El tiempo de recolección en cada uno de los puntos y el tiempo de descarga en las áreas de disposición o almacenamiento, se consideran constantes bajo las condiciones de generación de residuos estudiada, por esta razón el modelo se encaminará a la minimización de la distancia recorrida entre los puntos de acopio.

b. Como la capacidad de los vehículos recolectores (5 toneladas por vehículo, es decir 10.000 kg en total, teniendo en cuenta los dos vehículos), no supera la cantidad de residuos generados, para la Ruta 1 y 2 (3.918 kg/día), se considera infinita.

c. La distancia entre el punto de salida de la Mina a las áreas de disposición final o almacenamiento temporal se consideran constantes para todas las rutas, razón por la cual no se incluye en el modelo.

Una vez establecidos los supuestos y, estudiados y analizados cada uno de los factores que involucra el Sistema de Recolección, se llevó a cabo, cada uno de los pasos presentados en la Figura 30.

Figura 30. Pasos para la formulación del modelo de programación lineal



Fuente: Elaboración Propia.

### Paso 1. Definir las variables de decisión.

Mediante el modelo, se pretende determinar el camino que deben seguir los vehículos para recolectar los residuos acopiados en cada uno de los puntos dispuestos en las instalaciones de la empresa. Por tal motivo, se establecieron variables binarias (toman el valor cero si no se elige el camino o uno si se elige), que representan la arista entre dos nodos y la dirección en que se toma la misma.

Las variables de decisión para el modelo se designan con la siguiente simbología:

$X_{ij}$  = Arista entre el nodo  $i$  y el nodo  $j$

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Si se elige la arista entre los nodos } i \text{ y } j \\ 0 & \text{Si no se elige la arista entre los nodos } i \text{ y } j \end{cases}$$

Se consideran como nodos de la red, cada uno de los puntos de acopio de residuos.

## Paso 2. Escribir la función objetivo.

Para lograr la eficiencia en el sistema de recolección de residuos, es necesario, minimizar la distancia recorrida por los vehículos, debido a que ella repercute en el tiempo total de la recolección.

La función objetivo establecida, para cumplir las expectativas por las cuales se diseñó el modelo, es la siguiente:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij}$$

Donde,

$a_{ij}$  = Parámetro que representa la distancia entre el nodo  $i$  y el nodo  $j$

$x_{ij}$  = Arista entre el nodo  $i$  y el nodo  $j$

$n$  = Cantidad de puntos de acopio

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

$j = 1, 2, 3, \dots, n$

## Paso 3. Escribir las restricciones.

Dentro del modelo diseñado se contemplaron los aspectos que restringen los valores que puedan tomar las variables de decisión, en la programación de rutas resultante.

**Restricción 1.** En un recorrido de recolección, sólo se debe visitar una vez cada nodo. Es decir, es necesario que sólo se pueda tomar un camino que llega y otro que sale de cada uno de los nodos.

Esta restricción se enuncia de la siguiente forma:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1$$

Donde,

$i, j$  = Nodos de la red

$X_{ij}$  = Arista entre el nodo  $i$  y el nodo  $j$

$n$  = Cantidad de puntos de acopio

$i = 1, 2, 3, \dots, n$  (Sin incluir el nodo origen y el nodo destino)

$j = 1, 2, 3, \dots, n$  (Sin incluir el nodo origen y el nodo destino)

La primera ecuación define que la sumatoria de las variables que representan las aristas que llegan al nodo  $i$  debe ser igual a uno, lo cual garantiza que sólo llegará un vehículo al punto de recolección. La segunda ecuación indica que la sumatoria de las variables que representan las aristas que salen del nodo  $i$ , debe ser igual a uno, para asegurar que para salir de cada uno de los puntos de acopio sólo se empleará un camino. Esta restricción no se asigna a los nodos origen y destino, debido a que, en el caso del nodo origen solo se toma una arista de salida y no entra ninguna arista y, en el nodo destino se toma una arista de entrada sin que salga ninguna arista.

**Restricción 2.** Al estar en el nodo destino, no es posible tomar un camino para acceder a alguno de los nodos intermedios. Esta restricción se garantiza indicando, que la sumatoria de las variables que representan las aristas que salen del nodo destino debe ser igual a cero, es decir:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 0$$

Donde,

$i$  = Nodo destino

$n$  = Cantidad de puntos de acopio

$X_{ij}$  = Arista entre el nodo  $i$  y el nodo  $j$

**Restricción 3.** No es posible tomar caminos para llegar al nodo origen. Esta restricción se favorece, estableciendo que la sumatoria de las variables que representan las aristas que llegan al nodo origen, debe ser igual a cero.

$$\sum_{j=1}^n x_{ji} = 0$$

Donde,

$i$  = Nodo origen

$n$  = Cantidad de puntos de acopio

$X_{ij}$  = Arista entre el nodo  $i$  y el nodo  $j$

**Restricción 4.** La cantidad de caminos que salen del origen y que llegan al destino depende del número de rutas a establecer, es decir, del número de vehículos disponibles.

Esta restricción se garantiza, estableciendo que la sumatoria de las variables que representan las aristas que salen del nodo origen es igual al número de vehículos disponibles. Es decir:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = k$$

Donde,

$i$  = Nodo origen

$n$  = Cantidad de puntos de acopio

$X_{ij}$  = Arista entre el nodo  $i$  y el nodo  $j$

$k$  = Número de vehículos disponibles

De igual forma, la sumatoria de las variables que representan las aristas que llegan al nodo destino es igual al número de vehículos disponibles.

$$\sum_{j=1}^n x_{ji} = k$$

Donde,

$i$  = Nodo destino

$n$  = Cantidad de puntos de acopio

$X_{ij}$  = Arista entre el nodo  $i$  y el nodo  $j$

$k$  = Número de vehículos disponibles

**Restricción 5.** Las aristas de la red que representa el modelo no son dirigidas, es decir, no cuentan con una dirección previamente definida, razón por la cual, el modelo como parte de la solución, debe decidir el sentido que tomará cada una de ellas.

Esta restricción se garantiza estableciendo que la sumatoria de las variables que representan las dos direcciones que puede tomar cada una de las aristas, debe ser menor o igual que uno. No existe igualdad a uno, debido a que no todas las aristas de la red son empleadas como parte del recorrido.

$$x_{ij} + x_{ji} \leq 1 \quad \forall i \text{ y } \forall j \in \{1, 2, \dots, n\}$$

Donde,

$X_{ij}$  = Arista entre el nodo  $i$  y el nodo  $j$

$X_{ji}$  = Arista entre el nodo  $j$  y el nodo  $i$

$n$  = Cantidad de puntos de acopio

**15.1.2 Aplicación del modelo de programación lineal para la programación de rutas de recolección de residuos.** La aplicación del modelo de programación lineal tiene como objetivo, determinar las rutas de recolección, que contemplen la

menor distancia recorrida entre los puntos de acopio, que deben ser visitados una sola vez por el vehículo recolector.

Para el problema planteado, se diseñó la red que conecta los puntos de acopio a visitar (ver Figura 31), de acuerdo con las posibilidades de traslados existentes entre ellos, además se establecieron las distancias asociadas a cada una de las aristas.

Las rutas a establecer, deben tener como nodo de origen específico el punto de reunión del personal al inicio de la jornada (Estacionamiento frente al Tanque de Aceite Usado), deben visitar todos los nodos (puntos de acopio de residuos) exactamente una vez durante el recorrido y trasladar los residuos al nodo destino (Portería de Contratistas – Salida para acceder a las áreas de disposición).

- **Macroruteo**

Se denomina macroruteo, a la división de la planta en sectores operativos y a la asignación de un área específica a cada vehículo recolector. El macroruteo tiene como objetivo balancear y nivelar las cargas de trabajo entre los diferentes equipos encargados de la recolección de residuos<sup>11</sup>, y de igual forma, facilitar la ejecución de los procedimientos y administración de los mismos.

Para la división de las instalaciones de CMSA en áreas de recolección, se consideraron los siguientes aspectos:

- Actividades realizadas en el área.
- Distribución de las instalaciones.
- Cantidad de puntos de recolección ubicados en el área.

---

<sup>11</sup> RACERO MORENO, Jesús y PÉREZ ARRIAGA, Edgar. Optimización del Sistema de rutas de recolección de residuos domiciliarios (Ecoeficiencia). X Congreso de Ingeniería de Organización. Valencia, 7 y 8 de Septiembre de 2006. Disponible en internet: <[http://io.us.es/cio2006/docs/000226\\_final.pdf](http://io.us.es/cio2006/docs/000226_final.pdf)>.

- Cantidad de personal y tipo de residuos generados.
- Distancias empleadas para un viaje hasta el sitio de disposición final.

De acuerdo con los elementos descritos, se dividieron las instalaciones de la empresa en dos partes, de tal forma que se lograran equilibrar las cargas del sistema. Para validar esta decisión, se realizó una aplicación preliminar del modelo de programación lineal diseñado, cuyo resultado se ajustó en gran medida a la división concebida (ver Anexo AB).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, la planta fue dividida según se muestra en los Anexos AC y AD. Como se observa, el área I, está conformada por las áreas administrativas y del proceso de producción de FeNi (RKEF); y el área II, está conformada por las áreas de Mina, Preparación de Mineral y Planta de Recuperación.

En cada una de estas áreas o macrorutas se diseñó una ruta específica para la recolección de residuos.



- **Microruteo**

Una microruta hace referencia al recorrido específico que deben cumplir diariamente los vehículos de recolección en las áreas, a las cuales han sido asignados, con el fin de recolectar los residuos generados<sup>12</sup>.

Para la determinación de las rutas en cada una de las áreas designadas, se aplicó el modelo de programación lineal (PL) presentado anteriormente.

El planteamiento del problema, se realizó en una hoja de cálculo en Excel (ver Figura 32). Las características del modelo, en cada caso, se presentan en la tabla 22.

Debido a la cantidad de variables y restricciones del problema, se empleó como herramienta para la solución del sistema de ecuaciones, el programa informático denominado *Premium Solver Products for Microsoft Excel* de FrontLine<sup>13</sup>, el cual permite dar solución a problemas de programación lineal, con un máximo de 2000 variables y 1000 restricciones. En el Anexo AE se describe el método de solución empleado por este software.

Tabla 22. Planteamiento del Problema para cada área designada

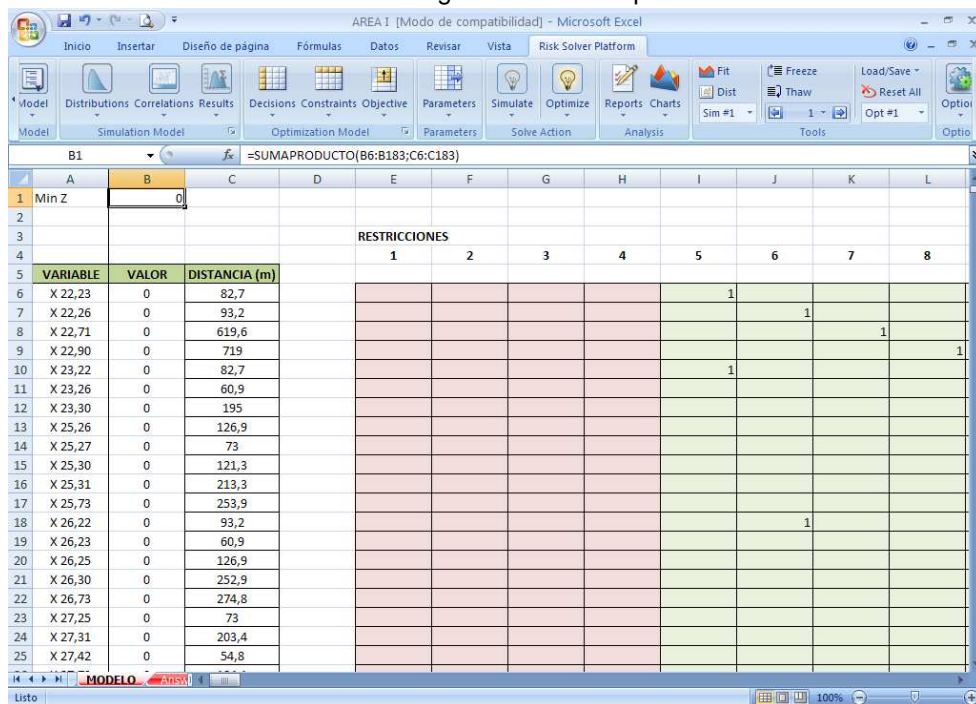
MODELO PL	ÁREA I	ÁREA II
CANTIDAD DE NODOS	39	25
NÚMERO DE VARIABLES	178	102
NÚMERO DE RESTRICCIONES	167	101

Fuente: Elaboración Propia.

<sup>12</sup> SANCHO, Jaime. Manual para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos municipales. Secretaría de Desarrollo Social.

<sup>13</sup> Programa disponible en internet <<http://www.solver.com/xlspremisolv.htm>>.

Figura 32. Planteamiento del Modelo de Programación lineal para el Área I



Fuente: Elaboración Propia.

A su vez, se realizó el análisis de sensibilidad del modelo, suponiendo una asignación de dos vehículos por área establecida, con el fin de probar la flexibilidad del mismo. Por otra parte, teniendo en cuenta los resultados con un solo camión, se aumentaron los tiempos de recolección en un 10%, para establecer la comparación con la programación de rutas actual, los resultados obtenidos se presentan en el Anexo AF.

En la tabla 23, se presenta la ruta establecida para el sistema de recolección de residuos del Área I, según los resultados del modelo.

Tabla 23. Ruta propuesta para la recolección de residuos en el Área I, según resultados del modelo matemático

RUTA ÁREA I					
GUIA DE RUTA	NÚMERO	NOMBRE PUNTO DE ACOPIO	GUIA DE RUTA	NÚMERO	NOMBRE PUNTO DE ACOPIO
1	R43	Caseta REASER	21	R90	Planta de Agua Potable
2	R83	HSE 01 Banco	22	R71	Planta de Agua Potable
3	R69	REF 07 Contenedor de Refractario	23	R73	SO 03 Generadores Diesel
4	R103	Taller de Mantenimiento	24	R97	Tolva Escoria L2
5	R67	Taller de Mantenimiento	25	R27	RKEF 09 Subestación Eléctrica 1
6	R78	MAT 02 Oficinas Bodega Principal	26	R42	RKEF 02 Bahía del Ascensor L2
7	R65	MAT 01 Herramientería	27	R96	Casa Verde
8	R88	RKEF 01 Oficinas DRKEF	28	R28	MAT 06 Subestación Eléctrica Uré
9	R63	TEC 01 Laboratorio y Metrología	29	MNR	PLANTA MNR
10	R107	REF 08 Patio Contenedores	30	R81	Oficina de Exploración
11	R54	REF 01 Producto Terminado	31	R72	SO 02 Planta de Aguas Residuales
12	R53	REF 04 Lado Sur Bodega de Reactivos	32	R75	SO 01 Oficinas Servicios de Operaciones
13	R57	REF 02 Estación de Compresores	33	R85	ING 01 Ingeniería de Proyectos
14	R60	REF 03 Bunker de la 60	34	R89	P&S 01 Casino
15	R31	RKEF 15 Bahía del Ascensor Línea 1	35	R92	P&S 03 Portería Principal
16	R30	RKEF 14 Pier 3 L1	36	R84	FPZ 01 Fundación Panzenú
17	R25	RKEF 10 Pier 3 L2	37	R94	P&S 04 Protección y Servicios
18	R26	RKEF 11 Pier 4 L2 Edificio Precipitador	38	R80	MAT 05 Sánchez Polo
19	R23	RKEF 13 Pier 5 L1	39	SALIDA	Portería de Contratistas
20	R22	RKEF 12 Espesador de Lodos Extrusoras			

Fuente: Elaboración Propia.

Con la propuesta para la ruta de recolección de residuos en el Área I, el vehículo recorre una distancia total de 6.463,85 metros, valor obtenido para la función objetivo del modelo. De igual forma, se determinó el tiempo estimado para la ruta, teniendo en cuenta el tiempo promedio que se demora el personal en cada uno de los puntos de acopio (estimado por observaciones en campo), para realizar la recolección de los residuos en forma separada, al dedicar un recorrido para la recolección de los residuos orgánicos y reciclables, y otro recorrido para la recolección de los residuos incinerables y peligrosos (ver Tabla 24); el tiempo en sitio y el tiempo de transporte (este tiempo se estimó, considerando una velocidad promedio de 25 Km/hora, se tuvo en cuenta que la velocidad máxima permitida en las instalaciones de CMSA es de 30 Km/hora).

Tabla 24. Tiempos Estimados de Recolección por punto de acopio (Área I)

RUTA AREA I							
GUIA DE RUTA	NÚMERO	TIEMPO PROMEDIO DE RECOLECCIÓN ORGÁNICO Y RECICLAJE(min)	TIEMPO PROMEDIO DE RECOLECCIÓN INCINERABLES Y RESPEL(min)	GUIA DE RUTA	NÚMERO	TIEMPO PROMEDIO DE RECOLECCIÓN ORGÁNICO Y RECICLAJE(min)	TIEMPO PROMEDIO DE RECOLECCIÓN INCINERABLES Y RESPEL(min)
1	R43	3	2	21	R90	6	3
2	R83	3	1	22	R71	2	2
3	R69	4	3	23	R73	1	2
4	R103	5	7	24	R97	3	3
5	R67	5	7	25	R27	2	2
6	R78	15	2	26	R42	6	5
7	R65	6	3	27	R96	4	3
8	R88	3	1	28	R28	4	2
9	R63	6	2	29	MNR	8	5
10	R107	4	3	30	R81	4	2
11	R54	2	3	31	R72	2	2
12	R53	3	2	32	R75	5	5
13	R57	4	4	33	R85	2	1
14	R60	7	0	34	R89	22	4
15	R31	4	3	35	R92	3	1
16	R30	3	2	36	R84	1	3
17	R25	1	2	37	R94	3	1
18	R26	1	1	38	R80	5	2
19	R23	1	2	39	SALIDA	0	0
20	R22	2	3				

Fuente: Elaboración Propia.

Los tiempos totales establecidos para el recorrido de recolección de residuos orgánico y reciclaje, y el recorrido de recolección de residuos incinerables y peligrosos, se presentan en la tabla 25.

Tabla 25. Tiempos estimados ruta propuesta Área I

<b>TIEMPOS ESTIMADOS PARA RUTA PROPUESTA ÁREA I</b>		
<b>RECORRIDO</b>	<b>RECOLECCIÓN ORGÁNICO Y RECICLAJE</b>	<b>RECOLECCIÓN INCINERABLES Y PELIGROSOS</b>
<b>TIEMPOS</b>		
TIEMPO EN RECORRIDO (min)	15,513	15,513
T. RECORRIDO A DISPOSICIÓN (min)	30	30
TIEMPO RECOLECCIÓN (min)	165	101
TIEMPO EN SITIO (min)	33	27
<b>TIEMPO TOTAL POR RUTA (min)</b>	<b>243,513</b>	<b>173,513</b>
<b>TOTAL JORNADA (min)</b>	<b>417,026</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26. Ruta propuesta para la recolección de residuos en el Área II, según resultados del modelo matemático

<b>RUTA ÁREA II</b>					
<b>GUIA DE RUTA</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>NOMBRE PUNTO DE ACOPIO</b>	<b>GUIA DE RUTA</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>NOMBRE PUNTO DE ACOPIO</b>
1	R43	Caseta REASER	14	R10	PM 10 Reclamador BM 150
2	R5	MAT 07 Bodega K	15	R12	PM 07 Tolva BN – 151
3	R6	MINA 05 Bodega de Agentes Oxidantes	16	R13	PM 06 Secador DR 01
4	R100	MINA 03 Estación de ACPM	17	R16	PM 05 Subestación 4A
5	R4	MINA 04 Plataforma Lavado Equipo Pesado	18	R17	PM 04 Precipitador DC01
6	R3	Planta de Emulsión	19	R18	PM 02 Casa de Transferencia – Vía
7	R2	MINA 01 Oficina Operación Mina	20	R19	PM 03 Silo de carbón BN11
8	R99	MINA 02 Parqueadero de Equipo Pesado	21	R101	PM 01 Oficinas Mantenedores
9	R105	ING 02 Patio de Contenedores Contratistas	22	R79	MAT 03 Bodega Aduana
10	R8	PM 12 Casa Verde – Vía (Planta Piloto Upgrading)	23	R61	REF 05 Planta de Recuperación Nivel Inferior
11	R9	PM 11 Muestreador SA 100	24	R62	REF 06 Planta de Recuperación Área de Corte
12	R11	PM 09 Reclamador BM 151	25	SALIDA	Portería de Contratistas
13	R7	PM 08 Patio de Trituradora			

En la tabla 26, se presenta la ruta establecida para el sistema de recolección de residuos del Área II, según los resultados del modelo.

Con la propuesta para la ruta de recolección de residuos en el Área I, el vehículo recorre una distancia total de 6.631,22 metros, valor obtenido para la función objetivo del modelo; al comparar los resultados para las dos áreas, se observa que la distancia recorrida varía sólo en 167,37 metros, lo cual garantiza en cierto punto, el equilibrio en la distribución de cargas para los dos equipos de trabajo.

Al igual que para el Área I, se determinó el tiempo estimado para la ruta, teniendo en cuenta las mismas premisas mencionadas anteriormente. Los tiempos promedio de recolección en los puntos de acopio, estimado por observaciones en campo, se presenta en la tabla 27.

Tabla 27. Tiempos Estimados de Recolección por punto de acopio (Área II)

RUTA ÁREA II							
GUIA DE RUTA	NÚMERO	TIEMPO PROMEDIO DE RECOLECCIÓN ORGÁNICO Y RECICLAJE(min)	TIEMPO PROMEDIO DE RECOLECCIÓN INCINERABLES Y RESPEL(min)	GUIA DE RUTA	NÚMERO	TIEMPO PROMEDIO DE RECOLECCIÓN ORGÁNICO Y RECICLAJE(min)	TIEMPO PROMEDIO DE RECOLECCIÓN INCINERABLES Y RESPEL(min)
1	R43	0	0	14	R10	1	2,00
2	R5	2	2,00	15	R12	4	4,00
3	R6	2	2,00	16	R13	4	3,00
4	R100	1	1,00	17	R16	2	2,00
5	R4	4	4,00	18	R17	5	2,00
6	R3	2	3,00	19	R18	4	1,00
7	R2	3	2,00	20	R19	1	1,00
8	R99	2	3,00	21	R101	2	2,00
9	R105	2	2,00	22	R79	14	2,00
10	R8	3	1,00	23	R61	5	3,00
11	R9	5	3,00	24	R62	5	2,00
12	R11	3	3,00	25	SALIDA	0	0
13	R7	3	3,00				

Fuente: Elaboración Propia.

Los tiempos totales establecidos para el recorrido de recolección de residuos orgánico y reciclaje, y el recorrido de recolección de residuos incinerables y peligrosos, se presentan en la tabla 28.

Para mostrar la viabilidad de la propuesta, se realizó la comparación entre los tiempos estimados y los tiempos reales de la ruta actual (según los resultados del estudio de tiempos); los cuales se presentan en la tabla 29.

Tabla 28. Tiempos estimados ruta propuesta Área II

<b>TIEMPOS ESTIMADOS PARA RUTA PROPUESTA ÁREA II</b>		
<b>RECORRIDO</b>	<b>RECOLECCIÓN ORGÁNICO Y RECICLAJE</b>	<b>RECOLECCIÓN INCINERABLES Y PELIGROSOS</b>
<b>TIEMPOS</b>		
TIEMPO EN RECORRIDO (min)	15,915	15,915
T. RECORRIDO A DISPOSICIÓN (min)	30	30
TIEMPO RECOLECCIÓN (min)	79	53
TIEMPO EN SITIO (min)	24	21
<b>TIEMPO TOTAL POR RUTA (min)</b>	<b>148,915</b>	<b>119,915</b>
<b>TOTAL JORNADA (min)</b>	<b>268,830</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29. Comparación Rutas Propuestas vs. Ruta actual

<b>TIEMPOS ESTIMADOS PARA RUTAS PROPUESTAS</b>				<b>TIEMPO RUTA ACTUAL</b>
<b>RECORRIDO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>TOTAL SISTEMA</b>	<b>RECOLECCIÓN RUTAS ACTUALES (Resultados Estudio de Tiempos)</b>
<b>TIEMPOS</b>				
<b>TIEMPO TOTAL POR RUTA (min)</b>	<b>417,026</b>	<b>268,830</b>	<b>685,856</b>	<b>799</b>
<b>COMPARACIÓN (min)</b>	<b>113,144</b>			

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa, con las rutas propuestas se logra una reducción sustancial en los tiempos de recorrido y recolección, representados en 113,144 minutos de la jornada laboral.

Con la implementación de las rutas propuestas y la sensibilización del personal para evitar tiempos muertos por actividades innecesarias, el cual representa un 6,12% del total de la jornada laboral (según lo establecido en el capítulo 12), es decir, 36.72 minutos; se puede lograr una mejora sustancial en el sistema de

recolección de residuos, garantizada por 149.864 minutos, que pueden ser empleados, según las tasas de generación, en cubrir una mayor cantidad de viajes o apoyar la recolección de la ruta especial.

Según los tiempos estimados, es posible realizar el número de viajes presentado en la tabla 30, para cada una de las rutas, teniendo en cuenta que en la jornada de la mañana se realiza la recolección de residuos orgánicos y reciclaje, y en la jornada de la tarde se realiza la recolección de los residuos incinerables y peligrosos.

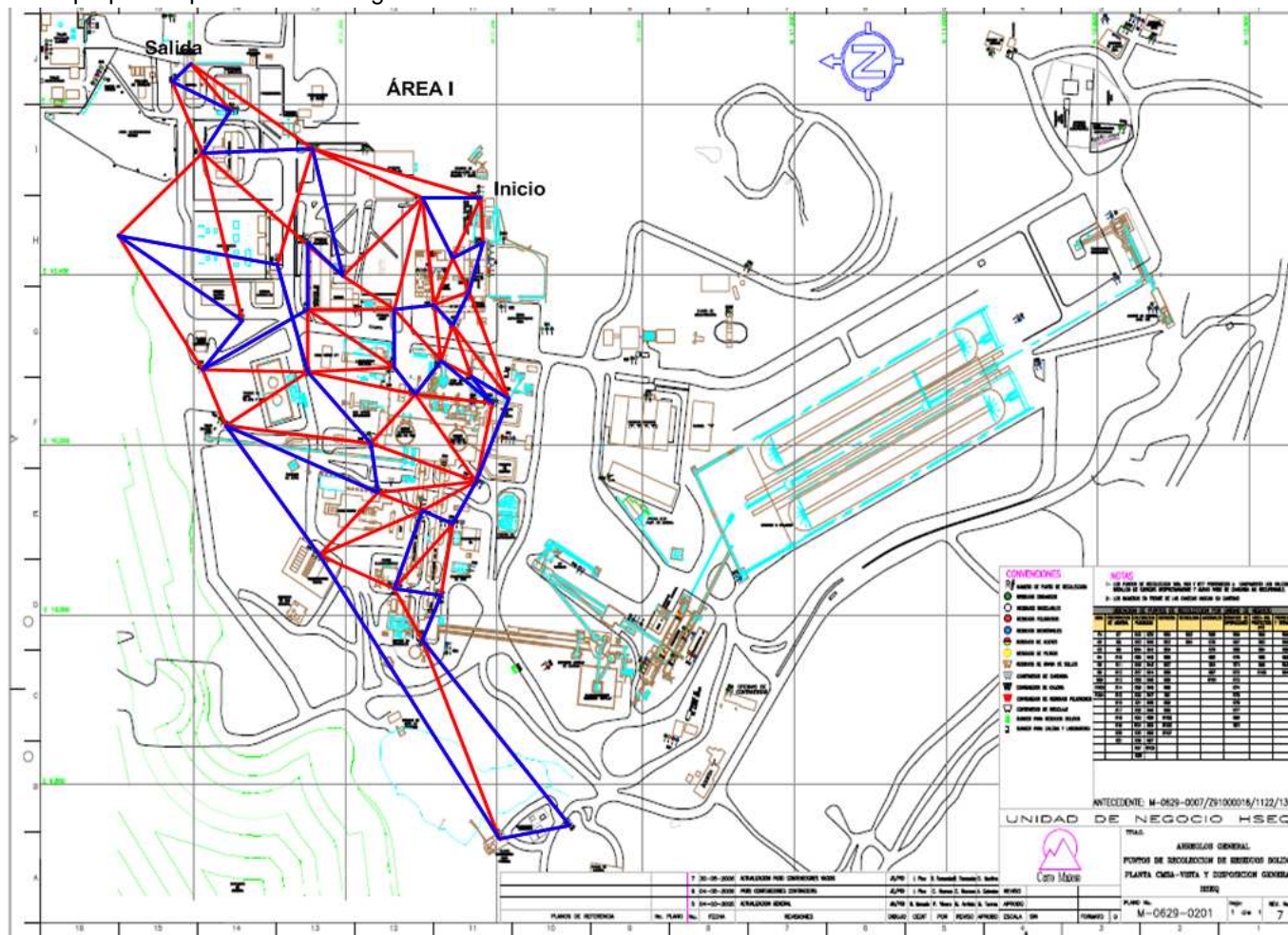
Tabla 30. Número de viajes posibles según las rutas propuestas

	RUTA 1		RUTA 2	
	JORNADA DE LA MAÑANA	JORNADA DE LA TARDE	JORNADA DE LA MAÑANA	JORNADA DE LA TARDE
JORNADA LABORAL (min)	360	240	360	240
TIEMPO MUERTO ACTIVIDADES NECESARIAS (min)	57,6	38,4	57,6	38,4
TIEMPO RUTA (min)	243,513	173,513	148,915	119,915
<b>NÚMERO DE VIAJES POSIBLES</b>	<b>1,195</b>	<b>1,133</b>	<b>1,743</b>	<b>1,516</b>

Fuente: Elaboración Propia.

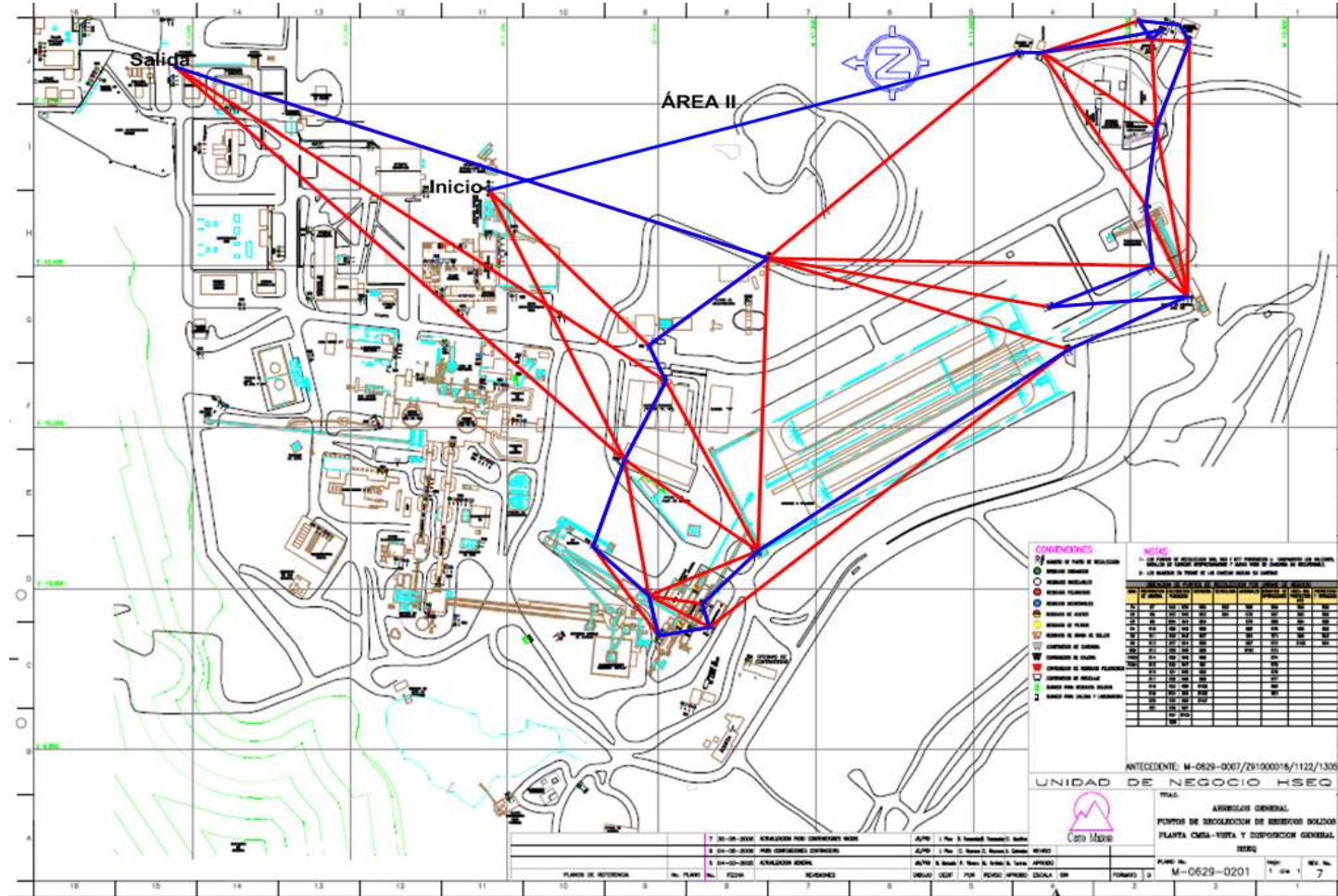
En las figuras 33 y 34, las líneas azules representan las rutas propuestas para el sistema de recolección de residuos de CMSA.

Figura 33. Ruta propuesta para el Área I según resultados del modelo matemático



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 34. Ruta propuesta para el Área I según resultados del modelo matemático



Fuente: Elaboración Propia.

## **15.2 PROPUESTA DE EFICIENCIA EN LA ASIGNACIÓN DE CARGAS DE TRABAJO AL PERSONAL**

Uno de los aspectos más importantes para aumentar la eficiencia en un proceso, hace referencia a la utilización del tiempo disponible del personal asignado, con el fin de abarcar la mayor cantidad de actividades posibles, sin causar traumatismos.

A través del estudio de tiempos, análisis de capacidad y cargas de trabajo, presentado en el Capítulo 8, se concluyó que existen áreas susceptibles de recibir mayor carga y otras que requieren colaboración del personal actual. Las áreas en las cuales se concibe un reajuste de los planes de trabajo son: Relleno Sanitario, trampas de grasa, recuperación de filtros, incineración y tanque de aceite usado.

**15.2.1 Reajuste Plan de Trabajo en el Relleno Sanitario.** De acuerdo con los resultados obtenidos para el análisis de cargas en el área del Relleno Sanitario, se determinó una eficiencia de 56,845%, al evaluar las actividades realizadas en una semana normal de trabajo.

Al examinar las labores realizadas, se evidenció que existen actividades que se realizan con una frecuencia de realización, inferior a la necesaria, bajo la premisa que la jornada laboral no es suficiente, sin embargo, de acuerdo a los resultados del estudio de tiempos es evidente que se puede lograr una ampliación de la carga de trabajo asignada, y de esta forma, garantizar que el área se encuentre bajo control en todos los aspectos.

Las actividades a las que se hace referencia, en el párrafo anterior, son la limpieza de los canales perimetrales de las trincheras y el aseo de las zonas verdes. En una jornada promedio, se considera la limpieza de una sola trinchera y de aproximadamente 100 m<sup>2</sup> de zonas verdes.

De acuerdo al análisis realizado, en las tablas 31 a 33, se presenta la forma en que se puede estructurar el plan de trabajo por día, para cada uno de los auxiliares, con el objetivo de aumentar la eficiencia del área y garantizar el control de la misma.

Tabla 31. Plan de trabajo propuesto para el Relleno Sanitario para los días Lunes, miércoles y viernes

<b>LUNES - MIÉRCOLES - VIERNES</b>			
<b>AUXILIAR 1</b>		<b>AUXILIAR 2</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO (min)</b>
Limpieza de canales perimetrales	356,87	Actividades de Inspección y aseo específicas	119,086
Operación del Relleno	93,321	Operación del Relleno	93,321
		Inspección y ubicación de tacos; ubicación de vehículos	6,937
		Limpieza de Zonas Verdes	83,397
		Preparación e inspección envío de lixiviados del Pondaje a la Piscina	60
		Preparación e inspección, envío de lixiviados de la Piscina a la PTAR	40
		Inspección, apertura y cierre de registros y techo móvil en la Piscina y pondaje de lixiviados	30
<b>TIEMPO TOTAL (min)</b>	<b>450,191</b>	<b>TIEMPO TOTAL (min)</b>	<b>432,741</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 32. Plan de trabajo propuesto para el Relleno Sanitario para el día martes

<b>MARTES</b>			
<b>AUXILIAR 1</b>		<b>AUXILIAR 2</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO (min)</b>
Limpieza de Canales Perimetrales	270,16	Actividades de Inspección y aseo específicas	119,086
Operación del Relleno	93,321	Inspección y ubicación de tacos; ubicación de vehículos	6,937
Inspección, apertura y cierre de registros y techo móvil en la Piscina y pondaje de lixiviados	30	Operación del Relleno	93,321
		Limpieza de Zonas Verdes	83,397
		Limpieza de Canales Perimetrales	96,718
<b>TIEMPO TOTAL (min)</b>	<b>393,481</b>	<b>TIEMPO TOTAL (min)</b>	<b>399,459</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 33. Plan de trabajo propuesto para el Relleno Sanitario para el día jueves

<b>JUEVES</b>			
<b>AUXILIAR 1</b>		<b>AUXILIAR 2</b>	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO (min)</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO (min)</b>
Cubrimiento y compactación de celdas	298	Cubrimiento y compactación de celdas	298
Operación del Relleno	93,321	Operación del Relleno	93,321
Inspección y ubicación de tacos; ubicación de vehículos	6,937	Actividades de Inspección y aseo especiales	126,183
Actividades de Inspección y aseo específicas	119,086		
<b>TIEMPO TOTAL (min)</b>	<b>517,344</b>	<b>TIEMPO TOTAL (min)</b>	<b>517,504</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Como se observa en los planes de trabajo, se contempla la posibilidad de realizar la limpieza de las cuatro trincheras y, de aumentar el área de zona verde aseada por día a 300 m<sup>2</sup>. Estas actividades se realizarían cuatro días a la semana, exceptuando el día jueves en el cual se realiza el cubrimiento y compactación de las celdas de residuos con escoria, donde las actividades de inspección y aseo se realizarían de acuerdo al plan actual (limpieza de una trinchera y aseo de 100 m<sup>2</sup> de zonas verdes). Los días establecidos para las actividades, pueden ser sujetos a cambios, según se requiera.

En la tabla 34, se presentan los tiempos empleados para determinar las cargas, según, el aumento de las unidades a realizar en cada uno de los casos.

Tabla 34. Carga de trabajo por actividades de aseo especiales

<b>CARGA DE TRABAJO POR ACTIVIDADES DE ASEO ESPECIALES</b>					
<b>CICLO</b>	<b>TIEMPO TIPO (min)</b>	<b># OPERARIOS</b>	<b>UNIDADES A REALIZAR</b>	<b>CARGA POR TRASLADOS (min)</b>	<b>CARGA DE TRABAJO PROMEDIO POR DÍA (min)</b>
Canales perimetrales de la Trinchera	86,718	1	4 Canales	10	356,870
Zonas Verdes	24,466	1	300 m <sup>2</sup>	10	83,397
<b>CARGA DE TRABAJO PROMEDIO POR DÍA ACTIVIDADES ESPECIALES (min)</b>					<b>435,267</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 35. Determinación de la eficiencia del área de acuerdo al plan de trabajo propuesto

ÁREA	ACTIVIDAD	UNIDAD DE RESULTADO	CARGA DE TRABAJO ACTUAL (Parcial)	TIEMPO DISPONIBLE	TIEMPO EN ACTIVIDADES ADICIONALES		CARGA DE TRABAJO TOTAL	EFICIENCIA EN LA UTILIZACIÓN DEL TIEMPO (%)
RELLENO SANITARIO	Actividades de Inspección y Aseo Específicas	-	119,086 min/día	1000 min/día	Auxiliar 1	30 min/día	797,931 min/día	79,793%
	Actividades de Aseo Especiales	4 Canales	354,870 min/día			60 min/sem		
		300 m <sup>2</sup>	80,397 min/día			40 min/sem		
	Operación del Relleno Sanitario	174,469 Kg R1	193,579 min/día		Auxiliar (2)	218 min/sem	4387,655 min/sem	87,753%
		261,703 Kg R2				50 min/sem		
		704 Kg Ciudadela				30 min/sem		
						100 min/sem		

Fuente: Elaboración Propia.

Como resultado de la aplicación de este plan de trabajo se estima una eficiencia del 87,753%, contemplando una semana normal de trabajo, lo que significa un aumento en 30,908% respecto a la eficiencia actual, en el área del Relleno Sanitario (ver tabla 35). El porcentaje restante, es decir, el 12,247% del tiempo puede ser empleado para cubrir eventualidades o variaciones en las tasas de generación de residuos, las cuales afectarían los tiempos de operación del relleno.

**15.2.2 Reajuste Plan de Trabajo para la Limpieza de Trampas de Grasa.** En las trampas de grasa sucede un caso similar al observado en el relleno sanitario, es posible aumentar la frecuencia de la limpieza de trampas de grasa críticas para el proceso, como lo son las del Casino y la del Taller de Mantenimiento Mina.

Conforme al análisis de cargas presentado, se halló una eficiencia de 89,658% en la utilización del tiempo disponible, durante una semana normal de trabajo.

Al contemplar el aumento en la frecuencia de la limpieza de las trampas de grasa mencionadas anteriormente, es decir, aumentar a tres veces por semana la limpieza de las trampas del casino y a dos veces por semana la limpieza de la trampa del Taller de Mantenimiento Mina, se alcanza una eficiencia del 94,042%. Este valor representa un aumento del 4,384%, respecto a la eficiencia estimada según la información del análisis de cargas de trabajo.

En la tabla 36, se presentan los tiempos empleados para determinar la carga de trabajo, según las nuevas condiciones, de igual forma en la tabla 37, se muestran los datos para el cálculo de la eficiencia del área.

Tabla 36. Carga de trabajo por limpieza de trampas de grasa

CICLO	UNIDADES A REALIZAR		TIEMPO TIPO (min)	CARGA DE TRABAJO POR LIMPIEZA (min/sem)	TIEMPO ASIGNADO A REVISIONES (min/sem)	CARGA TOTAL (min/sem)	CARGA DE TRABAJO TOTAL (min/sem) Según # Operarios de referencia
Limpieza Trampas del Casino	3	veces/sem/trampa	38,684	620,411	750	1370,411	2740,824
Limpieza Trampa de aceite Taller	2	veces/sem	17,989				
Mantenimiento Mina	11	trampas/ sem	32,030				

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 37. Determinación de la eficiencia del área de acuerdo al plan de trabajo propuesto

ÁREA	ACTIVIDAD	CARGA DE TRABAJO ACTUAL (Parcial)	# OPERARIOS	TIEMPO DISPONIBLE	TIEMPO EN ACTIVIDADES ADICIONALES		CARGA DE TRABAJO TOTAL	EFICIENCIA EN LA UTILIZACIÓN DEL TIEMPO (%)
TANQUE DE ACEITE USADO	Limpieza de Trampas de Grasa	2740,824 min/sem	2	4350 min/sem	Auxiliares (2)	1200 min/sem Limpieza Trampa de Grasa Batallón	4090,824 min/sem	94,042%
						150 min/sem Descanso e hidratación		

Fuente: Elaboración Propia.

**15.2.3 Reajuste Plan de Trabajo en el Área de Incineración.** El área de Incineración es un área crítica para el proceso, debido a la cantidad de residuos impregnados que se generan como resultado de las actividades productivas de CMSA, así como por el horario en el que se realiza el procedimiento (jornada de la tarde 3:00 p.m. a 11:00 p.m.) y, por las restricciones que se presentan para lograr la autorización de adición de residuos a la banda CV-29, para su incineración en el calcinador de la línea uno.

A través, del análisis de cargas se evidenció, que además de la situación mencionada, no se cuenta con el recurso humano en las cantidades necesarias para mantener bajo control la incineración de los residuos generados durante una semana. De acuerdo a las estimaciones realizadas, para el picado y la incineración total de los residuos generados, se requieren 3 operarios adicionales, destinados tiempo completo a esta actividad, sin embargo, esta no es una solución económicamente viable para el proceso, ni para su administración. Razón por la cual se contempla la posibilidad, de realizar una programación exacta de las actividades a realizar durante cada jornada, evitando los tiempos improductivos y las demoras para dar inicio a las actividades. De igual forma es necesario mantener niveles de residuos almacenados en la bodega de residuos a incinerar, con el fin de evacuarlos paulatinamente, sin exceder el espacio limitante y, considerar el apoyo por parte de otras áreas del proceso, cuando las tasas de generación de residuos así lo permitan. Por ejemplo, según el análisis realizado, el auxiliar destinado al área de recuperación de filtros, puede laborar durante una jornada de la semana en el proceso de incineración, sin causar traumatismo en su área, lo cual garantizaría 500 minutos adicionales a la semana.

Por otra parte, durante la jornada de la tarde, participan cinco personas, tres asignadas al proceso de incineración, de las cuales una, dedica aproximadamente dos horas por jornada a actividades de recolección de residuos con el

minicargador y, otras dos asignadas a recolectar residuos; sería importante para el proceso, que la administración contemple la posibilidad de asignar durante media jornada al auxiliar del sistema de recolección, a la actividad de incineración, debido a que la fase de recolección de residuos es básicamente controlada durante la jornada del día. Teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas anteriormente, en las tablas 38 a 40, se presenta una propuesta de programación del trabajo para el área de incineración de residuos en CMSA, establecida por jornadas.

Tabla 38. Plan de trabajo para el proceso de incineración durante cuatro días de la semana

CUATRO DIAS A LA SEMANA								
Auxiliar 1 y 2			Auxiliar 3			Auxiliar 4		
Actividad	Cantidad (Kg.)	Tiempo (min)	Actividad	Cantidad (Kg.)	Tiempo (min)	Actividad	Cantidad (Kg.)	Tiempo (min)
Incineración de residuos	273,457	684	Picado de Residuos	163,836	285	Picado de Residuos	116,410	202,5
<b>TOTAL RESIDUOS INCINERADOS (Kg)</b>							<b>273,457</b>	
<b>TOTAL RESIDUOS PICADOS (Kg)</b>							<b>280,245</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 39. Plan de trabajo para el proceso de incineración durante un día de la semana

UN DIA A LA SEMANA								
Auxiliar 1 y 2			Auxiliar 3			Auxiliar 4		
Actividad	Cantidad (Kg.)	Tiempo (min)	Actividad	Cantidad (Kg.)	Tiempo (min)	Actividad	Cantidad (Kg.)	Tiempo (min)
Picado de Residuos	393,206	684	Picado de Residuos	163,836	285	Picado de Residuos	116,410	202,5
<b>TOTAL RESIDUOS INCINERADOS (Kg)</b>							<b>393,206</b>	
<b>TOTAL RESIDUOS PICADOS (Kg)</b>							<b>280,245</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 40. Plan de trabajo para el proceso de incineración durante un día de la semana

UN DIA A LA SEMANA								
Auxiliar 1 y 2			Auxiliar 3			Auxiliar 4		
Actividad	Cantidad (Kg.)	Tiempo (min)	Actividad	Cantidad (Kg.)	Tiempo (min)	Actividad	Cantidad (Kg.)	Tiempo (min)
Incineración Pasta Taponadora	1959	87,137	Incineración Pasta Taponadora	-	87,137	Picado de Residuos	116,410	202,5
Incineración Grasas	677	15	Incineración Grasas	-	15			
Picado de Residuos	334,491	581,863	Picado de Residuos	105,121	182,863			
<b>TOTAL PASTA TAPONADORA INCINERADA (Kg)</b>							<b>1959</b>	
<b>TOTAL GRASAS INCINERADAS (Kg)</b>							<b>677</b>	
<b>TOTAL RESIDUOS PICADOS (Kg)</b>							<b>556,021</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la información presentada en la tabla 41, bajo la premisa de considerar la asignación de un auxiliar durante medio tiempo, es posible aumentar la cantidad de residuos que pueden ser tratados durante una jornada de trabajo, manteniendo un nivel de almacenamiento en la bodega del 30.814% del total de residuos incinerables generados, lo cual indica, que se reduce el tiempo extra requerido en un 23.74% (ver tabla 42). Bajo estas condiciones se podría dar un mayor soporte al procedimiento, sin incurrir en mayores costos y sin causar traumatismos en otras áreas.

Tabla 41. Comparación de la cantidad de residuos incinerados y residuos generados

RESIDUOS	RESIDUOS INCINERADOS (Kg/sem)	RESIDUOS GENERADOS (Kg/sem)	RESIDUOS PARA ALMACENAMIENTO TEMPORAL (Kg/sem)
INCINERACIÓN PASTA TAPONADORA	1959	1959	0
INCINERACIÓN GRASAS	677	677	0
INCINERACIÓN RESIDUOS IMPREGNADOS	1093,827	2755	1661
PICADO DE RESIDUOS	1957,247	2479,5	522

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 42. Resultados estimados de la propuesta

% ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS EN LA BODEGA	TIEMPO NECESARIO BAJO CONDICIONES ACTUALES (min/sem)	TIEMPO NECESARIO BAJO CONDICIONES PROPUESTAS (min/sem)	OPERARIOS NECESARIOS PARA CUBRIR TIEMPO RESTANTE
30,814%	5119,339	3904,339	2

Fuente: Elaboración Propia.

**15.2.4 Reajuste Plan de Trabajo en las áreas de recuperación de filtros y tanque de aceite usado.** Según los resultados obtenidos del análisis de cargas de trabajo, el área de recuperación de filtros presenta una eficiencia del 70.688%, es decir, existe un tiempo muerto de 143 minutos al día, que puede ser empleado

en otras actividades. De igual forma, en el tanque de aceite usado se presenta una eficiencia estimada del 86.101%, con un tiempo improductivo de 73 minutos al día.

Contemplando las necesidades planteadas por la administración, es indispensable contar con personal que pueda ser asignado a tareas eventuales, como son la organización de los residuos de chatarra que no son enviados a la Fundación San Isidro, y que se almacenan fuera del patio de chatarra; a actividades de aseo y organización de los Patios o a cubrir requerimientos de las unidades de negocios respecto al manejo de residuos.

De acuerdo al planteamiento anterior, es posible asignar al auxiliar del área de recuperación de filtros, durante dos horas al día y, al operario del tanque de aceite usado durante una hora al día, para cubrir cualquiera de las actividades mencionadas, según la necesidad de la administración.

### **15.3 PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Una de las bases fundamentales para gestionar de forma eficaz cualquier proceso, ya sea administrativo o productivo, es la *Información*; no obstante, en muchas ocasiones se generan y registran gran cantidad de datos, que impiden identificar con facilidad y en el momento preciso, los aspectos que requieren de mayor atención, perdiendo su valor de apoyo para la toma de decisiones en todos los niveles.

En el diagnóstico presentado en el capítulo 13, se identificó una debilidad relacionada con el estado de la información y, de acuerdo al análisis causa efecto realizado, se evidenció que debido a la cantidad de información registrada, se dificultaba su consulta y se requería de un mayor tiempo para realizar un análisis de la misma y emitir algún juicio.

El manejo de la información respecto a las clases y cantidades de residuos generados en CMSA, es complejo debido a la magnitud del proceso, por esta razón es necesario, contar con herramientas que faciliten el análisis y empleo de la información por parte del personal.

Como respuesta a la necesidad planteada en el párrafo anterior, se diseñó en Excel una herramienta que permite hacer seguimiento a la cantidad de residuos generados por clasificación establecida, teniendo como base el informe ambiental que se consolida cada mes. Este seguimiento es de vital importancia en el proceso, debido a que las tasas de generación son las que sustentan cada una de las actividades realizadas en el proceso, así como la programación del personal y la disponibilidad de tratamientos adecuados para las cantidades generadas.

La herramienta diseñada permite identificar visualmente, cuando se presentan disminuciones o aumentos en las tasas de generación de residuos, respecto al mes anterior. De acuerdo a la cuantificación realizada para los residuos, se consideró que una variación igual o superior al 20% en la generación de residuos orgánicos y al 30% en la generación de las demás clasificaciones, representa una alerta para el proceso, por esta razón es indispensable para la administración detectar tendencias a tiempo, con el fin de tomar las medidas necesarias según el caso. En la hoja de cálculo de Excel, en donde se registran las cantidades de residuos generados, se realiza la comparación entre un mes y el anterior, si la cantidad de residuos generados disminuyó en un 30%, la celda toma color amarillo, de igual forma, si se produce un aumento en el mismo porcentaje o no se generan residuos de esa clasificación durante varios periodos consecutivos, la celda toma el color rojo. Esta ayuda visual, permite a la administración identificar la presencia de variaciones y realizar los análisis pertinentes (ver figura 35).

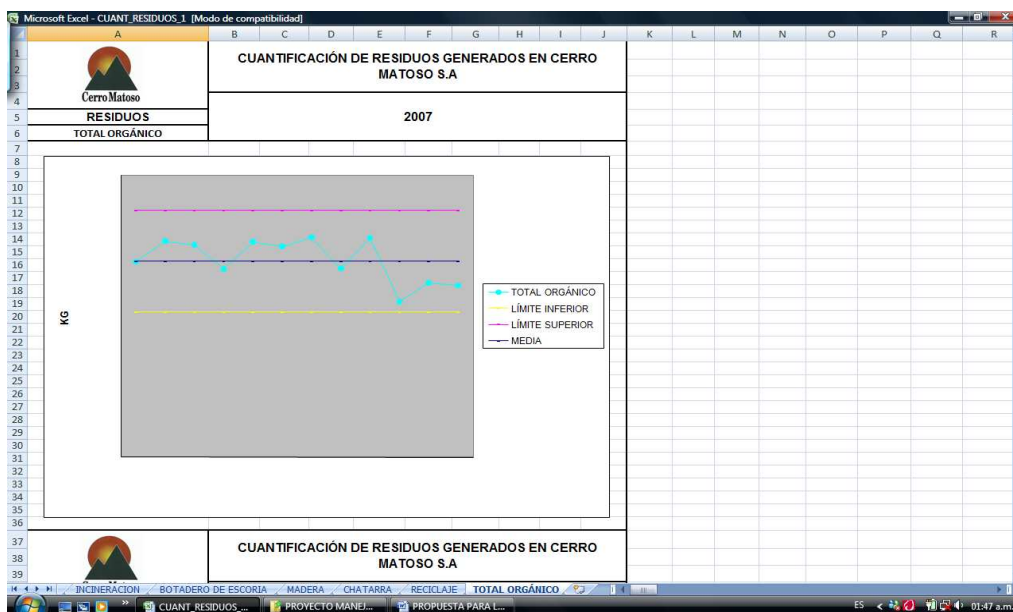
Figura 35. Herramienta de seguimiento a la cantidad de residuos generados mensualmente

2008												
RESIDUOS	jul-07	ago-07	sep-07	oct-07	nov-07	dic-07	ene-08	feb-08	mar-08	abr-08	may-08	jun-08
ORGÁNICO PARA EL RELLENO SANITARIO	10.149	11.990	10.586	12.654	10.035	8.198	8.727	7.261	1.850	8.152	9.962	8.565
ORGÁNICO PARA COMPOSTAJE	12.796	11.990	10.270	12.190	12.037	11.994	10.242	7.045	2.727	12.388	15.644	19.615
ORGÁNICO PARA CRÍA DE CERDOS	24.872	11.990	29.475	33.848	26.384	21.660	23.334	29.745	9.987	18.709	30.524	43.987
<b>TOTAL ORGÁNICO</b>	<b>47.817</b>	<b>11.990</b>	<b>50.331</b>	<b>58.692</b>	<b>48.456</b>	<b>41.852</b>	<b>42.303</b>	<b>44.051</b>	<b>14.564</b>	<b>39.249</b>	<b>56.130</b>	<b>72.167</b>
<b>RECICLAJE</b>	<b>15.058</b>	<b>11.876</b>	<b>15.451</b>	<b>16.580</b>	<b>15.443</b>	<b>12.624</b>	<b>12.375</b>	<b>12.026</b>	<b>2.759</b>	<b>10.933</b>	<b>11.869</b>	<b>11.135</b>
Plástico	8.893	6.119	7.548	9.293	7.889	5.912	5.633	6.135	2.081	5.199	6.134	5.340
Papel	1.152	996	2.102	911	1.161	1.042	1.815	867	204	1.466	1.103	1.262
Cartón	4.810	4.454	5.333	6.087	6.230	5.452	4.749	4.685	394	4.128	4.388	4.336
Madera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vidrio	135	159	294	170	99	333	114	117	45	78	188	141
Tetrapak	0	9	14	19	9	9	9	9	28	5	7	9
Aluminio delgado (Latas)	68	139	160	100	55	76	55	213	13	57	48	47
<b>CHATARRA</b>	<b>101.525</b>	<b>90.870</b>	<b>78.745</b>	<b>107.320</b>	<b>129.510</b>	<b>57.810</b>	<b>73.740</b>	<b>75.616</b>	<b>0</b>	<b>70.050</b>	<b>116.230</b>	<b>61.990</b>
<b>MADERA</b>	<b>55.540</b>	<b>44.090</b>	<b>63.360</b>	<b>57.040</b>	<b>89.910</b>	<b>44.065</b>	<b>46.000</b>	<b>40.840</b>	<b>1.530</b>	<b>48.500</b>	<b>46.270</b>	<b>48.040</b>
<b>BOTADERO DE ESCORIA</b>	<b>98.480</b>	<b>26.230</b>	<b>52.540</b>	<b>255.828</b>	<b>171.155</b>	<b>171.010</b>	<b>127.490</b>	<b>77.740</b>	<b>0</b>	<b>101.250</b>	<b>94.670</b>	<b>108.630</b>
Residuos de jardín	53.050	20.430	24.750	18.820	15.645	21.588	4.480	9.268	0	27.170	20.670	27.840
Escombros	48.430	5.800	25.260	219.130	155.510	149.430	116.550	68.480	0	70.440	74.000	77.990
Escoria derramada	0	0	2.530	17.870	0	0	6.460	0	0	3.640	0	2.860
Empaque producto terminado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>INCINERACION</b>	<b>26.698</b>	<b>23.017</b>	<b>17.060</b>	<b>50.246</b>	<b>25.543</b>	<b>28.949</b>	<b>23.564</b>	<b>20.191</b>	<b>3.077</b>	<b>10.274</b>	<b>21.728</b>	<b>25.202</b>
Residuos clínicos	330	272	244	362	313	292	338	361	227	325	296	315
Grasas industriales	1.020	510	278	714	636	1.680	460	325	0	220	310	88
Pasta taponadora	0	6.620	0	28.210	3.500	12.970	9.070	7.520	1.980	2.250	8.120	8.800
Estopa y residuos impregandos	12.610	13.420	9.195	13.558	15.560	7.937	12.240	10.511	870	6.405	12.200	12.846
Grasas de los casinos	12.738	2.195	7.343	7.402	5.534	6.470	1.456	1.474	0	1.074	794	3.153
<b>BODEGA DE SEGURIDAD</b>	<b>463</b>	<b>1.985</b>	<b>1.898</b>	<b>1.712</b>	<b>1.051</b>	<b>1.138</b>	<b>1.161</b>	<b>1.093</b>	<b>0</b>	<b>912</b>	<b>1.515</b>	<b>1.238</b>
Herbicidas y Plaguicidas	0	0	2	0	0	0	0	11	0	6	2	1
Residuos de Laboratorio	5	2	0	14	11	0	5	6	0	6	5	5
Aerosoles	6	8	5	8	20	5	15	0	0	18	6	10
<b>Consolidado Mes Residuos</b>	<b>81</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>46</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>71</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>71</b>	<b>5</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Adicionalmente, se establecieron gráficos de control por año, para cada una de las categorías de residuos, en los que se determinó un límite inferior, una media y un límite superior, según las tasas de generación históricas (ver Anexo AG). Se pretende que estos gráficos permitan al encargado del proceso, determinar cuándo las cantidades de residuos generados se encuentran bajo control y cuándo se presentan fluctuaciones que afectan la normalidad del proceso. Un punto por debajo del límite inferior no representa problemas, debido a que significa reducción en la generación del residuo, sin embargo, un punto por encima del límite superior indica una variación sustancial que debe ser analizada, además, a través de los gráficos se pueden identificar tendencias, que sirvan como fuente para la toma de decisiones por parte de la administración.

Figura 36. Gráficos de control para las cantidades de residuos generados mensualmente



Fuente: Elaboración Propia.

Es de vital importancia que la administración considere la implementación de este método, así como, de la herramienta presentada en el capítulo 6, sobre el registro y consulta de las clases de residuos por categoría, con el fin de mantener actualizada la información del proceso y evidenciar con facilidad situaciones que puedan afectar la normalidad de las operaciones ejecutadas.

#### 15.4 PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SUSCEPTIBLES DE RECUPERACIÓN

El aprovechamiento de los materiales encontrados en los residuos generados implica: la recuperación de materiales del flujo de residuos, el procesamiento intermedio, el transporte y el procesamiento final.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> TCHBANOGLOUS, George; THEISEN, Hilary y VIGIL, Samuel. Gestión Integral de Residuos Sólidos, Volumen II. McGraw-Hill, 1994. 807 p.

Las principales ventajas del reciclaje son la conservación de los recursos naturales y del espacio disponible en el relleno sanitario, por esta razón, es indispensable que dentro de los programas relacionados con la gestión de los residuos, se incluyan fuertes políticas de recuperación, basadas en las investigaciones correspondientes. Sin embargo, es importante resaltar, que los requisitos para el éxito de un programa de aprovechamiento de residuos son, la existencia de una demanda para los materiales y un valor en el mercado que permita a las empresas recicladoras, cubrir sus costos y obtener una utilidad.

En esta propuesta se presenta una investigación sobre los posibles tratamientos para algunos residuos críticos, de acuerdo a lo expuesto en el capítulo 11 y, los contactos a los cuales puede acceder CMSA, para gestionarlos en forma adecuada (ver Anexo AH). En este mismo anexo se presentan las ventajas de llevar a cabo la implementación de los tratamientos propuestos.

De igual forma es importante, que CMSA realice su registro en la Bolsa de Residuos y Subproductos Industriales, la cual es un mecanismo creado por el Centro Nacional de Producción más Limpias y Tecnologías Ambientales de Colombia para fomentar el intercambio de residuos y subproductos industriales, mediante transacciones de compraventa entre demandantes y ofertantes, a través, de la recuperación, el reciclaje y la reintroducción de dichos materiales a las cadenas productivas.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Página Web para realizar el registro: <<http://www.borsi.org/>>.

## **15.5 PROPUESTA DE REAJUSTE DEL PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL A EMPLEADOS Y CONTRATISTAS DE CMSA**

Uno de los principales problemas identificados durante la realización del proyecto, es la inadecuada clasificación de los residuos en la fuente generadora, la cual causa traumatismos en cada una de las fases subsecuentes del proceso.

A pesar de los grandes esfuerzos dedicados por la administración de CMSA, para ejecutar un efectivo programa de capacitación y sensibilización, en el tema de la gestión de los residuos, aún no se ha generalizado entre el personal, tanto directo como indirecto, la consciencia de depositar el residuo en el lugar indicado, según su clase y código de colores establecido.

En el análisis causa - efecto presentado en el Anexo W, se identificó que las causas por las cuales se presenta una inadecuada clasificación de los residuos se debe a dos factores, al hombre y al método:

### ***Hombre***

- Desconocimiento de las características de los residuos que genera.
- Actitud pasiva frente a temas ambientales.
- Olvido.

### ***Método***

- Capacitación con poco enfoque a la sensibilización.

A partir de las causas establecidas, se realizó el análisis del actual programa de sensibilización, con el objetivo de identificar oportunidades para incrementar la eficacia del mismo.

Actualmente, como herramienta para la gestión de los residuos, se lleva a cabo la sensibilización de empleados y contratistas, a partir de los siguientes medios:

- Comunicación masiva.
- Exposiciones.
- Folletos.
- Contactos personales.

De los medios mencionados, el utilizado con mayor frecuencia es el de la exposición de los temas relacionados con el manejo de los residuos generados, como consecuencia de las actividades realizadas. En estas charlas se explica el código de colores y se dan a conocer cada uno de los residuos que deben ir en las diferentes canecas. Estas capacitaciones son realizadas a todo el personal nuevo y a los empleados permanentes con una frecuencia semestral, para dar fortalecimiento a la gestión, una vez realizadas son evaluadas, para determinar el grado de comprensión de los temas tratados.

Como base para realizar un concepto objetivo de la metodología de sensibilización empleada, se asistió a cuatro charlas en unidades diferentes y de igual forma se evaluó el material de apoyo. Resultado de esta evaluación, se identificaron los siguientes aspectos, que pueden ser vistos como oportunidades de mejora para el proceso:

- Las exposiciones contemplan el mismo contenido y ejemplos, con poco enfoque a las actividades y residuos generados por las personas a las cuales se está capacitando. Lo que las hace más extensas y confusas.
- El material empleado contiene la información pertinente, relacionada con el código de colores y la separación que se debe dar a los residuos, sin embargo, teniendo como base el aspecto anterior, es necesario incluir

imágenes que permitan comunicar que actividades se realizan con los materiales que se recicla, haciendo énfasis en la generación de empleo y la minimización de los impactos ambientales. De igual forma se considera apropiado, realizar un pequeño video que muestre en forma didáctica las actividades realizadas por el proceso de Gestión de Residuos, con el objeto de demostrar la importancia que tiene sobre la operación normal de la compañía y de su contribución en la calidad de vida de los trabajadores.

- Es preciso contemplar la posibilidad de evaluar al personal que asiste a las capacitaciones, no al finalizar la misma, sino en un periodo de mínimo dos semanas, con el objeto de analizar el nivel de comprensión real de la información suministrada y, detectar su correcta aplicación. Esta metodología se puede implementar por área de trabajo, de acuerdo a las charlas realizadas.
- Para captar la atención y motivación del personal durante la charla, es necesario incluir en el programa de sensibilización, una actividad práctica, que permita la generación de preguntas y sugerencias.

Como resultado del análisis realizado se estableció un reajuste al actual programa de sensibilización, el cual incluye los aspectos mencionados.

Para establecer las actividades relacionadas con el programa de sensibilización, se elaboró una matriz de comunicación, en la que se establece *qué* información se desea comunicar, *quién* es el responsable, *cómo* y *cuándo* se debe comunicar (ver tabla 43).

Tabla 43. Matriz de comunicación interna

QUÉ	QUIÉN	CÓMO	CUÁNDO
<b>Residuos pertenecientes a cada clasificación y código de colores</b>	ADMINISTRADORES PROCESO GESTIÓN DE RESIDUOS DE CMSA	Capacitaciones	Según cronograma establecido para el Programa de Sensibilización
		Visitas a Frentes de Trabajo	
		Retroalimentación de los resultados de las evaluaciones realizadas	
		Campañas educativas, a través de CERRONET	Permanentemente
<b>Gestión realizada por el proceso</b>		Video	Durante las capacitaciones
<b>Resultados del Reciclaje de residuos</b>		Exposición a través de imágenes	Durante las capacitaciones

Fuente: Elaboración Propia.

La propuesta de reajuste en el programa de sensibilización, contempla una planeación adecuada de la misma, a través, del planteamiento de objetivos y metas específicas.

De igual forma se establece el material con el que se debe contar para la realización de las capacitaciones; se delimita el tiempo para cada sesión, incluyendo un espacio práctico para facilitar la comprensión de la información comunicada y se identifican actividades con sus correspondientes responsables.

A través de la propuesta presentada (ver Anexo AI), se busca aumentar el nivel de concientización del personal directo e indirecto de CMSA, en temas ambientales, con el objeto de garantizar la separación adecuada de los residuos en la fuente generadora y, de esta forma evitar reprocesos, mayores cargas de trabajo en cada una de las fases y, disposición inadecuada, por las características adquiridas por el residuo debido a su incorrecta clasificación.

## 16. CONCLUSIONES

- La observación de cada una de las actividades ejecutadas, a través del trabajo en campo, permitió adquirir un amplio conocimiento de las mismas, el cual facilitó la elaboración de la caracterización del proceso y la documentación de los procedimientos, los cuales, constituyen parte fundamental de la estandarización de la gestión.
- La identificación y análisis de los residuos generados por CMSA, permitió establecer una base de datos, que se convierte en una herramienta de apoyo para la administración, debido a que da la posibilidad de conocer las características principales de cada uno de los residuos y la forma en que se gestionan.
- Como resultado de la caracterización de los residuos por área de disposición, se identificaron debilidades relacionadas con la separación de los residuos en la fuente generadora, se estableció la clase de residuos que mayor impacto produce sobre cada área y se identificaron residuos dispuestos incorrectamente. Este estudio brindó bases para la argumentación de la propuesta de mejora planteada para el proceso.
- Con base en el estudio de tiempos, el análisis de capacidades y la cuantificación de los residuos generados, se establecieron las cargas de trabajo asignadas y la eficiencia de cada área, bajo las condiciones evaluadas; como resultado se obtuvieron valores de eficiencia entre el 56% y 100%, que al ser analizadas evidenciaron subutilización del recurso humano disponible en siete de las ocho áreas consideradas, como respuesta a esta situación se planteó dentro de la propuesta de mejora un reajuste de los planes de trabajo para una jornada laboral, en las áreas críticas.

- De acuerdo a la cuantificación de los residuos, se estimó una generación promedio de 21.919 Kg de residuos al día, como consecuencia de las actividades productivas y administrativas realizadas por CMSA. De igual forma, con base en los registros históricos, se establecieron las tasas de generación para cada una de las clases de residuos.
- A través del análisis y cuantificación de los residuos y, con base en los diagramas de Pareto elaborados, se concluyó que el 80% de los residuos generados hacen referencia a aquellos devueltos al proceso, es decir, los residuos que son dispuestos en los botaderos (botadero tierra y escombros, estéril, jardín y escoria), la chatarra y la madera, sin embargo, el manejo de estos residuos se encuentra bajo control, razón por la cual se realizó un segundo análisis sin incluirlos, el cual evidenció que los residuos que mayor impacto generan sobre el sistema y a los que es necesario dedicarles mayor atención, hacen referencia a los residuos orgánicos, incinerables y reciclables.
- Conocer la variación en las tasas de generación de residuos, permite estar alertas para cubrir cualquier eventualidad, por esta razón, se establecieron como factores que afectan las tasas de generación de residuos en CMSA, el desarrollo de proyectos, las paradas de mantenimiento de las líneas de producción y las épocas del año.
- Mediante el análisis del manejo actual de los residuos generados, se identificaron algunos residuos en la Bodega RESPEL y el Patio de Chatarra, que no han sido gestionados, debido a su complejidad; de igual forma se evidenció un conjunto de residuos que es dispuesto en el Relleno Sanitario, pero que aún es susceptible de recuperación. Estos residuos se contemplaron dentro de la propuesta de mejora, con el fin de dar a conocer a CMSA, información relacionada con tratamientos pertinentes para los mismos.
- El Sistema de Recolección de residuos se evaluó teniendo en cuenta las características de un sistema de caja fija, contemplando cuatro actividades

específicas: recolección, transporte, descarga en el sitio de disposición y tiempo muerto.

- Como resultado del estudio de tiempos realizado a la fase de recolección y transporte, se logró establecer que para las condiciones actuales, el 39% del tiempo en el sistema es dedicado a la recolección de residuos, el 18% al transporte de los mismos al área correspondiente de disposición o almacenamiento, el 9% a la descarga de los residuos recolectados en los vehículos y el 34% hace referencia a tiempo muerto en el sistema. Este tiempo muerto está constituido por actividades necesarias e innecesarias, de su evaluación, se logró concluir que el 82% de este tiempo es justificado, sin embargo, es necesario actuar sobre el 18% restante que hace referencia a los recesos esporádicos y al tiempo excesivo en el sitio de descarga de los residuos.
- El análisis de las rutas de recolección actuales, permitió evidenciar la necesidad de dar flexibilidad al sistema, debido a que existen cargas no equilibradas asignadas a los recursos, razón por la cual, con frecuencia es necesario realizar alteraciones a la programación, con el fin de cubrir eventualidades y dar apoyo a otros equipos de trabajo.
- El diagnóstico del proceso de Gestión Integral de Residuos de CMSA, se llevó a cabo contemplando tres aspectos principales: separación de residuos en la fuente generadora, recolección y transporte, almacenamiento y disposición final. Como resultado de este diagnóstico se evidenciaron cinco debilidades principales, que influyen en la efectividad del proceso: clasificación inadecuada de residuos, información dispersa, subutilización del recurso humano disponible en las áreas de trabajo, aprovechamiento parcial de los residuos y falta de flexibilidad en el sistema de recolección y transporte de residuos.
- Una vez evaluados los aspectos críticos del proceso, se diseñó un sistema de indicadores, que permiten medir cuantitativamente la gestión realizada y, hacer seguimiento a las principales variables.

- La propuesta de mejora presentada como resultado del estudio y análisis del proceso, se enfocó en combatir las debilidades detectadas, a través del diagnóstico realizado. La propuesta incluyó: Rediseño de las rutas de recolección mediante el modelado matemático de la situación actual; plan de asignación de cargas de trabajo; método de control para la información del proceso, relacionada con la cantidad de residuos generados; investigación sobre tratamientos de residuos, susceptibles de mejora en la gestión actual y adecuación del programa de sensibilización para empleados y contratistas de CMSA.
- El rediseño de las rutas de recolección se realizó, empleando como herramienta la Investigación de Operaciones, la cual permitió representar fielmente la realidad, a través, de un modelo matemático de programación lineal. Como resultado de la aplicación del modelo, se obtuvieron dos rutas con cargas equilibradas, en cuanto a distancias a recorrer y cantidad de puntos de acopio a visitar, además, de acuerdo a los tiempos establecidos, se estima una reducción de 233,144 minutos en el sistema global de recolección y transporte de residuos, el cual permite mayor flexibilidad.
- La propuesta de reajuste de las cargas de trabajo, contempla un aumento del 30,908% en la eficiencia del Relleno Sanitario y de 4,384% en la eficiencia del área de trampas de grasa; de igual forma, se estima una reducción del tiempo adicional requerido en el área de incineración en un 23,74%.
- Como respuesta a la necesidad de facilitar la gestión, consulta y actualización de la información y, de convertirla en fuente útil para la toma de decisiones, se diseñó una herramienta de control para la cantidad de residuos generados.
- El aprovechamiento y disposición adecuada de los residuos generados, es el principal objetivo del proceso. Con la investigación realizada respecto a la forma de gestionar los residuos que aún no reciben tratamiento, se estima que al implementarla, se lograría un aumento en el porcentaje de residuos tratados, disminución de los impactos ambientales y cumplimiento de la legislación.

- El reajuste al Programa de Sensibilización presentado, propone realizar capacitaciones, de acuerdo al personal que asiste a la misma e incluir actividades prácticas que permitan comprender con mayor facilidad los temas que se desean transmitir.

## 17. RECOMENDACIONES

- Evaluar y considerar la implementación de la propuesta de mejora realizada para el proceso, con el fin de aumentar la eficiencia y facilitar la gestión realizada por la Administración.
- Realizar investigaciones constantes sobre los tratamientos a que pueden ser sujetos los residuos generados, con el objetivo de aumentar el aprovechamiento de los mismos y garantizar el cumplimiento de la normatividad legal y las políticas ambientales de CMSA.
- Incentivar la participación del personal contratista, en el proceso de mejoramiento del Sistema de Gestión de residuos, de manera que se logre un avance progresivo hacia una gestión eficaz.
- Continuar con el programa de capacitación del personal, en materia de manejo de residuos, la cual garantiza el conocimiento exacto de las características y forma de tratamiento de los residuos generados.
- Aumentar la rotación del personal, a través de las diferentes áreas, con el objeto de crear empleados polivalentes, característica importante para la flexibilización del proceso y el cubrimiento de eventualidades.
- Mantener actualizada la información sobre clases y cantidad de residuos generados, con el fin de garantizar la administración y correcta disposición de los mismos.
- No desistir en los programas de sensibilización del personal, incluyendo innovaciones, a la forma en que se comunica la información y se involucra a los empleados en la gestión de los residuos generados.

- Considerar el presente trabajo como base, para el análisis y evaluación del manejo de residuos generados en las ciudadelas de CMSA.
- Continuar con el proceso de mejoramiento continuo, para conservar las fortalezas actuales del sistema, aprovechar las oportunidades y disminuir las debilidades presentadas como parte de la gestión.

## CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

OBJETIVOS DEL PROYECTO	
<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Diseñar una propuesta de mejoramiento del proceso de gestión integral de residuos en CMSA, basada en el análisis y diagnóstico de su operación actual, que permita crear condiciones adecuadas a nivel humano, ambiental y de seguridad.</p>	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
Elaborar la caracterización y documentación de los procesos que conforman la gestión integral de residuos en CMSA.	Capítulo 5
Realizar la caracterización de los residuos que llegan a los diferentes puntos de disposición final y evaluar su tratamiento.	Capítulos 6, 7 y 11
Efectuar el diagnóstico del proceso actual en función de los métodos, tiempos de trabajo, programación de rutas, volumen de residuos generados y demás factores que influyen en el ciclo normal de trabajo.	Capítulos 8, 9, 10, 12 y 13
Desarrollar un método de seguimiento y control del volumen de residuos generados por CMSA.	Capítulo 15
Evaluar las variables críticas dentro de la programación de rutas para la recolección de los residuos en las diferentes áreas de la planta con el objeto de diseñar rutas adecuadas para el proceso.	Capítulos 12 y 15
Diseñar indicadores que permitan medir cuantitativamente los procedimientos actuales y futuras mejoras.	Capítulo 14
Presentar una propuesta de mejoramiento de la gestión integral de residuos a partir del análisis, diagnóstico, y el estudio de tiempos realizado.	Capítulo 15

## BIBLIOGRAFÍA

TCHOBANOGLIOUS, George; THEISEN, Hilary y VIGIL, Samuel. Gestión Integral de Residuos Sólidos, Volumen I. McGraw-Hill, España 1994. 607 páginas.

TCHOBANOGLIOUS, George; THEISEN, Hilary y VIGIL, Samuel. Gestión Integral de Residuos Sólidos, Volumen II. McGraw-Hill, España. 609 – 1107 páginas.

ORTÍZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Publicaciones UIS.1999. 189 páginas

NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos. Benjamín W. Niebel. Editorial Alfaomega, tercera edición. México 1990. 814 páginas.

MANUAL DE LA FASE DE MANEJO DE RESIDUOS. Unidad de Negocios HSE, Cerro Matoso S.A.

COLOMER, Francisco José y GALLARDO, Antonio. Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos. Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2007. 319 Páginas.

COLLAZOS PEÑALOZA, Héctor. Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios, segunda edición. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia, 2005. 239 páginas.

CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas y JACOBS, Robert. Administración de Producción y Operaciones. Santa Fe de Bogotá. McGraw Hill. 2001. Pág. 262-265.

BELTRÁN JARAMILLO, Jesús Mauricio. Indicadores de gestión. Santafé de Bogotá ,1999. Pág. 36.

KRAJEWSKI, Lee; MALHOTRA, Manoj y RITZMAN, Larry. Administración de Operaciones: Procesos y Cadenas de valor, 8e. Pearson Prentice Hall. México, 2008.

EPPEN, G D, Gould, F.J.; SCHMIDT, C.P., Moore; Jeffrey H y Weatherford, Larry. Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa. 5º Edición.2000. Edit Pearson. Prentice Hall.

TAHA, Hamdy A. Investigación de Operaciones. Una Introducción, 6º Edic. 1998. Pearson

HILLIER, F. y LIEBERMAN, G. Introducción a la Investigación de Operaciones, Mc Graw Hill, 2003.

SANCHO, Jaime. Manual para el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos municipales. Secretaría de Desarrollo Social.

MANUAL TÉCNICO SOBRE GENERACIÓN, RECOLECCIÓN Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES. Secretaría de Desarrollo Social [Documento en línea]. Disponible en Internet: <[http://www.bajacalifornia.gob.mx/spa/servicios/residuos\\_solidos/manual\\_tec\\_generacion\\_recoleccion.pdf](http://www.bajacalifornia.gob.mx/spa/servicios/residuos_solidos/manual_tec_generacion_recoleccion.pdf)>.

DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE RUTAS Y FRECUENCIAS EN EL TRANSPORTE COLECTIVO URBANO, MODELOS Y ALGORITMOS. Antonio Mauttone; Héctor Cancela y María Urquhart. Departamento de Investigación Operativa. Universidad

de la República [Documento en línea]. Disponible en Internet:  
<[www.fing.edu.uy/inco/pedeciba/bibliote/reptec/TR0307.pdf](http://www.fing.edu.uy/inco/pedeciba/bibliote/reptec/TR0307.pdf)>.

OPTIMIZACIÓN EN REDES. Dr. Enrique F. Garza Escalante, Facultad de Ingeniería. [Documento en línea]. Disponible en Internet:  
<[http://cadiit.anahuac.mx/~sac/download/mige01/IIND5002/p/Optimizacion\\_en\\_Red.es.ppt](http://cadiit.anahuac.mx/~sac/download/mige01/IIND5002/p/Optimizacion_en_Red.es.ppt)>.

UN PROBLEMA LOGÍSTICO DE RUTEO DE VEHÍCULOS Y UNA SOLUCIÓN CON LA HEURÍSTICA R: UN CASO DE ESTUDIO. Scientia et Technica Año XIII, No. 37, Diciembre de 2007. Universidad Tecnológica de Pereira [Documento en línea]. Disponible en Internet  
<<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/849/84903770.pdf>>.

ACEITE USADO [Documento en línea]. Disponible en Internet  
<[www.dep.state.fl.us/waste/quick\\_topics/publications/shw/hazardous/Used-oil-brochure\\_spanish.pdf](http://www.dep.state.fl.us/waste/quick_topics/publications/shw/hazardous/Used-oil-brochure_spanish.pdf)>.

# ANEXOS

## ANEXO A. ZONAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS

ZONA	FOTOGRAFÍA	TRATAMIENTO
Bodega de Reciclaje		Los residuos reciclables son reclasificados para su comercialización.
Bodega de Residuos Peligrosos		Son tratados por terceros
Tanques de Aceite usado		Se emplean como combustibles para las extrusoras

ZONA	FOTOGRAFÍA	TRATAMIENTO
<p>Patio de chatarra</p>		<p>Comercializados</p>
<p>Patio de Madera</p>		<p>Enviada a la comunidad</p>
<p>Bodega de residuos para incinerar</p>		<p>Incineración en el calcinador</p>

## ANEXO B. ZONAS DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS




ZONA	FOTOGRAFÍA
<p>Relleno Sanitario</p>	
<p>Plataforma de Incineración</p>	
<p>Botadero de Escoria</p>	




ZONA	FOTOGRAFÍA
<p>Botadero de tierra y escombros</p>	
<p>Botadero de estéril</p>	
<p>Patio de Jardín</p>	




## **ANEXO C. CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO**

Para revisar este anexo, remítase al archivo en formato Documento de Microsoft Office Word 97 - 2003, ubicado en: \Anexos\Anexo C. Caracterización Proceso gestión de residuos.doc

### ANEXO D. LISTA DE PROCEDIMIENTOS DOCUMENTADOS

AREA	NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO
<p><b>BODEGA DE RECICLAJE</b></p>	<p>Reciclaje de Residuos</p> 
<p><b>RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE</b></p>	<p>Cambio de los contenedores de grasa de los secadores L1 – L2 y calcinador L1</p>  <p>Cambio de los contenedores de Pasta Taponadora en L1 y L2</p> 

AREA	NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO
<p><b>RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE (Continuación)</b></p>	<p>Recolección y Transporte de Residuos</p> 
<p><b>BODEGA RESPEL</b></p>	<p>Compactación de Latas metálicas</p>  <p>Almacenamiento de Residuos en Bodega de Residuos Peligrosos</p> 

AREA	NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO
<p style="text-align: center;"><b>TANQUE DE ACEITE USADO</b></p>	<p>Disposición de Aceite Usado</p> 
	<p>Envío de aceite desde Trampa de Grasa del Taller de Mantenimiento Mina a Tanque de Aceite Usado</p> 
	<p>Limpieza de Trampas de Grasa</p> 

AREA	NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO
<p><b>RELLENO SANITARIO</b></p>	<p>Disposición de residuos orgánicos en el Relleno Sanitario</p> 
	<p>Operación del Relleno Sanitario</p> 
<p><b>BODEGA DE RESIDUOS PARA INCINERAR Y PLATAFORMA DE INCINERACION</b></p>	<p>Incineración de Residuos</p> 


AREA	NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO
<p><b>PATIO DE CHATARRA</b></p>	<p>Manejo de Chatarra no recuperable</p> 
	<p>Recuperación de Filtros</p> 
<p><b>GENERAL</b></p>	<p>Clasificación en la Fuente</p> 

## **ANEXO E. PROCEDIMIENTOS ELABORADOS**


Este anexo está compuesto por un ejemplo de los procedimientos elaborados, para revisar, remítase a la carpeta, ubicado en: \Anexos\Anexo E. Procedimientos.

## ANEXO F. MODIFICACIONES A FORMATOS


- Registro de Reciclaje y Orgánico

 Cerro Matoso	CERRO MATOSO S.A.								
ZONA: MINA (Bodega de Clasificado)	REGISTRO DE RECICLAJE Y ORGANICO								
ARTICULOS	CANT.	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL
SEMANA DEL ____ AL ____ MES _____ AÑO _____									
PLASTICOS	Kg								
PAPEL	Kg								
VIDRIO	Kg								
LATAS DE GASEOSA	Kg								
TETRA BRIK	Kg								
<b>RESPEL RECUPERADO</b>	Kg								
CHATARRA AEROSOLES	Kg								
PLASTICOS FILTROS	Kg								
BALASTOS	Kg								
TRANSFORMADORES	Kg								
TULAS POLIPROPILENO DE CAL	Kg								
TULAS POLIPROPILENO DE FeNi	Kg								
OTROS	Kg								
<b>TOTAL RECICLAJE</b>	Kg								
ORGANICO AL RELLENO	Kg								
ORGANICO A COMPOST	Kg								
<b>TOTAL RESIDUOS</b>	Kg								
NIQUEL RECUPERADO	Kg								
CAL RECUPERADA	Kg								
TULAS POLIPROPILENO DE CAL	Unidad								
TULAS POLIPROPILENO DE FeNi	Unidad								
<b>RESIDUOS QUE NO PERTENECEN A LA CLASIFICACIÓN DE RECICLAJE</b>	Kg								
<b>RESIDUOS QUE NO PERTENECEN A LA CLASIFICACIÓN DE ORGANICO</b>	Kg								
<b>INVENTARIO DE RESIDUOS EN BODEGA (mensual)</b>	Kg								
<b>NUEVOS RESIDUOS GENERADOS</b>	Kg								
Reciclaje	Kg								
<b>Orgánico</b>	Kg								
OBSERVACIONES:									
FIRMA RECICLADOR:					FIRMA DE SUPERVISOR:				

- Registro Área de Recuperación de filtros

CERRO MATOSO S.A.								
AREA DE RECUPERACION DE FILTROS								
Semana: del ____ Al ____ del Mes _____ Año: _____								
ITEM	ACTIVIDADES DIARIAS RECUPERACION DE MATERIAL		LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
<b>1</b>	<b>MATERIAL RECUPERADO</b>	<b>Kg</b>						
	Carcasa de filtro	Kg						
	Tapa de Aluminio	Kg						
	Plastico Recuperable	Kg						
	Despiece de filtros Compactados	Kg						
<b>2</b>	<b>MATERIAL NO RECUPERABLE</b>	<b>Kg</b>						
<b>3</b>	<b>ACTIVIDADES REALIZADAS</b>							
	Corte de filtros	Cantidad						
	Despiece de filtros con plástico Recuperable	Cantidad						
	Filtros compactados en la Bodega Respel	Cantidad						
	Filtros recolectados en el Taller de Mantenimiento Mina	Cantidad						
	Limpieza de canecas de Aceite y Grasa	Cantidad						
	Evacuación de Canecas al Patio de Chatarra	Cantidad						
<b>4</b>	<b>RESIDUOS QUE NO PERTENECEN A LA CLASIFICACIÓN</b>	<b>Kg</b>						
<b>5</b>	<b>NUEVOS RESIDUOS GENERADOS</b>	<b>Kg</b>						
<b>6</b>	<b>INVENTARIO DE RESIDUOS EN EL PATIO (Mensual)</b>	<b>Kg</b>						
OBSERVACIONES								
FIRMA RESPONSABLE DE LAS ACTIVIDADES						SUPERVISOR		


- **Registro Mantenimiento semanal de trampas de grasa y aceite**

		CERRO MATOSO S.A.													
		MANTENIMIENTO SEMANAL DE TRAMPAS DE GRASAS Y ACEITES													
ITEM	DENOMINACIÓN DEL PUNTO	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		TOTAL	
		REVISIÓN	GALONES	REVISIÓN	GALONES	REVISIÓN	GALONES	REVISIÓN	GALONES	REVISIÓN	GALONES	REVISIÓN	GALONES	REVISIÓN	GALONES
1	SO Taller vehiculos livianos														
2	MINA Taller Mant. Mina														
3	RKEF Compresores Pier 3														
4	MAT Surtidor de combustibles														
5	MAT Tanques gemelos 6 y 7														
6	MAT Tanques 8 y 9 ACPM														
7	SO Generadores diesel														
8	MAT Tanques ACPM Op. Mina														
9	P&S Casino Principal														
10	PM Tanques ACPM P. Mineral														
11	SO Subestacion gasoducto														
12	P&S Casino Vimarco														
13	P&S Batallon-Mina														
OBSERVACIONES															
SEMANA CORRESPONDIENTE				FIRMA MANTENEDOR				FIRMA SUPERVISOR				VoBo ADMINISTRADOR CONTRATO			
DEL ____ AL ____ MES _____ AÑO _____															


• Registro de Recolección y Transporte (Ruta Especial)

		CERRO MATOSO S.A.									
		REGISTRO DE RECOLECCION Y TRANSPORTE DE RESIDUOS									
		SEMANA DEL		AL		DE		DE			
		RUTA ESPECIAL		CANTIDAD RECOLECTADA Kg							
ITEM	PUNTOS		UBICACIÓN	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	OBSERVACION
1	R	14	PM secador DR01-grasa sellos E L1								
2	R	15	PM secador DR01-grasa sellos S L1								
3	R		PM secador contenedor calcina sello E L2								
4	R	44	RKEF sellos del calcinador L1 E								
5	R	45	RKEF sellos del calcinador L1 S								
6	R	60	REF polvos filtro pensilvania								
7	R	64	TEC patio mineral recuperable del laboratorio								
8	R	51	RKEF calcina bahia ascensor linea 1								
9	R		RKEF calcina bahia ascensor linea 2								
10	R		RKEF Pasta taponadora Linea 1								
11	R		RKEF Pasta taponadora Linea 2								
12	R		PM Adición CV-29								
13	TRAMPAS		SO Taller vehiculos livianos								
14	TRAMPAS		MINA Taller Mant. Mina								
15	TRAMPAS		RKEF Compresores Pier 3								
16	TRAMPAS		MAT Surtidor de combustibles								
17	TRAMPAS		MAT Tanques gemelos 6 y 7								
18	TRAMPAS		MAT Tanques 8 y 9 ACPM								
19	TRAMPAS		SO Generadores diesel								
20	TRAMPAS		MAT Tanques ACPM Op. Mina								
21	TRAMPAS		P&S Casino Principal								
22	TRAMPAS		PM Tanques ACPM P. Mineral								
23	TRAMPAS		SO Subestacion gasoducto								
24	TRAMPAS		P&S Casino Vimarco								
25	TRAMPAS		P&S Batallon-Mina								
26	CONTENEDOR		Contenedores de Aceite-Satelite								
27	CONTENEDOR		Muestras Liquidas de Laboratorio								
28	CONTENEDOR		Calcina derramada edificio L 1								
29	CONTENEDOR		Calcina derramada edificio L 2								
30	CONTENEDOR		Clasificadores Escoria L 1								
31	CONTENEDOR		CV-25 Preparacion Mineral								
32	CARGUE		Madera para la Comunidad								
33	TRANSPORTE		Envio aceite OCENSA								
34	RECOLECCION		Canecas de Aceites y Grasas de los puntos								
35	JARDINES		Recoleccion de jardines fuera del pto. Acopio								
36	CHARTARRA		Recoleccion de chatarra fuera del pto. Acopio								
37	MADERA		Recoleccion de madera fuera del pto. Acopio								
38	ACEITES		Emergencias-Derrames								
<b>TOTAL</b>											


- **Registro Seguimiento a fallas en equipos**

 Cerro Matoso	SEGUIMIENTO A FALLAS EN EQUIPOS CRÍTICOS					
EQUIPO	TIEMPO PROGRAMADO AL MES	TIEMPO PARADA POR FALLA	FECHA EN QUE SE PRESENTA LA FALLA	MOTIVO DE LA FALLA	SOLUCIÓN	OBSERVACIONES
Vehículos de Recolección						
Montacargas						
Minicargador						
Barredora						
OBSERVACIONES						
MES REGISTRADO	FIRMA SUPERVISOR			VoBo ADMINISTRADOR CONTRATO		


• Registro de Recolección y transporte de Residuos Peligrosos

CERRO MATOSO S.A.							
REGISTRO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS							
SEMANA DEL ____ AL ____ DE ____ AÑO ____							
RESIDUOS PELIGROSOS	UNIDAD	LUNES	MARTES	MIERC	JUEVES	VIERNES	TOTAL
<b>Adecivos para Concreto</b>	<b>Kg</b>						
Cemento Caucho Adecivo Vulcanizador	Kg						
Cemento para vulcanizar	Kg						
Componente del kit SC 2000	Kg						
Kit de cemento SC 4000	Kg						
<b>Aerosoles</b>	<b>Kg</b>						
Ambientadores	Kg						
Desodorantes y otros	Kg						
Insecticidas	Kg						
Limpiadores	Kg						
Loctite	Kg						
Lubricantes	Kg						
Regriferantes	Kg						
Silicona	Kg						
Varios (Lustra muebles, Suavizante de ropa y adecivos)	Kg						
<b>Baterias</b>	<b>Kg</b>						
Baterias de Plomo Pb.	Kg						
Baterias Mercurio Hg - Cadmio Cd.	Kg						
Bateria de Litio Li (Lithium)	Kg						
Bateria de Carbon - Zinc Zc	Kg						
Baterias de 6 v Grencell	Kg						
<b>Herbicidas y Plaguicidas</b>	<b>Kg</b>						
Estelar 480 SL por 1 y 4 litro	Kg						
FMC Dragnet	Kg						
Latigo EC	Kg						
Lorsban bolsa plastica y 1 litro	Kg						
Creolina	Kg						
Tordon	Kg						


Registro de Recolección y transporte de Residuos Peligrosos (Continuación)

CERRO MATOSO S.A.						 Cerro Matoso		
REGISTRO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS								
SEMANA DEL ____ AL ____ DE ____ AÑO ____								
RESIDUOS PELIGROSOS	UNIDAD	LUNES	MARTES	MIERC	JUEVES	VIERNES	TOTAL	
<b>Línea SIKA</b>	<b>Kg</b>							
Acelerante e Imperm/te para Concreto por 1, 2, 4 y 5 Kg	Kg							
Agas Gris por 1 Kg	Kg							
Curador para Concreto Antisol rojo	Kg							
Catalizador sika por 1 galon	Kg							
Emulsión Asfáltica por 3.5 K	Kg							
Estuco y Resane por 20 Litros	Kg							
Impermeabilizante Integral por 20 litros	Kg							
Inmunizante para Madera Merulex por 1 galon	Kg							
Relleno de espuma sika boom	Kg							
Sika Dur 32 Componente A por 1/4 y 1 galon	Kg							
Sika Dur 32 Componente B por 1/4	Kg							
Sika Dur 42 Anclaje Componente A por 1/8 y por 1/4	Kg							
Sika Dur 42 Anclaje Componente B por 1 Galon	Kg							
Sika Dur 42 Anclaje Componente C	Kg							
Sika Floor Epocem Componente A	Kg							
Sika Floor Epocem Componente B	Kg							
Sika Dur 31 Anclaje Componente A	Kg							
Sika Dur 31 Anclaje Componente B	Kg							
Sika Fume	Kg							
Sika Guard 62 componente A por 1Galon	Kg							
Sika Guard 62 componente B por 1/4	Kg							
Sika Guard 62 por 20 litros	Kg							
Sika set L por 1 galon	Kg							
Sika flex tubo y flex 15	Kg							


Registro de Recolección y transporte de Residuos Peligrosos (Continuación)

CERRO MATOSO S.A.								
REGISTRO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS								
SEMANA DEL ____ AL ____ DE ____ AÑO ____								
RESIDUOS PELIGROSOS	UNIDAD	LUNES	MARTES	MIERC	JUEVES	VIERNES	TOTAL	
<b>Pegantes y Selladores</b>	<b>Kg</b>							
Acronal Resina Acrilica	Kg							
Boxer AXW de 3600 y 473 Cm3	Kg							
Boxer XL	Kg							
Pegantes y soldaduras PVC	Kg							
Relleno de espuma expansiva	Kg							
Resina epoxica loctite	Kg							
Super masilla plastica	Kg							
Solvente Uretano (Colbon)	Kg							
Silicona selladora alta temperatura (Sintesolda)	Kg							
Mortero de reparacion pintuco	Kg							
<b>Pinturas, Vinilos y Colorantes</b>	<b>Kg</b>							
Anticorrosivas, de Aceite y Diluidas en Agua 1 y 1/4 gal	Kg							
Residuos plásticos y metalicos impregnados de pintura	Kg							
<b>Pipetas de Gas Refrigerante</b>	<b>Kg</b>							
Genetron 404A 134A R22 por 30 y 50 Lb	Kg							
Global R22 404A por 30 y 50 Lb	Kg							
Sujiruzhi 22 por 50 Lbr	Kg							
Refrigerante 22 por 30 y 50 Lb	Kg							
Refrigerante Dupont Suva 404 A 24 Lb	Kg							
Refrigerante R407C	Kg							
Solkane 134a por 30 Lbr	Kg							
SSG 134a por 30 Lbr	Kg							
<b>CILINDROS / CALIBRADORES</b>	<b>Kg</b>							
MAPP GAS (calibradores de pulsar por 453 Gr)	Kg							
Check Gas MSA (calibradores de pulsar por 453 Gr)	Kg							
Cilindros recargables de lubricantes	Kg							
Componente de extintor Ansul	Kg							
Extintores	Kg							
extintores de Halonn	Kg							
Klea Ineos Flour	Kg							
Pipetas de Autocontenido	Kg							


Registro de Recolección y transporte de Residuos Peligrosos (Continuación)

CERRO MATOSO S.A.							
REGISTRO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS							
SEMANA DEL _____ AL _____ DE _____ AÑO _____							
RESIDUOS PELIGROSOS	UNIDAD	LUNES	MARTES	MIERC	JUEVES	VIERNES	TOTAL
<b>Otros Residuos Peligrosos</b>	<b>Kg</b>						
Acido Muriatico Acifretera 5000, 2000, 500 cc	Kg						
Adecivo Rapido	Kg						
Colorizante rapido Hemacolor 1	Kg						
Compuesto Solvente de seguridad por 18 Lt Wetsolv 30	Kg						
Desengrazante de hornos y Planchas 5 L	Kg						
Filtro Nikel Estándar Titrisol Merck	Kg						
Hematologie-Hemacolor 500 MI	Kg						
Masilla a Base de Alquitrán	Kg						
Oxido de Cobre	Kg						
Penetrox A-13	Kg						
Penetrox-E	Kg						
Perhydrol 30%	Kg						
Vanton Silicone Oil	Kg						
Violeta de Genciana	Kg						
<b>Otros</b>	<b>Kg</b>						
Activador para Poliuretanos	Kg						
Catalizador para Coaltar Epoxico	Kg						
Coaltar Epoxico	Kg						
Silica Gelatina Filtro	Kg						
Termo Wearing por 2 - 10 - 25 libras	Kg						
Varsol	Kg						
Thiner	Kg						
Diablo Rojo Soda Caustuca en escamas	Kg						
<b>Residuos de Caterpillar</b>	<b>Kg</b>						
Compuesto antiaferr Caterpillar	Kg						
Liquid gasket Caterpillar	Kg						

Registro de Recolección y transporte de Residuos Peligrosos (Continuación)

CERRO MATOSO S.A.					 Cerro Matoso		
REGISTRO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS							
SEMANA DEL ____ AL ____ DE _____ AÑO _____							
RESIDUOS PELIGROSOS	UNIDAD	LUNES	MARTES	MIERC	JUEVES	VIERNES	TOTAL
<b>Residuos Electronicos</b>	<b>Kg</b>						
Monitores	Kg						
Diskette	Kg						
Televisores	Kg						
Impresoras	Kg						
Celulares	Kg						
CPU	Kg						
Teclado	Kg						
Condensadores	Kg						
Balastos	Kg						
Tarjetas Electronicas	Kg						
<b>Residuos de Laboratorio</b>	<b>Kg</b>						
Acido Clorhidrico 30%	Kg						
Acido fluorhidrico	Kg						
Acido nitrico	Kg						
Acido sulfidrico	Kg						
Acido sulfurico	Kg						
Azul de metileno	Kg						
Etanol	Kg						
Propanol	Kg						
Cloruro de potasio K	Kg						
Perclorato de magnesio Mg	Kg						

Registro de Recolección y transporte de Residuos Peligrosos (Continuación)

CERRO MATOSO S.A.							
REGISTRO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS							
SEMANA DEL ____ AL ____ DE ____ AÑO ____							
RESIDUOS PELIGROSOS	UNIDAD	LUNES	MARTES	MIERC	JUEVES	VIERNES	TOTAL
<b>TRATADA FUERA DEL SITIO</b>	<b>Kg</b>						
<b>Devueltos a proveedores</b>	<b>Kg</b>						
Envases CHESTERTON	Kg						
Envases de Aerosoles CRC DESTISOL	Kg						
Envases de Aerosoles AERO COLOR	Kg						
Lámparas Fluorescentes Sylvania	Kg						
Bombillas de 100w	Kg						
Baterías de Vehículos	Kg						
Cartucho de Impresoras o Fotocopiadoras	Kg						
Condensadores no PCB	Kg						
<b>RESIDUOS QUE NO PERTENECEN A LA CLASIFICACIÓN (RESPEL)</b>	<b>Kg</b>						
INVENTARIO DE RESIDUOS RESPEL EN BODEGA (Mensual)	Kg						
<b>NUEVOS RESIDUOS GENERADOS (RESPEL)</b>	<b>Kg</b>						
	Kg						
	Kg						
<b>RESIDUOS IMPREGNADOS BODEGA RESIDUOS PARA INCINERAR</b>	<b>Kg</b>						
Inventario de Residuos (Valor mensual)	<b>Kg</b>						
<b>TOTAL CANTIDAD GENERADA RESPEL</b>	<b>Kg</b>						
<b>OBSERVACIONES:</b>							
<b>FIRMA DEL OPERADOR:</b>				<b>FIRMA DEL SUPERVISOR:</b>			

## RESUMEN CAMBIOS REALIZADOS A LOS FORMATOS

FORMATO	MODIFICACIÓN REALIZADA
<p><b>Registro de Reciclaje y Orgánico</b></p>	<p>Se eliminó la columna relacionada con código, debido a que no se emplea esta identificación.</p> <p>Se incluyeron las casillas relacionadas con los indicadores de Clasificación incorrecta, inventarios y generación de nuevos residuos.</p>
<p><b>Registro área de recuperación de filtros</b></p>	<p>Se reorganizó la información registrada con el fin de facilitar su empleo por parte de la administración.</p>
<p><b>Registro Mantenimiento semanal de Trampas de Grasas y aceites</b></p>	<p>Se incluyó una columna adicional para cada día con el fin de registrar la revisión de trampas de grasa.</p>
<p><b>Registro de Recolección y Transporte (Ruta Especial)</b></p>	<p>Se concebía como una lista de chequeo para registrar los puntos visitados, con el formato planteado, se requiere registrar la cantidad de residuos recolectados.</p>
<p><b>Registro de Recolección y transporte de Residuos Peligrosos</b></p>	<p>Se agruparon los residuos por clasificaciones, para facilitar su cuantificación.</p>
<p><b>Registro Seguimiento a fallas en equipos</b></p>	<p>Registro nuevo</p>



## **ANEXO G. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS**

Para revisar este anexo, remítase al archivo en formato Documento de Microsoft Office Excel 97 - 2003, ubicado en: \Anexos\Anexo G. Ficha Técnica Equipos.xls

## **ANEXO H. LISTADO DE RESIDUOS POR ÁREA DE DISPOSICIÓN**

Para revisar este anexo, remítase al archivo en formato Documento de Microsoft Office Excel 97 - 2003, ubicado en: \Anexos\Anexo H. Listado de Residuos por área de disposición.xls

## ANEXO I. CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS

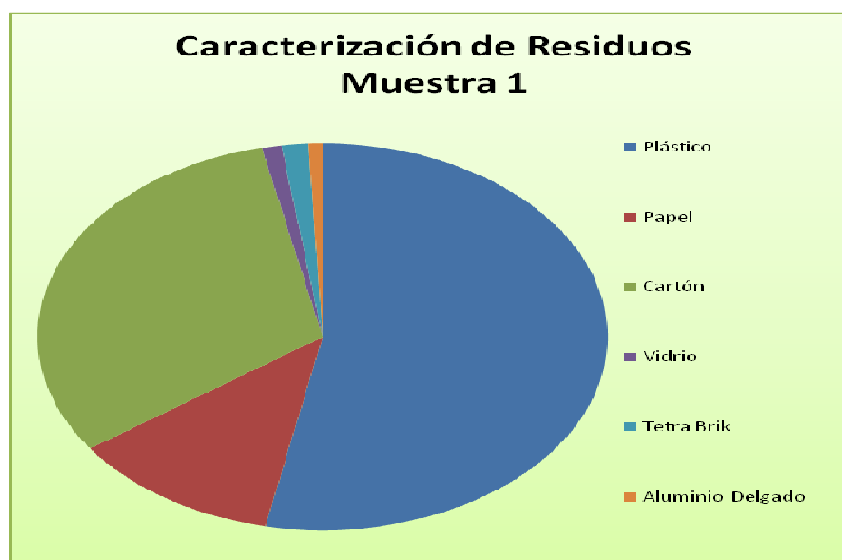
### BODEGA DE RECICLAJE

#### MUESTRA 1:

PESO TOTAL (Wt) kg.

62,65

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Plástico	Baldes, bolsas, envases, desechables, tubos, etc.	33,35	53,232%
Papel	Papel Periódico, revista, archivo	7,5	11,971%
Cartón	Cajas, carpetas	19,65	31,365%
Vidrio	Envases	0,7	1,117%
Tetra Brik	Envases	0,95	1,516%
Aluminio Delgado	Latas	0,5	0,798%
<b>TOTALES</b>		<b>62,65</b>	<b>100%</b>
<b>RESIDUOS TOTALES ENCONTRADOS EN LA MUESTRA</b>			
Peligrosos		0,1	0,132%
Impregnados		0,2	0,265%
Orgánico		12,6	16,678%
Chatarra		0	0,000%
Reciclaje		62,65	82,925%
<b>TOTALES</b>		<b>75,55</b>	<b>100,000%</b>

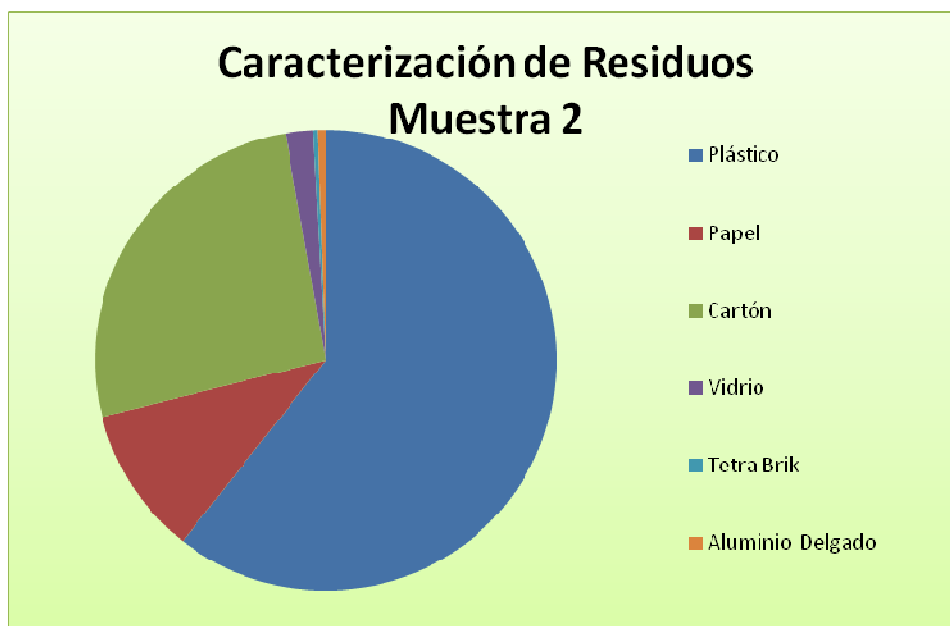


**MUESTRA 2:**

**PESO TOTAL (Wt) kg.**

62,5

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Plástico	Baldes, bolsas, envases, desechables, tubos, etc.	37,9	60,640%
Papel	Papel Periódico, revista, archivo	6,5	10,400%
Cartón	Cajas, carpetas	16,35	26,160%
Vidrio	Envases	1,2	1,920%
Tetra Brik	Envases	0,2	0,320%
Aluminio Delgado	Latas	0,35	0,560%
<b>TOTALES</b>		<b>62,5</b>	<b>100%</b>
<b>RESIDUOS TOTALES ENCONTRADOS EN LA MUESTRA</b>			
Peligrosos		0	0,000%
Impregnados		0,5	0,641%
Orgánico		15	19,231%
Chatarra		0	0,000%
Reciclaje		62,5	80,128%
<b>TOTALES</b>		<b>78</b>	<b>100,000%</b>

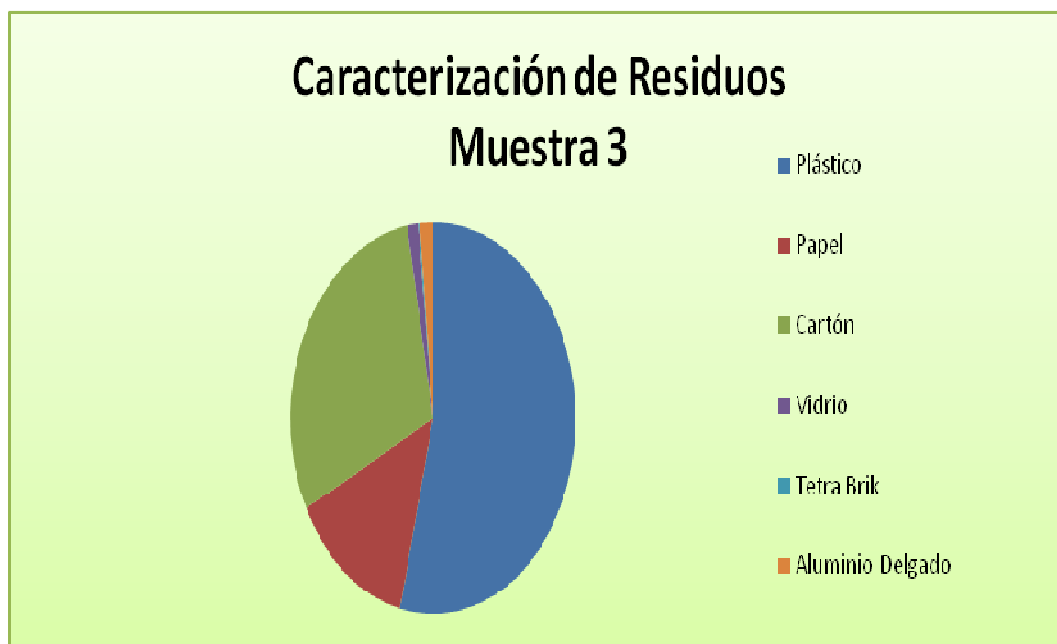


**MUESTRA 3:**

**PESO TOTAL (Wt) kg.**

60,6

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Plástico	Baldes, bolsas, envases, desechables, tubos, etc.	32,55	53,713%
Papel	Papel Periódico, revista, archivo	8,3	13,696%
Cartón	Cajas, carpetas	18	29,703%
Vidrio	Envases	0,75	1,238%
Tetra Brik	Envases	0,1	0,165%
Aluminio Delgado	Latas	0,9	1,485%
<b>TOTALES</b>		<b>60,6</b>	<b>100%</b>
<b>RESIDUOS TOTALES ENCONTRADOS EN LA MUESTRA</b>			
Peligrosos		0	0,000%
Impregnados		0,7	0,918%
Orgánico		13,45	17,639%
Chatarra		1,5	1,967%
Reciclaje		60,6	79,475%
<b>TOTALES</b>		<b>76,25</b>	<b>100,000%</b>

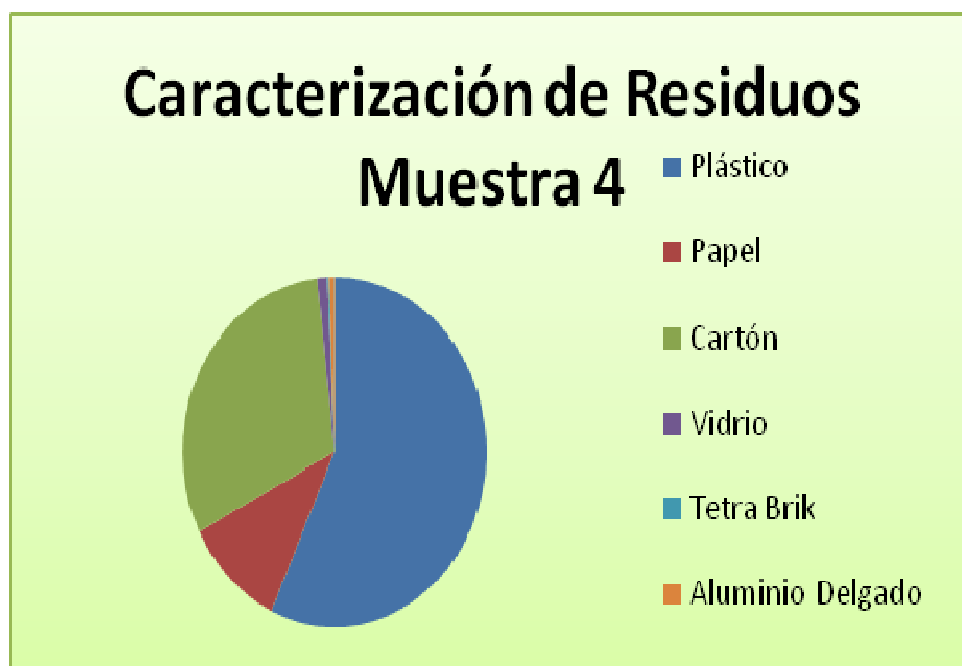


**MUESTRA 4:**

**PESO TOTAL (Wt) kg.**

60,2

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Plástico	Baldes, bolsas, envases, desechables, tubos, etc.	34,2	56,811%
Papel	Papel Periódico, revista, archivo	6,4	10,631%
Cartón	Cajas, carpetas	18,5	30,731%
Vidrio	Envases	0,65	1,080%
Tetra Brik	Envases	0,1	0,166%
Aluminio Delgado	Latas	0,35	0,581%
<b>TOTALES</b>		<b>60,2</b>	<b>100%</b>
<b>RESIDUOS TOTALES ENCONTRADOS EN LA MUESTRA</b>			
Peligrosos		0,3	0,428%
Impregnados		0	0,000%
Orgánico		9,5	13,542%
Chatarra		0,15	0,214%
Reciclaje		60,2	85,816%
<b>TOTALES</b>		<b>70,15</b>	<b>100,000%</b>



## BODEGA RESPEL

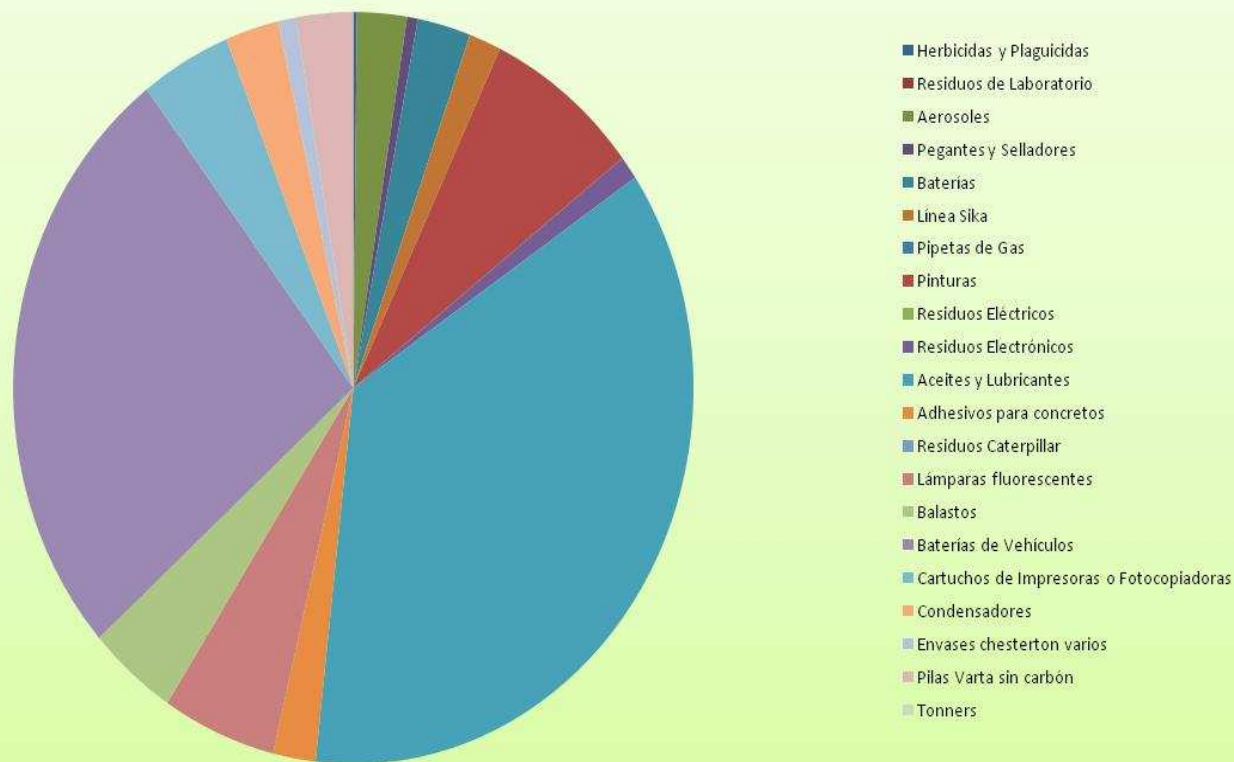
### MUESTRA 1:

**PESO TOTAL (Wt) kg.**

59,2
------

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Herbicidas y Plaguicidas	Envases	0,1	0,169%
Residuos de Laboratorio	Envases	0	0,000%
Aerosoles	Envases	1,4	2,365%
Pegantes y Selladores	Envases	0,3	0,507%
Baterías	Por unidad	1,5	2,534%
Línea Sika	Empaques	0,9	1,520%
Pipetas de Gas	Pipeta	0	0,000%
Pinturas	Envases	4,4	7,432%
Residuos Eléctricos	Por unidad	0	0,000%
Residuos Electrónicos	Por unidad	0,6	1,014%
Aceites y Lubricantes	Empaques	21,45	36,233%
Adhesivos para concretos	Empaques	1,2	2,027%
Residuos Caterpillar	Envases	0	0,000%
Lámparas fluorescentes	Lámpara completa o rota	3,2	5,405%
Balastos	Por unidad	2,5	4,223%
Baterías de Vehículos	Por unidad	15,5	26,182%
Cartuchos de Impresoras o Fotocopiadoras	Por unidad	2,55	4,307%
Condensadores	Por unidad	1,5	2,534%
Envases chesterton varios	Envases	0,5	0,845%
Pilas Varta sin carbón	Por unidad	1,6	2,703%
Tonnors	Por unidad	0	0,000%
<b>TOTALES</b>		<b>59,2</b>	<b>100%</b>

### Caracterización de Residuos Muestra 1



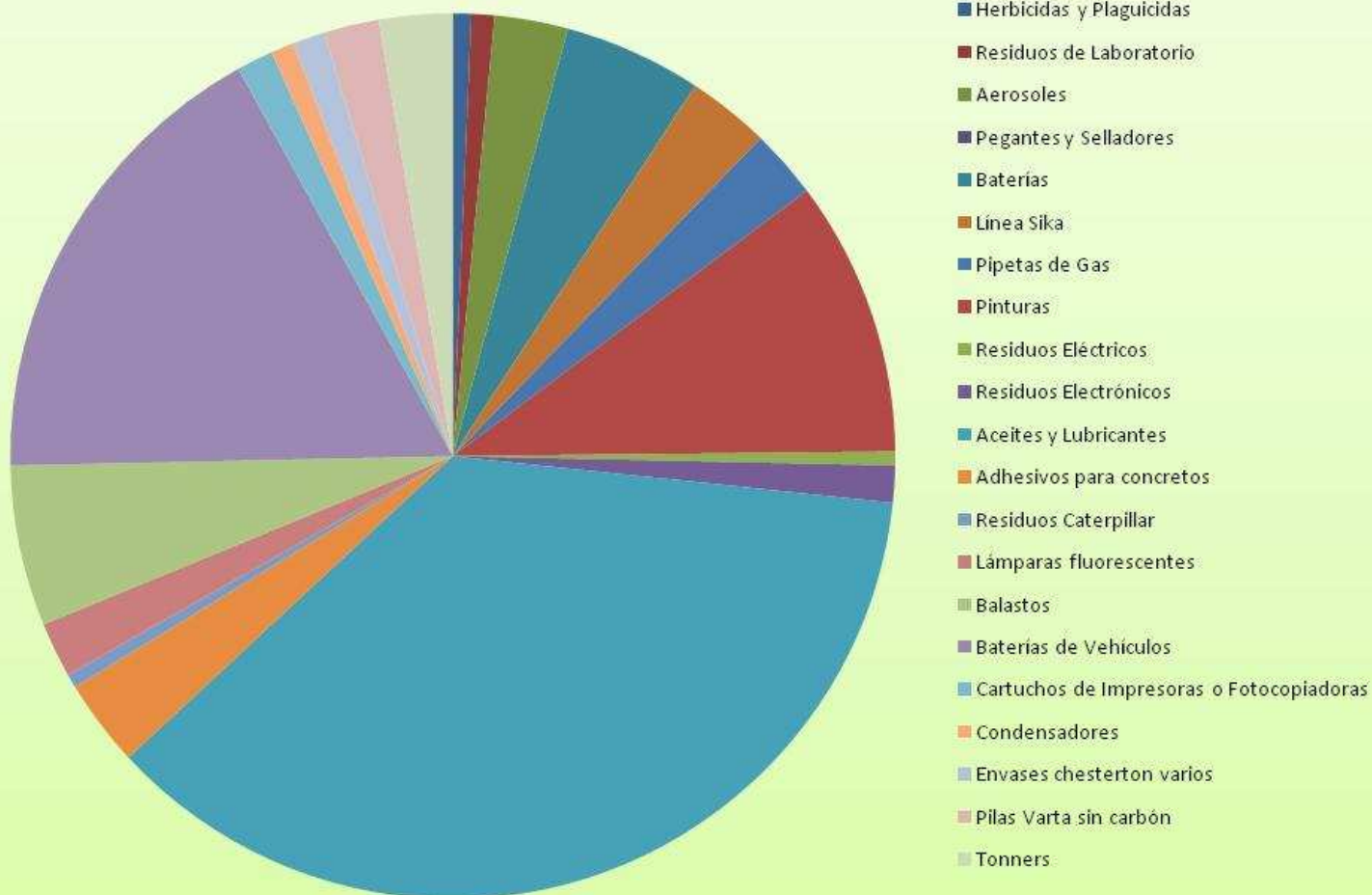
**MUESTRA 2:**

**PESO TOTAL (Wt) kg.**

59,6
------

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Herbicidas y Plaguicidas	Envases	0,4	0,671%
Residuos de Laboratorio	Envases	0,5	0,839%
Aerosoles	Envases	1,6	2,685%
Pegantes y Selladores	Envases	0	0,000%
Baterías	Por unidad	3	5,034%
Línea Sika	Empaques	1,8	3,020%
Pipetas de Gas	Pipeta	1,5	2,517%
Pinturas	Envases	6	10,067%
Residuos Eléctricos	Por unidad	0,3	0,503%
Residuos Electrónicos	Por unidad	0,8	1,342%
Aceites y Lubricantes	Empaques	21,7	36,409%
Adhesivos para concretos	Empaques	1,9	3,188%
Residuos Caterpillar	Envases	0,3	0,503%
Lámparas fluorescentes	Lámpara completa o rota	1,2	2,013%
Balastos	Por unidad	3,5	5,872%
Baterías de Vehículos	Por unidad	10,3	17,282%
Cartuchos de Impresoras o Fotocopiadoras	Por unidad	0,8	1,342%
Condensadores	Por unidad	0,5	0,839%
Envases chesterton varios	Envases	0,7	1,174%
Pilas Varta sin carbón	Por unidad	1,2	2,013%
Tonners	Por unidad	1,6	2,685%
<b>TOTALES</b>		<b>59,6</b>	<b>100%</b>

## Caracterización de Residuos Muestra 2



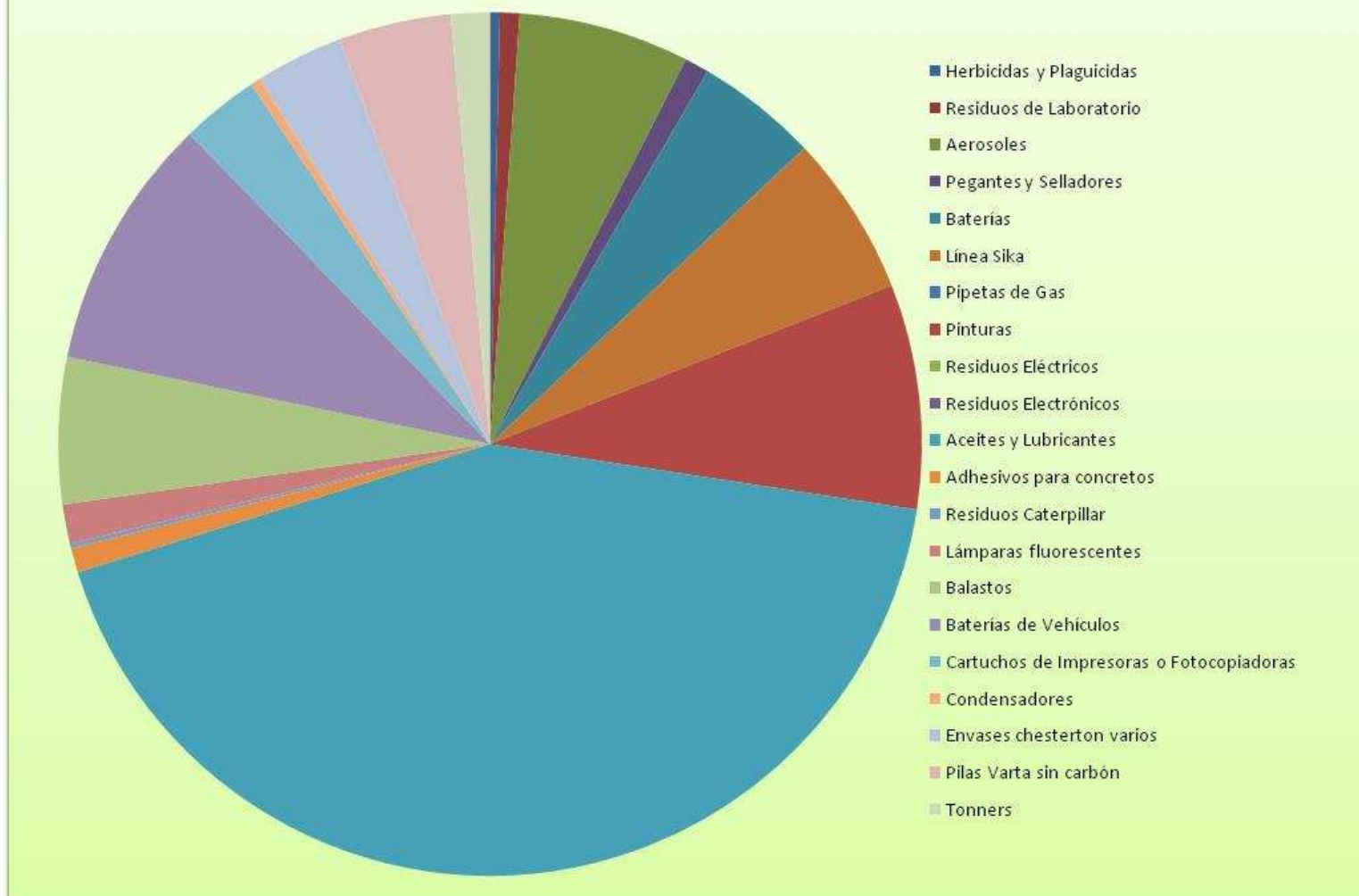
**MUESTRA 3:**

**PESO TOTAL (Wt) kg.**

54,7
------

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Herbicidas y Plaguicidas	Envases	0,2	0,366%
Residuos de Laboratorio	Envases	0,4	0,731%
Aerosoles	Envases	3,5	6,399%
Pegantes y Selladores	Envases	0,5	0,914%
Baterías	Por unidad	2,5	4,570%
Línea Sika	Empaques	3,3	6,033%
Pipetas de Gas	Pipeta	0	0,000%
Pinturas	Envases	4,6	8,410%
Residuos Eléctricos	Por unidad	0	0,000%
Residuos Electrónicos	Por unidad	0	0,000%
Aceites y Lubricantes	Empaques	23,4	42,779%
Adhesivos para concretos	Empaques	0,5	0,914%
Residuos Caterpillar	Envases	0,1	0,183%
Lámparas fluorescentes	Lámpara completa o rota	0,8	1,463%
Balastos	Por unidad	3	5,484%
Baterías de Vehículos	Por unidad	5,2	9,506%
Cartuchos de Impresoras o Fotocopiadoras	Por unidad	1,6	2,925%
Condensadores	Por unidad	0,2	0,366%
Envases chesterton varios	Envases	1,8	3,291%
Pilas Varta sin carbón	Por unidad	2,3	4,205%
Toners	Por unidad	0,8	1,463%
<b>TOTALES</b>		<b>54,7</b>	<b>100%</b>

### Caracterización de Residuos Muestra 3



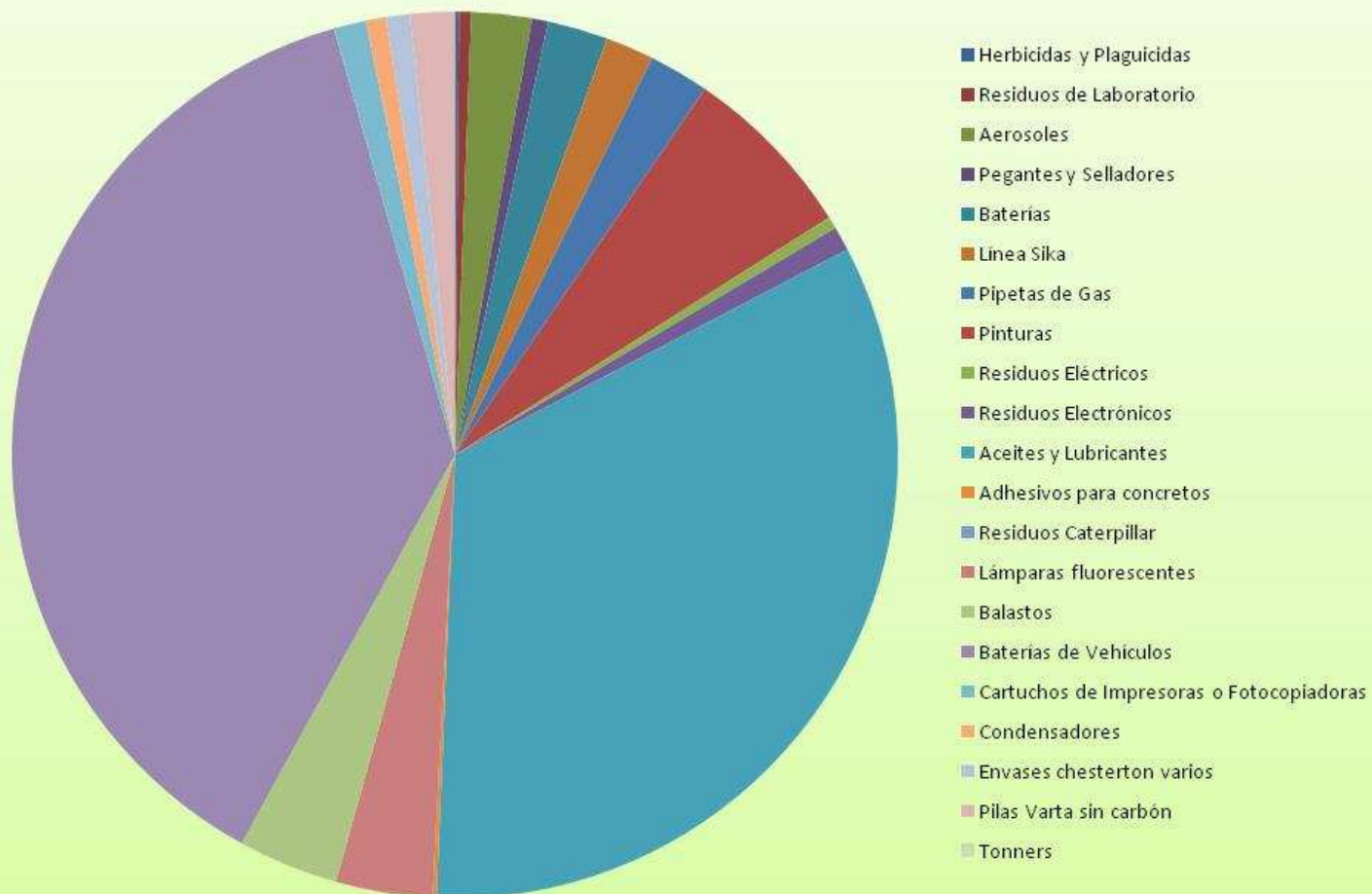
**MUESTRA 4:**

**PESO TOTAL (Wt) kg.**

68,1
------

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Herbicidas y Plaguicidas	Envases	0,1	0,147%
Residuos de Laboratorio	Envases	0,3	0,441%
Aerosoles	Envases	1,5	2,203%
Pegantes y Selladores	Envases	0,4	0,587%
Baterías	Por unidad	1,5	2,203%
Línea Sika	Empaques	1,2	1,762%
Pipetas de Gas	Pipeta	1,5	2,203%
Pinturas	Envases	4,4	6,461%
Residuos Eléctricos	Por unidad	0,3	0,441%
Residuos Electrónicos	Por unidad	0,6	0,881%
Aceites y Lubricantes	Empaques	22,7	33,333%
Adhesivos para concretos	Empaques	0,1	0,147%
Residuos Caterpillar	Envases	0	0,000%
Lámparas fluorescentes	Lámpara completa o rota	2,4	3,524%
Balastos	Por unidad	2,5	3,671%
Baterías de Vehículos	Por unidad	25,6	37,592%
Cartuchos de Impresoras o Fotocopiadoras	Por unidad	0,8	1,175%
Condensadores	Por unidad	0,5	0,734%
Envases chesterton varios	Envases	0,6	0,881%
Pilas Varta sin carbón	Por unidad	1,1	1,615%
Tonnors	Por unidad	0	0,000%
<b>TOTALES</b>		<b>68,1</b>	<b>100%</b>

## Caracterización de Residuos Muestra 4



## PATIO DE CHATARRA

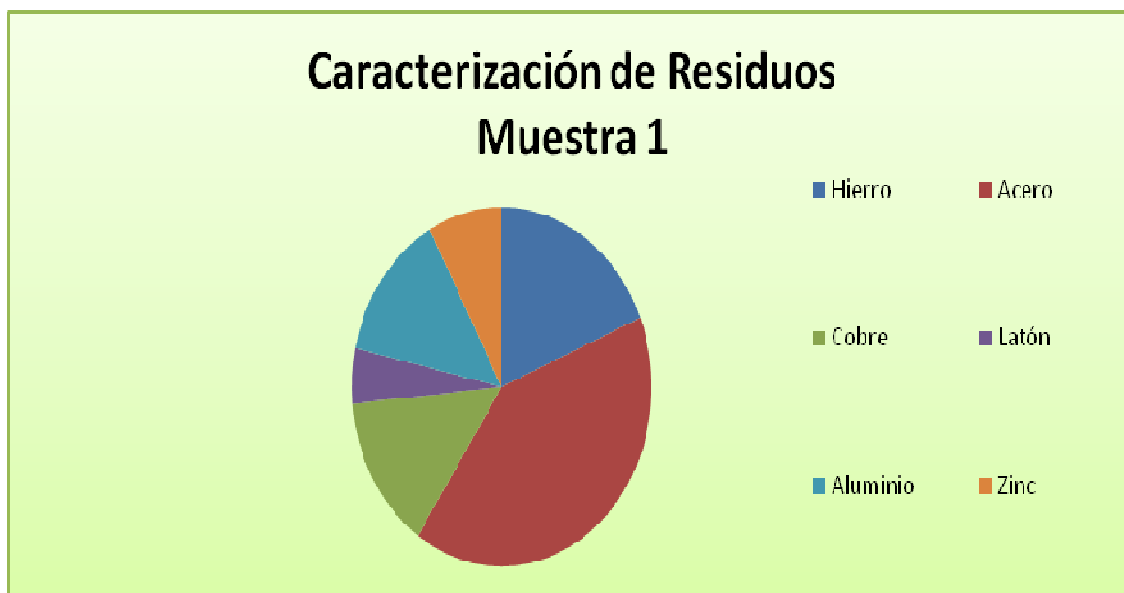
### MUESTRA 1:

PESO TOTAL (Wt) kg.

60,4
------

62,35 Peso con otras clasificaciones

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Hierro	Chatarra	11,3	18,709%
Acero	Chatarra	24,6	40,728%
Cobre	Chatarra	8,5	14,073%
Latón	Chatarra	3	4,967%
Aluminio	Chatarra	8,2	13,576%
Zinc	Chatarra	4,8	7,947%
<b>TOTALES</b>		<b>60,4</b>	<b>100%</b>
Reciclaje		0,5	0,802%
Impregnados		1,45	2,326%
Orgánico		0	0,000%
Chatarra		60,4	96,872%



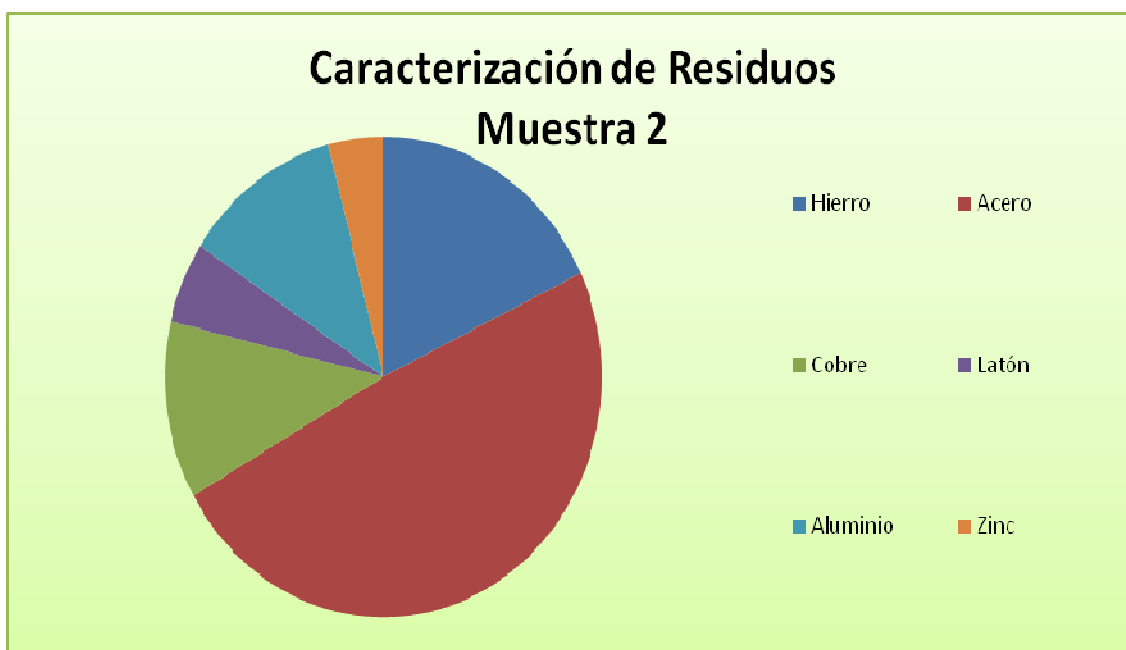
**MUESTRA 2:**

**PESO TOTAL (Wt) kg.**

60,35
-------

68,7 Peso con otras clasificaciones

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Hierro	Chatarra	10,8	17,896%
Acero	Chatarra	29,5	48,882%
Cobre	Chatarra	7,2	11,930%
Latón	Chatarra	3,3	5,468%
Aluminio	Chatarra	7,1	11,765%
Zinc	Chatarra	2,45	4,060%
<b>TOTALES</b>		<b>60,35</b>	<b>100%</b>
Reciclaje		2,5	3,639%
Impregnados		3,2	4,658%
Orgánico		2,65	3,857%
Chatarra		60,35	87,846%



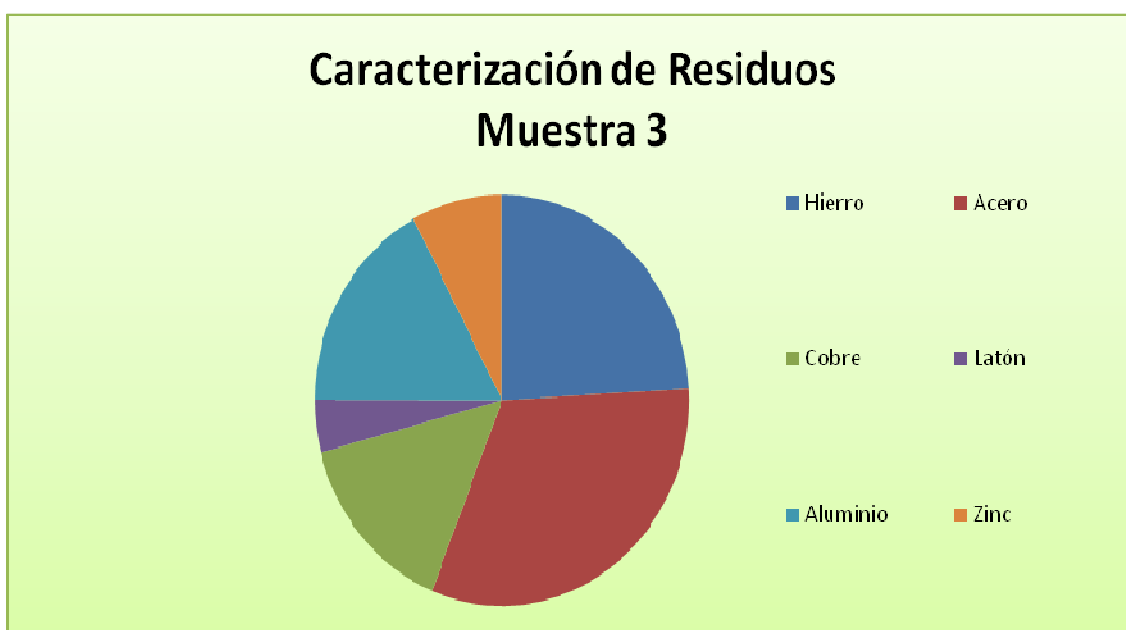
**MUESTRA 3:**

**PESO TOTAL (Wt) kg.**

60,15
-------

65,05 Peso con otras clasificaciones

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Hierro	Chatarra	14,5	24,106%
Acero	Chatarra	19,25	32,003%
Cobre	Chatarra	8,9	14,796%
Latón	Chatarra	2,5	4,156%
Aluminio	Chatarra	10,3	17,124%
Zinc	Chatarra	4,7	7,814%
<b>TOTALES</b>		<b>60,15</b>	<b>100%</b>
Reciclaje		1,75	2,690%
Impregnados		0	0,000%
Orgánico		3,15	4,842%
Chatarra		60,15	92,467%



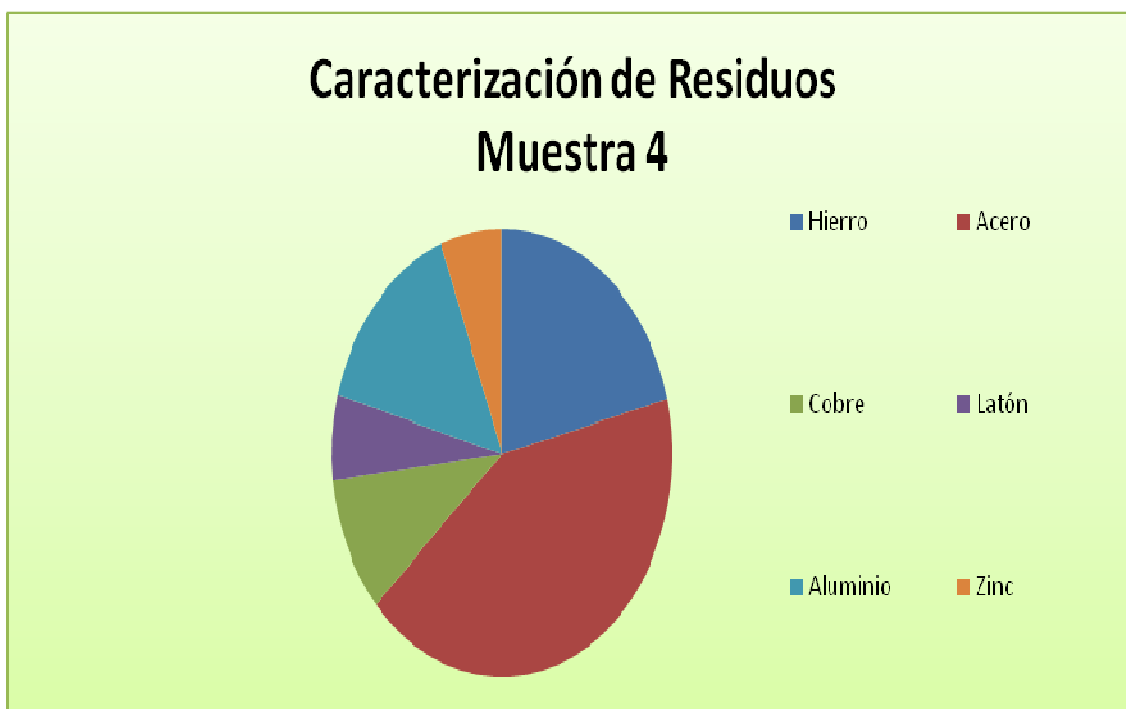
**MUESTRA 4:**

**PESO TOTAL (Wt) kg.**

60,05
-------

68 Peso con otras clasificaciones

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Hierro	Chatarra	12,7	21,149%
Acero	Chatarra	25,3	42,132%
Cobre	Chatarra	5,9	9,825%
Latón	Chatarra	3,65	6,078%
Aluminio	Chatarra	9	14,988%
Zinc	Chatarra	3,5	5,828%
<b>TOTALES</b>		<b>60,05</b>	<b>100%</b>
Reciclaje		1,25	1,838%
Impregnados		2,1	3,088%
Orgánico		4,6	6,765%
Chatarra		60,05	88,309%



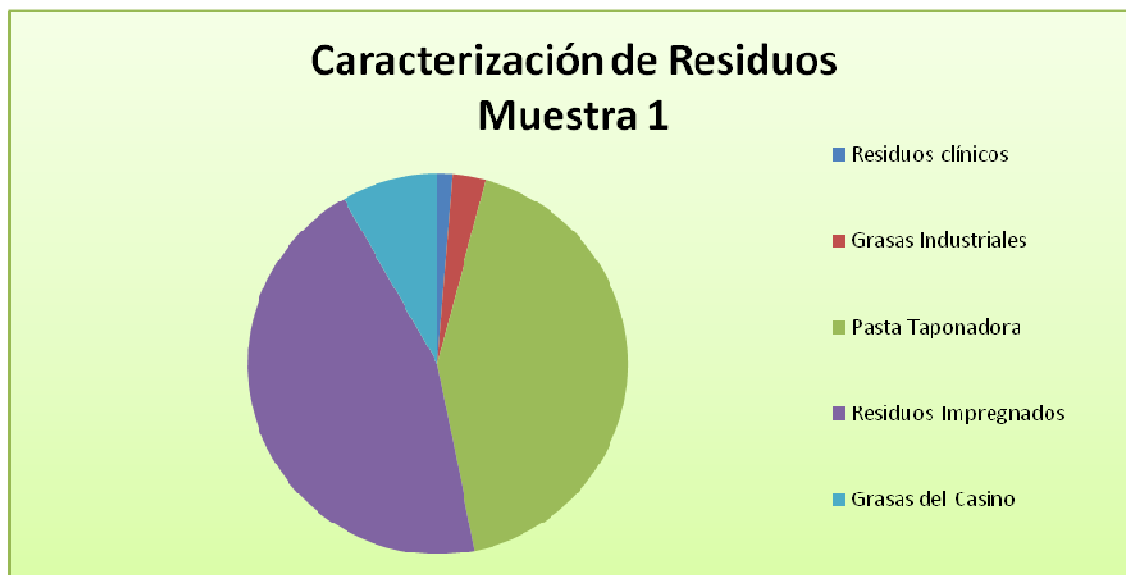
## BODEGA DE RESIDUOS PARA INCINERAR

### MUESTRA 1:

PESO TOTAL (Wt) kg.

754,7
-------

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Residuos clínicos	Impregnados originados en la Clínica	9,5	1,259%
Grasas Industriales	Grasas	21,2	2,809%
Pasta Taponadora	Pasta taponadora	323	42,798%
Residuos Impregnados	Estopas, overoles, guantes, chaquetas, pantalones, etc.	339	44,919%
Grasas del Casino	Originados en la limpieza de las trampas de grasa	62	8,215%
<b>TOTALES</b>		<b>754,7</b>	<b>100%</b>

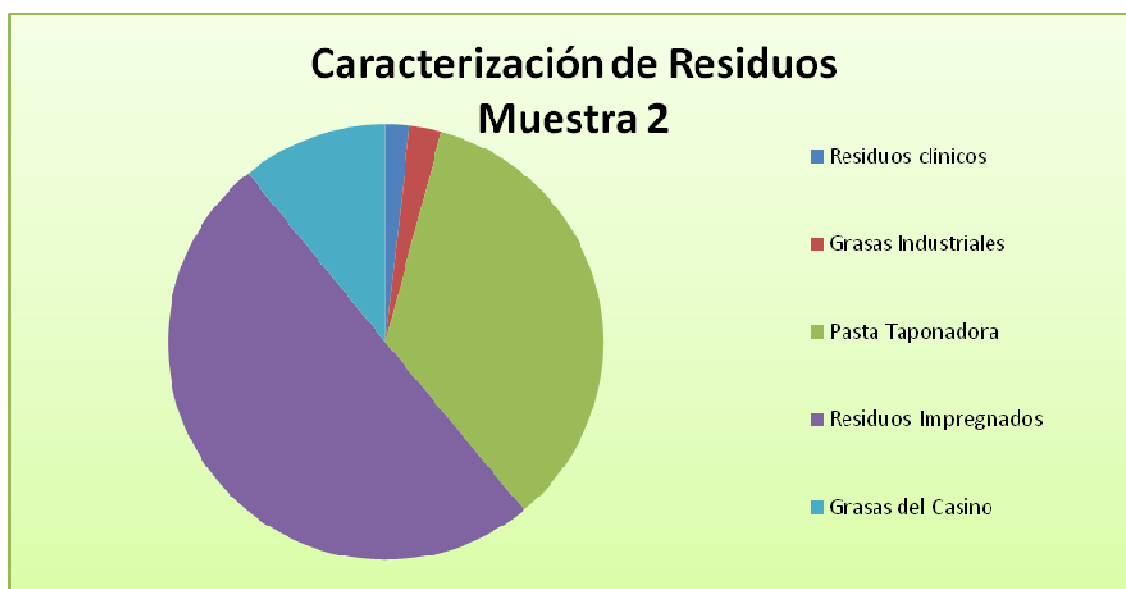


**MUESTRA 2:**

**PESO TOTAL (Wt) kg.**

702,34
--------

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Residuos clínicos	Impregnados originados en la Clínica	12,5	0,017797648
Grasas Industriales	Grasas	16,54	0,023549848
Pasta Taponadora	Pasta taponadora	245	0,348833898
Residuos Impregnados	Estopas, overoles, guantes, chaquetas, pantalones, etc.	352	0,501181764
Grasas del Casino	Originados en la limpieza de las trampas de grasa	76,3	0,108636843
<b>TOTALES</b>		<b>702,34</b>	<b>1</b>

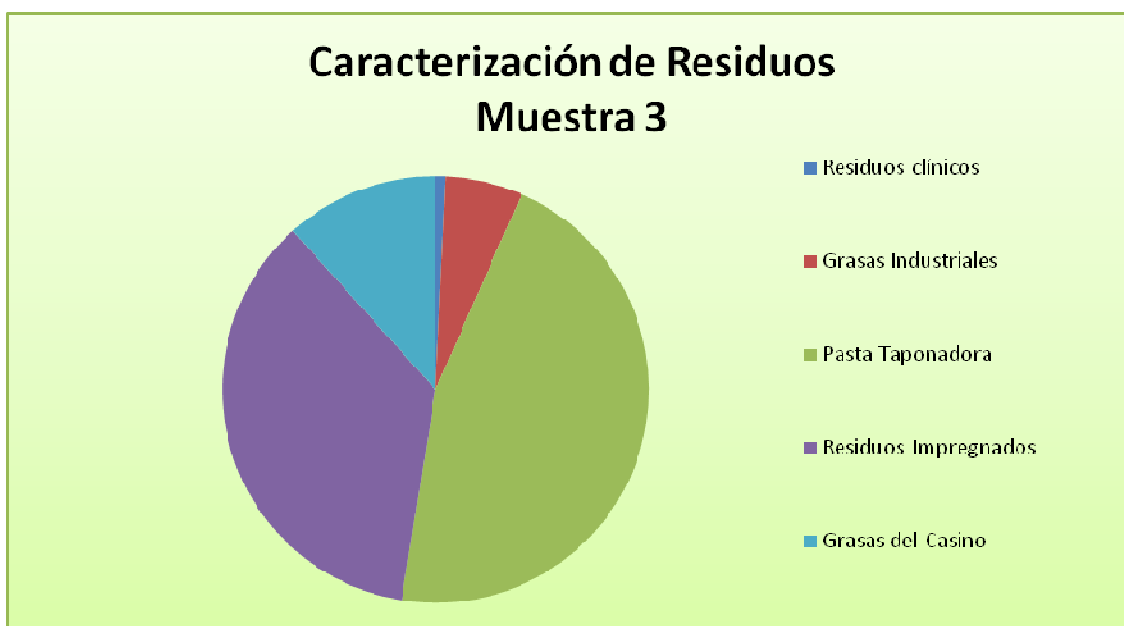


**MUESTRA 3:**

PESO TOTAL (Wt) kg.

720,7
-------

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Residuos clínicos	Impregnados originados en la Clínica	5,4	0,007492715
Grasas Industriales	Grasas	42,3	0,058692937
Pasta Taponadora	Pasta taponadora	331	0,459275704
Residuos Impregnados	Estopas, overoles, guantes, chaquetas, pantalones, etc.	258	0,357985292
Grasas del Casino	Originados en la limpieza de las trampas de grasa	84	0,116553351
<b>TOTALES</b>		<b>720,7</b>	<b>1</b>

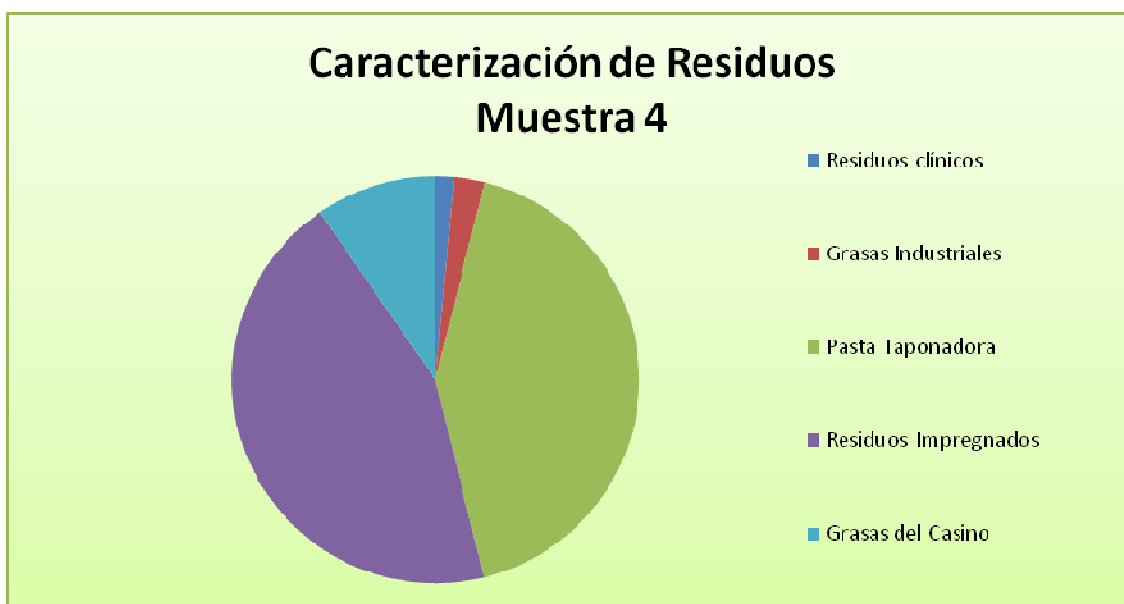


**MUESTRA 4:**

**PESO TOTAL (Wt) kg.**

771,6
-------

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Residuos clínicos	Impregnados originados en la Clínica	11,2	0,014515293
Grasas Industriales	Grasas	18,7	0,024235355
Pasta Taponadora	Pasta taponadora	326,5	0,423146708
Residuos Impregnados	Estopas, overoles, guantes, chaquetas, pantalones, etc.	341	0,441938828
Grasas del Casino	Originados en la limpieza de las trampas de grasa	74,2	0,096163815
<b>TOTALES</b>		<b>771,6</b>	<b>1</b>



## RELLENO SANITARIO

### MUESTRA 1:

PESO TOTAL (Wt) kg.

64,05

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Orgánico	Servilletas, papel higiénico, tapones auditivos, residuos de alimentos	50,85	79,391%
Polietileno de baja densidad	Embalaje	5,5	8,587%
Papel y cartón	Mojado	2,45	3,825%
Papel Kraft	Embalaje	1,3	2,030%
Plástico	Bolsas, empaques	1	1,561%
Empaques para Mecato	Empaques	0,8	1,249%
Tarjetas para Bloqueo	Tarjeta de Bloqueo de equipos	0,8	1,249%
Bolsas para Refractario	Embalaje	0,65	1,015%
Sunchos	Plásticos	0,3	0,468%
Envases para Yogurt	Envases	0,25	0,390%
Desechables	Pitillos y cubiertos	0,15	0,234%
Icopor	Embalaje/Portacomidas	0	0,000%
<b>TOTALES</b>		<b>64,05</b>	<b>100%</b>

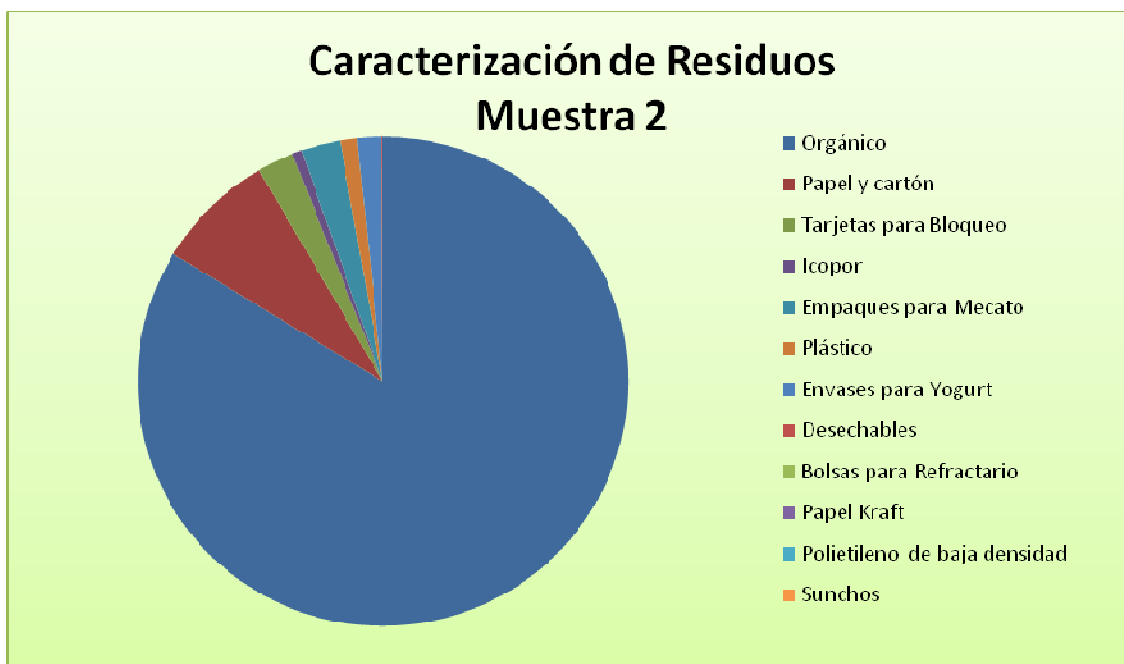


**MUESTRA 2:**

PESO TOTAL (Wt) kg.

62,25
-------

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Orgánico	Servilletas, papel higiénico, tapones auditivos, residuos de alimentos	52,1	0,836947791
Papel y cartón	Mojado	4,9	0,078714859
Tarjetas para Bloqueo	Tarjeta de Bloqueo de equipos	1,5	0,024096386
Icopor	Embalaje/Portacomidas	0,4	0,006425703
Empaques para Mecato	Empaques	1,6	0,025702811
Plástico	Bolsas, empaques	0,7	0,01124498
Envases para Yogurt	Envases	1	0,016064257
Desechables	Pitillos y cubiertos	0,05	0,000803213
Bolsas para Refractario	Embalaje	0	0
Papel Kraft	Embalaje	0	0
Polietileno de baja densidad	Embalaje	0	0
Sunchos	Plásticos	0	0
<b>TOTALES</b>		<b>62,25</b>	<b>1</b>

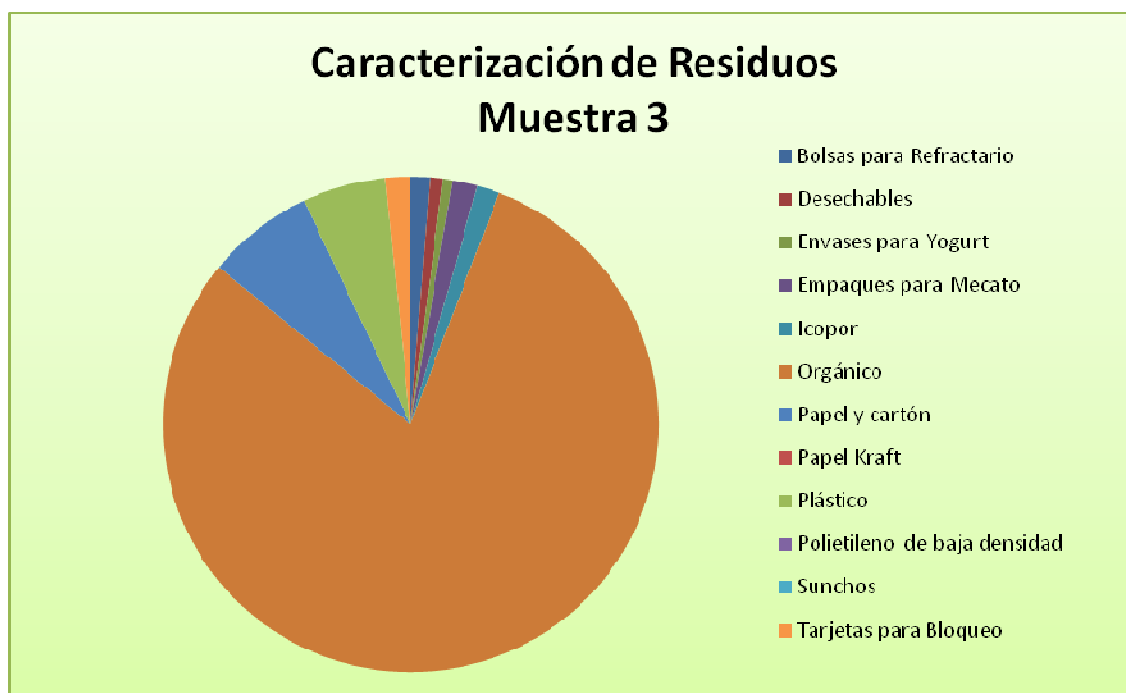


**MUESTRA 3:**

**PESO TOTAL (Wt) kg.**

64,3

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Bolsas para Refractario	Embalaje	0,8	0,01244168
Desechables	Pitillos y cubiertos	0,55	0,008553655
Envases para Yogurt	Envases	0,4	0,00622084
Empaques para Mecato	Empaques	1,05	0,016329705
Icopor	Embalaje/Portacomidas	0,95	0,014774495
Orgánico	Servilletas, papel higiénico, tapones auditivos, residuos de alimentos	51,5	0,800933126
Papel y cartón	Mojado	4,5	0,069984448
Papel Kraft	Embalaje	0	0
Plástico	Bolsas, empaques	3,5	0,054432348
Polietileno de baja densidad	Embalaje	0	0
Sunchos	Plásticos	0	0
Tarjetas para Bloqueo	Tarjeta de Bloqueo de equipos	1,05	0,016329705
<b>TOTALES</b>		<b>64,3</b>	<b>1</b>



**MUESTRA 4:**

PESO TOTAL (Wt) kg.

62,85
-------

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN	PESO (Pi) Kg.	PORCENTAJE (%)
Bolsas para Refractario	Embalaje	0	0
Desechables	Pitillos y cubiertos	1,35	0,021479714
Envases para Yogurt	Envases	2,55	0,040572792
Empaques para Mecato	Empaques	1,2	0,019093079
Icopor	Embalaje/Portacomidas	0,15	0,002386635
Orgánico	Servilletas, papel higiénico, tapones auditivos, residuos de alimentos	49,9	0,793953858
Papel y cartón	Mojado	2,5	0,039777247
Papel Kraft	Embalaje	0	0
Plástico	Bolsas, empaques	1,45	0,023070804
Polietileno de baja densidad	Embalaje	3,25	0,051710422
Sunchos	Plásticos	0	0
Tarjetas para Bloqueo	Tarjeta de Bloqueo de equipos	0,5	0,007955449
<b>TOTALES</b>		<b>62,85</b>	<b>1</b>



## ANEXO J. ANÁLISIS DE MÉTODOS DE TRABAJO

PROCEDIMIENTO	PROBLEMA IDENTIFICADO	CORRECCIÓN REALIZADA AL MÉTODO	BENEFICIO OBTENIDO
<p><b>Compactación de latas metálicas</b></p>	<p>El lugar de almacenamiento de las latas era la zona de líquidos inflamables, cuya área es muy reducida y, debido a que el proceso de compactación no es realizado todos los días, se acumulaban grandes cantidades de latas en altas columnas, lo que aumentaba el tiempo de la actividad, debido al esfuerzo que debía realizar el operario para la organización de las latas antes de conducir las al área de compactación.</p>	<p><b>Reordenar el lugar en el que se ejecuta la actividad.</b></p> <p>Después del análisis del residuo y teniendo en cuenta la compactibilidad existente entre los diferentes tipos de residuos peligrosos, se estableció como lugar de almacenamiento de las latas de pintura, la Zona de Contingencia, lugar que cuenta con mayor área para la acumulación y además, se encuentra contigua a la zona de compactación.</p>	<p>Reducción del tiempo de la actividad en 0,47 minutos.</p> <p>(De 2,034 minutos a 1,564 minutos)</p>

PROCEDIMIENTO	PROBLEMA IDENTIFICADO	CORRECCIÓN REALIZADA AL MÉTODO	BENEFICIOS OBTENIDOS
<p><b>Almacenamiento de residuos en Bodega de residuos peligrosos</b></p>	<p>Durante el traslado de los residuos a la zona de almacenamiento que le corresponde de acuerdo a su clasificación, el operario llevaba los residuos en sus manos, sin emplear ningún medio para transportarlos, lo que generaba movimientos innecesarios, y en consecuencia mayor tiempo para la realización de la actividad.</p>	<p><b>Simplificar la actividad:</b></p> <p>Se asignó una caja y un recolector móvil para transportar una mayor cantidad de residuos de la mesa de clasificación a la zona de almacenamiento correspondiente en cada traslado.</p>	<p>1. Reducción del tiempo de la actividad en 2,904 minutos. (De 8,743 minutos a 5,839 minutos). Teniendo como base para la medición del tiempo la clasificación de una caneca con 20,92 kg. de residuos peligrosos. 2. Mayor facilidad al realizar la operación.</p>
<p><b>Incineración de Residuos</b></p>	<p>El trámite del permiso para realizar la incineración tomaba más tiempo del necesario, debido a la falta de sensibilización del personal encargado de la autorización.</p>	<p><b>Sensibilizar:</b></p> <p>Se realizó el análisis de la actividad y se concluyó que no es posible redireccionar esta función, ni tramitar el permiso en el turno anterior, debido a la responsabilidad del Ingeniero y el operador del Calcinador L1, sobre el proceso. Por esta razón, se realizó una actividad de sensibilización para que se le diera mayor importancia al trámite de la autorización para la incineración de residuos.</p>	<p>Reducción del tiempo de la actividad.</p> <p>El tiempo de trámite era de 45 minutos en promedio. Actualmente el trámite toma entre 20 y 30 minutos.</p>

PROCEDIMIENTO	PROBLEMA IDENTIFICADO	CORRECCIÓN REALIZADA AL MÉTODO	BENEFICIO OBTENIDO
<p><b>Recuperación de Filtros</b></p>	<p>Se dificultaba retirar las tapas de los filtros de aire, para la recuperación de sus materiales.</p>	<p><b>Simplificar la actividad:</b></p> <p>Se comprobó que el filtro de aire puede ser compactado para facilitar su desarme, sin que esta actividad perjudique al material recuperable.</p>	<p>Mayor facilidad al realizar la actividad.</p>

## ANEXO K. ALCANCE ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONÓMETRO

ÁREAS		ACTIVIDAD
<b>ÁREAS DE DISPOSICIÓN FINAL</b>	Relleno Sanitario	Inspección Inicial
		Orden y Aseo
		Operación del Relleno Sanitario
	Plataforma de Incineración	Incineración de Pasta Taponadora
		Incineración de Residuos Impregnados
<b>ÁREAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL</b>	Bodega de Reciclaje	Ubicación de residuos para su clasificación
		Clasificación de residuos reciclables
		Pesaje y Registro de residuos clasificados
		Despacho de residuos
	Bodega de Residuos para Incinerar	Picado de Residuos
	Bodega RESPEL	Clasificación de Residuos Peligrosos
		Compactación de Latas
		Desarme de Baterías
	Tanque de Aceite Usado	Lavado de Baldes Impregnados con grasa
		Perforación de baldes recuperados
		Recolección de Filtros del Taller de Mantenimiento Mina
		Llenado de Contenedores con Aceite Usado
		Succión de Aceite hacia el tanque de almacenamiento
		Limpieza de Trampas de Grasa
	Patio de Chatarra	Recuperación de Filtros
	Patio de Madera	Cargue de Madera para la comunidad

## ANEXO L. TAMAÑO DE LA MUESTRA POR PROCEDIMIENTO

### ÁREAS DE DISPOSICIÓN FINAL

#### 1. RELLENO SANITARIO

TIEMPO (min)		1	2	3	4	5	6	7	8	TIEMPO PROMEDIO (min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	TAMAÑO DE LA MUESTRA	MUESTRA (REDONDEO)
ELEMENTO													
Inspección Inicial	Áreas aledañas a la caseta	3,411	3,597	2,825	3,500	3,962	3,526	3,478	2,608	3,363	0,437	4,264	5
	Zona de trincheras A, B, C, D	8,647	8,960	7,080	8,275	8,729	7,866	8,212	8,107	8,235	0,589	7,761	8
	Pozos de monitoreo de aguas subterráneas 1,2,3,4.	4,629	5,097	3,581	4,277	3,957	4,497	4,291	4,648	4,372	0,462	4,784	5
	Herramientas	5,797	4,978	5,799	4,977	5,225	4,316	4,594	4,822	5,063	0,529	6,260	7
	Equipos	3,921	3,495	3,275	2,933	3,141	3,469	2,815	3,920	3,371	0,413	3,809	4
Orden y Aseo	Caseta de Entrada	7,760	8,502	8,947	7,462	7,949	8,458	7,616	8,379	8,134	0,515	5,933	6
	Zonas Verdes (X m <sup>2</sup> )	20,201	20,379	20,864	20,078	21,285	20,885	21,947	20,618	20,782	0,615	8,476	9

	Limpieza de canales perimetrales una trinchera	70,496	75,587	72,814	71,661	72,011	68,966	75,936	70,617	72,261	2,449	8,384	9
	Limpieza de canales perimetrales de la piscina y pondaje de lixiviados	46,025	46,046	45,967	45,146	45,464	46,917	45,210	46,472	45,906	0,614	8,430	9
	Pozos de monitoreo de aguas subterráneas 1,2,3,4.	12,122	11,014	11,812	12,091	11,132	11,411	12,289	11,653	11,690	0,473	5,012	6
Operación del Relleno	Apertura de la trinchera en operación	2,105	2,612	2,727	3,329	3,484	2,964	2,783	3,443	2,931	0,474	5,032	6
	Inspección y ubicación de tacos	1,171	1,565	1,490	1,897	0,797	1,426	1,765	1,258	1,421	0,348	2,713	3
	Ubicación del volco R1	1,040	1,510	1,791	1,633	1,651	1,754	1,475	1,295	1,519	0,251	1,408	2
	Descargue del volco R1 (En el primer nivel de la celda)	1,607	1,567	1,812	2,590	1,250	2,127	2,087	1,815	1,857	0,411	3,778	4
	Descargue del volco R1 (En el último nivel de la celda)	3,460	3,762	4,648	4,201	3,648	4,423	4,316	3,779	4,029	0,423	4,003	5
	Disgregación de residuos R1	6,683	7,880	7,957	8,669	7,852	8,047	8,674	8,595	8,045	0,656	9,634	10

Ubicación del volco R2	0,840	0,634	1,818	0,964	1,214	0,864	0,896	1,459	1,086	0,389	3,377	4
Descargue del volco R2 (En el primer nivel de la celda)	2,460	2,646	2,508	2,794	1,253	1,790	2,086	2,594	2,266	0,523	6,108	7
Descargue del volco R2 (En el último nivel de la celda)	5,850	4,794	5,329	5,392	4,870	5,551	5,702	5,521	5,376	0,374	3,133	4
Disgregación de residuos R2	8,544	9,779	9,794	8,896	9,426	9,271	10,341	9,468	9,440	0,558	6,965	7
Ubicación del volco Ruta Ciudadela	1,182	1,441	1,769	1,833	2,167	1,894	1,780	1,524	1,699	0,305	2,082	3
Descargue del volco Ruta Ciudadela (En el último nivel de la celda)	2,586	1,796	2,176	2,561	2,463	2,695	1,826	2,646	2,343	0,365	2,973	3
Descargue del volco Ruta Ciudadela (En el último nivel de la celda)	12,412	11,948	12,300	11,477	11,864	11,625	11,155	12,056	11,854	0,421	3,973	4
Disgregación de residuos Ruta Ciudadela	10,872	10,427	11,296	10,935	10,795	11,494	11,763	11,188	11,096	0,425	4,047	5

Cubrimiento de la trinchera en operación	3,178	3,427	4,268	4,275	4,351	3,595	4,244	4,021	3,920	0,455	4,627	5
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---

**Nivel de confianza** 95%

**Error** 0,5 Min 1<t obs.<30 min 0,1 Min t obs.<1 min 2 Min t obs.>30 min

**Grados de Libertad** 7

**t-student** 2,365

## 2. PLATAFORMA DE INCINERACIÓN

**PROCEDIMIENTO:** Incineración de Pasta Taponadora

**LUGAR:** Banda CV 29

<b>ACTIVIDAD</b> <b>TIEMPO (min)</b>	<b>Traslado e Incineración de 383 Kg. de Pasta Taponadora</b>
1	4,022
2	3,636
3	4,154
4	5,039
5	4,885
6	4,456
7	4,224
8	4,361
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	<b>4,347</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>0,454</b>
<b>ERROR (min)</b>	<b>0,5</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>4,615</b>
<b>MUESTRA (Redondeo)</b>	<b>5</b>

**PROCEDIMIENTO:** Incineración de Residuos Impregnados

**LUGAR:** Banda CV 29

ACTIVIDAD TIEMPO (min)	Abrir compuerta	Acordonar área	Incineración (Por caneca)		Limpieza del área
			Tiempo Observado	Residuo	
1	1,033	4,426	20,042	Cartón, overoles, chaquetas, delantales, pantalones, plástico.	45,903
2	1,206	4,663	21,828	Cartón, overoles, chaquetas, delantales, pantalones, plástico.	47,299
3	1,369	5,281	21,963	Cartón, overoles, chaquetas, delantales, pantalones, plástico.	45,299
4	1,608	4,827	19,524	Guantes de Vaqueta, trapos, overoles, estopas, bolsas de papel.	49,477
5	1,466	5,579	20,760	Guantes de Vaqueta, trapos, overoles, estopas, bolsas de papel.	46,647
6	1,953	4,550	20,811	Guantes de Vaqueta, trapos, overoles, estopas, bolsas de papel.	45,428
7	1,810	4,312	20,630	Guantes de Vaqueta, trapos, overoles, estopas, bolsas de papel.	50,630
8	1,496	5,453	20,963	Guantes de Vaqueta, trapos, overoles, estopas, bolsas de papel.	42,493
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	<b>1,492</b>	<b>4,886</b>	<b>20,815</b>		<b>46,647</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>0,301</b>	<b>0,488</b>	<b>0,816</b>		<b>2,547</b>
<b>ERROR (min)</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>		<b>2</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>2,030</b>	<b>5,325</b>	<b>14,914</b>		<b>9,071</b>
<b>MUESTRA (Redondeo)</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>15</b>		<b>10</b>

## ÁREAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL

### 1. BODEGA DE RECICLAJE

**PROCEDIMIENTO:** Clasificación de residuos reciclables

<b>CICLO</b> <b>TIEMPOS (min)</b>	<b>Ubicar bolsas con residuos en la mesa de clasificación</b>	<b>Clasificación de residuos por bolsa</b>	<b>Pesaje de Residuos y Registro en la Bitácora</b>	<b>Cargue de Vehículo con reciclaje</b>
<b>1</b>	1,172	1,145	0,949	6,107
<b>2</b>	1,123	2,061	0,983	7,427
<b>3</b>	1,099	1,676	0,759	7,765
<b>4</b>	1,064	2,359	0,744	6,322
<b>5</b>	0,924	3,165	0,883	6,478
<b>6</b>	1,244	1,873	0,654	7,608
<b>7</b>	1,204	1,002	0,777	7,290
<b>8</b>	1,144	3,077	1,088	7,497
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	<b>1,122</b>	<b>2,045</b>	<b>0,854</b>	<b>7,062</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>0,098</b>	<b>0,800</b>	<b>0,145</b>	<b>0,651</b>
<b>ERROR (min)</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>5,404</b>	<b>14,324</b>	<b>11,832</b>	<b>9,483</b>
<b>MUESTRA</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>10</b>

## 2. BODEGA DE RESIDUOS PARA INCINERAR

**PROCEDIMIENTO:** Picado de Residuos Impregnados

<b>RESIDUO TIEMPO (min)</b>	<b>Cartón (1 m x 0,60 m)</b>	<b>Chaqueta de Vaqueta</b>	<b>Delantal de Vaqueta</b>	<b>Pantalón de Vaqueta</b>	<b>Pantalón Plástico</b>	<b>Plástico (5 m x 4 m)</b>	<b>Overol</b>
1	1,786	1,839	0,289	0,720	0,447	1,698	0,428
2	1,404	1,457	0,276	0,671	0,628	1,930	0,408
3	1,607	1,825	0,483	0,813	0,499	1,466	0,645
4	1,326	1,786	0,363	0,681	0,457	1,601	0,547
5	1,210	1,670	0,580	1,858	0,510	1,725	0,581
6	1,237	1,559	0,491	1,417	0,753	1,462	0,421
7	1,480	1,720	0,506	0,778	0,722	2,211	0,499
8	1,468	1,372	0,293	1,288	0,846	1,829	0,441
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	<b>1,440</b>	<b>1,653</b>	<b>0,410</b>	<b>1,028</b>	<b>0,608</b>	<b>1,740</b>	<b>0,496</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>0,192</b>	<b>0,174</b>	<b>0,119</b>	<b>0,440</b>	<b>0,152</b>	<b>0,250</b>	<b>0,087</b>
<b>ERROR (min)</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>2,293</b>	<b>1,886</b>	<b>7,883</b>	<b>12,059</b>	<b>12,846</b>	<b>3,899</b>	<b>4,241</b>
<b>MUESTRA (Redondeo)</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

### 3. BODEGA DE RESIDUOS PELIGROSOS (RESPEL)

**PROCEDIMIENTO:** Clasificación de residuos peligrosos

CICLO TIEMPO (min)	Tiempo de Preparación	14,6 – 20,92
		Tiempo total de clasificación
1	10,941	18,190
2	8,761	19,422
3	9,563	19,549
4	9,449	16,477
5	9,947	19,095
6	9,323	21,160
7	10,255	18,895
8	9,761	18,494
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	9,750	18,910
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	0,655	1,330
<b>ERROR (min)</b>	0,5	1,5
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	9,588	4,395
<b>MUESTRA (REDONDEO)</b>	10	5

**PROCEDIMIENTO:** Desarme de Baterías

ACTIVIDAD TIEMPO (min)	Desarmar Batería
1	0,235
2	0,436
3	0,323
4	0,184
5	0,168
6	0,437
7	0,205
8	0,371
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	0,295
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	0,111
<b>ERROR (min)</b>	0,05
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	27,704
<b>MUESTRA</b>	28

**PROCEDIMIENTO:** Compactación de Latas

<b>CICLO</b> <b>TIEMPO (min)</b>	<b>Traer latas desde la zona de contingencia</b>	<b>Compactación de Latas</b>	<b>Pesar y almacenar latas</b>	<b>Limpieza de la compactadora</b>
1	0,731	0,470	3,885	0,332
2	0,975	0,453	3,588	0,343
3	1,345	0,552	3,187	0,301
4	1,528	0,521	3,068	0,414
5	1,546	0,486	4,136	0,432
6	1,745	0,508	3,264	0,353
7	1,239	0,526	3,587	0,450
8	1,664	0,576	3,873	0,295
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	<b>1,346</b>	<b>0,511</b>	<b>3,574</b>	<b>0,365</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>0,351</b>	<b>0,041</b>	<b>0,379</b>	<b>0,059</b>
<b>ERROR (min)</b>	<b>0,5</b>	<b>0,05</b>	<b>0,5</b>	<b>0,05</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>2,753</b>	<b>3,839</b>	<b>3,211</b>	<b>7,914</b>
<b>MUESTRA (REDONDEO)</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>

#### 4. TANQUE DE ACEITE USADO

**PROCEDIMIENTO:** Lavado de baldes impregnados con grasa

<b>CICLO</b> <b>TIEMPO (min)</b>	<b>Preparación Agua - Jabón</b>	<b>Limpieza de un balde impregnado de grasa</b>	<b>Ubicación de baldes en Zona de Secado</b>	<b>Recolección de Baldes</b>
1	0,807	3,821	0,611	0,7952
2	0,844	3,453	0,432	0,681
3	0,823	3,520	0,610	0,588
4	0,643	3,378	0,477	0,659
5	0,818	3,662	0,830	0,630
6	0,994	3,394	0,956	0,878
7	0,962	3,331	0,429	0,833
8	0,977	3,144	0,036	0,873
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	<b>0,859</b>	<b>3,463</b>	<b>0,547</b>	<b>0,742</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>0,117</b>	<b>0,208</b>	<b>0,280</b>	<b>0,116</b>
<b>ERROR (min)</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>7,64</b>	<b>2,681</b>	<b>4,862</b>	<b>7,491</b>
<b>MUESTRA (REDONDEO)</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>

**PROCEDIMIENTO:** Perforación de Baldes recuperados

<b>CICLO</b> <b>TIEMPO (min)</b>	<b>Preparar Taladro</b>	<b>Perforar Baldes</b>
1	0,949	0,105
2	0,956	0,098
3	1,253	0,105
4	0,979	0,107
5	0,911	0,117
6	0,933	0,118
7	1,075	0,095
8	0,989	0,133
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	<b>1,005</b>	<b>0,110</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>0,111</b>	<b>0,012</b>
<b>ERROR (min)</b>	<b>0,1</b>	<b>0,02</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>6,943</b>	<b>2,181</b>
<b>MUESTRA (REDONDEO)</b>	<b>7</b>	<b>3</b>

**PROCEDIMIENTO:** Recolección de filtros del Taller de Mantenimiento Mina

<b>CICLO DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO OBSERVADO (min)</b>
1	5,511
2	5,947
3	6,925
4	6,637
5	6,160
6	6,672
7	6,135
8	7,253
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	<b>6,405</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>0,568</b>
<b>ERROR (min)</b>	<b>0,5</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>7,212</b>
<b>MUESTRA (REDONDEO)</b>	<b>8</b>

**PROCEDIMIENTO:** Llenado de contenedores con Aceite usado

<b>CICLO DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO OBSERVADO (min)</b>
1	17,921
2	17,853
3	18,852
4	17,512
5	19,255
6	18,341
7	18,696
8	18,803
<b>TIEMPO PROMEDIO</b>	<b>18,404</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>0,598</b>
<b>ERROR (min)</b>	<b>0,5</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>8,011</b>
<b>MUESTRA (REDONDEO)</b>	<b>9</b>

**PROCEDIMIENTO:** Succión de aceite hacia el tanque de almacenamiento

<b>CICLO DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO OBSERVADO (min)</b>
1	1,721
2	1,661
3	1,922
4	2,160
5	1,953
6	1,858
7	1,661
8	2,162
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	<b>1,887</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>0,202</b>
<b>ERROR (min)</b>	<b>0,3</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>2,541</b>
<b>MUESTRA (REDONDEO)</b>	<b>3</b>

**PROCEDIMIENTO:** Limpieza de Trampas de Grasa

a. Limpieza Trampas del Casino

<b>CICLO DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO OBSERVADO (min)</b>
1	38,929
2	37,470
3	40,904
4	43,364
5	39,856
6	40,527
7	42,436
8	43,555
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	<b>40,880</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>2,150</b>
<b>ERROR (min)</b>	<b>2</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>6,464</b>
<b>MUESTRA (REDONDEO)</b>	<b>7</b>

b. Limpieza Trampa de Aceite del Taller de Mantenimiento Mina

<b>CICLO DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO OBSERVADO (min)</b>
1	15,288
2	17,375
3	20,268
4	18,562
5	15,775
6	17,432
7	19,924
8	21,393
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	<b>18,252</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>2,177</b>
<b>ERROR (min)</b>	<b>2</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>6,627</b>
<b>MUESTRA (REDONDEO)</b>	<b>7</b>

c. Limpieza de Trampas de Aceite Generales

<b>CICLO DE TRABAJO</b>	<b>TIEMPO OBSERVADO (min)</b>
1	27,210
2	24,520
3	28,432
4	31,692
5	25,641
6	29,288
7	30,380
8	27,929
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	<b>28,136</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>2,369</b>
<b>ERROR (min)</b>	<b>2</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>7,851</b>
<b>MUESTRA (REDONDEO)</b>	<b>8</b>

## 5. PATIO DE CHATARRA

**PROCEDIMIENTO:** Recuperación de Filtros

<b>CICLO</b> <b>TIEMPO (min)</b>	<b>Preparación para la tarea</b>	<b>Recuperación de Filtros</b>
1	4,198	3,389
2	4,425	3,462
3	5,179	3,272
4	4,658	3,481
5	4,525	3,219
6	4,932	3,957
7	5,502	3,486
8	5,885	3,523
<b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b>	<b>4,913</b>	<b>3,474</b>
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>0,577</b>	<b>0,223</b>
<b>ERROR (min)</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>7,436</b>	<b>1,114</b>
<b>MUESTRA</b>	<b>8</b>	<b>2</b>

## 6. PATIO DE MADERA

ACTIVIDAD  MUESTREO	Información del viaje		TIEMPO POR ACTIVIDAD (Min)	
	Número de Viaje	Destino	Cargue	Trayecto hasta regresar a Patio
1	1	Bocas de Uré	11,382	20,000
2	2	Buena Vista	9,452	105,392
3	3	Buena Vista	8,475	101,462
4	4	Buena Vista	9,690	106,210
5	5	Bocas de Uré	11,322	23,551
6	6	Bocas de Uré	12,278	22,632
7	7	Bocas de Uré	10,823	20,947
8	8	Buena Vista	10,300	103,578
TIEMPO PROMEDIO (min)	CARGUE		10,465	
	BOCAS DE URE			21,783
	BUENA VISTA			104,161
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	CARGUE		1,231	
	BOCAS DE URE			1,605
	BUENA VISTA			2,109
ERROR (min)	CARGE/VIAJE		1	2
TAMAÑO DE LA MUESTRA	GENERAL		8,473	
	BOCAS DE URE			3,600
	BUENA VISTA			6,217
MUESTRA (Redondeo)	CARGUE		9	
	BOCAS DE URE			4
	BUENA VISTA			7

## ANEXO M. DIVISIÓN DE LOS CICLOS EN ELEMENTOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS POR CRONÓMETRO

### ÁREAS DE DISPOSICIÓN FINAL

#### 1. RELLENO SANITARIO

- **INSPECCIÓN**

CICLO: Inspección de áreas del relleno sanitario.

UNIDAD DE RESULTADO: Áreas del relleno sanitario inspeccionadas.

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Inspección de áreas aledañas a la caseta	Repetitivo	Desde que inicia la inspección de la caseta hasta que la concluye.
Inspección de trincheras A, B, C, D	Repetitivo	Desde que inicia la inspección de la trinchera que la concluye.
Inspección de pozos de monitoreo de aguas subterráneas.	Repetitivo	Desde que inicia la inspección del pozo hasta que la concluye.
Inspección de Herramientas	Repetitivo	Desde que inicia la inspección de las herramientas hasta que la concluye.
Inspección de Equipos	Repetitivo	Desde que inicia la inspección de los equipos hasta que la concluye.

Nota: Las inspecciones no son realizadas consecutivamente, ni durante un tiempo específico durante el día, por lo tanto se tomaron como ciclos independientes.

- **ORDEN Y ASEO**

CICLO: Orden y aseo de áreas del Relleno Sanitario.

UNIDAD DE RESULTADO: Áreas aseadas y en orden.

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Orden y aseo de la caseta de entrada	Repetitivo	Desde que inicia el aseo de la caseta hasta que culmina.
Orden y aseo de zonas verdes (100 m <sup>2</sup> )	Repetitivo	Desde que inicia el aseo de la zona verde hasta que lo culmina.

Orden y aseo de los canales perimetrales de la trinchera	Repetitivo	Desde que inicia el aseo del canal perimetral de la trinchera hasta que lo culmina.
Orden y aseo de canales perimetrales de la piscina y pondaje de lixiviados.	Repetitivo	Desde que inicia el aseo del canal perimetral de la piscina y el pondaje hasta que lo culmina.
Orden y aseo de los pozos de monitoreo de aguas subterráneas.	Repetitivo	Desde que inicia el aseo del pozo hasta que lo culmina.

Nota: El orden y aseo en las diferentes áreas, no es realizado consecutivamente, ni durante un tiempo específico durante el día, por lo tanto se tomaron como ciclos independientes.

#### • OPERACIÓN DEL RELLENO

CICLO: Operación del Relleno Sanitario

UNIDAD DE RESULTADO: Residuos orgánicos recibidos durante el día, dispuestos en el Relleno Sanitario.

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Apertura de la Trinchera en Operación	Repetitivo	Desde que toma la geomenbrana hasta que la desliza en promedio 10 metros para descubrir la trinchera.
Inspección y ubicación de tacos	Repetitivo	Desde que toma los tacos hasta que los ubica en la posición indicada para el descargue de los residuos.
Ubicación del vehículo R1	Repetitivo	Desde que el vehículo llega a la zona de la trinchera hasta que se ubica en la zona de descargue.
Descargue del vehículo R1	Repetitivo	Desde que el operario del vehículo levanta el vehículo hasta que el operario del relleno termina de descargar los residuos.
Disgregación de Residuos R1	Repetitivo	Desde que inicia la disgregación de los residuos hasta que la superficie de la celda se homogeniza.
Ubicación del vehículo R2	Repetitivo	Desde que el vehículo llega a la zona de la trinchera hasta que se ubica en la zona de descargue.

Descargue del vehículo R2	Repetitivo	Desde que el operario del vehículo levanta el vehículo hasta que el operario del relleno termina de descargar los residuos.
Disgregación residuos R2	Repetitivo	Desde que inicia la disgregación de los residuos hasta que la superficie de la celda se homogeniza.
Ubicación del vehículo de ciudadela	Repetitivo	Desde que el vehículo llega a la zona de la trinchera hasta que se ubica en la zona de descargue.
Descargue del vehículo de ciudadela	Repetitivo	Desde que el operario del vehículo levanta el vehículo hasta que el operario del relleno termina de descargar los residuos.
Disgregación residuos ciudadela	Repetitivo	Desde que inicia la disgregación de los residuos hasta que la superficie de la celda se homogeniza.
Cierre de la trinchera en operación	Repetitivo	Desde que toma la geomenbrana hasta que la desliza en promedio 10 metros para cubrir la trinchera.

## 2. PLATAFORMA DE INCINERACIÓN

### • INCINERACIÓN DE PASTA TAPONADORA

CICLO: Incineración de Pasta Taponadora.

UNIDAD DE RESULTADO: 383 Kg. de Pasta taponadora incinerada.

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Trasladar pasta taponadora a la plataforma	Repetitivo	Desde que el Minicargador toma la pasta taponadora de la Bodega de residuos para incinerar hasta que la deposita en la Plataforma de Incineración.
Incineración de 383 Kg. de Pasta Taponadora	Repetitivo	Desde que se toma la primera pala con pasta taponadora hasta que se incinera toda la pasta.

• **INCINERACIÓN DE RESIDUOS IMPREGNADOS**

CICLO 1: Abrir compuerta

UNIDAD DE RESULTADO: Compuerta abierta

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Abrir Compuerta	No repetitivo (Una vez en la jornada)	Desde que se abre el candado hasta que se corre la compuerta de la bodega.

CICLO 2: Acordonar área

UNIDAD DE RESULTADO: Área acordonada

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Acordonar área	No repetitivo (Una vez en la jornada)	Desde que toma la cinta reflectiva hasta que termina de acordonar el área.

CICLO 3: Incineración del contenido de una caneca de residuos impregnados.

UNIDAD DE RESULTADO: El contenido de una caneca de residuos impregnados incinerado.

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Incineración de residuos impregnados (Por caneca)	Repetitivo	Desde que toma el primer residuo para incinerar hasta que incinera el último residuo contenido en la caneca.
Limpieza del área	No repetitivo (Una vez en la jornada)	Desde que inicia la limpieza del área de trabajo hasta que termina.

CICLO 4: Limpieza del área (Área de 100 m<sup>2</sup>)

UNIDAD DE RESULTADO: Área limpia

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Limpieza del área	No repetitivo (Una vez en la jornada)	Desde que inicia la limpieza del área de trabajo hasta que termina.

## ÁREAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL

### 1. BODEGA DE RECICLAJE

**PESO PROMEDIO DE UNA BOLSA: 5 Kg.**

**CONTENIDO PROMEDIO DE UNA BOLSA: Papel, plástico, bolsas de agua e hidratante, cartón, cinta reflectiva, envases plásticos, latas, bolsas varias, platos desechables, orgánico.**

CICLO 1: Ubicación de residuos en la mesa de clasificación

UNIDAD DE RESULTADO: Cuatro bolsas con residuos sobre la mesa de clasificación.

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Ubicación de residuos en la mesa de clasificación	Repetitivo	Desde que toma las bolsas de la zona de descargue hasta que las deja sobre la mesa de clasificación.

CICLO 2: Clasificación de una bolsa que contiene en promedio 5 Kg. de residuos.

UNIDAD DE RESULTADO: Una bolsa con 5 Kg. de residuos clasificada.

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Clasificación de residuos por bolsa	Repetitivo	Desde que toma la bolsa hasta que clasifica el último residuo contenido en ella.

CICLO 3: Pesaje de residuos y registro en la bitácora

UNIDAD DE RESULTADO: Un costal de reciclaje pesado

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Pesaje de residuos	Repetitivo	Desde que toma el costal hasta que lo baja de la báscula.
Registro en la Bitácora	Repetitivo	Desde que toma el lapicero hasta que registra el peso obtenido.

CICLO 4: Cargue de residuos reciclados en el vehículo

UNIDAD DE RESULTADO: Un vehículo cargado con residuos reciclados recolectados en un día de clasificación.

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Cargue de residuos reciclados en el vehículo	Repetitivo	Desde que toma el primer costal para ubicarlo en el vehículo hasta que cierra las puertas del vehículo.

## 2. BODEGA DE RESIDUOS PARA INCINERAR

### • PICADO DE RESIDUOS IMPREGNADOS

CICLO: Desde que toma la pieza hasta que la pica.

UNIDAD DE RESULTADO: Una pieza cortada (cartón, chaqueta de vaqueta, delantal de vaqueta, pantalón de vaqueta, pantalón plástico, plástico, overol).

ELEMENTOS: No se dividió la tarea en elementos debido a que el tiempo del ciclo es muy corto.

## 3. BODEGA DE RESIDUOS PELIGROSOS

### • CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

CICLO 1: Preparación para la jornada

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Preparación	No repetitivo (Una vez por ciclo)	Alistar bitácora, lapicero y EPP. Organizar mesa de clasificación.

CICLO 2: Clasificación de residuos según su peligrosidad.

UNIDAD DE RESULTADO: Una caneca de residuos peligrosos clasificada, el tiempo se estableció para un peso entre 14,6 y 20,92 Kg.

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Preclasificación de residuos	Repetitivo	Desde que toma el primer residuo de la caneca hasta que preclasifica el último residuo.
Registro de residuos recibidos en la Bitácora	Repetitivo	Desde que registra el primer tipo de residuo recibido hasta que registra el último tipo de residuo.
Clasificación de residuos de acuerdo a su peligrosidad	Repetitivo	Desde que toma la primera clase de residuos hasta que termina de ubicarlos en la zona de almacenamiento correspondiente.

• **COMPACTACIÓN DE LATAS**

CICLO 1: Traer latas desde la zona de contingencia

UNIDAD DE RESULTADO: Latas ubicadas en la Zona de compactación.

CICLO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Traer latas desde la zona de contingencia	No repetitivo (Una vez al iniciar la jornada en grupos de 24 latas)	Desde que el operario se dirige a traer latas desde la Zona de Contingencia hasta que las ubica en la Zona de Compactación.

CICLO 2: Compactación de latas

UNIDAD DE RESULTADO: 4 Latas compactadas

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Ubicar dos latas en la compactadora	Repetitivo	Desde que abre la puerta de la Compactadora y toma dos latas, hasta que toma dos latas más, cierra la puerta y da arranque al equipo.
Proceso de Compactación	Repetitivo (Máquina)	Desde que inicia el proceso de compactación hasta que se oprime OFF para detenerlo.
Depositar latas en una caneca	Repetitivo	Desde que se abre la puerta de la Compactadora hasta que se depositan las latas compactadas en el costal.

CICLO 3: Pesaje de los residuos y ubicación para almacenamiento temporal

UNIDAD DE RESULTADO: 24 latas pesadas

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Pesar	No Repetitivo (Una vez al final del trabajo se pesan de a 24 latas)	Desde que se toma el costal de la Zona de Compactación hasta que se regresa luego de ser pesado.
Depositar latas pesadas en un costal	No Repetitivo (Una vez al final del trabajo se pesan de a 24 latas)	Desde que se deposita la primera lata en el costal de almacenamiento hasta que se deposita la última lata.

CICLO 4: Limpieza de la compactadora

UNIDAD DE RESULTADO: Máquina compactadora limpia

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Limpieza de la Compactadora	No Repetitivo (Una vez por jornada)	Desde que se toma el trapo hasta que se termina de limpiar.

- **DESARME DE BATERÍAS**

CICLO: Proceso de desarme de la batería Varta 6 V

UNIDAD DE RESULTADO: 1 Batería desarmada

ELEMENTOS: No se dividió la tarea en elementos debido a que el tiempo del ciclo es muy corto.

#### 4. TANQUE DE ACEITE USADO

##### LAVADO DE BALDES IMPREGNADOS CON GRASA

CICLO 1: Preparación de agua – jabón.

UNIDAD DE RESULTADO: Un balde con agua - jabón preparado.

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Preparar jabón	No repetitivo (Una vez por jornada)	Desde que toma el balde hasta que le adiciona el jabón.

CICLO 2: Limpieza de un balde impregnado de grasa

UNIDAD DE RESULTADO: Un balde limpio

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Limpiar grasa de la caneca con ACPM	Repetitivo	Desde que toma la caneca hasta que la termina de limpiar con ACPM.
Limpiar grasa de la tapa de la caneca con ACPM	Repetitivo	Desde que toma la tapa hasta que la termina de limpiar con ACPM.
Primer enjuague con agua (Balde y tapa)	Repetitivo	Desde que toma la manguera hasta que termina el enjuague.
Primer enjuague con agua-jabón (Balde y tapa)	Repetitivo	Desde que toma el agua-jabón hasta que termina el enjuague.
Segundo enjuague con agua-jabón (Balde y tapa)	Repetitivo	Desde que toma el agua-jabón hasta que termina el enjuague.
Segundo enjuague con agua (Balde y tapa)	Repetitivo	Desde que toma la manguera hasta que termina el enjuague.

CICLO 3: Ubicación de baldes en zona de secado

UNIDAD DE RESULTADO: 10 Baldes ubicados en zona de secado

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Ubicación para secado	No repetitivo (Una vez por jornada en cantidades de 10 baldes)	Desde que toma el primer balde hasta que regresa a la zona de lavado.

CICLO 4: Recolección de baldes

UNIDAD DE RESULTADO: 10 baldes ubicados en zona de lavado

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Recolección de baldes	No repetitivo (Una vez por jornada en cantidades de 10 baldes)	Desde que toma el primer balde hasta que regresa el último balde a la zona de lavado.

- **PERFORACIÓN DE BALDES RECUPERADOS**

CICLO 1: Alistar taladro

UNIDAD DE RESULTADO: Taladro listo para la tarea

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Alistar herramientas	No repetitivo (Una vez por jornada)	Desde que se dispone a buscar las herramientas hasta que las ubica en el sitio de trabajo.

CICLO 2: Perforación de baldes

UNIDAD DE RESULTADO: Tres baldes perforados

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Perforar baldes	Repetitivo (Tres baldes simultáneos)	Desde que toma el balde hasta que lo ubica en la pila de baldes perforados.

- **RECUPERACIÓN DE FILTROS DEL TALLER DE MANTENIMIENTO MINA**

CICLO: Recolección de filtros de aceite para recuperación.

UNIDAD DE RESULTADO: Una caneca con filtros de aceite recolectados en el Taller de Mantenimiento Mina.

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Ubicar caneca para recolección de filtros	Repetitivo	Desde que toma la caneca del Tanque de Aceite Usado hasta que se ubica en el recolector de filtros del Taller de Mantenimiento Mina.
Recolectar filtros (Una caneca con 30 filtros)	Repetitivo	Desde que toma el primer filtro hasta que llena la caneca.
Ubicar caneca para su transporte	Repetitivo	Desde que toma la caneca del Taller de Mantenimiento Mina hasta que la ubica en la zona de canecas del Tanque de Aceite Usado.
Recolección de caneca con el montacargas	Repetitivo	Desde que toma la caneca hasta que la ubica sobre el vehículo de recolección.

- LLENADO DE CONTENEDORES CON ACEITE USADO**

CICLO: Llenado de un contenedor de 260 galones con aceite usado.

UNIDAD DE RESULTADO: Un contenedor con 260 galones de aceite usado.

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Abrir llaves y bomba y ubicar manguera	Repetitivo	Desde que abre la primera llave hasta que ubica la manguera en el contenedor.
Llenado del contenedor	Repetitivo	Desde que inicia el paso del aceite hasta que se llena el contenedor con 260 galones de aceite usado.
Succionar aceite de la manguera	Repetitivo	Desde que cierra válvulas de la bomba hasta que termina de succionar el aceite restante de la manguera.
Cierra llaves	Repetitivo	Desde que cierra la primera llave hasta que cierra la última llave.
Retira manguera	Repetitivo	Desde que retira la manguera de la caneca hasta que la ubica en el carrete correspondiente.

- SUCCIÓN DE ACEITE HACIA EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

CICLO: Succión de 55 galones de aceite usado hacia el Tanque de almacenamiento.

UNIDAD DE RESULTADO: 55 Galones de aceite succionados hacia el Tanque de Aceite Usado (Una caneca).

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Ubicar manguera	Repetitivo	Desde que toma la manguera hasta que la ubica en la caneca.
Succión de 55 galones de aceite usado hacia el Tanque	Repetitivo	Desde que abre las válvulas hasta que termina de succionar el aceite contenido en la caneca y el restante en la manguera y cierra las válvulas.
Retirar manguera	Repetitivo	Desde que retira la manguera de la caneca hasta que la ubica en el carrete correspondiente.

- **LIMPIEZA DE TRAMPAS DE GRASA**

#### **TRAMPA DEL CASINO**

CICLO: Limpieza de una trampa de grasa

UNIDAD DE RESULTADO: Una trampa de grasa limpia

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Abrir tapa de la trampa de grasa	Repetitivo	Desde que se toma la tapa hasta que se abre totalmente.
Extraer el material flotante	Repetitivo	Desde que toma la malla hasta que termina de extraer todo el material flotante de la trampa.
Adicionar mezcla de agua-jabón	Repetitivo	Desde que prepara el agua – jabón hasta que lo adiciona en la trampa.
Cerrar trampa	Repetitivo	Desde que se toma la tapa hasta que se cierra totalmente.
Ubicar canecas para ser recolectadas (Dos canecas)	Repetitivo	Desde que toma la caneca hasta que la ubica en el sitio designado para su recolección.
Realizar orden y aseo	Repetitivo	Desde que inicia la limpieza hasta que el área queda totalmente aseada.

#### **TRAMPA DE ACEITE TALLER MANTENIMIENTO MINA**

CICLO: Limpieza Trampa de aceite

UNIDAD DE RESULTADO: Trampa de Aceite limpia

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Adicionar agua a la trampa	Repetitivo	Desde que toma la manguera hasta que termina de adicionar el agua a la trampa.
Girar flauta	Repetitivo	Desde que abre el registro hasta que gira la flauta a la posición indicada para pasar el aceite.
Pasar el aceite por la flauta	Repetitivo	Desde que inicia el paso de aceite hasta que termina su paso hacia el registro y gira la flauta a su posición original.

### TRAMPAS DE GRASA (GENERALES)

CICLO: Limpieza de una trampa de grasa

UNIDAD DE RESULTADO: Una trampa de grasa limpia

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Abrir tapa de la trampa de grasa	Repetitivo	Desde que se toma la tapa hasta que se abre totalmente.
Extraer el material flotante	Repetitivo	Desde que toma la malla hasta que termina de extraer todo el material flotante de la trampa.
Cerrar trampa	Repetitivo	Desde que se toma la tapa hasta que se cierra totalmente.
Ubicar canecas para ser recolectadas	Repetitivo	Desde que toma la caneca hasta que la ubica en el sitio designado para su recolección.
Realizar orden y aseo	Repetitivo	Desde que inicia la limpieza hasta que el área queda totalmente aseada.

### 5. PATIO DE CHATARRA

CICLO 1: Preparación de herramientas y EPP.

UNIDAD DE RESULTADO: Herramientas y EPP listos para la actividad.

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Preparación	No Repetitivo (Una vez por jornada)	Desde que busca los EPP hasta que termina de ubicar las herramientas.

CICLO 2: Despiece y clasificación de componentes recuperables del filtro.

UNIDAD DE RESULTADO: 1 Filtro recuperado

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Ubicación del filtro y corte de la tapa	Repetitivo	Desde que toma el filtro hasta que corta la tapa.
Retira tapa y filtro	Repetitivo	Desde que retira la tapa del corta filtros y retira filtro de la prensa hasta que separa parte externa e interna del filtro.
Retira tapas plásticas de los extremos	Repetitivo	Desde que empieza a retirar la tapa de un extremo hasta que retira la segunda tapa.
Retira cinta envolvente	Repetitivo	Desde que inicia a retirar la cinta hasta que termina de retirarla.
Retira cartón, corta y clasifica material recuperable y no recuperable	Repetitivo	Desde que retira el cartón hasta que termina de clasificar los materiales.

## 6. PATIO DE MADERA

### • CARGUE DE MADERA PARA LA COMUNIDAD

CICLO 1: Cargue de madera

UNIDAD DE RESULTADO: Camión cargado con madera para la comunidad. (En promedio cada viaje contiene 5 estibas pequeñas y 13 estibas grandes).

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Bloqueo	Repetitivo	Desde que toma el candado y la tarjeta hasta que los ubica en la caja de bloqueo.
Cargue	Repetitivo	Desde que toma la primera estiba con el montacargas, hasta que termina de ubicar la última estiba en el camión.
Desbloqueo	Repetitivo	Desde que abre el candado hasta que lo retira junto con la tarjeta de la caja de bloqueo.

CICLO 2: Viaje hacia la comunidad (Bocas de Uré o Buena Vista).

UNIDAD DE RESULTADO: Viaje de madera entregado a la comunidad

ELEMENTO	CLASE	DESCRIPCIÓN
Viaje	Repetitivo	Desde que sale con la carga hasta que regresa al patio de madera.

## ANEXO N. MUESTRAS Y TIEMPOS TIPO ESTABLECIDOS PARA LOS PROCEDIMIENTOS

### ÁREAS DE DISPOSICIÓN FINAL

#### 1. RELLENO SANITARIO

#### ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN INICIAL EN EL RELLENO SANITARIO

ACTIVIDAD  #CICLO	INSPECCION INICIAL														
	Áreas aledañas a la caseta			Zona de trincheras A, B, C, D			Pozos de monitoreo de aguas subterráneas 1,2			Herramientas			Equipos		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo obs.(min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	3,274	1	3,274	8,458	1	8,458	4,599	1	4,599	4,661	1	4,661	3,594	1	3,594
2	2,956	1	2,956	8,378	1	8,378	3,865	1	3,865	4,196	1	4,196	3,478	1	3,478
3	3,316	1	3,316	7,695	1	7,695	4,461	1	4,461	4,330	1	4,330	3,307	1	3,307
4	3,463	1	3,463	8,538	1	8,538	4,529	1	4,529	5,175	1	5,175	2,747	1	2,747
5	2,798	1	2,798	7,802	1	7,802	3,762	1	3,762	4,378	1	4,378			
6				8,426	1	8,426				4,503	1	4,503			
7				8,193	1	8,193				4,328	1	4,328			
8				8,595	1	8,595									
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	3,161			8,261			4,243			4,510			3,282		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTO</b>	13%			15%			15%			11%			11%		
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	3,572			9,500			4,879			5,006			3,643		
<b>TIEMPO TIPO POR ACTIVIDAD (min)</b>	<b>3,683</b>			<b>9,793</b>			<b>5,030</b>			<b>5,161</b>			<b>3,755</b>		

### SUPLEMENTOS ASIGNADOS

CICLO	ELEM.	SUPLEMENTOS ASIGNADOS											SUPLEMENTO TOTAL	
		CONST.	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUM.	COND. ATM.	CONCENTRACIÓN	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO		
1	1	9	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	13
2	1	9	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	15
3	1	9	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	15
4	1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
5	1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11

**CONTINGENCIAS** 3%

## ACTIVIDADES DE ORDEN Y ASEO EN EL RELLENO SANITARIO

ACT.  #CICLO	ORDEN Y ASEO														
	Caseta de Entrada			Zonas Verdes			Limpieza de canales perimetrales de una trinchera			Limpieza de canales perimetrales de la piscina y pondaje de lixiviados			Pozos de monitoreo de aguas subterráneas 1,2.		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	8,373	1	8,373	20,527	1	20,527	70,208	1	70,208	45,486	1	45,486	11,344	1	11,344
2	8,718	1	8,718	18,766	1	18,766	72,396	1	72,396	47,000	1	47,000	10,587	1	10,587
3	8,427	1	8,427	20,588	1	20,588	75,396	1	75,396	45,202	1	45,202	10,588	1	10,588
4	7,683	1	7,683	21,218	1	21,218	65,292	1	65,292	45,547	1	45,547	12,072	1	12,072
5	8,458	1	8,458	20,885	1	20,885	73,495	1	73,495	47,172	1	47,172	11,295	1	11,295
6	7,616	1	7,616	20,527	1	20,527	70,880	1	70,880	44,494	1	44,494	11,385	1	11,385
7				21,551	1	21,551	69,787	1	69,787	45,339	1	45,339			
8				21,178	1	21,178	71,810	1	71,810	45,098	1	45,098			
9				20,487	1	20,487	71,087	1	71,087	46,144	1	46,144			
10							72,496	1	72,496						
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	8,212			20,636			71,285			45,720			11,212		
<b>% POR SUPLEMENTOS</b>	11%			15%			18%			15%			13%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ACTIVIDAD (min)</b>	9,116			23,732			84,116			52,578			12,669		
<b>TIEMPO TIPO POR ACTIVIDAD (min)</b>	<b>9,398</b>			<b>24,466</b>			<b>86,718</b>			<b>54,204</b>			<b>13,061</b>		

## SUPLEMENTOS ASIGNADOS

CICLO	ELEM.	SUPLEMENTOS ASIGNADOS											SUPLEMENTO TOTAL	
		CONST.	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUM.	COND. ATM.	CONCENTRACIÓN	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO		
1	1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
2	1	9	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	15
3	1	9	2	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	18
4	1	9	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	15
5	1	9	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	13

**CONTINGENCIAS** 3%

## OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO

ACTIVIDAD  #CICLO	OPERACIÓN DEL RELLENO					
	Apertura de la trinchera en operación			Inspección y ubicación de tacos		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	2,391	1	2,391	0,978	1	0,978
2	3,308	1	3,308	1,723	1	1,723
3	2,919	1	2,919	1,358	1	1,358
4	3,379	1	3,379			
5	3,173	1	3,173			
6	2,806	1	2,806			
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	2,996			1,353		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	18%			16%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ACTIVIDAD (min)</b>	3,535			1,569		
<b>TIEMPO TIPO POR ACTIVIDAD (min)</b>	<b>3,644</b>			<b>1,618</b>		

ACTIVIDAD  #CICLO	OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO											
	Ubicación del volco R1			Descargue del volco R1						Disgregación de residuos R1		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min) (Hasta el tercer nivel de la celda)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min) (Último nivel de la celda)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	1,319	1	1,319	1,830	1	1,830	3,615	1	3,615	7,661	1	7,661
2	1,753	1	1,753	1,432	1	1,432	4,669	1	4,669	7,171	1	7,171
3				1,594	1	1,594	4,587	1	4,587	8,432	1	8,432
4				1,653	1	1,653	4,289	1	4,289	8,553	1	8,553
5							3,827	1	3,827	6,780	1	6,780
6										7,794	1	7,794
7										7,638	1	7,638
8										8,356	1	8,356
9										8,156	1	8,156
10										8,331	1	8,331
TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)	1,536			1,627			4,197			7,887		
PORCENTAJE POR SUPLEMENTO	12%			21%			21%			21%		
TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)	1,720			1,969			5,079			9,543		
TIEMPO TIPO POR ACTIVIDAD (min)	1,773			2,030			5,236			9,839		

ACTIVIDAD  #CICLO	OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO											
	Ubicación del volco R2			Descargue del volco R2						Disgregación de residuos R2		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min) (Hasta el tercer nivel de la celda)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min) (Ultimo nivel de la celda)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	1,752	1	1,752	2,435	1	2,435	5,661	1	5,661	8,767	1	8,767
2	1,637	1	1,637	2,585	1	2,585	5,481	1	5,481	9,885	1	9,885
3	1,292	1	1,292	2,463	1	2,463	4,877	1	4,877	9,304	1	9,304
4	1,282	1	1,282	2,478	1	2,478	5,489	1	5,489	10,072	1	10,072
5				2,794	1	2,794				9,644	1	9,644
6				1,906	1	1,906				9,753	1	9,753
7				1,790	1	1,790				9,853	1	9,853
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	1,491			2,350			5,377			9,611		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	12%			21%			21%			21%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	1,670			2,843			6,506			11,629		
<b>TIEMPO TIPO POR ACTIVIDAD (min)</b>	1,721			2,931			6,707			11,989		

ACT. #CICLO	OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO														
	Ubicación del volco Ruta Ciudadela			Descargue del volco Ruta Ciudadela						Disgregación de residuos Ruta Ciudadela			Cubrimiento de la trinchera en operación		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min) (Hasta el tercer nivel de la celda)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min) (Último nivel de la celda)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	1,977	1	1,977	2,558	1	2,558	12,305	1	12,305	10,661	1	10,661	3,305	1	3,305
2	1,646	1	1,646	1,336	1	1,336	11,661	1	11,661	11,229	1	11,229	4,255	1	4,255
3	1,655	1	1,655	2,494	1	2,494	11,631	1	11,631	11,367	1	11,367	4,322	1	4,322
4							12,340	1	12,340	10,798	1	10,798	3,863	1	3,863
5										12,565	1	12,565	4,368	1	4,368
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	1,759			2,130			11,984			11,324			4,022		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	12%			21%			21%			21%			18%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	1,971			2,577			14,501			13,702			4,746		
<b>TIEMPO TIPO POR ACTIVIDAD (min)</b>	2,032			2,656			14,949			14,126			4,893		

## SUPLEMENTOS ASIGNADOS

ELEMENTO	SUPLEMENTOS ASIGNADOS											SUPLEMENTO TOTAL
	CONSTANTES	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUM.	COND. ATM.	CONCENTRACIÓN	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO	
1	9	2	0	3	0	4	0	0	0	0	0	18
2	9	2	0	1	0	4	0	0	0	0	0	16
3	9	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12
4	9	2	2	1	0	7	0	0	0	0	0	21
5	9	2	2	1	0	7	0	0	0	0	0	21
6	9	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12
7	9	2	2	1	0	7	0	0	0	0	0	21
8	9	2	2	1	0	7	0	0	0	0	0	21
9	9	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12
10	9	2	2	1	0	7	0	0	0	0	0	21
11	9	2	2	1	0	7	0	0	0	0	0	21
12	9	2	0	3	0	4	0	0	0	0	0	18

<b>CONTINGENCIAS</b>	3%
----------------------	----

## 2. PLATAFORMA DE INCINERACIÓN

### INCINERACIÓN PASTA TAPONADORA

ELEMENTO # CICLO	INCINERACIÓN PASTA TAPONADORA					
	Trasladar pasta taponadora a la plataforma*			Incineración de 383 kg de pasta taponadora**		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	0,477	1	0,477	3,753	1	3,753
2	0,599	1	0,599	4,631	1	4,631
3	0,631	1	0,631	3,854	1	3,854
4	0,718	1	0,718	3,566	1	3,566
5	0,639	1	0,639	4,754	1	4,754
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (MIN)</b>	<b>0,613</b>			<b>4,111</b>		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	<b>14%</b>			<b>17%</b>		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	<b>0,698</b>			<b>4,810</b>		
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	<b>5,509</b>					
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	<b>5,679</b>					

\* Tiempos tomados con un operario realizando la actividad.

\*\* Tiempos tomados con dos operarios realizando la actividad.

### SUPLEMENTOS ASIGNADOS

ELEM	SUPLEMENTOS ASIGNADOS											S. TOTAL
	CONS.	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSC.	ILU M.	COND. ATM.	CONC.	RUIDO	TENS. MENTAL	MONOT.	TEDIO	
1	9	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	14
2	9	2	2	1	0	2	0	0	0	1	0	17

**CONTINGENCIAS**

3%

## INCINERACIÓN RESIDUOS IMPREGNADOS

ELEMENTO	INCINERACIÓN RESIDUOS IMPREGNADOS											
	Abrir compuerta			Acordonar área			Incineración (Por caneca)			Limpieza del área		
	Tiempo observado (min)	% Valorac.	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valorac.	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valorac.	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valorac.	Tiempo Normalizado (min)
#CICLO												
1	1,432	1	1,432	4,587	1	4,587	21,144	1	21,144	45,887	1	45,887
2	1,644	1	1,644	4,461	1	4,461	22,585	1	22,585	46,361	1	46,361
3	1,497	1	1,497	5,472	1	5,472	20,583	1	20,583	45,397	1	45,397
4				4,693	1	4,693	21,278	1	21,278	50,320	1	50,320
5				4,429	1	4,429	20,631	1	20,631	47,541	1	47,541
6				4,654	1	4,654	19,615	1	19,615	49,311	1	49,311
7							20,746	1	20,746	50,529	1	50,529
8							21,644	1	21,644	41,610	1	41,610
9							21,921	1	21,921	45,923	1	45,923
10							20,891	1	20,891	47,494	1	47,494
11							21,566	1	21,566			
12							19,754	1	19,754			
13							20,640	1	20,640			
14							20,165	1	20,165			
15							20,581	1	20,581			
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (MIN)</b>	<b>1,524</b>			<b>4,716</b>			<b>20,916</b>			<b>47,037</b>		
<b>% SUPLEM.</b>	<b>14%</b>			<b>13%</b>			<b>16%</b>			<b>13%</b>		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	<b>1,738</b>			<b>5,329</b>			<b>24,263</b>			<b>53,152</b>		
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	<b>1,791</b>			<b>5,494</b>			<b>25,013</b>			<b>54,796</b>		

**Nota:** Una caneca en promedio contiene 50 kg de residuos impregnados (cartón, overoles, chaquetas, delantales, pantalones, plástico, delantales, guantes, estopas, bolsas).

### SUPLEMENTOS ASIGNADOS

ELEMENTO	SUPLEMENTOS ASIGNADOS											SUPLEMENTO TOTAL
	CONST.	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUM.	COND. ATM.	CONCENT.	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO	
1	9	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	14
2	9	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13
3	9	0	2	0	0	2	0	0	0	1	2	16
4	9	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13

**CONTINGENCIAS**

3%

### 3. BODEGA DE RECICLAJE

CICLO # CICLO	Ubicar bolsas con residuos en la mesa de clasificación			Clasificación de residuos por bolsa		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	1,160	1	1,160	2,718	0,85	2,310
2	1,129	1	1,129	1,639	1	1,639
3	0,966	1	0,966	1,634	1	1,634
4	1,063	1	1,063	2,217	0,95	2,106
5	1,069	1	1,069	2,301	0,95	2,186
6	0,890	1	0,890	1,958	1	1,958
7				1,816	1	1,816
8				2,681	0,95	2,547
9				2,354	0,95	2,236
10				1,982	1	1,982
11				1,872	1	1,872
12				2,161	1	2,161
13				2,019	1	2,019
14				3,388	0,85	2,879
15				1,897	1	1,897
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	<b>1,046</b>			<b>2,083</b>		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	<b>21%</b>			<b>12%</b>		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR CICLO (min)</b>	<b>1,266</b>			<b>2,333</b>		
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	<b>1,305</b>			<b>2,405</b>		

ELEMENTO  # CICLO	PESAJE Y REGISTRO DE RESIDUOS						Cargue de Vehículo con reciclaje		
	Pesaje de Residuos			Registro en la Bitácora			Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
	Tiempo Observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)			
1	0,806	1	0,806	0,307	1	0,307	6,291	1	6,291
2	0,756	1	0,756	0,276	1	0,276	7,251	1	7,251
3	0,529	1	0,529	0,348	1	0,348	6,630	1	6,630
4	0,486	1	0,486	0,287	1	0,287	6,739	1	6,739
5	0,685	1	0,685	0,279	1	0,279	7,452	1	7,452
6	0,444	1	0,444	0,336	1	0,336	6,483	1	6,483
7	0,503	1	0,503	0,323	1	0,323	7,875	1	7,875
8	0,536	1	0,536	0,262	1	0,262	7,514	1	7,514
9	0,789	1	0,789	0,275	1	0,275	7,227	1	7,227
10	0,599	1	0,599	0,305	1	0,305	6,475	1	6,475
11	0,555	1	0,555	0,331	1	0,331			
12	0,631	1	0,631	0,336	1	0,336			
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	<b>0,610</b>			<b>0,305</b>			<b>6,994</b>		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	25%			12%			25%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	0,762			0,342			8,742		
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	1,104						8,742		
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	<b>1,138</b>						<b>9,012</b>		

## SUPLEMENTOS ASIGNADOS

CICLO	ELEM.	SUPLEMENTOS ASIGNADOS											SUPLEMENTO TOTAL
		CONST.	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUM.	COND. ATM.	CONCENTRACIÓN	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO	
1	1	9	2	0	9	0	1	0	0	0	0	0	21
2	1	9	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12
3	1	9	2	0	13	0	1	0	0	0	0	0	25
	2	9	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12
4	1	9	2	0	13	0	1	0	0	0	0	0	25

**CONTINGENCIAS** 3%

#### 4. BODEGA DE RESIDUOS PARA INCINERAR

- PICADO DE RESIDUOS IMPREGNADOS

# CICLO	PIEZA			Cartón (1 m x 0,60 m)			Chaqueta de Vaqueta			Delantal de Vaqueta		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)			
1	2,016	0,9	1,815	1,828	1	1,828	0,276	1	0,276			
2	1,352	1	1,352	2,314	1	2,314	0,439	1	0,439			
3	1,481	1	1,481				0,363	1	0,363			
4							0,328	1	0,328			
5							0,432	1	0,432			
6							0,348	1	0,348			
7							0,422	1	0,422			
8							0,360	1	0,360			
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (MIN)</b>	1,549			2,071			0,371					
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	14%			14%			14%					
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	1,766			2,361			0,423					
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	1,820			2,434			0,436					

PIEZA  # CICLO	Pantalón de Vaqueta			Pantalón Plástico			Plástico (5 m x 4 m)			Overol		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	0,754	1	0,754	0,464	1	0,464	1,722	1	1,722	0,532	1	0,532
2	0,779	1	0,779	0,542	1	0,542	1,520	1	1,520	0,548	1	0,548
3	1,311	0,95	1,245	0,505	1	0,505	1,480	1	1,480	0,582	1	0,582
4	0,682	1	0,682	0,527	1	0,527	1,459	1	1,459	0,724	1	0,724
5	0,727	1	0,727	0,481	1	0,481				0,544	1	0,544
6	1,705	0,9	1,534	0,720	1	0,720						
7	0,852	1	0,852	0,588	1	0,588						
8	0,754	1	0,754	0,672	1	0,672						
9	0,789	1	0,789	0,629	1	0,629						
10	0,841	1	0,841	0,431	1	0,431						
11	0,821	1	0,821	0,496	1	0,496						
12	0,730	1	0,730	0,593	1	0,593						
13	0,693	1	0,693	0,504	1	0,504						
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (MIN)</b>	0,862			0,550			1,545			0,586		
<b>% SUPLEMENTO</b>	14%			14%			14%			14%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	0,982			0,627			1,761			0,668		
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	<b>1,012</b>			<b>0,646</b>			<b>1,816</b>			<b>0,688</b>		

## SUPLEMENTOS ASIGNADOS

ELEMENTO	SUPLEMENTOS ASIGNADOS											SUPLEMENTO TOTAL
	CONST.	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUM.	COND. ATM.	CONCENTRAC.	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO	
Picado de residuos impregnados	9	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	14

**CONTINGENCIAS** 3%

## 5. BODEGA RESIDUOS PELIGROSOS

### • CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

ELEMENTO # CICLO	Tiempo de Preparación			Preclasificación residuos de una caneca			Registro de residuos recibidos			Clasificación en el área correspondiente (min)		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	10,644	1	10,644	9,409	1	9,409	4,211	1	4,211	5,795	1	5,795
2	9,665	1	9,665	9,346	1	9,346	4,409	1	4,409	5,661	1	5,661
3	9,696	1	9,696	10,375	1	10,375	5,564	1	5,564	4,482	1	4,482
4	8,557	1	8,557	8,781	1	8,781	5,458	1	5,458	4,596	1	4,596
5	9,880	1	9,880	10,557	1	10,557	4,611	1	4,611	5,533	1	5,533
6	10,423	1	10,423									
7	10,258	1	10,258									
8	9,479	1	9,479									
9	9,711	1	9,711									
10	10,522	1	10,522									
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	9,883			9,694			4,851			5,213		
<b>% SUPLEMENTO</b>	11%			11%			9%			12%		
<b>TIEMPO ASIGNADO ELEMENTO (min)</b>	10,970			10,760			5,287			5,839		
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	10,970			21,886								
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	11,310			22,563								

## SUPLEMENTOS ASIGNADOS

CICLO	ELEM.	SUPLEMENTOS ASIGNADOS											SUPLEMENTO TOTAL
		CONST.	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUM.	COND. ATM.	CONCENT.	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO	
1	1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
2	1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	3	9	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12

**CONTINGENCIAS** 3%

• **COMPACTACIÓN DE LATAS**

ELEM.  # CICLO	Traer latas desde la zona de contingencia			COMPACTACIÓN								
				Ubicar latas en la compactadora			Proceso de compactación (Máquina)			Depositar latas en una caneca		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	1,427	1	1,427	0,221	1	0,221	0,307	1	0,307	0,056	1	0,056
2	1,246	1	1,246	0,228	1	0,228	0,285	1	0,285	0,053	1	0,053
3	1,428	1	1,428	0,202	1	0,202	0,288	1	0,288	0,064	1	0,064
4				0,203	1	0,203	0,304	1	0,304	0,067	1	0,067
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	1,367			0,214			0,296			0,060		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTO</b>	11%			11%			11%			11%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	1,517			0,237			0,328			0,067		
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	1,517			0,632								
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	<b>1,564</b>			<b>0,651</b>								

ELEM.  # CICLO	PESAJE Y ALMACENAMIENTO						Limpieza de la compactadora		
	Pesar latas			Depositar latas compactadas en costal			Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)			
1	0,985	1	0,985	2,642	1	2,642	0,427	1	0,427
2	0,829	1	0,829	2,766	1	2,766	0,332	1	0,332
3	1,093	1	1,093	2,330	1	2,330	0,381	1	0,381
4	0,964	1	0,964	2,461	1	2,461	0,456	1	0,456
5							0,470	1	0,470
6							0,364	1	0,364
7							0,426	1	0,426
8							0,390	1	0,390
TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)	0,968			2,549			0,406		
PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS	24%			11%			11%		
TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)	1,200			2,830			0,450		
TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)	4,030						0,450		
TIEMPO TIPO POR CICLO (min)	<b>4,154</b>						<b>0,464</b>		

## SUPLEMENTOS ASIGNADOS

CICLO	ELEM.	SUPLEMENTOS ASIGNADOS											SUPLEMENTO TOTAL
		CONST.	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUM.	COND. ATM.	CONCENT.	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO	
1	1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
2	1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	2	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	3	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
3	1	9	2	0	13	0	0	0	0	0	0	0	24
	2	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
4	1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11

**CONTINGENCIAS**

3%

- **DESARME DE BATERÍAS**

<b># CICLO</b>	<b>Desarmar Batería</b>		
	<b>Tiempo observado (min)</b>	<b>% Valoración</b>	<b>Tiempo Normalizado (min)</b>
1	0,883	1	0,883
2	0,314	1	0,314
3	0,776	1	0,776
4	0,548	1	0,548
5	0,201	1	0,201
6	0,857	1	0,857
7	0,410	1	0,410
8	0,432	1	0,432
9	0,381	1	0,381
10	0,475	1	0,475
11	0,283	1	0,283
12	0,237	1	0,237
13	0,218	1	0,218
14	0,290	1	0,290
15	0,240	1	0,240
16	0,349	1	0,349
17	0,235	1	0,235
18	0,422	1	0,422
19	0,307	1	0,307
20	0,203	1	0,203
21	0,335	1	0,335
22	0,422	1	0,422
23	0,564	1	0,564
24	0,432	1	0,432
25	0,559	1	0,559
26	0,478	1	0,478
27	0,419	1	0,419
28	0,548	1	0,548
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	0,422		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	9%		
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	0,460		
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	<b>0,474</b>		

### SUPLEMENTOS ASIGNADOS

CICLO	SUPLEMENTOS ASIGNADOS										SUPLEMENTO TOTAL	
	CONSTANTES	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUMINACIÓN	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	CONCENTRACIÓN	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA		TEDIO
1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9

**CONTINGENCIAS**

3%

## 6. TANQUE DE ACEITE USADO

- LAVADO DE BALDES IMPREGNADOS CON GRASA

ELEMENTO # CICLO	Preparar Jabón		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	0,837	1	0,837
2	0,829	1	0,829
3	0,763	1	0,763
4	0,798	1	0,798
5	0,841	1	0,841
6	0,781	1	0,781
7	0,755	1	0,755
8	0,831	1	0,831
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	0,804		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	11%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	0,893		
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	<b>0,920</b>		

ELEM.	LAVADO DE BALDES IMPREGNADOS CON GRASA																	
	Limpiar grasa de las canecas con ACPM			Limpiar grasa de las tapas con ACPM			Primer enjuague con agua (Balde y tapas)			Primer enjuague con agua y jabón (Balde y tapas)			Segundo enjuague con agua y jabón (Balde y tapas)			Segundo enjuague con agua (Balde y tapas)		
	# CICLO	Tiempo observado (min)	% Val.	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Val.	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Val.	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Val.	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Val.	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Val.
1	0,728	1	0,728	0,368	1	0,368	0,397	1	0,397	0,651	1	0,651	0,723	1	0,723	0,218	1	0,218
2	0,959	1	0,959	0,435	1	0,435	0,434	1	0,434	0,633	1	0,633	1,082	1	1,082	0,234	1	0,234
3	0,789	1	0,789	0,515	1	0,515	0,413	1	0,413	0,653	1	0,653	0,784	1	0,784	0,219	1	0,219
TIEMPO NORMAL. PROM. (min)	0,825			0,439			0,415			0,645			0,863			0,224		
% SUPLEM.	13%			13%			13%			13%			13%			13%		
TIEMPO ASIG. POR ELEM. (min)	0,932			0,496			0,469			0,729			0,975			0,253		
TIEMPO ASIGN. TOTAL (min)	3,854																	
TIEMPO TIPO POR CICLO (min)	3,973																	

ELEMENTO # CICLO	Ubicación para secado			Recolección de Baldes		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	0,689	1	0,689	0,931	1	0,931
2	0,595	1	0,595	0,765	1	0,765
3	0,766	1	0,766	1,318	1	1,318
4	0,931	1	0,931	0,728	1	0,728
5	0,663	1	0,663	0,795	1	0,795
6				0,945	1	0,945
7				0,988	1	0,988
8				0,873	1	0,873
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	0,729			0,918		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	14%			14%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	0,831			1,046		
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	<b>0,857</b>			<b>1,079</b>		

## SUPLEMENTOS ASIGNADOS

CICLO	ELEMENTO	SUPLEMENTOS ASIGNADOS											SUPLEMENTO TOTAL
		CONST.	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUM.	COND. ATM.	CONCENTRACIÓN	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO	
1	1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
2	1	9	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13
	2	9	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13
	3	9	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13
	4	9	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13
	5	9	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13
	6	9	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13
3	1	9	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	14
	2	9	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	14

**CONTINGENCIAS**

3%

• **PERFORACIÓN DE BALDES RECUPERADOS**

ELEMENTO  # CICLO	PERFORACIÓN DE BALDES					
	Alistar Taladro			Perforar balde (3 baldes simultáneamente)		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	0,895	1	0,895	0,141	1	0,141
2	1,170	1	1,170	0,161	1	0,161
3	0,962	1	0,962	0,146	1	0,146
4	0,927	1	0,927			
5	1,175	1	1,175			
6	0,895	1	0,895			
7	0,974	1	0,974			
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	1,000			0,149		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	11%			11%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	1,110			0,166		
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	<b>1,144</b>			<b>0,171</b>		

**SUPLEMENTOS ASIGNADOS**

CICLO	ELEMENTO	SUPLEMENTOS ASIGNADOS		SUPLEMENTO TOTAL
		CONSTANTES	DE PIE	
1	1	9	2	11
2	1	9	2	11

**CONTINGENCIAS** 3%

• RECOLECCIÓN DE FILTROS DEL TALLER DE MANTENIMIENTO MINA

ELEMENTO  # CICLO	RECOLECCIÓN DE FILTROS											
	Ubicar caneca para recolección de filtros			Recolectar filtros			Ubicar caneca para su transporte			Recolectar canecas con el montacargas		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	0,629	1	0,629	3,432	1	3,432	1,370	1	1,370	0,635	1	0,635
2	0,720	1	0,720	3,312	1	3,312	1,297	1	1,297	0,701	1	0,701
3	0,696	1	0,696	3,698	1	3,698	1,530	1	1,530	0,807	1	0,807
4	0,643	1	0,643	3,921	1	3,921	1,478	1	1,478	0,851	1	0,851
5	0,730	1	0,730	4,228	1	4,228	1,597	1	1,597	0,710	1	0,710
6	0,811	1	0,811	3,799	1	3,799	1,633	1	1,633	0,659	1	0,659
7	0,632	1	0,632	3,960	1	3,960	1,263	1	1,263	0,677	1	0,677
8	0,746	1	0,746	4,088	1	4,088	1,462	1	1,462	0,718	1	0,718
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	0,701			3,805			1,454			0,720		
<b>PORCENTAJE SUPLEMENTOS</b>	12%			11%			12%			11%		
<b>TIEMPO ASIGNADO ELEMENTO (min)</b>	0,785			4,223			1,628			0,799		
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	7,435											
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	7,665											

## SUPLEMENTOS ASIGNADOS

ELEMENTO	SUPLEMENTOS ASIGNADOS											SUPLEMENTO TOTAL
	CONSTANTES	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUMINACIÓN	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	CONCENTRACIÓN	RUIDO	TENSIÓN MENTAL	MONOTONÍA	TEDIO	
1	9	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12
2	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
3	9	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12
4	9	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	11

**CONTINGENCIAS**

3%

- **LLENAR DE CONTENEDORES CON ACEITE USADO**

ELEMENTO # CICLO	1. Abrir llaves y bomba y ubicar manguera			2. Llenado de Contenedores			3. Succionar aceite de la manguera		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	3,482	1	3,482	2,940	1	2,940	5,172	1	5,172
2	2,960	1	2,960	3,432	1	3,432	5,423	1	5,423
3	2,819	1	2,819	2,979	1	2,979	5,584	1	5,584
4	3,331	1	3,331	3,806	1	3,806	5,530	1	5,530
5	2,439	1	2,439	3,794	1	3,794	6,088	1	6,088
6	3,290	1	3,290	3,662	1	3,662	5,621	1	5,621
7	3,023	1	3,023	3,742	1	3,742	8,962	1	8,962
8	2,788	1	2,788	3,828	1	3,828	6,583	1	6,583
9	2,508	1	2,508	3,570	1	3,570	5,661	1	5,661
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	2,960			3,528			6,069		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	12%			12%			12%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	3,315			3,951			6,797		

ELEMENTO # CICLO	4. Retirar Manguera			5. Cerrar llaves y bomba		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	1,193	1	1,193	0,175	1	0,175
2	1,536	1	1,536	0,184	1	0,184
3	1,237	1	1,237	0,156	1	0,156
4	1,156	1	1,156	1,146	1	1,146
5	1,572	1	1,572	0,795	1	0,795
6	0,961	1	0,961	0,828	1	0,828
7	1,087	1	1,087	0,829	1	0,829
8	1,306	1	1,306	1,206	1	1,206
9	0,940	1	0,940	0,888	1	0,888
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	1,221			0,690		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	11%			12%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	1,355			0,772		

<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	16,191
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	16,692

### SUPLEMENTOS ASIGNADOS

ELEMENTO	SUPLEMENTOS ASIGNADOS			SUPLEMENTO TOTAL
	CONSTANTES	DE PIE	TENSIÓN MENTAL	
1	9	2	1	12
2	9	2	1	12
3	9	2	1	12
4	9	2	0	11
5	9	2	1	12

**CONTINGENCIAS** 3%

- **SUCCIÓN DE ACEITE USADO HACIA EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

ELEMENTOS # CICLO	SUCCIÓN DE ACEITE								
	Ubicar Manguera			Succión de aceite de canecas de 55 gl.			Retirar Manguera		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	0,192	1	0,192	1,477	1	1,477	0,156	1	0,156
2	0,156	1	0,156	1,595	1	1,595	0,175	1	0,175
3	0,174	1	0,174	1,643	1	1,643	0,156	1	0,156
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	0,174			1,572			0,163		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	11%			12%			11%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	0,193			1,760			0,180		
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	2,134								
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	2,200								

## SUPLEMENTOS ASIGNADOS

CICLO	ELEMENTO	SUPLEMENTOS ASIGNADOS			SUPLEMENTO TOTAL
		CONSTANTES	DE PIE	TENSIÓN MENTAL	
1	1	9	2	0	11
	2	9	2	1	12
	3	9	2	0	11

**CONTINGENCIAS** 3%

- LIMPIEZA DE TRAMPAS DE GRASA

- ✓ TRAMPA DEL CASINO

# CICLO	ELEMENTO	1. Abrir tapa de la trampa de grasa			2. Extraer el material flotante			3. Adicionar mezcla de agua-jabón		
		Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1		0,856	1	0,856	15,903	1	15,903	1,474	1	1,474
2		0,869	1	0,869	12,998	1,1	14,297	2,081	1	2,081
3		1,135	1	1,135	17,961	1	17,961	2,252	1	2,252
4		1,699	1	1,699	20,414	0,95	19,393	1,252	1	1,252
5		0,802	1	0,802	15,932	1	15,932	2,157	1	2,157
6		0,897	1	0,897	19,554	0,95	18,576	1,588	1	1,588
7		1,273	1	1,273	15,830	1	15,830	2,476	1	2,476
<b>TIEMPO NORMAL. PROMEDIO (min)</b>		1,076			16,842			1,897		
<b>% SUPLEMENTOS</b>		15%			21%			11%		
<b>TIEMPO ASIGNADO ELEMENTO (min)</b>		1,237			20,379			2,106		

ELEMENTO # CICLO	4. Cerrar Trampa			5. Ubicar canecas para ser recolectadas			6. Realizar orden y aseo		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	1,648	1	1,648	2,256	1	2,256	8,799	1	8,799
2	1,754	1	1,754	1,928	1	1,928	7,883	1	7,883
3	1,513	1	1,513	2,512	1	2,512	7,980	1	7,980
4	1,362	1	1,362	2,392	1	2,392	8,307	1	8,307
5	1,599	1	1,599	1,870	1	1,870	8,366	1	8,366
6	1,498	1	1,498	2,602	1	2,602	9,289	1	9,289
7	1,712	1	1,712	2,460	1	2,460	6,888	1	6,888
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	1,584			2,288			8,216		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	15%			25%			11%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	1,821			2,861			9,120		

<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	37,523
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	38,684

## SUPLEMENTOS ASIGNADOS

CICLO	ELEMENTO	SUPLEMENTOS ASIGNADOS					SUPLEMENTO TOTAL
		CONSTANTES	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	
1	1	9	2	0	3	1	15
	2	9	2	7	0	3	21
	3	9	2	0	0	0	11
	4	9	2	0	3	1	15
	5	9	2	0	13	1	25
	6	9	2	0	0	0	11

**CONTINGENCIAS**

3%

✓ LIMPIEZA DE TRAMPA DE GRASA DEL TALLER DE MANTENIMIENTO MINA

ELEMENTO # CICLO	Adicionar agua a la Trampa			Girar Flauta			Pasarse el aceite por la flauta		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	13,291	1	13,291	0,810	1	0,810	1,165	1	1,165
2	14,378	1	14,378	0,783	1	0,783	1,432	1	1,432
3	12,620	1	12,620	0,894	1	0,894	1,280	1	1,280
4	12,915	1	12,915	0,854	1	0,854	1,344	1	1,344
5	13,792	1	13,792	1,078	1	1,078	1,588	1	1,588
6	13,490	1	13,490	0,956	1	0,956	1,392	1	1,392
7	13,546	1	13,546	0,815	1	0,815	1,447	1	1,447
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	13,433			0,884			1,378		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	11%			11%			13%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	14,911			0,981			1,557		
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	17,450								
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	17,989								

## SUPLEMENTOS ASIGNADOS

CICLO	ELEMENTO	SUPLEMENTOS ASIGNADOS			SUPLEMENTO TOTAL
		CONSTANTES	DE PIE	POSTURA ANORMAL	
1	1	9	2	0	11
	2	9	2	0	11
	3	9	2	2	13

**CONTINGENCIAS** 3%

### ✓ LIMPIEZA TRAMPAS DE GRASA (GENERALES)

# CICLO	ELEMENTO	1. Abrir tapa de la trampa de grasa		2. Extraer el material flotante			
		Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1		0,828	1	0,828	16,495	1	16,495
2		0,929	1	0,929	15,463	1	15,463
3		0,765	1	0,765	17,718	1	17,718
4		0,779	1	0,779	18,521	1	18,521
5		0,838	1	0,838	15,947	1	15,947
6		0,873	1	0,873	20,392	0,95	19,373
7		0,878	1	0,878	19,280	1	19,280
8		0,812	1	0,812	17,840	1	17,840
	<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	0,838		17,580			
	<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	15%		19%			
	<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	0,963		20,920			

ELEMENTO  TIEMPO (min)	3. Cerrar Trampa			4. Ubicar canecas para ser recolectadas			5. Realizar orden y aseo		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	0,946	1	0,946	1,378	1	1,378	5,273	1	5,273
2	1,432	1	1,432	1,732	1	1,732	4,476	1	4,476
3	1,580	1	1,580	1,566	1	1,566	5,594	1	5,594
4	0,960	1	0,960	1,739	1	1,739	5,465	1	5,465
5	1,542	1	1,542	1,536	1	1,536	5,730	1	5,730
6	1,311	1	1,311	1,496	1	1,496	5,366	1	5,366
7	1,357	1	1,357	1,279	1	1,279	4,649	1	4,649
8	1,504	1	1,504	1,432	1	1,432	4,948	1	4,948
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	1,329			1,520			5,187		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	15%			25%			11%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	1,528			1,900			5,758		

<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	31,069
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	32,030

## SUPLEMENTOS ASIGNADOS

CICLO	ELEMENTO	SUPLEMENTOS ASIGNADOS					SUPLEMENTO TOTAL
		CONSTANTES	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	
1	1	9	2	0	3	1	15
	2	9	2	7	0	1	19
	3	9	2	0	3	1	15
	4	9	2	0	13	1	25
	5	9	2	0	0	0	11

**CONTINGENCIAS**

3%

## 7. PATIO DE CHATARRA

- **RECUPERACIÓN DE FILTROS**

# CICLO	Tiempo de preparación		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	5,618	1	5,618
2	4,287	1	4,287
3	4,341	1	4,341
4	4,928	1	4,928
5	5,436	1	5,436
6	4,922	1	4,922
7	4,369	1	4,369
8	5,1436667	1	5,144
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	4,881		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	11%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	5,417		
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	5,417		
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	5,585		

ELEMENTO # CICLO	1. Toma el filtro, lo ubica en la prensa y corta tapa			2. Retira tapa del corta filtros, retira filtro de la prensa y separa parte externa e interna		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	1,242	1	1,242	0,229	1	0,229
2	1,344	1	1,344	0,207	1	0,207
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	1,293			0,218		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	11%			11%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	1,435			0,242		

ELEMENTO # CICLO	3. Retira tapas de los extremos			4. Retira cinta envolvente			5. Retira cartón, corta y clasifica material		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	0,385	1	0,385	0,246	1	0,246	1,383	1	1,383
2	0,381	1	0,381	0,225	1	0,225	1,534	1	1,534
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	0,383			0,235			1,458		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	11%			11%			11%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	0,425			0,261			1,618		

<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	<b>3,982</b>
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	<b>4,105</b>

### SUPLEMENTOS ASIGNADOS

CICLO	ELEMENTO	SUPLEMENTOS ASIGNADOS		SUPLEMENTO TOTAL
		CONSTANTES	DE PIE	
1	1	9	2	11
2	1	9	2	11
	2	9	2	11
	3	9	2	11
	4	9	2	11
	5	9	2	11

<b>CONTINGENCIAS</b>	3%
----------------------	----

## 8. PATIO DE MADERA

### • CARGUE DE CAMIONES

ACTIVIDAD  MUESTREO	Bloqueo			Cargue			Desbloqueo		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	0,617	1	0,617	10,543	1	10,543	0,417	1	0,417
2	0,550	1	0,550	9,417	1	9,417	0,483	1	0,483
3	0,350	1	0,350	8,592	1	8,592	0,533	1	0,533
4	0,650	1	0,650	8,674	1	8,674	0,367	1	0,367
5	0,483	1	0,483	11,439	1	11,439	0,467	1	0,467
6	0,567	1	0,567	9,873	1	9,873	0,417	1	0,417
7	0,600	1	0,600	10,389	1	10,389	0,350	1	0,350
8	0,550	1	0,550	9,891	1	9,891	0,500	1	0,500
9	0,583	1	0,583	10,985	1	10,985	0,467	1	0,467
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>	0,550			9,978			0,444		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>	11%			26%			11%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>	0,611			12,572			0,493		
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>	13,676								
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>	14,099								

• VIAJES A BOCAS DE URÉ Y BUENA VISTA


MUESTREO	ACTIVIDAD	Trayecto hasta regresar a Patio (Bocas de Uré)			Trayecto hasta regresar a Patio (Buena Vista)		
		Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1		20,576	1	20,576	103,475	1	103,475
2		22,542	1	22,542	105,935	1	105,935
3		23,971	1	23,971	105,204	1	105,204
4		22,650	1	22,650	104,561	1	104,561
5					106,800	1	106,800
6					104,371	1	104,371
7					106,320	1	106,320
<b>TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO (min)</b>		22,435			105,238		
<b>PORCENTAJE POR SUPLEMENTOS</b>		9%			9%		
<b>TIEMPO ASIGNADO POR ELEMENTO (min)</b>		24,454			114,709		
<b>TIEMPO ASIGNADO TOTAL (min)</b>		24,454			114,709		
<b>TIEMPO TIPO POR CICLO (min)</b>		<b>25,210</b>			<b>118,257</b>		

**SUPLEMENTOS ASIGNADOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PATIO DE MADERA**

CICLO	ELEMENTO	SUPLEMENTOS ASIGNADOS				SUPLEMENTO TOTAL
		CONSTANTES	DE PIE	FUERZA MUSCULAR	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	
1	1	9	2	0	0	11
	2	9	2	13	2	26
	3	9	2	0	0	11
2	1	9	0	0	0	9

**CONTINGENCIAS** 3%

## ANEXO O. RESUMEN TIEMPO TIPO POR ACTIVIDAD

 Cerro Matoso	RESUMEN TIEMPO TIPO POR ACTIVIDAD			
ÁREA	ACTIVIDAD	UNIDAD DE RESULTADO	TIEMPO TIPO (min)	
<b>BODEGA DE RECICLAJE</b>	Ubicar bolsas con residuos en la mesa de clasificación	4 Bolsas	1,305	
	Clasificación de residuos por bolsa	1 Bolsa	2,405	
	Pesaje y registro de Residuos	1 Costal	1,138	
<b>RELLENO SANITARIO</b>	INSPECCION INICIAL	Áreas aledañas a la caseta	Área inspeccionada	3,683
		Zona de trincheras A, B, C, D	Área inspeccionada	9,793
		Pozos de monitoreo de aguas subterráneas 1,2	Área inspeccionada	5,030
		Herramientas	Área inspeccionada	5,161
		Equipos	Área inspeccionada	3,755
		ORDEN Y ASEO	Caseta de Entrada	1 Caseta
	Zonas Verdes		100 m <sup>2</sup>	24,466
	Limpieza de canales perimetrales de una trinchera		1 Trinchera	86,718
	Limpieza de canales perimetrales de la piscina y pondaje de lixiviados		1 Canal	54,204
	Pozos de monitoreo de aguas subterráneas 1,2.		2 Pozos	13,061
	OPERACIÓN DEL RELLENO	Apertura de la trinchera en operación	10 m	3,644
		Inspección y ubicación de tacos	2 Tacos	1,618
		Ubicación del volco R1	1 Vehículo	1,773
		Descargue del volco R1 (Hasta el 3er nivel de la celda)	1 Vehículo	2,030
		Descargue del volco R1 (Último nivel de la celda)		5,236
		Disgregación de residuos R1	174,5 Kg	9,839
		Ubicación del volco R2	1 Vehículo	1,721
		Descargue del volco R2 (Hasta el 3er nivel de la celda)	1 Vehículo	2,931
		Descargue del volco R2 (Último nivel de la celda)		6,707
		Disgregación de residuos R2	261,7 Kg	11,989
		Ubicación del volco Ruta Ciudadela	1 Vehículo	2,032
		Descargue del volco Ruta Ciudadela (Hasta el 3er nivel de la celda)	1 Vehículo	2,656
		Descargue del volco Ruta Ciudadela (Último nivel de la celda)		14,949
	Disgregación de residuos Ruta Ciudadela	704 Kg	14,126	
Cubrimiento de la trinchera en operación	10 m	4,893		

AREA	ACTIVIDAD	UNIDAD DE RESULTADO	TIEMPO TIPO (min)	
INCINERACIÓN	Incineración de Pasta Taponadora	383 Kg	5,679	
	Incineración de Residuos Impregnados	1 Caneca	25,013	
	PICADO DE RESIDUOS	Cartón (1 m x 0,60 m)	1 Pieza	1,820
		Chaqueta de Vaqueta		2,434
		Delantal de Vaqueta		0,436
		Pantalón de Vaqueta		1,012
		Pantalón Plástico		0,646
		Plástico (5 m x 4 m)		1,816
		Overol		0,688
BODEGA RESPEL	Tiempo de Preparación	20,9 Kg	11,310	
	Clasificación de residuos		22,563	
	COMPACTACIÓN LATAS	Traer latas desde la zona de contingencia	24 Latas	1,564
		Compactación	4 Latas	0,651
		Pesaje y Almacenamiento	24 Latas	4,154
		Limpieza de la compactadora	1 Equipo	0,464
	Desarme de Baterías	1 Batería	0,474	
TANQUE DE ACEITE USADO	LAVADO DE BALDES	Preparar Jabón	1 Balde	0,920
		Lavado de baldes impregnados con grasa	1 Balde	3,973
		Ubicación para secado	10 Baldes	0,857
		Recolección de Baldes	10 Baldes	1,079
	PERFORAR BALDES	Alistar Taladro	1 Taladro	1,144
		Perforar balde	3 Baldes	0,171
		Recolección de Filtros	1 Caneca	7,665
		Llenado de Contenedores con aceite Usado	1 Contenedor	16,692
		Succión de Aceite Usado hacia el Tanque	1 Caneca	2,200
TRAMPAS DE GRASA	Limpieza de Trampas del Casino	1 Trampa	38,684	
	Limpieza de Trampa Taller Mantenimiento Mina	1 Trampa	17,989	
	Limpieza Trampas Generales	1 Trampa	32,030	
RECUPERACIÓN DE FILTROS	Tiempo de preparación	1 Jornada	5,585	
	Recuperación del Filtro	1 Filtro	4,105	
PATIO DE MADERA	Cargue	1 Vehículo	14,099	
	Trayecto hasta regresar a Patio (Bocas de Uré)	1 Vehículo	25,210	
	Trayecto hasta regresar a Patio (Buena Vista)	1 Vehículo	118,25	

## ANEXO P. CAPACIDADES Y CARGAS DE TRABAJO POR ÁREA DE ALMACENAMIENTO O DISPOSICIÓN FINAL

### ÁREAS DE DISPOSICIÓN FINAL

#### 1. RELLENO SANITARIO

CARGA DE TRABAJO POR ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN Y ASEO ESPECÍFICAS							
CICLO		UNIDAD DE RESULTADO	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	UNIDADES A REALIZAR	CARGA DE TRABAJO (min)
INSPECCIONES	Áreas aledañas a la caseta	Área Inspeccionada	3,683	1	1	1	3,683
	Inspección Trincheras A, B, C, D	Área Inspeccionada	9,793	1	1	1	9,793
	Pozos de monitoreo de aguas subterráneas	Área Inspeccionada	5,030	1	1	1	5,030
	Herramientas	Área Inspeccionada	5,161	1	1	1	5,161
	Equipos	Área Inspeccionada	3,755	1	1	1	3,755
ORDEN Y ASEO	Caseta de Entrada	1 Caseta Limpia	9,398	1	1	1	9,398
	Canales perimetrales de la piscina y pondaje de lixiviados	1 Canal	54,204	1	1	1	54,204
	Pozos de monitoreo de aguas subterráneas	2 Pozos	13,061	1	1	1	13,061
<b>CARGA DE TRABAJO TOTAL (min)</b>							<b>104,086</b>

CARGA DE TRABAJO POR ACTIVIDADES DE ASEO ESPECIALES									
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO		TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD UNID./HORA	UNIDADES A REALIZAR	CARGA DE TRABAJO TOTAL (min)	CARGA DE TRABAJO PROMEDIO POR DÍA (min)
Canales perimetrales de la Trinchera	1	Canal	86,718	1	1	0,692	4 Canal	346,870	86,718
Zonas Verdes	100	m <sup>2</sup>	24,466	1	1	245,242	100 m <sup>2</sup>	24,466	24,466
<b>CARGA DE TRABAJO PROMEDIO POR DÍA ACTIVIDADES ESPECIALES (min)</b>									<b>111,183</b>

CARGA DE TRABAJO POR OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO									
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO		TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	UNIDADES A REALIZAR	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	CARGA DE TRABAJO (min)	
Apertura de la Trinchera	10	m	3,644	2	1	1	N/A	3,644	
Inspección y ubicación de tacos	2	Tacos	1,618	1	1	1	N/A	1,618	
Ubicación vehículo	1	Vehículo	1,773	1	1	3	N/A	5,319	
Descargue del vehículo R1	1	Vehículo R1 hasta el tercer nivel de la celda	2,030	2	1	1	N/A	2,030	
	1	Vehículo R1 en el último nivel de la celda	5,236					5,236	
Disgregación de Residuos R1	174,5	Kg	9,839	2	1	N/A	1063,987	9,839	
Descargue del vehículo R2	1	Vehículo R2 hasta el tercer nivel de la celda	2,931	2	1	1	N/A	2,931	
	1	Vehículo R2 en el último nivel de la celda	6,707					6,707	
Disgregación de Residuos R2	261,7	Kg	11,989	2	1	N/A	1309,716	11,989	
Descargue del vehículo ciudadela	1	Vehículo Ciudadela hasta el tercer nivel de la celda	2,656	2	1	1	N/A	2,656	
	1	Vehículo Ciudadela en el último nivel de la celda	14,949					14,949	
Disgregación de Residuos ciudadela	704	Kg	14,126	2	1	N/A	2988,340865	14,126	
Cierre de la trinchera en operación	10	m	4,893	2	1	1	N/A	4,893	
<b>CARGA DE TRABAJO POR OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO (min)</b>									<b>59,046</b>
<b>CARGA DE TRABAJO POR OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO ULTIMA CELDA DE RESIDUOS (min)</b>									<b>78,321</b>

- Cargas de Trabajo asignadas al Relleno Sanitario

CICLO	CANT. DE RECURSOS	RESIDUOS GENERADOS POR SEMANA (Promedio)	CARGA DE TRABAJO PARCIAL (min/día)	ACTIVIDADES ESPECÍFICAS (min/día)	CARGA DE TRABAJO TOTAL (min/día)	CARGA DE TRABAJO TOTAL (min/día) Según # Operarios de referencia
Actividades de Inspección y aseo específicas	1	N/A	104,086	15 Traslados	119,086	119,086
Actividades de aseo especiales	1	N/A	111,183	15 Traslados	126,183	126,183
Operación del Relleno	1	N/A	6,937	N/A	6,937	6,937
	2	174,5 Kg/R1	78,321	15 Descanso e Hidratación	93,321	186,641
		261,7 Kg/R2				
	704 Kg/Ciudadela					
<b>CARGA TOTAL (min/día)</b>					<b>345,527</b>	<b>438,847</b>

## 2. PLATAFORMA DE INCINERACIÓN

- Capacidad Incineración de Pasta Taponadora

CAPACIDAD PARA INCINERACIÓN DE PASTA TAPONADORA														
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD Kg/HORA	CAPACIDAD TON/HORA	TRASLADOS AL ÁREA (min)	ABRIR COMPUERTA (min)	ACORDONAR ÁREA (min)	LIMPIEZA DEL ÁREA (min)	JORNADA LABORAL (min)	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min)	TIEMPO REAL AL DÍA (min)	CAPACIDAD TON/DÍA
Incineración pasta taponadora	383 Kg.	5,679	3	1	4046,29	4,05	30	1,791	5,494	54,796	480	45	342,919	23,126

- Capacidad Incineración de Residuos Impregnados

CAPACIDAD PARA INCINERACIÓN DE RESIDUOS IMPREGNADOS																
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	Kg./Caneca	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	CAPACIDAD KILOS/HORA	ABRIR COMPUERTA (min)	ACORDONAR ÁREA (min)	LIMPIEZA DEL ÁREA (min)	TRASLADOS AL ÁREA (min)	JORNADA LABORAL (min)	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min)	TIEMPO REAL AL DÍA (min)	CAPACIDAD UNIDADES/DÍA	CAPACIDAD KILOS/DÍA
Incineración de residuos impregnados	1 Caneca	20	25,013	3	1	2,40	47,97	1,791	5,494	54,796	30	480	45	342,919	13,710	274,191
<b>CAPACIDAD DEL PROCESO</b>															<b>17,308</b>	<b>346,153</b>

### Cargas de Trabajo asignadas al área de Incineración

CICLO	TIEMPO TIPO (min)	CANT. DE RECURSOS	RESIDUOS GENERADOS POR SEMANA (Promedio)	CARGA DE TRABAJO TOTAL (min/semana)	CARGA DE TRABAJO TOTAL (min/día) Según # Operarios de referencia
Incineración pasta taponadora	5,679	1	1.959 Kg	29,05	87,137
Incineración de residuos impregnados	25,013	1	3.437 Kg	3445,56	6891,115
<b>CARGA TOTAL (min/semana)</b>				<b>3474,6</b>	<b>6978,252</b>
<b>TIEMPO DISPONIBLE (min/semana)</b>				<b>2058</b>	<b>5825,027</b>

## ÁREAS DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL

### 1. BODEGA DE RECICLAJE

- Capacidad para clasificación de residuos reciclables

CAPACIDAD PARA CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS RECICLABLES														
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	Kg	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	CAPACIDAD KILOS/HORA	JORNADA LABORAL (min)	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min)	PREPARACIÓN (min)	LIMPIEZA DEL ÁREA DE TRABAJO (min)	TIEMPO REAL AL DÍA (min)	CAPACIDAD UNIDADES/DÍA	CAPACIDAD KILOS/DÍA
Ubicación de residuos en la mesa de clasificación	4 Bolsas	20	1,305	1	1	183,90	3678,03	570	45	10	15	500	1532,512	30650,245
Clasificación de residuos	1 Bolsa	5	2,405	1	3	74,85	374,24	570	45	10	15	500	623,742	3118,708
Pesaje de residuos y registro en la bitácora	1 Costal	N/A	1,138	1	1	52,70	N/A	570	45	10	15	500	439,185	N/A
Cargue de residuos reciclados en el vehículo	1 Vehículo	615	9,012	1	1	6,66	4094,77	570	45	10	15	500	55,480	34123,082

### Cargas de trabajo asignadas a la Bodega de Reciclaje

CICLO	TIEMPO TIPO (min)	CANT. DE RECURSOS	RESIDUOS GENERADOS POR DÍA (Promedio)	CARGA DE TRABAJO PARCIAL (min)	CARGA DE TRABAJO TOTAL (min/día) Según # Operarios de referencia
Ubicación de residuos en la mesa de clasificación	1,305	1	615 Kg	40,134	40,134
Clasificación de residuos	2,405	3	615 Kg	98,607	295,821
Pesaje de residuos y registro en la bitácora	1,138	1	10 Tulas	11,385	11,385
Cargue de residuos reciclados en el vehículo	9,012	1	615 Kg	9,012	9,012
<b>CAPACIDAD (min)</b>				159,138	356,352

## 2. BODEGA DE RESIDUOS PARA INCINERAR

- Capacidad para picado de residuos impregnados

CAPACIDAD PARA PICADO DE RESIDUOS IMPREGNADOS												
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	PESO (Kg.)	% GENERACIÓN	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	TRASLADOS AL ÁREA (min)	JORNADA LABORAL (min)	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min)	TIEMPO REAL AL DÍA (min)	CAPACIDAD UNIDADES/DÍA
Picado de Cartón	1 Cartón (1 m x 0,60 m)	1	15%	1,820	1	1	32,96	30	480	30	420	230,723
Picado Chaqueta de Vaqueta	1 Chaqueta de Vaqueta	1,5	15%	2,434	1	1	24,65	30	480	30	420	172,565
Picado delantal de vaqueta	1 Delantal de Vaqueta	0,8	10%	0,436	1	1	137,62	30	480	30	420	963,365
Picado pantalón de vaqueta	1 Pantalón de Vaqueta	1,5	10%	1,012	1	1	59,26	30	480	30	420	414,815
Picado pantalón plástico	1 Pantalón Plástico	0,5	5%	0,646	1	1	92,83	30	480	30	420	649,776
Picado plástico	1 Plástico (5 m x 4 m)	2,5	10%	1,816	1	1	33,05	30	480	30	420	231,338
Picado overol	1 Overol	0,25	35%	0,688	1	1	87,15	30	480	30	420	610,052

Nota: Capacidades establecidas teniendo en cuenta que durante la jornada sólo se dedicaran a picar cada una de las clasificaciones

### Cargas de Trabajo asignadas a la Bodega de Residuos para Incinerar

CICLO	PESO (Kg.)	% GENERACIÓN	TIEMPO TIPO (min)	CANT. DE RECURSOS	RESIDUOS GENERADOS POR SEMANA (Promedio)		CARGA DE TRABAJO PARCIAL (min/semana)
<b>Picado de Residuos</b>	-	100%	-	3	2479,74	Kg/sem	4313,627
Cartón (1 m x 0,60 m)	1	15%	1,820		371,961		677,104
Chaqueta de Vaqueta	1,5	15%	2,434		371,961		603,534
Delantal de Vaqueta	0,8	10%	0,436		247,974		135,137
Pantalón de Vaqueta	1,5	10%	1,012		247,974		167,382
Pantalón Plástico	0,5	5%	0,646		123,987		160,285
Plástico (5 m x 4 m)	2,5	10%	1,816		247,974		180,082
Overol	0,25	35%	0,688		867,909		2390,103

### 3. BODEGA DE RESIDUOS PELIGROSOS (RESPEL)

- Capacidad para clasificación de residuos peligrosos en la Bodega Respel

CAPACIDAD PARA CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS													
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	Kg./Caneca	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	CAPACIDAD KILOS/HORA	TIEMPO DE PREPARACIÓN (min)	JORNADA LABORAL (min)	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min)	TIEMPO REAL AL DÍA (min)	CAPACIDAD UNIDADES/DÍA	CAPACIDAD KILOS/DÍA
Clasificación de residuos peligrosos	1 Caneca	20,92	22,563	1	1	2,66	55,63	11,310	570	45	513,690	22,767	476,280
<b>CAPACIDAD DEL PROCESO</b>												<b>22,767</b>	<b>476,280</b>

- Capacidad para compactación de latas

CAPACIDAD PARA COMPACTACIÓN DE LATAS												
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	LIMPIEZA DE LA MÁQUINA (min)	LIMPIEZA DEL ÁREA	JORNADA LABORAL (min)	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min)	TIEMPO REAL AL DÍA (min)	CAPACIDAD UNIDADES/DÍA	
Traer latas desde la Zona de Contingencia	24 Latas	1,564	1	1	920,61	N/A	10	570	30	530,000	8132,099	
Compactación de Latas	4 Latas	0,651	1	1	368,43	0,464	10	570	30	529,536	3251,629	
Pesaje y almacenamiento	24 Latas	4,154	1	1	346,64	N/A	10	570	30	530,000	3061,943	
<b>CAPACIDAD DEL PROCESO</b>											<b>3061,943</b>	

- Capacidad para compactación de latas

CAPACIDAD PARA DESARME DE BATERIAS										
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	JORNADA LABORAL (min)	LIMPIEZA DEL ÁREA	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min)	TIEMPO REAL AL DÍA (min)	CAPACIDAD UNIDADES/DÍA
Desarme de Baterías	1 Bateria	0,474	1	1	126,55	570	10	30	530	1117,815
<b>CAPACIDAD DEL PROCESO</b>										<b>1117,815</b>

### Cargas de Trabajo asignadas a la Bodega Respel

- Carga de Trabajo por clasificación de residuos

CICLO	TIEMPO TIPO (min)	CANT. DE RECURSOS	RESIDUOS GENERADOS POR DÍA (Promedio)	CARGA DE TRABAJO PARCIAL (min/día)	ACTIVIDADES ESPECÍFICAS (min/día)	CARGA DE TRABAJO TOTAL (min/día)
Clasificación de residuos peligrosos	22,563	1	81 Kg	87,557	11,310 Tiempo de Preparación	98,867

- Carga de Trabajo por actividades especiales

CICLO	TIEMPO TIPO (min)	CANT. DE RECURSOS	RESIDUOS GENERADOS POR SEMANA (Promedio)	CARGA DE TRABAJO PARCIAL (min/sem)	ACTIVIDADES ESPECÍFICAS (min/sem)	CARGA DE TRABAJO TOTAL (min/sem)
Traer latas desde la Zona de Contingencia	1,564	1	14 Latas/sem	82,337	0,464 Limpieza	92,802
Compactación de Latas	0,651				10,000 Limpieza del área	
Pesaje y almacenamiento	4,154					
Desarme de Baterías	0,474	1	17 Baterías/sem	8,060	10 Limpieza del área	18,060

#### 4. TANQUE DE ACEITE USADO

- Capacidades para las actividades realizadas en el Tanque de Aceite Usado

CAPACIDAD PARA LAVADO DE BALDES IMPREGNADOS DE GRASA										
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	PREPARACIÓN DEL JABÓN (min)	JORNADA LABORAL (min)	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min)	TIEMPO REAL AL DÍA (min)	CAPACIDAD UNIDADES/DÍA
Limpieza de un balde impregnado de grasa	1 Balde	3,973	1	1	15,10	0,920	570	45	524,080	131,896
Ubicación para secado	10 Baldes	0,857	1	1	700,47	N/A	570	45	525,000	6129,118
Recolección de Baldes	10 Baldes	1,079	1	1	556,24	N/A	570	45	525,000	4867,122
<b>CAPACIDAD DEL PROCESO</b>										<b>131,896</b>

CAPACIDAD PARA PERFORACIÓN DE BALDES LIMPIOS PARA RECICLAJE										
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	ALISTAR HERRAMIENTA (min)	JORNADA LABORAL (min)	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min)	TIEMPO REAL AL DÍA (min)	CAPACIDAD UNIDADES/DÍA
Perforación de Baldes	3 Baldes	0,171	1	1	1054,51	1,144	570	45	523,856	9206,831
<b>CAPACIDAD DEL PROCESO</b>										<b>9206,831</b>

CAPACIDAD PARA RECOLECCIÓN DE FILTROS									
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	JORNADA LABORAL (min)	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min)	TIEMPO REAL AL DIA (min)	CAPACIDAD UNIDADES/DÍA
Recolección de Filtros	30 Filtros	7,665	1	1	234,84	570	45	525,000	2054,814
<b>CAPACIDAD DEL PROCESO</b>									<b>2054,814</b>

CAPACIDAD PARA LLENAR CONTENEDORES CON ACEITE USADO									
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	JORNADA LABORAL (min)	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min)	TIEMPO REAL AL DIA (min)	CAPACIDAD UNIDADES/DÍA
Llenado de contenedores con aceite usado	1 Contenedor	16,692	1	1	3,595	570	45	525,000	31,452
<b>CAPACIDAD DEL PROCESO</b>									<b>31,452</b>

CAPACIDAD PARA SUCCIÓN DE ACEITE USADO HACIA EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO									
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	JORNADA LABORAL (min)	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min)	TIEMPO REAL AL DIA (min)	CAPACIDAD UNIDADES/DÍA
Succión de aceite usado	1 Caneca	2,200	1	1	27,276	570	45	525,000	238,668
<b>CAPACIDAD DEL PROCESO</b>									<b>238,668</b>

- **Cargas de Trabajo asignadas al área del Tanque de Aceite Usado**

- Cargas de Trabajo por actividades generales

CICLO	TIEMPO TIPO (min)	CANT. DE RECURSOS	RESIDUOS GENERADOS POR SEMANA (Promedio)	CARGA DE TRABAJO PARCIAL (min/semana)	ACTIVIDADES ESPECÍFICAS (min/semana)	CARGA DE TRABAJO TOTAL (min/semana)
LIMPIEZA DE BALDES	3,973	1	274 Baldes	1.090,07	0,920 Preparación Jabón	1.144,08
					23,50 Ubicación para secado	
					29,59 Recolección	
PERFORACIÓN DE BALDES	0,171	1	274 Baldes	15,61	1,144 Alistar Herramientas	16,75
RECOLECCIÓN DE FILTROS	7,665	1	7 Canecas	51,74	N/A	51,74
LLENADO DE CONTENEDORES CON ACEITE USADO	16,692	1	923 Galones	57,07	N/A	57,07
SUCCIÓN DE ACEITE USADO	2,20	1	492 Galones	19,69	N/A	19,69
<b>CARGA DE TRABAJO TOTAL EN LA SEMANA QUE SE RECOLECTAN FILTROS (min/semana)</b>						1.289,33
<b>CARGA DE TRABAJO TOTAL EN UNA SEMANA PROMEDIO (min/semana)</b>						1.237,59
<b>TIEMPO DISPONIBLE (min/semana)</b>						2.625

- Cargas de Trabajo totales por limpieza de trampas de grasa

CARGA DE TRABAJO EQUIPO DE TRABAJO LIMPIEZA DE TRAMPAS DE GRASA							
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	UNIDADES A REALIZAR	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	CARGA DE TRABAJO (min)
Limpieza Trampas del Casino	1 Trampa	38,684	2	1	2	1,55	77,367
Limpieza Trampa de aceite Taller Mantenimiento Mina	1 Trampa	17,989	2	1	1	1,00	17,989
Limpieza Trampas de Grasa (Generales)	1 Trampa	32,030	2	1	11	1,87	352,331
<b>TOTAL CARGA DE TRABAJO AL DÍA</b>							<b>447,688</b>

- Carga de Trabajo según programación de limpieza semanal, de trampas de grasa

CICLO	UNIDADES A REALIZAR	TIEMPO TIPO (min)	CANT. DE RECURSOS	JORNADA LABORAL (min/sem)	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min/sem)	TIEMPO POR TRASLADOS (min/sem)	TIEMPO DISPONIBLE (min/sem)	CARGA DE TRABAJO POR LIMPIEZA (min/sem)	TIEMPO ASIGNADO A REVISIONES (min/sem)	CARGA TOTAL (min/sem)	CARGA DE TRABAJO TOTAL (min/día) Según # Operarios de referencia
Limpieza Trampas del Casino	2 veces/sem/trampa	38,684	1	2850	225	450	2175	525,055	750	1275,055	2550,110
Limpieza Trampa de aceite Taller Mantenimiento Mina	1 veces/sem	17,989	1								
Limpieza Trampas de Grasa (Generales)	11 trampas/ sem	32,030	1								

## 5. PATIO DE CHATARRA

- Capacidad para la actividad Recuperación de filtros

CAPACIDAD ÁREA RECUPERACIÓN DE FILTROS											
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	PREPARACIÓN DEL ÁREA (min)	LIMPIEZA DEL ÁREA (min)	JORNADA LABORAL (min)	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min)	TIEMPO REAL AL DÍA (min)	CAPACIDAD UNIDADES/DÍA
Despiece y clasificación de componentes del filtro	1 Filtro	4,105	1	1	14,62	5,585	15	570	45	504,415	122,881

- Carga de trabajo asignada por recuperación de filtros

CICLO	TIEMPO TIPO (min)	CANT. DE RECURSOS	FILTROS GENERADOS AL MES (Promedio)	FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN/MES	CAPACIDAD UNIDADES/DÍA	DÍAS NECESARIOS	CARGA DE TRABAJO AL MES POR RECUPERACIÓN DE FILTROS	TIEMPO DISPONIBLE AL MES (mes)
Despiece y clasificación de componentes del filtro	4,105	1	203	1	122,881	1,647934069	831,243	10.088,30

## 6. PATIO DE MADERA

- Capacidad para cargue de madera

CAPACIDAD CARGUE DE MADERA PARA LA COMUNIDAD											
CICLO	UNIDAD DE RESULTADO	TIEMPO TIPO (min)	# OPERARIOS	CANT. DE RECURSOS	CAPACIDAD UNIDADES/HORA	PREPARACIÓN DEL ÁREA (min)	LIMPIEZA DEL ÁREA (min)	JORNADA LABORAL (min)	TIEMPO NO PRODUCTIVO (min)	TIEMPO REAL AL DÍA (min)	CAPACIDAD UNIDADES/DÍA
Cargue	1 Vehículo	14,099	3	1	4,256	10	15	570	45	500	35,464
Viaje de madera a la comunidad Bocas de Uré	1 Viaje	25,210	2	2	4,760	10	15	570	45	500	39,667
Viaje de madera a la comunidad Buena Vista	1 Viaje	118,257	2	2	1,015	10	15	570	45	500	8,456

- Carga de trabajo asignada al Patio de Madera

CICLO	UNIDADES A REALIZAR	TIEMPO TIPO (min)	CANT. DE RECURSOS	CARGA DE TRABAJO TOTAL (min)	CARGA DE TRABAJO TOTAL (min/día) Según # Operarios de referencia
Cargue	9978 Kg/sem	14,099	1	140,99	422,97
Viaje de madera a la comunidad Bocas de Uré	5986,8 Kg/sem	25,210	2	151,26	151,26
Viaje de madera a la comunidad Buena Vista	3991,2 Kg/sem	118,257	2	473,028	473,028
<b>CARGA DE TRABAJO TOTAL (min/día)</b>					<b>1047,258</b>

**ANEXO Q. RESUMEN: CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS PARA ESTABLECER CARGAS DE TRABAJO POR ÁREA**

ÁREA	UNIDAD	PROMEDIOS RESIDUOS		
		MES	SEM.	DÍA
Bodega de Reciclaje	Kg	14.761	3.690	615
Relleno Sanitario	Kg	27.353	6.838	1.140
Mina	Kg	10.468	2.617	436
Ciudadela	Kg	16.885	4.221	704
Incineración	Kg	13.747	3.437	573
Pasta Taponadora	Kg	7.835	1.959	326
Bodega Respel	Kg	1.037	259	81
Latas	Cantidad	-	14	-
Baterías	Cantidad	-	17	-
Baldes Plásticos recuperados	Kg	1097	274	46
Recolección filtros Taller Mantenimiento Mina	Canecas	7	-	-
Filtros	Filtros	203	-	-
Llenado de contenedores con Aceite Usado para la Extrusora	Galón	-	273	-
Descarga de Aceite Usado al Tanque	Galón	-	492	-





## ANEXO R. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PARA SU CUANTIFICACIÓN

CATEGORÍA	RESIDUOS
<b>ORGÁNICO</b>	Orgánico dispuesto en el Relleno Sanitario
	Orgánico para compostaje
	Orgánico para cría de cerdos
<b>RECICLAJE</b>	Plástico
	Papel
	Cartón
	Madera
	Vidrio
	Tetrabrik
	Aluminio delgado (Latas)
<b>CHATARRA</b>	General
<b>MADERA</b>	General
<b>BOTADEROS</b>	Residuos de jardín
	Escombros
	Escoria derramada
	Escoria Empaque producto terminado
<b>INCINERACION</b>	Residuos clínicos
	Grasas industriales
	Pasta taponadora
	Estopa y residuos impregnados
	Grasas de los casinos
<b>RESPEL RECICLADO FUERA DEL SITIO</b>	Tarros plásticos de aceite y grasa
	Canecas de 55 galones grasas y aceites
	Bolsas de FeNi y Cal
<b>DEVUELTOS AL PROCESO</b>	Muestras del laboratorio
	Polvos filtros de mangas de Refinería
	Calcina derramada
	Fino Recuperado-Barredora
	Costras de Planta de Recuperación

CATEGORÍA	RESIDUOS
<b>BODEGA DE SEGURIDAD</b>	Herbicidas y Plaguicidas
	Residuos de Laboratorio
	Aerosoles
	Pegantes y Selladores
	Otros
	Baterías
	Línea Sika
	Lámparas Fluorescentes
	Pipetas de Gas
	Pinturas
	Residuos Eléctricos
	Residuos Electrónicos
	Aceites y Lubricantes (Empaques)
	Adhesivos para concretos
	Residuos Caterpillar
<b>ACEITES A OCENSA</b>	Aceite usado enviado a OCENSA
<b>DEVUELTOS A PROVEEDORES</b>	Lámparas fluorescentes
	Envases aerosoles
	Balastos
	Baterías de Vehículos
	Cartuchos de Impresoras o Fotocopiadoras
	Condensadores
	Envases Chesterton varios
	Pilas Varta sin carbón
	Residuos Electrónicos
	Residuos Radio activos de la clínica
	Tonners
<b>ACEITES REUTILIZADOS EN EL PROCESO</b>	Aceite usado reutilizado en el proceso

## ANEXO S. RESIDUOS SUSCEPTIBLES DE RECUPERACIÓN EN CMSA

RESIDUO	CLASIFICACIÓN	MANEJO ACTUAL	FOTOGRAFÍA
<b>Llantas Usadas</b>	Caucho	Almacenamiento Patio de Chatarra	
<b>Filtros de aire maquinaria pesada</b>	Chatarra	Almacenamiento Patio de Chatarra	
<b>Canastillas de mangas para los precipitadores</b>	Chatarra	Almacenamiento Patio de Chatarra	

RESIDUO	CLASIFICACIÓN	MANEJO ACTUAL	FOTOGRAFÍA
<b>Retazos de Escalera</b>	Chatarra	Almacenamiento Patio de Chatarra	
<b>Sillas</b>	Chatarra	Almacenamiento Patio de Chatarra	
<b>Mangueras y correas</b>	Caucho	Almacenamiento Patio de Chatarra	
<b>Retazos de Banda Transportadora</b>	Caucho	Almacenamiento Patio de Chatarra	

RESIDUO	CLASIFICACIÓN	MANEJO ACTUAL	FOTOGRAFÍA
<p><b>Embases para yogurt y empaques para mecato</b></p>	<p>Reciclable</p>	<p>Disposición en el Relleno Sanitario</p>	
<p><b>Recipientes de aerosoles pintuco, silicona y varias marcas</b></p>	<p>Peligroso</p>	<p>Almacenamiento en la Bodega Respel</p>	

## ANEXO T. RUTAS ACTUALES DE RECOLECCIÓN

### RUTA 1.

RUTA 1								
GUIA DE RUTA	NÚMERO	NOMBRE	GUIA DE RUTA	NÚMERO	NOMBRE	GUIA DE RUTA	NÚMERO	NOMBRE
1	R89	P&S Casino Principal	11	R97	RKEF Tolva escoria Línea 2	21	R5	MINA Bodega de agentes oxidantes Norte
2	D6	PHSEQ Bodega de acopio para reciclaje	12	R96	RKEF Oficinas mecánicos	22	R8	PM Casa verde – vía
3	D4	PHSEQ Relleno sanitario	13	R54	REF Entrada patio de producto terminado	23	R9	PM Muestreador SA100
4	R94	P&S Protección y servicios	14	R63	TEC Laboratorio lado sur	24	R11	PM Reclamador BM151
5	R80	MAT Sanchez Polo	15	R88	P&S Casino frente a Of. RKEF	25	R7	PM Patio de trituradora
6	R84	FPZ Fundación Panzenú	16	R99	MINA Parqueadero equipo pesado	26	R10	PM Reclamador BM150
7	R75	SO Oficinas servicios de operaciones	17	R2	MINA Oficina operación Mina	27	R105	ING Oficinas nuevas contratistas
8	R85	ING Ingeniería de proyectos	18	R3	MINA Estación de ACPM	28	R101	PM Oficinas mantenedores
9	R92	P&S Portería principal	19	R4	MINA Plataforma de lavado equipo pesado	29	R71	SO Planta de agua potable
10	R28	RKEF Subestación Eléctrica Uré	20	R6	MINA Entrada del Polvorín	30	R91	Chaneme

RUTA 1					
GUIA DE RUTA	NÚMERO	NOMBRE	GUIA DE RUTA	NÚMERO	NOMBRE
31	R90	Planta de Agua Potable	36	R18	PM Casa de transferencia-vía
32	R17	PM Precipitador DC01	37	R19	PM Silo de carbón-BN11
33	R16	PM Subestación 4A	38	R79	MAT Bodega aduana
34	R12	PM Tolva BN-151	39	R61	REF Planta de recuperación nivel inferior
35	R13	PM Secador DR01	40	R62	REF Planta de recuperación área de corte

## RUTA 2.


RUTA 2					
GUIA DE RUTA	NÚMERO	NOMBRE	GUIA DE RUTA	NÚMERO	NOMBRE
1	R81	MAT Oficina Materiales	11	R34	RKEF Piso hidráulico L1
2	R37	RKEF Piso de carga L2	12	R35	RKEF Techo del horno L1
3	R38	RKEF Piso hidráulico L2	13	R36	RKEF Nivel de piqueras L1
4	R39	RKEF Techo del horno L2	14	R31	RKEF Bahía del ascensor L1
5	R47	RKEF Piqueras de metal-nave refinera L2	15	R30	RKEF Pier 3 - Línea 1
6	R46	RKEF Piqueras de metal-nave refinera L1	16	R48	RKEF Compresores
7	R40	RKEF Nivel de piqueras L2	17	R23	RKEF Pier 5 Línea 1
8	R42	RKEF Bahía ascensor L2	18	R24	RKEF ventilador de tiro-lado sur
9	R27	RKEF Subestación eléctrica 1	19	R22	RKEF Espesador de lodos - Lado norte
10	R33	RKEF Piso de carga L1	20	R29	RKEF Edificio de finos L2 al lado de sopladores

RUTA 2					
GUIA DE RUTA	NÚMERO	NOMBRE	GUIA DE RUTA	NÚMERO	NOMBRE
21	R26	RKEF Pier 4 Línea 2 - edificio extrusora	32	R68	SO Taller central - Fabricación
22	R25	RKEF Pier 3 - Línea 2	33	R66	SO Taller central - Bodega JC
23	R73	SO Generadores diesel	34	R69	REF Taller central -Taller refractario
24	R58	REF Subestación Granulación	35	R67	SO Taller central - Maquinas y Herramientas
25	R57	REF estación de compresores	36	R43	Caseta Reaser
26	R56	REF Subestación Horno ASEA	37	R83	PHSEQ Banco
27	R53	REF Lado sur bodega de reactivos	38	R78	MAT Bodega de materiales
28	R32	RKEF Caseta Escoriadores L1	39	D6	PHSEQ Bodega de acopio para reciclaje
29	R59	REF Bunker Filtro Pensilvania	40	D4	PHSEQ Relleno sanitario
30	R41	RKEF Patio escoria estación de lubricación de clasificadores L1			
31	R65	MAT Taller central - Herrería			

## RUTA ESPECIAL

RUTA ESPECIAL					
GUIA	PUNTO	UBICACIÓN	GUIA	PUNTO	UBICACIÓN
1	R 14	PM secador DR01-grasa sellos E L1	17	TRAMPAS	RKEF Compresores Pier 3
2	R 15	PM secador DR01-grasa sellos S L1	18	TRAMPAS	MAT Surtidor de combustibles
3	-	PM secador contenedor calcina sello E L2	19	TRAMPAS	MAT Tanques gemelos 6 y 7
4	-	PM casa transferencia contenedor chatarra L1	20	TRAMPAS	MAT Tanques 8 y 9 ACPM
5	R 44	RKEF sellos del calcinador L1 E	21	TRAMPAS	SO Generadores diesel
6	R 45	RKEF sellos del calcinador L1 S	22	TRAMPAS	MAT Tanques ACPM Op. Mina
7	R 60	REF polvos filtro Pensilvania	23	TRAMPAS	P&S Casino Principal
8	R 64	TEC patio mineral recuperable del laboratorio	24	TRAMPAS	PM Tanques ACPM P. Mineral
9	R 51	RKEF calcina bahía ascensor línea 1	25	TRAMPAS	SO Subestación gasoducto
10	-	RKEF calcina bahía ascensor línea 2	26	TRAMPAS	P&S Casino Vimarco
11	R 66	SO taller central-bodega JC	27	CONTEADOR	Calcina derramada edificio L 2
12	-	RKEF Pasta taponadora Línea 1	28	CONTEADOR	Calcina derramada edificio L 3
13	-	RKEF Pasta taponadora Línea 2	29	CARGUE	Madera para la comunidad
14	-	PM Adición CV-29	30	TRANSPORTE	Envío aceite OCENSA
15	TRAMPAS	SO Taller vehículos livianos	31	RECOLECCION	Canecas de Aceites y Grasas de los puntos
16	TRAMPAS	MINA Taller Mant. Mina			

**ANEXO U. FORMATO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE**

 Cerro Matoso		SEGUIMIENTO SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS							
NÚMERO DEL VEHÍCULO	RUTA	FECHA	TIPO DE RESIDUO	HORA INICIO RECOLECCIÓN (1er Punto de acopio)	HORA FIN DE LA RECOLECCIÓN (Último punto de acopio)	SITIO DE DISPOSICIÓN	HORA ENTRADA AL SITIO DE DISPOSICIÓN	HORA SALIDA DEL SITIO DE DISPOSICIÓN	OBSERVACIONES

## ANEXO V. TIEMPOS REGISTRADOS PARA EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS

### 1. PREMUESTRA DE TIEMPOS PARA EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

Datos para establecer la muestra

<b>Nivel de Confianza</b>	95%
<b>t - student</b>	2,365
<b>Grados de Libertad</b>	7

- Ruta 1

ACTIVIDAD TIEMPO (min)	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	DESCARGA
1	253	55	75
2	268	48	62
3	245	50	68
4	271	65	71
5	258	58	69
6	270	40	55
7	246	55	59
8	285	60	65
<b>TIEMPO PROMEDIO</b>	262	53,875	65,500
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	13	7,270	6,164
<b>ERROR (min)</b>	10	5	5
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	9,453	11,826	8,502
<b>MUESTRA (Redondeo)</b>	10	12	9

- Ruta 2

ACTIVIDAD TIEMPO (min)	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	DESCARGA
1	295	57	50
2	315	50	55
3	285	55	42
4	287	61	57
5	300	45	45
6	310	55	40
7	320	48	58
8	315	60	52
<b>TIEMPO PROMEDIO</b>	303,375	53,875	49,875
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	12,639	5,349	6,431
<b>ERROR (min)</b>	10	5	5
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	8,934	6,401	9,253
<b>MUESTRA (Redondeo)</b>	9	7	10

- Ruta Especial

ACTIVIDAD TIEMPO (min)	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	DESCARGA
1	130	220	55
2	125	215	48
3	132	222	45
4	135	228	57
5	123	216	52
6	120	219	49
7	137	225	50
8	129	213	55
<b>TIEMPO PROMEDIO</b>	128,875	219,75	51,375
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	5,510	4,789	3,839
<b>ERROR (min)</b>	10	5	5
<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	1,698	5,132	3,297
<b>MUESTRA (Redondeo)</b>	2	6	4

## 2. MUESTRA DE TIEMPOS PARA EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE

Los tiempos obtenidos para el sistema de recolección y transporte, no fueron sujeto de suplementos, debido a que, a través de los formatos, se obtuvieron registros generales, correspondientes a toda una jornada de trabajo, por lo que se contempla que llevan incluidos los efectos por las condiciones bajo las cuales se llevaron a cabo.

- Ruta 1

ACTIVIDAD MUESTRA	RECOLECCIÓN			TRANSPORTE			DESCARGA		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo Observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	256	1	256	55	1	55	65	1	65
2	259	1	259	51	1	51	59	1	59
3	263	1	263	57	1	57	60	1	60
4	252	1	252	52	1	52	55	1	55
5	254	1	254	61	1	61	57	1	57
6	257	1	257	50	1	50	62	1	62
7	260	1	260	49	1	49	63	1	63
8	255	1	255	61	1	61	57	1	57
9	265	1	265	53	1	53	65	1	65
10	257	1	257	58	1	58			
11				47	1	47			
12				50	1	50			
<b>TIEMPO REGISTRADO PROMEDIO (min)</b>	<b>257,800</b>			<b>53,667</b>			<b>60,333</b>		

## Ruta 2

ACTIVIDAD MUESTRA	RECOLECCIÓN			TRANSPORTE			DESCARGA		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo Observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	285	1	285	57	1	57	43	1	43
2	289	1	289	64	1	64	48	1	48
3	310	1	310	56	1	56	47	1	47
4	295	1	295	53	1	53	41	1	41
5	299	1	299	47	1	47	53	1	53
6	305	1	305	61	1	61	43	1	43
7	317	1	317	56	1	56	52	1	52
8	298	1	298				40	1	40
9	295	1	295				42	1	42
10							46	1	46
<b>TIEMPO REGISTRADO PROMEDIO (min)</b>	<b>299,222</b>			<b>56,286</b>			<b>45,444</b>		

## Ruta Especial

ACTIVIDAD MUESTRA	RECOLECCIÓN			TRANSPORTE			DESCARGA		
	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)	Tiempo Observado (min)	% Valoración	Tiempo Normalizado (min)
1	123	1	123	227	1	227	58	1	58
2	125	1	125	219	1	219	53	1	53
3				214	1	214	54	1	54
4				217	1	217	52	1	52
5				215	1	215			
6				223	1	223			
<b>TIEMPO REGISTRADO PROMEDIO (min)</b>	<b>124,000</b>			<b>219,167</b>			<b>54,250</b>		

## ANEXO W. DIAGRAMAS CAUSA EFECTO DEBILIDADES ENCONTRADAS EN EL DIAGNÓSTICO

Diagrama de Causa - Efecto para la “Clasificación inadecuada de residuos”

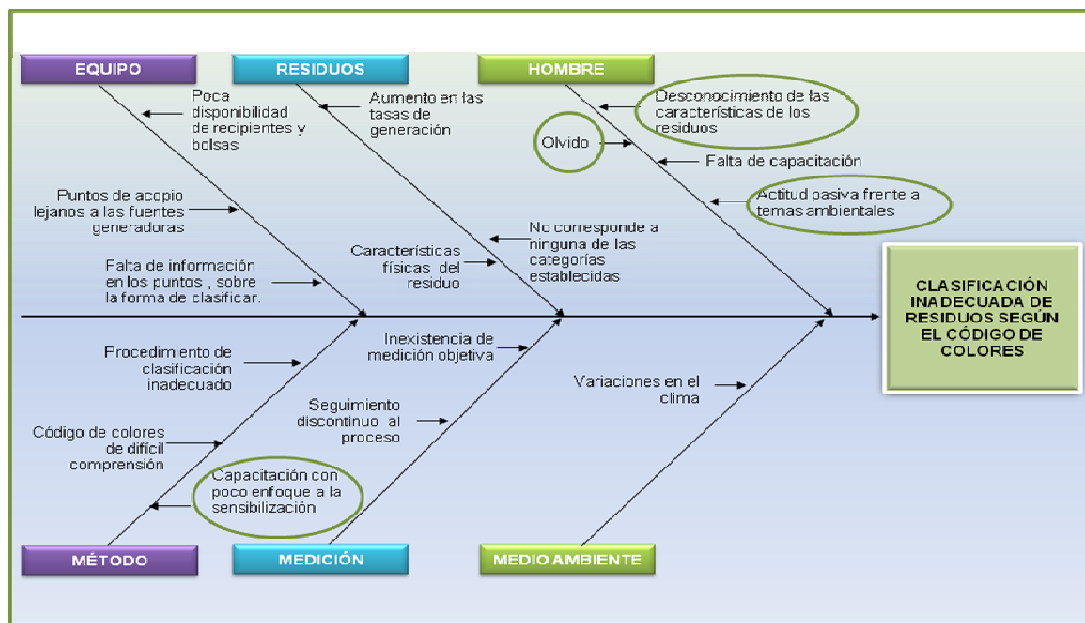


Diagrama de Causa - Efecto para la “Información dispersa del proceso”

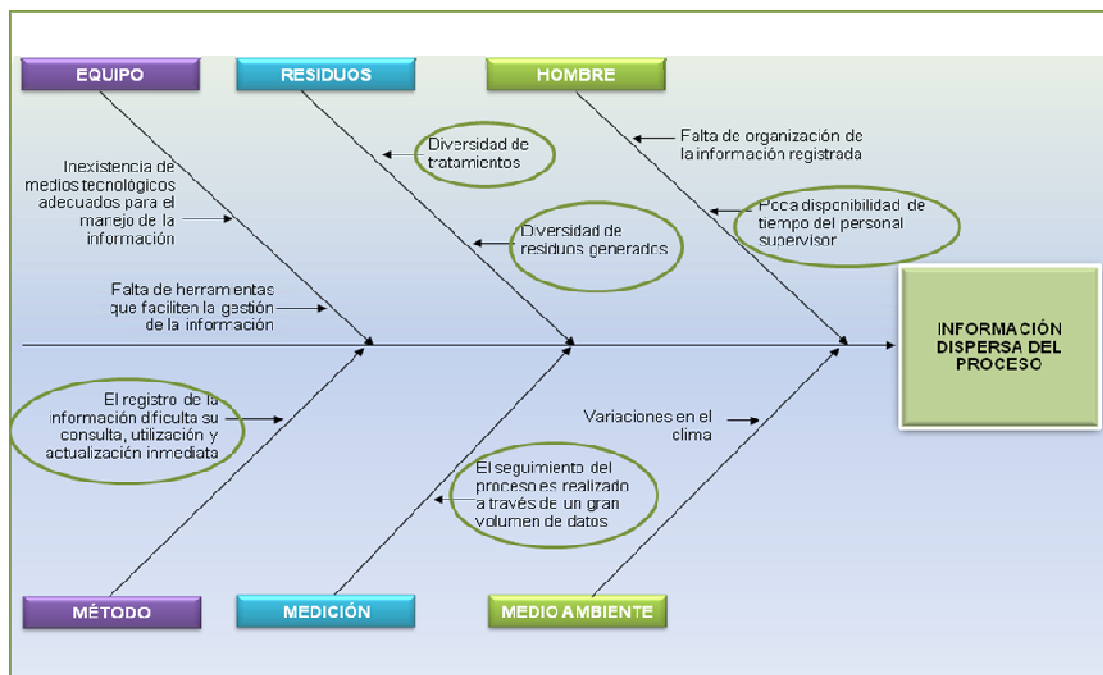


Diagrama Causa - Efecto para la "Subutilización de los recursos disponibles"

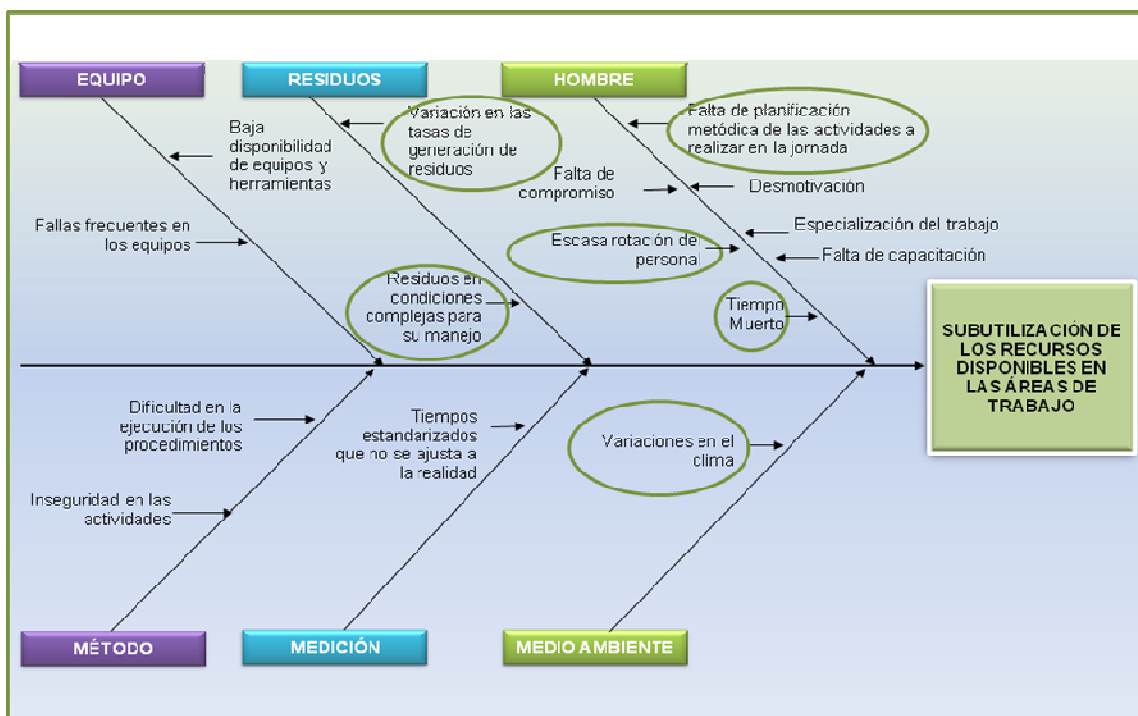


Diagrama Causa - Efecto para el "Aprovechamiento parcial de los residuos"

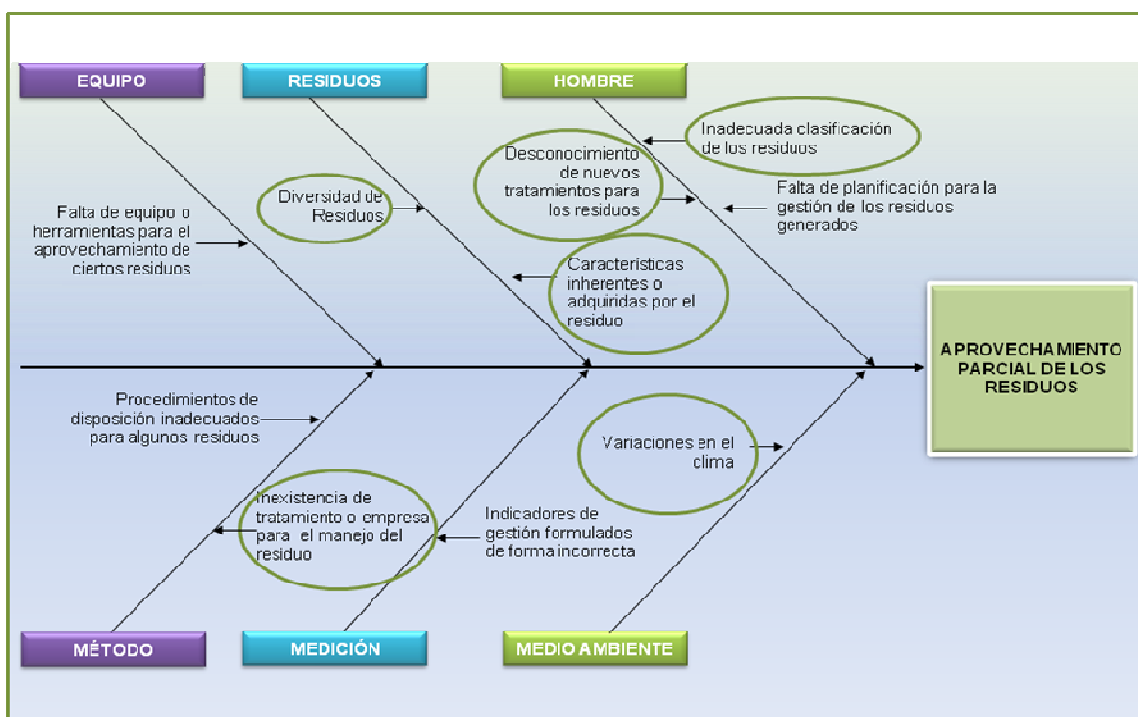
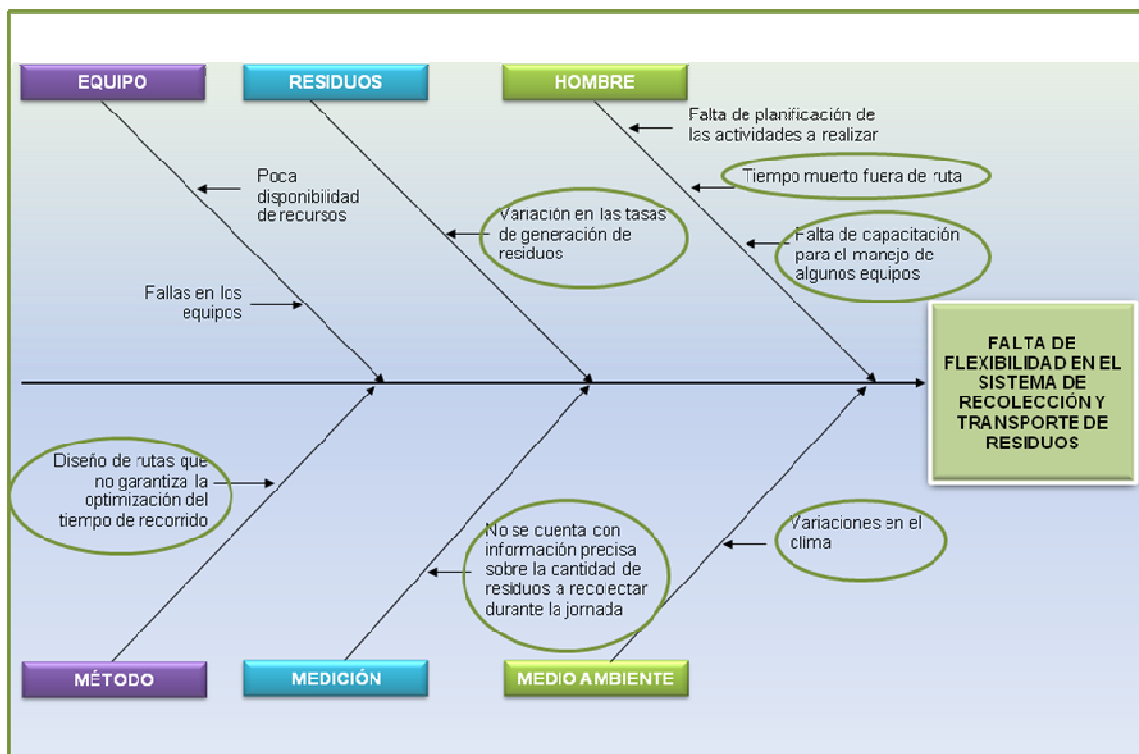



Diagrama Causa - Efecto para la "Falta de flexibilidad en el Sistema de Recolección y Transporte de residuos"




## ANEXO X. SISTEMA DE INDICADORES DE GESTIÓN


- Generación per cápita de residuos

 Cerro Matoso	HOJA DE VIDA DEL INDICADOR
<b>Nombre</b>	<b>Generación per cápita de residuos</b>
<b>Objetivo</b>	Medir la generación de residuos de acuerdo a la cantidad de personas que ingresan a las instalaciones de la mina, considerando empleados, contratistas y visitantes.
<b>Meta</b>	Se evalúa realizando comparación de datos históricos, con el fin de identificar aumentos o disminuciones.
<b>Método de Cálculo</b>	$\frac{\text{Peso Total de residuos generados}}{\text{Número Total de personas que ingresaron a la Mina}}$
<b>Unidad de Medida</b>	Kg./Persona/Mensual
<b>Sentido</b>	Descendente
<b>Frecuencia</b>	Mensual
<b>Fuente de Datos</b>	Informes mensuales de la cantidad de residuos generados. Sistema de Información de Ingreso de personal.
<b>Responsable de la medición</b>	Administrador del Contrato
<b>Responsable del seguimiento</b>	Administrador del Contrato

- Generación por clase de residuo


 Cerro Matoso	HOJA DE VIDA DEL INDICADOR
<b>Nombre</b>	<b>Generación por clase de residuo</b>
<b>Objetivo</b>	Medir la cantidad de residuos generados de acuerdo a las clasificaciones establecidas (Reciclaje, orgánico, peligrosos, chatarra, incinerables, madera, jardín, aceite usado, escombros y estéril).
<b>Meta</b>	Se evalúa realizando comparación de datos históricos, con el fin de identificar aumentos o disminuciones.
<b>Método de Cálculo</b>	$\frac{\text{Peso Total de residuos de acuerdo a la clasificación}}{\text{Peso Total de los residuos generados}} * 100$
<b>Unidad de Medida</b>	Porcentaje
<b>Sentido</b>	Identificar variaciones repentinas de un periodo a otro.
<b>Frecuencia</b>	Mensual
<b>Fuente de Datos</b>	Informe mensual de la cantidad de residuos generados.
<b>Responsable de la medición</b>	Supervisor
<b>Responsable del seguimiento</b>	Administrador del Contrato


- Clasificación incorrecta de residuos

	<b>HOJA DE VIDA DEL INDICADOR</b>
<b>Nombre</b>	<b>Clasificación incorrecta de residuos</b>
<b>Objetivo</b>	Medir la cantidad de residuos que no pertenecen a la Bodega de Reciclaje, Bodega Respel, Bodega de residuos para incinerar, Relleno Sanitario y Patio de Chatarra; pero que son recibidos debido a una incorrecta clasificación en la fuente.
<b>Meta</b>	0%
<b>Método de Cálculo</b>	$\frac{\text{Peso Total de residuos que no corresponden a la clasificación}}{\text{Peso Total de residuos recibidos bien clasificados}} * 100$
<b>Unidad de Medida</b>	Porcentaje
<b>Sentido</b>	Descendente
<b>Frecuencia</b>	Mensual
<b>Fuente de Datos</b>	Informe mensual de la cantidad de residuos dispuestos o almacenados en cada una de las áreas establecidas.
<b>Responsable de la medición</b>	Supervisor
<b>Responsable del seguimiento</b>	Administrador del Contrato


- Tratamiento de Residuos generados

Este indicador está dividido en dos resultados, uno parcial, de acuerdo a la clasificación de los residuos (reciclaje, orgánico, peligrosos, chatarra, madera y jardín e incinerables) y uno global. A continuación se presentan las hojas de vida para la medición de este indicador.


 <b>Cerro Matoso</b>	<b>HOJA DE VIDA DEL INDICADOR</b>
<b>Nombre</b>	<b>Tratamiento de Residuos generados (Medición Parcial)</b>
<b>Objetivo</b>	Evaluar el nivel de residuos que están recibiendo tratamiento de acuerdo a su clasificación (Residuos críticos).
<b>Meta</b>	100%
<b>Método de Cálculo</b>	$\frac{\text{Peso Total de Reciclaje tratado}}{\text{Peso Total de Reciclaje generado}} * 100;$ $\frac{\text{Peso Total de R.Peligrosos tratados}}{\text{Peso Total de R.Peligrosos generados}} * 100;$ $\frac{\text{Peso Total de Chatarra tratada}}{\text{Peso Total de Chatarra generada}} * 100;$ $\frac{\text{Peso Total de Orgánico tratado}}{\text{Peso Total de Orgánico generado}} * 100;$ $\frac{\text{Peso Total de Incinerables tratados}}{\text{Peso Total de Incinerables generados}} * 100;$ $\frac{\text{Peso Total de Madera y jardín tratado}}{\text{Peso Total de Madera y jardín generado}} * 100$
<b>Unidad de Medida</b>	Porcentaje
<b>Sentido</b>	Ascendente
<b>Frecuencia</b>	Mensual
<b>Fuente de Datos</b>	Informe mensual de la cantidad de residuos generados. Informe mensual de la cantidad de residuos dispuestos en cada una de las áreas establecidas.
<b>Responsable de la medición</b>	Supervisor
<b>Responsable del seguimiento</b>	Administrador del Contrato

	<b>HOJA DE VIDA DEL INDICADOR</b>
<b>Nombre</b>	<b>Tratamiento de Residuos generados (Global)</b>
<b>Objetivo</b>	Evaluar el nivel de residuos que reciben tratamiento (Residuos críticos).
<b>Meta</b>	100%
<b>Método de Cálculo</b>	$\frac{\text{Peso Total de Residuos Tratados}}{\text{Peso Total de Residuos Generados}} * 100$
<b>Unidad de Medida</b>	Porcentaje
<b>Sentido</b>	Ascendente
<b>Frecuencia</b>	Mensual
<b>Fuente de Datos</b>	Informe mensual de la cantidad de residuos generados. Informe mensual de la cantidad de residuos dispuestos en cada una de las áreas establecidas.
<b>Responsable de la medición</b>	Supervisor
<b>Responsable del seguimiento</b>	Administrador del Contrato

- Inventario de Residuos

	<b>HOJA DE VIDA DEL INDICADOR</b>
<b>Nombre</b>	<b>Inventario de Residuos</b>
<b>Objetivo</b>	Medir la cantidad de residuos que se encuentran almacenados en la Bodega de Reciclaje, Bodega RESPEL, Bodega de residuos para incinerar y Patio de Chatarra.
<b>Meta</b>	30%
<b>Método de Cálculo</b>	$\frac{\text{Peso total de residuos en inventario al final del periodo por área}}{\text{Peso total de residuos recibidos por área durante el periodo}} * 100$
<b>Unidad de Medida</b>	Porcentaje
<b>Sentido</b>	Descendente
<b>Frecuencia</b>	Bimestral
<b>Fuente de Datos</b>	Informe mensual de la cantidad de residuos dispuestos en cada una de las áreas establecidas.
<b>Responsable de la medición</b>	Supervisor
<b>Responsable del seguimiento</b>	Administrador del Contrato


- Generación de nuevos residuos

	<b>HOJA DE VIDA DEL INDICADOR</b>
<b>Nombre</b>	<b>Generación de Nuevos Residuos</b>
<b>Objetivo</b>	Medir la generación de nuevos residuos en la Bodega de Reciclaje, Bodega Respel, Relleno Sanitario y Patio de Chatarra.
<b>Meta</b>	N/A
<b>Método de Cálculo</b>	$\frac{\text{Peso total de nuevos residuos recibidos por área}}{\text{Peso total de residuos recibidos por área}} * 100$
<b>Unidad de Medida</b>	Porcentaje
<b>Sentido</b>	Identificar nuevos residuos cuando el indicador tome un valor mayor a cero
<b>Frecuencia</b>	Mensual
<b>Fuente de Datos</b>	Informe mensual de la cantidad de residuos dispuestos en cada una de las áreas establecidas.
<b>Responsable de la medición</b>	Supervisor
<b>Responsable del seguimiento</b>	Administrador del Contrato


- Tiempo de parada por falla en los equipos

	<b>HOJA DE VIDA DEL INDICADOR</b>
<b>Nombre</b>	<b>Tiempo de parada por falla en equipos</b>
<b>Objetivo</b>	Medir la eficacia del servicio que prestan los equipos críticos para el proceso
<b>Meta</b>	0%
<b>Método de Cálculo</b>	$\frac{\text{Horas de parada por falla en el equipo}}{\text{Horas de trabajo programadas para el equipo}} * 100$
<b>Unidad de Medida</b>	Porcentaje
<b>Sentido</b>	Descendente
<b>Frecuencia</b>	Mensual
<b>Fuente de Datos</b>	Formato Seguimiento a Fallas equipos Críticos
<b>Responsable de la medición</b>	Supervisor
<b>Responsable del seguimiento</b>	Administrador del Contrato

- Cantidad de residuos clasificados por hora-hombre laborada

 Cerro Matoso	<b>HOJA DE VIDA DEL INDICADOR</b>
<b>Nombre</b>	<b>Cantidad de residuos clasificados por hora-hombre laborada</b>
<b>Objetivo</b>	Medir la cantidad de residuos clasificados en cada una de las áreas, según el número de horas – hombre laboradas.
<b>Meta</b>	Igualar la capacidad establecida
<b>Método de Cálculo</b>	$\frac{Kg \text{ de residuos clasificados}}{Horas Hombre laboradas}$
<b>Unidad de Medida</b>	Kg/Hora-hombre
<b>Sentido</b>	Ascendente
<b>Frecuencia</b>	Mensual
<b>Fuente de Datos</b>	Plan de trabajo mensual. Informe cantidad de residuos procesados por área de trabajo
<b>Responsable de la medición</b>	Supervisor
<b>Responsable del seguimiento</b>	Administrador del Contrato

- Cantidad de residuos recolectados por hora-hombre laborada

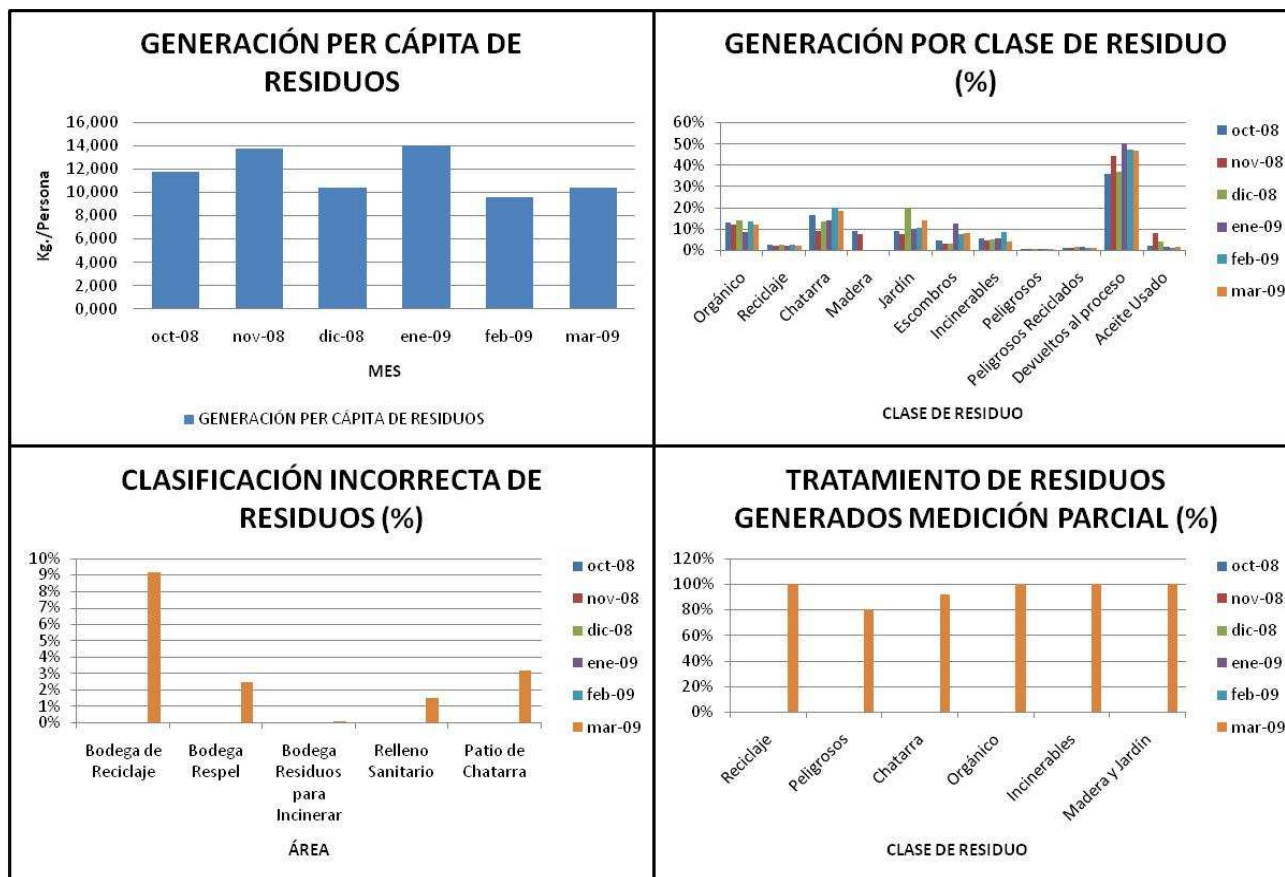
 Cerro Matoso	<b>HOJA DE VIDA DEL INDICADOR</b>
<b>Nombre</b>	<b>Cantidad de residuos recolectados por hora-hombre laborada</b>
<b>Objetivo</b>	Medir la cantidad de residuos, según el número de horas – hombre laboradas.
<b>Meta</b>	Igualar la capacidad establecida
<b>Método de Cálculo</b>	$\frac{Kg \text{ de residuos recolectados}}{Horas Hombre laboradas}$
<b>Unidad de Medida</b>	Kg/Hora-hombre
<b>Sentido</b>	Ascendente
<b>Frecuencia</b>	Mensual
<b>Fuente de Datos</b>	Plan de trabajo mensual. Informe Recolección de residuos
<b>Responsable de la medición</b>	Supervisor
<b>Responsable del seguimiento</b>	Administrador del Contrato

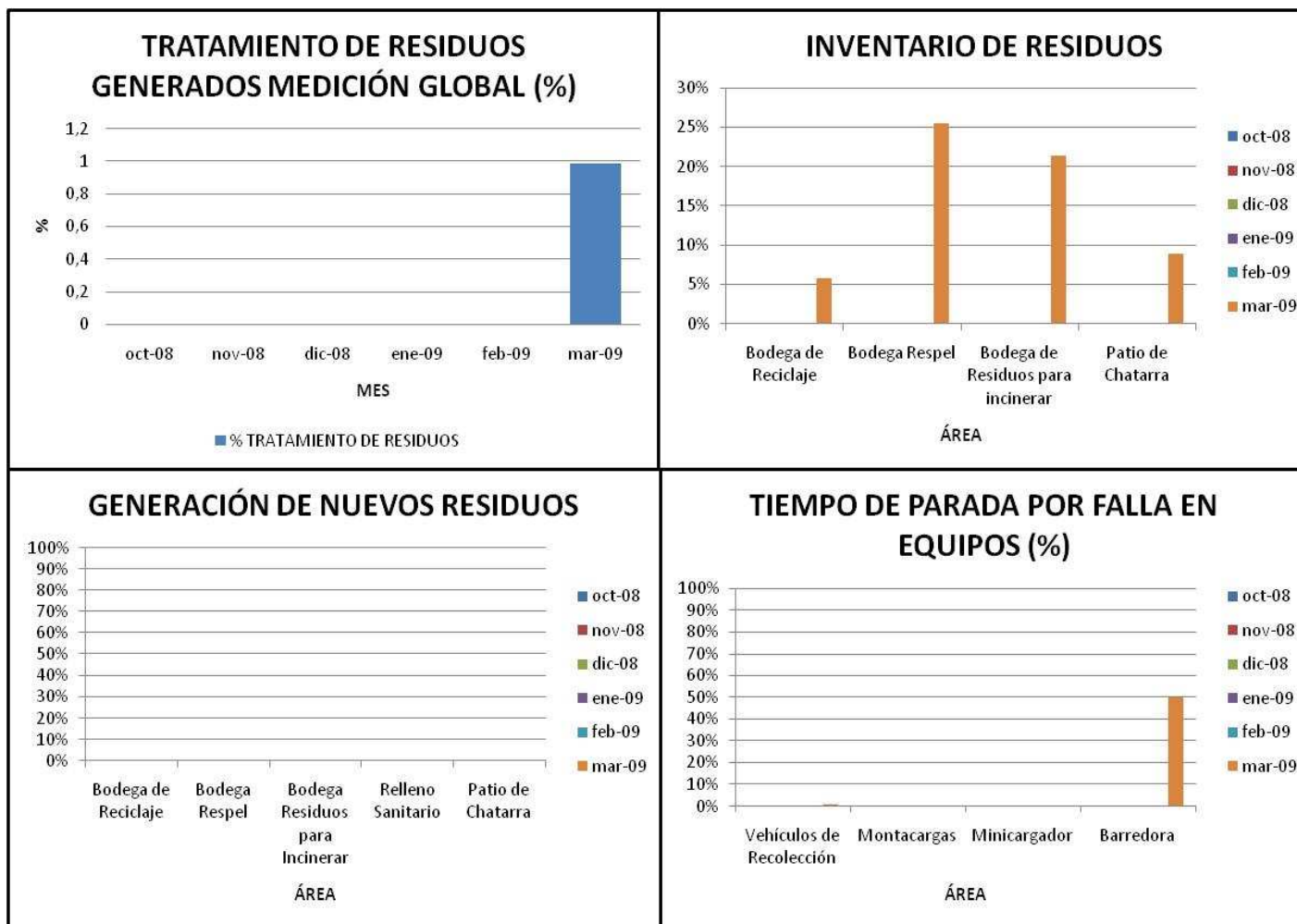
## **ANEXO Y. HOJA DE CÁLCULO PARA MEDICIÓN DE INDICADORES**

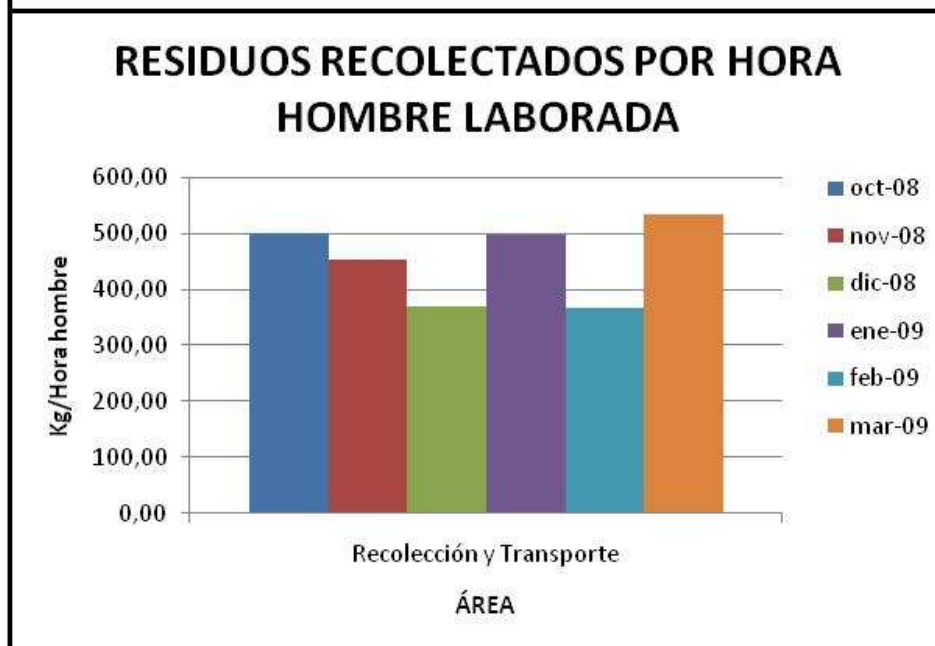
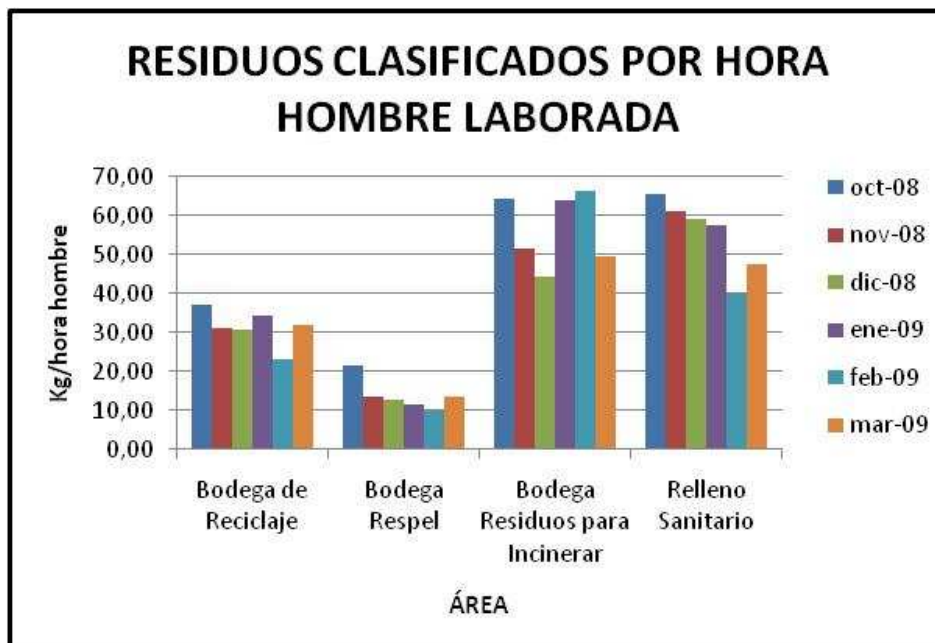
Para revisar este anexo, remítase al archivo en formato Documento de Microsoft Office Excel 97 - 2003, ubicado en: \Anexos\Anexo Y. Hoja de Cálculo Medición de Indicadores.xls

## ANEXO Z. SEGUIMIENTO INDICADORES DE GESTIÓN

Seguimiento a Indicadores de gestión







## **ANEXO AA. MODELO MATEMÁTICO PARA LA PROGRAMACIÓN DE RUTAS DE RECOLECCIÓN**

- **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La recolección de residuos es, en términos generales, el transportar los residuos desde su lugar de acopio en la fuente generadora hasta el vehículo recolector y luego trasladarlos hasta el sitio de disposición final o almacenamiento temporal<sup>16</sup>, según corresponda. Esta fase es, sin lugar a dudas, una de las más críticas en la Gestión Integral de Residuos, debido a las limitaciones existentes frente a tiempo, distancias, personal, capacidad de los vehículos y tasas de generación de residuos.

En CMSA, las rutas actuales de recolección, fueron diseñadas en forma intuitiva, de acuerdo a la experiencia y juicio de los supervisores del proceso, razón por la cual no se garantiza la minimización del tiempo de recorrido. Debido a lo mencionado anteriormente, en este capítulo se presenta el estudio técnico realizado para la programación de las rutas de recolección.

En la siguiente tabla se presentan datos generales de la fase de recolección, esta información no se empleará en su totalidad en la solución matemática, pero servirá de igual manera para interpretar los resultados obtenidos.

---

<sup>16</sup> RACERO MORENO, Jesús y PÉREZ ARRIAGA, Edgar. Optimización del Sistema de rutas de recolección de residuos domiciliarios (Ecoeficiencia). . X Congreso de Ingeniería de Organización. Valencia, 7 y 8 de Septiembre de 2006.

## Identificación de datos del Problema

<b>POBLACIÓN</b>	EMPLEADOS DIRECTOS	1007
	CONTRATISTAS	1000
<b>PUNTOS DE ACOPIO</b>	62	Puntos de Acopio
<b>JORNADA LABORAL</b>	10	Horas
<b>VEHÍCULOS RECOLECTORES</b>	3	Camiones
<b>CAPACIDAD DE LOS VEHÍCULOS</b>	5	Toneladas/Vehículo
<b>RESIDUOS GENERADOS</b>	21.919	Kg/día
<b>GENERACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS, RECICLABLES, INCINERABLES Y RESPEL</b>	3.918	Kg/día

Fuente: Elaboración Propia.

### • METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

La investigación de operaciones (IO) es una herramienta útil para la toma de decisiones en todos los niveles de una organización, debido a que permite, estudiar complejos sistemas reales, con la finalidad de mejorar (u optimizar) el funcionamiento de los mismos, teniendo en cuenta las restricciones actuales.

La programación matemática, la estadística y los algoritmos, son las bases de la IO, y son de esencial uso, cuando surge el interés de solucionar problemas de optimización, algunos de los cuales no se pueden resolver mediante las técnicas usuales del cálculo<sup>17</sup>, tal como es el caso de la situación evaluada, donde existe la necesidad evidente de programar y coordinar varias rutas, y al mismo tiempo, hacer un uso eficiente de los recursos disponibles.

<sup>17</sup> MARTÍNEZ ORTÍZ, Efraín. Programación Matemática. Serie en Ciencias e Ingeniería. Volumen 5. Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, 1994.

La Investigación de Operaciones permite hacer una abstracción del mundo real (ver Figura 1), y a través de una secuencia de pasos determinar una solución matemática al problema planteado (ver Figura 2).

Figura 37. Abstracción del mundo real en el desarrollo de un modelo matemático



Fuente: Elaboración Propia.

Para llegar al modelo matemático del sistema, se realizó una revisión de los modelos propuestos en la literatura, para el análisis y resolución de problemas de redes. A continuación se presenta una breve descripción sobre cada uno de los métodos evaluados.

**a. Ruta Crítica (CPM).** Permite determinar la secuencia de los elementos terminales de la red, con la mayor duración entre ellos, estableciendo el tiempo más corto para llegar del punto de inicio al punto de destino.

**b. Flujo Máximo.** Permite establecer el camino de origen a destino, que maximice el flujo que circula por la red. En este modelo, existe un flujo que viaja desde un único lugar de origen hacia un único lugar destino, a través de arcos que conectan nodos intermedios.

**c. Costo Mínimo.** Tiene por objeto determinar la ruta más corta entre un nodo origen y un nodo destino.

**d. Árbol de Expansión Mínima.** Emplea los arcos de una red para unir todos sus nodos, de forma que se minimice la suma de las longitudes de los arcos seleccionados.

**e. Programación Lineal.** Procedimiento matemático que permite resolver un problema, formulado a través de ecuaciones lineales, optimizando una función objetivo.

Una vez analizados, se concluyó que no todos los modelos se ajustaban en forma completa, a las condiciones y restricciones del problema.

Para la situación en estudio, era necesario que las rutas diseñadas, pasaran una sola vez por cada uno de los nodos de la red, razón por la cual, los métodos de ruta crítica, flujo máximo y costo mínimo, no aplican, debido a que éstos permiten identificar un camino de origen a destino que determina el tiempo máximo, el flujo máximo o el costo mínimo respectivamente, sin incluir a todos los nodos; de igual forma, el método del árbol de expansión mínima, no se empleó, debido a que este modelo, busca interconectar todos los nodos sin garantizar una secuencia y bajo la posibilidad de formar pequeños ciclos dentro de la red.

De acuerdo a este análisis, se eligió la programación lineal, por su flexibilidad, como herramienta para llevar a cabo el planteamiento matemático para la programación de rutas del Sistema de Recolección de Residuos de CMSA. Es importante resaltar, que para el planteamiento del modelo, se tuvo como base la formulación en programación lineal de los métodos mencionados anteriormente.

Figura 38. Metodología para el desarrollo del problema en estudio



Fuente: Elaboración Propia.

## • CONCEPTOS BÁSICOS DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL

La programación lineal es un proceso de optimización. Una sola función objetivo, expresa matemáticamente lo que se intenta maximizar (por ejemplo, las utilidades) o minimizar (por ejemplo, los costos o el desperdicio). La función objetivo proporciona el sistema de calificaciones mediante el cual se juzgará el atractivo de las diferentes soluciones.<sup>18</sup>

Los modelos de programación lineal cuentan con características especiales y son sujetos de suposiciones matemáticas, para su correcta formulación.

<sup>18</sup> Administración de Operaciones. Procesos y Cadenas de Valor. Lee Krajewski; Larry Ritzman y Manoj Malhotra. Pearson Prentice Hall. 2008. Pág. 600.

- **VARIABLES DE DECISIÓN.** Representan las opciones que están bajo el control de las personas que toman las decisiones. A través, del desarrollo del problema, se obtienen sus valores óptimos.
- **RESTRICCIONES.** Son limitaciones que restringen los valores que pueden tomar las variables de decisión establecidas para el modelo. Cada restricción puede ser expresada matemáticamente en cualquier de estas tres formas: una restricción menor o igual a ( $\leq$ ), igual a ( $=$ ), o mayor o igual a ( $\geq$ ).
- **REGIÓN FACTIBLE.** Considera todas las restricciones del problema, en forma conjunta y representa las combinaciones posibles para las variables de decisión. En algunas situaciones, es posible que sólo exista una solución posible que satisfaga simultáneamente al conjunto de restricciones.
- **PARÁMETRO.** Es un coeficiente o constante asignada, representa un valor que no puede ser controlado y que se conoce con certidumbre.
- **LINEALIDAD.** Implica proporcionalidad y aditividad, no existen productos ni potencias entre las variables de decisión. La función objetivo y las restricciones de esta clase de modelos, son lineales.
- **NO NEGATIVIDAD.** Suposición que implica que las variables de decisión deben ser positivas o cero.







## ANEXO AE. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA A TRAVÉS DEL SOFTWARE SOLVER PREMIUM

El procedimiento de solución empleado por el software Solver Premium, se realiza a través del método simplex, que es un procedimiento algebraico iterativo para resolver problemas de programación lineal.

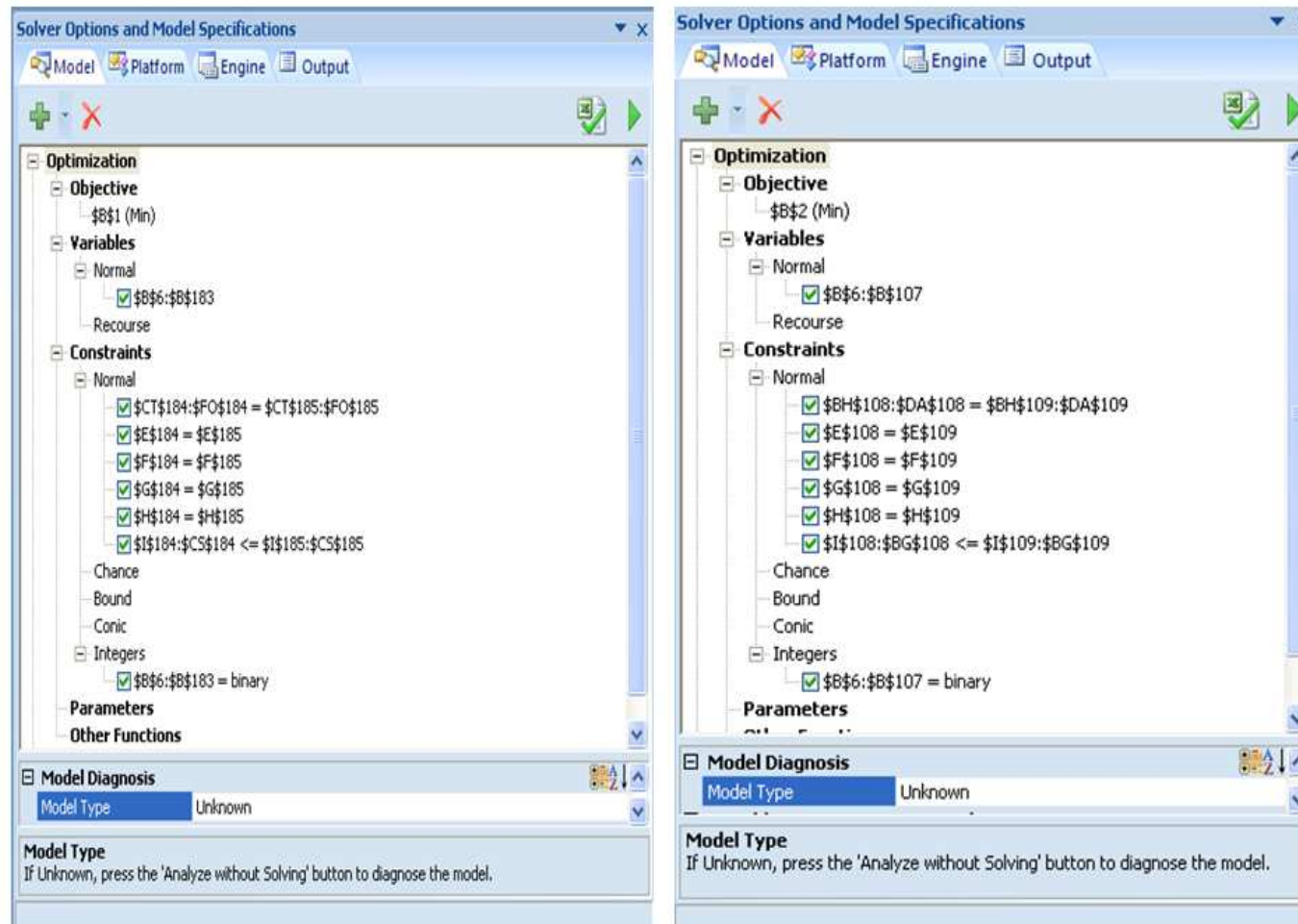
El método simplex comienza con un punto extremo inicial y a continuación evalúa sistemáticamente otros puntos extremos, de manera que la función objetivo mejore (o, permanezca igual) en cada iteración<sup>19</sup>. El procedimiento continúa hasta que no es posible encontrar un punto extremo mejor. El último punto extremo evaluado será el óptimo.

La función objetivo, las variables y las restricciones planteadas en la Hoja de Cálculo, para cada una de las áreas, se ingresaron al *Premium Solver* (ver Figura 1), para ser resuelto considerando un problema de programación lineal (ver Figura 2).

---

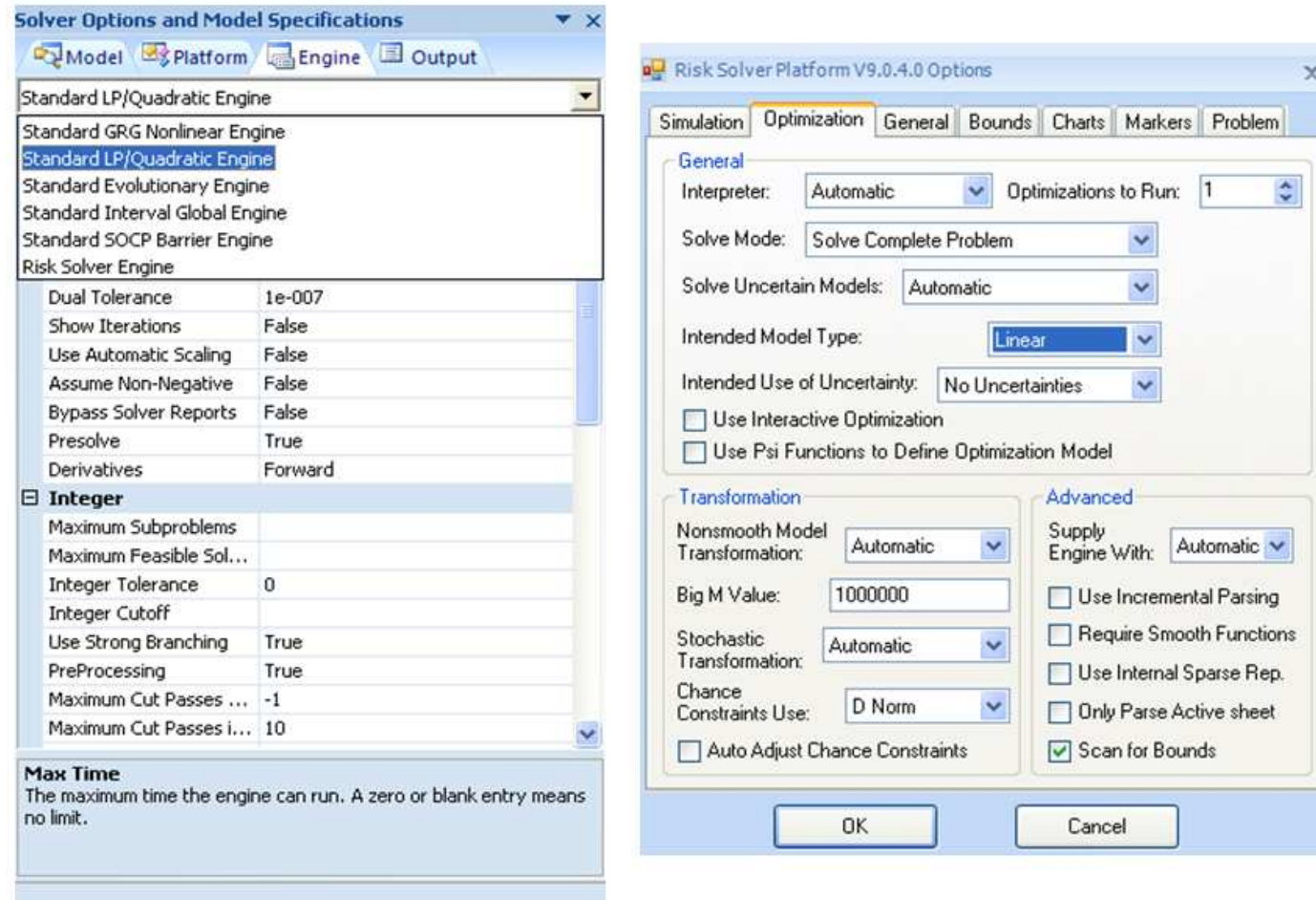
<sup>19</sup> Administración de Operaciones. Procesos y Cadenas de Valor. Lee Krajewski; Larry Ritzman y Manoj Malhotra. Pearson Prentice Hall. 2008. Pág. 610.

Figura 1. Ingreso de datos del problema (Área I y II) al *Premium Solver*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 2. Consideración de un problema de Programación Lineal en Premium Solver



Fuente: Elaboración Propia.

## **ANEXO AF. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL**

Un análisis de sensibilidad tiene como objetivo determinar en qué medida resultan afectados los valores óptimos de las variables de decisión y el valor de la función objetivo, si ciertos parámetros, contemplados en la solución del problema, toman valores diferentes.

Para la definición del modelo, las distancias empleadas se conocen con certeza, por esta razón, el parámetro que puede ser sujeto a variaciones es el que representa la cantidad de vehículos disponibles, para realizar las rutas en cada una de las áreas.

Al aplicar el modelo a la red del Área I, considerando la asignación de dos vehículos a la ruta, se obtuvo un valor de 7.150,25 metros para la función objetivo, el cual representa 686,4 metros adicionales, respecto a la solución obtenida cuando se asigna un solo vehículo a la red (ver solución en el archivo adjunto).

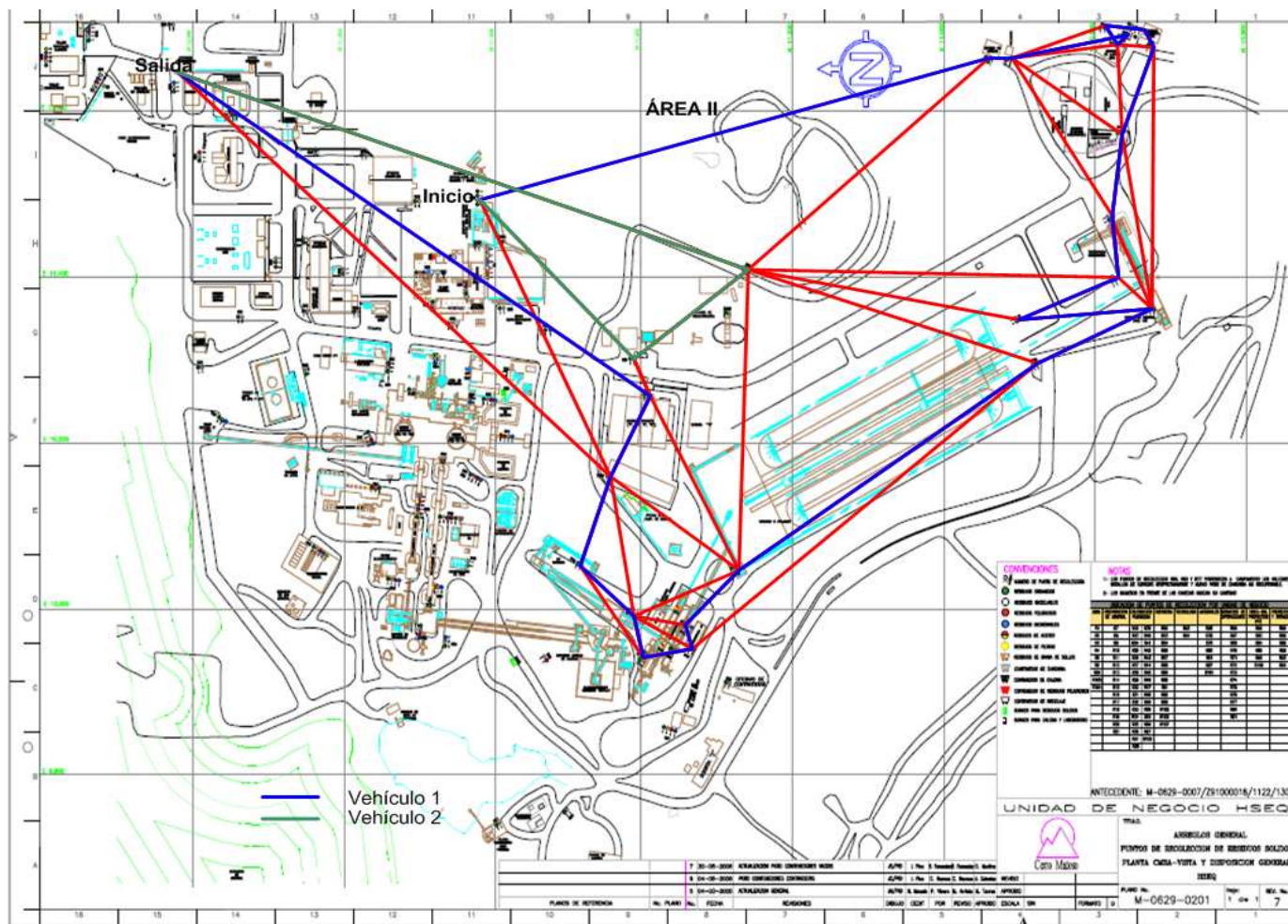
De igual forma, se aplicó el modelo para el Área II y, se obtuvo un valor de 8.629,32 metros para la función objetivo, lo que representa 1.998,1 metros adicionales respecto al valor obtenido para un solo vehículo.

De acuerdo a estos resultados, se concluye que la programación de rutas, basada en este modelo, para el caso específico de CMSA, resulta más eficiente cuando se ha asignado un solo vehículo, sin embargo, cuando se requiera por las condiciones de generación de residuos, es posible asignar dos vehículos para la recolección en cada área.

En las siguientes figuras se presentan las rutas obtenidas, según los resultados del análisis de sensibilidad.



Rutas Área II con dos vehículos



De igual forma como parte del análisis de sensibilidad, se consideró el aumento de los tiempos de recolección en un 10%, como consecuencia de la variación en las tasas de generación de residuos. Los tiempos se aplicaron a los resultados obtenidos para cada área, con un solo vehículo asignado.

Los tiempos totales establecidos para el recorrido de recolección de residuos orgánico y reciclaje y, el recorrido de recolección de residuos incinerables y peligrosos, para cada una de las rutas, se presentan en las siguientes tablas.

<b>TIEMPOS ESTIMADOS PARA RUTA PROPUESTA ÁREA I</b>		
<b>RECORRIDO</b>	<b>RECOLECCIÓN ORGÁNICO Y RECICLAJE</b>	<b>RECOLECCIÓN INCINERABLES Y PELIGROSOS</b>
<b>TIEMPOS</b>		
TIEMPO EN RECORRIDO (min)	15,513	15,513
T. RECORRIDO A DISPOSICIÓN (min)	30	30
TIEMPO RECOLECCIÓN (min)	181,5	111,1
TIEMPO EN SITIO (min)	36,3	29,7
<b>TIEMPO TOTAL POR RUTA (min)</b>	<b>263,313</b>	<b>186,313</b>
<b>TOTAL JORNADA (min)</b>	<b>449,626</b>	

<b>TIEMPOS ESTIMADOS PARA RUTA PROPUESTA ÁREA II</b>		
<b>RECORRIDO</b>	<b>RECOLECCIÓN ORGÁNICO Y RECICLAJE</b>	<b>RECOLECCIÓN INCINERABLES Y PELIGROSOS</b>
<b>TIEMPOS</b>		
TIEMPO EN RECORRIDO (min)	15,915	15,915
T. RECORRIDO A DISPOSICIÓN (min)	30	30
TIEMPO RECOLECCIÓN (min)	86,9	58,3
TIEMPO EN SITIO (min)	26,4	23,1
<b>TIEMPO TOTAL POR RUTA (min)</b>	<b>159,215</b>	<b>127,315</b>
<b>TOTAL JORNADA (min)</b>	<b>286,530</b>	

<b>TIEMPOS ESTIMADOS PARA RUTAS PROPUESTAS</b>				<b>TIEMPO RUTA ACTUAL</b>
<b>RECORRIDO</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>TOTAL SISTEMA</b>	<b>RECOLECCIÓN RUTAS ACTUALES (Resultados Estudio de Tiempos)</b>
<b>TIEMPOS</b>				
<b>TIEMPO TOTAL POR RUTA (min)</b>	<b>449,626</b>	<b>286,530</b>	<b>736,156</b>	<b>799</b>
<b>COMPARACION (min)</b>	<b>62,844</b>			

Como se observa, con las rutas propuestas y al considerar un aumento del 10% en los tiempos de recolección de residuos y en el tiempo en sitio, se continúa con una reducción en los tiempos de recorrido y recolección, representados en 62,844 minutos de la jornada laboral.

De acuerdo al análisis realizado, se concluye que la modelación matemática realizada, para el sistema de recolección de residuos de CMSA, es flexible ante cambios en los valores de los parámetros considerados.

## ANEXO AG. DETERMINACIÓN DE LÍMITES PARA GRÁFICOS DE CONTROL DE LAS TASAS DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

Para la determinación de los límites de control se evaluaron los registros históricos de la cantidad de residuos generados durante 30 meses, esta información se clasificó por subgrupos de 6 meses y se emplearon las siguientes fórmulas:

$$\overline{\overline{X}} = \sum_{i=1}^n \overline{X}_i / n$$

$$R = \sum_{i=1}^n R_i / n$$

$$LIC_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} - A_2 R$$

$$LSC_{\overline{X}} = \overline{\overline{X}} + A_2 R$$

Donde,

$\overline{X}_i$  = Media subgrupo evaluado

$\overline{\overline{X}}$  = Media de todos los subgrupos evaluados

$n$  = Número de subgrupos evaluados

$R_i$  = Rango subgrupo evaluado

$R$  = Rango de todos los subgrupos evaluados

$LIC_{\overline{X}}$  = Límite inferior de control

$LSC_{\overline{X}}$  = Límite superior de control

$A_2$  = Coeficiente estándar

El valor de  $A_2$ , se determinó de acuerdo a la siguiente tabla:

TAMAÑO DEL SUBGRUPO	$A_2$
2	1,88
3	1,023
4	0,729
5	0,577
6	0,483
7	0,419
8	0,373
9	0,337
10	0,308

Fuente: Material Docente

La media y límites de control establecidos para cada una de las categorías de residuos se presentan a continuación.

TOTAL ORGÁNICO	$\bar{X}_i$	$R_i$	RECICLAJE	$\bar{X}_i$	$R_i$
	58.660	7.911		13.624	10.096
	53.506	18.254		22.804	9.993
	49.379	16.840		14.505	4.704
	44.744	57.603		10.183	9.616
	72.399	49.398		12.690	7.173
$\bar{\bar{X}}/R$	<b>55.737</b>	<b>30.001</b>	$\bar{\bar{X}}/R$	<b>15.279</b>	<b>8.316</b>
<b>LIC</b>	<b>41.247</b>		<b>LIC</b>	<b>11.262</b>	
<b>LSC</b>	<b>70.228</b>		<b>LSC</b>	<b>19.296</b>	

CHATARRA	$\bar{X}_i$	$R_i$	MADERA	$\bar{X}_i$	$R_i$
	86.953	44.192		37.292	58.695
	78.102	67.597		24.685	10.670
	94.297	71.700		59.001	45.845
	66.271	116.230		38.530	46.970
	102.156	133.340		40.048	65.780
$\bar{\bar{X}}/R$	<b>85.556</b>	<b>86.612</b>	$\bar{\bar{X}}/R$	<b>39.911</b>	<b>45.592</b>
<b>LIC</b>	<b>43.722</b>		<b>LIC</b>	<b>17.890</b>	
<b>LSC</b>	<b>127.389</b>		<b>LSC</b>	<b>61.932</b>	

BOTADERO DE ESCORIA	$\bar{X}_i$	$R_i$	INCINERACION	$\bar{X}_i$	$R_i$
	79.128	49.800		18.757	18.336
	72.805	73.880		19.945	12.432
	129.206	229.590		28.586	33.186
	84.963	127.490		17.338	22.125
79.128	49.800	23.286	12.065		
$\bar{\bar{X}}/R$	<b>89.046</b>	<b>106.112</b>	$\bar{\bar{X}}/R$	<b>21.582</b>	<b>19.629</b>
LIC	<b>37.794</b>		LIC	<b>12.102</b>	
LSC	<b>140.298</b>		LSC	<b>31.063</b>	

BODEGA DE SEGURIDAD	$\bar{X}_i$	$R_i$	ACEITES A OCENSA	$\bar{X}_i$	$R_i$
	101	56		17.238	31.900
	1.404	2.865		9.082	32.640
	1.374,71	1.521,65		6.448	22.750
	986,48	1.514,77		15.467	30.090
1.317,03	691,49	4.683	17.930		
$\bar{\bar{X}}/R$	<b>1.037</b>	<b>1.330</b>	$\bar{\bar{X}}/R$	<b>10.584</b>	<b>27.062</b>
LIC	<b>394</b>		LIC	<b>-2.487</b>	
LSC	<b>1.679</b>		LSC	<b>23.654</b>	

RESPEL RECICLADO FUERA DEL SITIO	$\bar{X}_i$	$R_i$	DEVUELTOS AL PROCESO	$\bar{X}_i$	$R_i$
	467	2.804		199.282	120.590
	6.020	15.449		195.792	169.271
	5.447	4.894		237.972	104.280
	6.019	12.969		154.458	225.660
5.403	2.358	175.763	66.260		
$\bar{\bar{X}}/R$	<b>4.671</b>	<b>7.695</b>	$\bar{\bar{X}}/R$	<b>192.653</b>	<b>137.212</b>
LIC	<b>954</b>		LIC	<b>126.380</b>	
LSC	<b>8.388</b>		LSC	<b>258.927</b>	

DEVUELTOS A PROVEEDORES	$\bar{X}_i$	$R_i$	ACEITES REUTILIZADOS EN PROCESO	$\bar{X}_i$	$R_i$
	132	425		1.993	6.740
	957	1.484		957	1.484
	1.423	1.756		1.423	1.756
	598	1.289		598	1.289
1.450	966	1.450	966		
$\bar{\bar{X}}/R$	<b>912</b>	<b>1.184</b>	$\bar{\bar{X}}/R$	<b>1.284</b>	<b>2.447</b>
LIC	<b>340</b>		LIC	<b>102</b>	
LSC	<b>1.484</b>		LSC	<b>2.466</b>	

<b>Residuos ciudadela dispuestos en relleno sanitario</b>	$\bar{X}_i$	<b>R<sub>i</sub></b>
	22.345	7.050
	17.810	4.710
	17.910	4.800
	13.124	8.760
	13.236	2.679
$\bar{\bar{X}}/R$	<b>16.885</b>	<b>5.600</b>
<b>LIC</b>	<b>14.180</b>	
<b>LSC</b>	<b>19.590</b>	

A continuación se presenta una tabla resumen con los datos empleados para la herramienta de seguimiento del volumen de residuos generados por CMSA.

<b>RESIDUO</b>	<b>PORCENTAJE AUMENTO Y DISMINUCIÓN</b>	<b>LÍMITE SUPERIOR</b>	<b>MEDIA</b>	<b>LÍMITE INFERIOR</b>
Orgánico	20%	70.228	55.737	41.247
Reciclaje	30%	19.296	15.279	11.262
Chatarra	30%	127.389	85.556	43.722
Madera	30%	61.932	39.911	17.890
Botadero de Escoria	30%	140.298	89.046	37.794
Incineración	30%	31.063	21.582	12.102
Bodega de Seguridad	30%	1.679	1.037	394
Aceites Ocensa	30%	23.654	10.584	0
Respel reciclado fuera del sitio	30%	8.388	4.671	954
Devueltos al proceso	30%	258.927	192.653	126.380
Devueltos a proveedores	30%	1.484	912	340
Aceites Reutilizados en Proceso	30%	2.466	1.284	102
Residuos ciudadela dispuestos en relleno sanitario	20%	19.590	16.885	14.180

## ANEXO AH. INVESTIGACIÓN SOBRE EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SUSCEPTIBLES DE RECUPERACIÓN EN CMSA

### 1. LLANTAS USADAS

Cada año en CMSA se generan aproximadamente 7.939 kg en llantas usadas<sup>20</sup> que se almacenan fuera del Patio de Chatarra. Aunque se han realizado esfuerzos por brindarles una disposición adecuada, aún no se ha establecido el mejor procedimiento, ni se ha logrado encontrar empresas que cumplan con todos los requisitos normativos.



Como parte del proyecto, se realizó una consulta sobre los principales tratamientos existentes para las llantas usadas, de esta forma se logró identificar que en la actualidad se emplean diversos métodos para su recuperación y/o eliminación controlada, minimizando los impactos ambientales causados por una gestión inadecuada.

---

<sup>20</sup> Información suministrada por CMSA.

## **TRATAMIENTOS**

### ***Coprocesamiento de las llantas***

Este procedimiento consiste en utilizar en los hornos cementeros el poder calorífico de la llanta para producir energía y en la incorporación del acero en el clinker obtenido (principal componente del cemento), controlando debidamente las emisiones atmosféricas.<sup>21</sup>

Su fundamento se basa en el uso de la llanta usada como combustible alternativo al carbón.

### ***Trituración***

Tiene como objetivo reducir el tamaño de las llantas, con el fin de separar el caucho de elementos como el acero y los textiles. El caucho obtenido se emplea en la fabricación de nuevos productos y en aplicaciones civiles e industriales, como canchas de tenis sintéticas y tapetes. Esta trituración es llevada a cabo, a través de dos métodos:

- **Trituración Mecánica:** Emplea cuchillas para triturar las llantas y, clasificadores neumáticos y magnéticos para separar el textil y el acero presentes.
- **Trituración Criogénica:** Mediante este procedimiento se congelan las llantas con nitrógeno líquido y son golpeadas hasta obtener el caucho en forma de polvo.

---

<sup>21</sup> Guía para el manejo de llantas usadas. Cámara de Comercio de Bogotá. Editorial Kimpres Ltda. Pág. 41.

A través de la trituración criogénica de las llantas, se obtienen partículas más pequeñas, sin embargo, no es posible separar todos los componentes de la llanta, razón por la cual, es más empleado el método de trituración mecánica para facilitar la disposición de la llanta usada.

Por otra parte, en la actualidad se ha generalizado el uso de las llantas trituradas, como materia prima para la producción de asfaltos modificados. En países como Canadá, Estados Unidos y España se ha establecido esta práctica con gran éxito, debido a que el caucho pulverizado de la llanta, le proporciona al pavimento características de flexibilidad y elasticidad que aumentan su vida útil en por lo menos 50%, a un costo inferior que el pavimento convencional<sup>22</sup>. Una de las principales ventajas, es que los trozos de caucho pueden emplearse con las capas de acero y el relleno textil, requiriendo un mínimo procesamiento de la llanta usada.

### ***Uso Industrial***

Actualmente se están fabricando algunos productos en el ámbito industrial, a partir de las llantas usadas, entre los que se encuentran, baldosas de caucho y pistas deportivas para los parques recreacionales; y los recubrimientos antideslizantes para las alfombras.

### ***Uso Artesanal***

Una práctica que se ha fortalecido en los últimos años, es la utilización de las llantas usadas, como materia prima para procesos artesanales. Entre los diferentes productos que son fabricados, como resultado del aprovechamiento de

---

<sup>22</sup> Diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá. Unión temporal: Ocade Ltda. (Colombia), Saniplan (R.J. Brasil) y Ambiental S.A. (Argentina).

las llantas, se encuentran, soportes para carrocería y maquinaria, protectores para llantas, materas, bebederos para ganado, suelas, tacones y tapas para calzado, y tiras de amarre, entre otros<sup>23</sup>.

### **IMPACTOS AMBIENTALES POR MANEJO INADECUADO DE LAS LLANTAS USADAS**

La gestión inadecuada de cualquier clase de residuo, afecta las condiciones ambientales del entorno, razón por la cual, una organización debe velar porque los residuos que genera, reciban el tratamiento adecuado.

En CMSA, las llantas usadas, generadas por los vehículos livianos y la maquinaria pesada, son almacenadas al exterior del Patio de Chatarra, como se mencionó anteriormente.

A pesar de contar con un lugar específico para su disposición y, realizar un almacenamiento organizado, se evidencian los siguientes impactos negativos al medio ambiente:

- Proliferación de vectores debido al estancamiento de las aguas y la dificultad de acceso al área de almacenamiento.
- Riesgo de incendios incontrolables.
- Riesgo de derrumbe, como consecuencia del apilamiento realizado.
- Deterioro del entorno y del paisaje.

---

<sup>23</sup> Guía para el manejo de llantas usadas. Cámara de Comercio de Bogotá. Editorial Kimpres Ltda. Pág. 41.



### **EMPRESAS QUE REALIZAN DISPOSICIÓN DE LLANTAS EN COLOMBIA**

En Colombia la disposición de las llantas usadas, se realiza en la mayoría de las ocasiones por pequeñas empresas familiares, que no cuentan con los recursos necesarios para garantizar procedimientos totalmente controlados, lo cual se concibe como una barrera para las grandes organizaciones, que como respuesta a sus sistemas de gestión deben garantizar la disposición de sus residuos hasta el último nivel de la cadena.

Con base en las consultas realizadas, se identificó una empresa en Colombia que se encarga del reciclaje, la disposición y valoración de las llantas usadas mediante un proceso de trituración mecánica, al separar el metal, la fibra y el caucho para su utilización industrial, su nombre es C.I.P.A. Mundo Limpio S.A. y se encuentra ubicada en la ciudad de Medellín.

Es importante que CMSA, contemple la posibilidad de considerar y evaluar esta empresa, como una opción para dar disposición a las llantas usadas que genera. Después de evaluados los criterios establecidos, según las políticas internas de CMSA, se propone realizar una prueba piloto con una muestra del residuo almacenado, con el fin de verificar la efectividad del tratamiento realizado.

Implementar estrategias de gestión para las llantas usadas, es de vital importancia para el proceso, debido a los grandes impactos que este residuo puede generar, como consecuencia de sus propiedades. Se estima que el periodo de biodegradación de una llanta es de 800 años<sup>24</sup>, por esta razón, si se logra su recuperación, para ser empleada como materia prima para otros productos, se obtendrían las siguientes ventajas:

- Se estima que con la puesta en marcha de un programa de recuperación de llantas, se pueden gestionar un 40% del total de llantas generadas al mes.
- Disminución de los impactos ambientales originados por CMSA, como consecuencia de los residuos que genera.
- Aumento de la seguridad para los trabajadores del área en la que se almacenan las llantas usadas.
- Mejora del entorno y del paisaje de la zona de manejo de residuos.
- Cumplimiento de la legislación ambiental.
- Generación de materia prima para otras empresas y/o procesos, a través de la valorización del residuo.

## 2. CHATARRA

Como resultado del análisis y cuantificación de los residuos, se determinó un aproximado de 7.590 Kg de chatarra susceptible de recuperación, discriminada en 1.800 Kg en filtros de aire; 1.750 Kg en caucho; 250 Kg en retazos de escaleras de seguridad; 2.740 Kg en filtros provenientes del Edificio de Finos y 1.050 Kg en canastillas de las mangas para los Precipitadores.

---

<sup>24</sup> Información disponible en Internet:

[http://www.mundolimpio.com.co/index.php?option=com\\_content&task=view&id=9&Itemid=17](http://www.mundolimpio.com.co/index.php?option=com_content&task=view&id=9&Itemid=17)

Estos residuos se generan en forma constante, sin ser gestionados actualmente, debido al costo de recuperación, que representa para un tercero.

Actualmente en el mundo se realiza un fuerte reciclaje de chatarra, debido a que es un material fácilmente recuperable, que gracias a sus propiedades magnéticas, puede ser separada del resto de los residuos, mediante electroimanes.

La chatarra recuperada se emplea principalmente en la fabricación de acero. En el mundo, el 55% de la producción de este material, proviene de la extracción de hierro como recurso natural y el 45% del reciclaje de la chatarra.<sup>25</sup> De igual forma, gracias a las propiedades del acero, éste puede ser reciclado en forma infinita, lo que garantiza un ciclo para la recuperación de la chatarra generada en los diversos contextos.

Por otra parte, en el mundo se ha generalizado el reciclaje del caucho mediante un proceso de trituración de los residuos que lo contienen, ya sea en forma natural o sintética, en el cual se tritura el material hasta convertir el caucho en polvo. El caucho reciclado es empleado en la construcción de parques infantiles; canchas sintéticas; carreteras ecológicas, siendo un agregado elástico para el asfalto; en el sector automotriz, para la fabricación de algunas componentes como las bandas de freno, el guarda polvos y los empaques; y el sector calzado, para realizar las suelas de los zapatos.

Con el objeto de aprovechar estas oportunidades de negocio, han surgido en el ámbito nacional gran cantidad de empresas recicladoras, que acopian y comercializan la chatarra y el caucho generado, tanto por las comunidades como por la industria.

---

<sup>25</sup> GUÍA EDUCATIVA PARA EL RECICLAJE DEL ACERO. ¡A reciclar Chatarra! Siderúrgica Gerdau Aza S.A. [documento en línea]. Disponible en Internet <[www.gerdauaza.cl](http://www.gerdauaza.cl)>.

En el caso de los filtros usados, su recuperación incluye el desarme del mismo, para separar el material recuperable del no recuperable. Actualmente este procedimiento se está realizando con los filtros de aceite y con los filtros de aire pequeños, sin embargo, por las dimensiones que representan los residuos a los cuales se ha hecho referencia en este capítulo, se ha considerado disponerlos sin un tratamiento previo, debido a la dificultad del proceso y a los costos implicados; este motivo impide a la Fundación San Isidro (FSI), actual benefactora de los residuos relacionados con la chatarra, realizar su respectiva comercialización, ya que no cuenta con el recurso humano necesario para realizar el desarme correspondiente. Por otra parte, la chatarra asociada con las sillas y las mangueras y, el caucho que conforma los retazos de bandas transportadoras no han sido comercializados por la FSI, debido a que es escaso el mercado existente para esta clase de residuos.



Bajo la premisa descrita en el párrafo anterior, se evaluó la posibilidad de gestionar los residuos, a través de algunas empresas a nivel nacional, como Eduardo Hincapié Giraldo y Gaia Vitare S.A. las cuales son reconocidas en el sector por el manejo de gran variedad de residuos, entre ellos, la chatarra. Sin embargo, éstas empresas aunque ofrecen excelentes servicios, no se encuentran en un área remoto a la compañía, razón por la cual, los costos asociados al

tratamiento se incrementan, por causa del transporte. A pesar de esto, pueden ser consideradas en un momento en que las tasas de generación de residuos aumenten y equilibren los costos.



Como siguiente medida se analizó incluir estos residuos al Programa de apoyo a la empresa REASER S.A. E.S.P., quien se encarga de ejecutar los procedimientos relacionados con la gestión de residuos en CMSA, como parte del proyecto, se realizó el contacto con el representante legal de la compañía, quien evaluó las posibilidades de comercialización de los residuos, a través, de sus clientes. Una vez realizadas las gestiones pertinentes, REASER S.A. manifestó la posibilidad de realizar el tratamiento correspondiente a los residuos mencionados.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se propone a CMSA, incluir la chatarra y el caucho, que no son tratados por la FSI, al programa de reciclaje realizado por REASER S.A., considerando las ventajas asociadas al conocimiento con el que cuenta esta empresa en las características de cada uno de los residuos generados por CMSA.

De igual forma, para establecer un control de las cantidades generadas, es necesario que el supervisor del Patio de Chatarra, realice un registro de los

residuos que almacena fuera del patio, con el objeto de cuantificar los residuos que serán entregados a REASER S.A.

La implementación de esta propuesta traería consigo ventajas representativas para el proceso, entre las cuales, se contemplan:

- Aumento en un 8% de la cantidad de chatarra tratada.
- Disminución de los impactos ambientales originados por CMSA, relacionados con la contaminación visual y la generación de vectores.
- Aumento del área disponible fuera del Patio de Chatarra, con la consecuente mejora del entorno y el medio ambiente.
- Aumento de los beneficios recibidos por REASER S.A., empresa conformada en su totalidad por personas de la región.
- Generación de materia prima para otras empresas y/o procesos, a través de la valorización del residuo.

### **3. AEROSOLES**

La normativa de la Unión Europea define al aerosol como “el conjunto formado por un recipiente no reutilizable de metal, vidrio o plástico que contenga un gas comprimido, licuado o disuelto con o sin líquido, pasta o polvo y esté provisto de un dispositivo de descarga que permita la salida del contenido en forma de partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas en forma de espuma, pasta, polvo o estado líquido”.

El aerosol es un sistema de envasado, que puede ser empleado para gran diversidad de productos. Sin embargo, se ha convertido en una problemática evidente, debido a que representa impactos negativos al medio ambiente, razón por la cual, cada día se aumentan los esfuerzos por realizar una disposición adecuada de los residuos que genera.

En la actualidad el procedimiento que se lleva a cabo para dar tratamiento a los aerosoles vacíos, es básicamente el siguiente<sup>26</sup>:

- Se retiran los tapones para ser reciclados como plásticos.
  
- Se perfora el envase de aerosol, mediante una instalación especial de accionamiento neumático. Como resultado de esta actividad, se obtienen tres componentes por separado:
  - El gas, que es filtrado para retener las micropartículas del líquido, el cual puede ser empleado como poder calorífico para la operación de los equipos en los que se realiza el tratamiento de los residuos.
  - El líquido, el cual debe ser incinerado, ya que es el que proporciona al residuo, las características de peligrosidad.
  - Los envases del aerosol sin contenido líquido, pueden ser tratados como los demás envases metálicos.

Actualmente en CMSA, se genera un promedio de 42 kg al mes<sup>27</sup> en residuos de aerosoles, los cuales representan, de acuerdo con la caracterización de residuos realizada, un 3,413% del total de residuos peligrosos generados.

Del total de aerosoles generados, sólo el 42% recibe un tratamiento<sup>28</sup>, razón por la cual se requiere buscar alternativas de gestión para la cantidad de residuos restante.

---

<sup>26</sup> PROCESO DE RECICLAJE ESPRÁIS [documento en línea]. Disponible en internet: <<http://www.minis.cat/esp/reciclar-esprais.php>>.

<sup>27</sup> Cuantificación de residuos CMSA. Informe Ambiental CMSA.

<sup>28</sup> Ibid.

Como resultado de la búsqueda de empresas que gestionen residuos peligrosos en Colombia, se identificaron dos que cuentan con un buen reconocimiento en el mercado y, pueden dar solución a la problemática existente, una de ellas es Ecosoluciones Ltda. en Bogotá y, la segunda es Sespel S.A. E.S.P ubicada en Yumbo (Cali).

Es vital para el proceso, que la administración evalúe los costos y oportunidades relacionadas con la gestión de los residuos de aerosoles, a través de alguna de las empresas mencionadas, lo cual repercutiría en forma positiva proporcionando las siguientes ventajas:

- Aumento en aproximadamente 2% de la cantidad de residuos peligrosos tratados.
- Disminución del nivel de inventario en la Bodega Respel.
- Cumplimiento de la legislación ambiental.

#### **4. ENVASES PARA YOGURT**

Los envases para yogurt, generalmente están elaborados en polietileno de alta densidad, polipropileno, poliestireno o cloruro de polivinilo (PVC), los cuales están incluidos dentro de los materiales plásticos que son sujetos de reciclaje.

Los plásticos son uno de los materiales que representan el mayor impacto al medio ambiente, debido al aumento de su empleo en la fabricación de gran diversidad de productos, en la práctica se observa que muchas de las ventajas de los productos plásticos, se convierten en una desventaja en el momento en el que se desechan, debido a la complejidad que representa su gestión.

Actualmente, han surgido empresas que se dedican entre sus funciones al reciclaje de los plásticos. Estas organizaciones llevan a cabo un procedimiento de

recuperación del material que compone el residuo, con el fin de convertirlo en materia prima para otros procesos de fabricación.

Como primer paso del procedimiento ejecutado para la recuperación del material, se realiza la separación de los residuos acopiados, de acuerdo al material que lo compone; este material es procesado en molinos, para reducir su tamaño de acuerdo a los requerimientos establecidos para su posterior utilización. A continuación, el material se envía a extrusoras que permiten derretirlo, con el fin de homogenizar la masa fundida, la cual se vierte en moldes y se enfría a través, de un baño de agua. El plástico recuperado se convierte en materia prima para otros procesos de fabricación.

De acuerdo a la caracterización presentada en el capítulo 7, el 1.7% del total de residuos dispuestos en el relleno sanitario, corresponden a vasos de yogurt, este porcentaje está representado por 465 Kg mensuales<sup>29</sup> de residuos que pueden ser sujetos de recuperación. Como respuesta a esta necesidad, se realizó una consulta, con el fin de determinar empresas legalmente constituidas que gestionen esta clase de residuos en Colombia. Resultado de esta averiguación y después de establecer algunos contactos, se identificaron dos organizaciones que pueden ser de ayuda para que CMSA, realice la recuperación adecuada de los vasos de yogurt generados:

- Grupo Mundial de Reciclaje
- Cooperativa RECUPERAR

Se considera pertinente para CMSA, llevar a cabo el análisis de estas organizaciones, con el objeto de iniciar un proceso de recuperación de los vasos

---

<sup>29</sup> Capítulo 10. Cuantificación de residuos generados por CMSA (documento actual).

de yogurt que son dispuestos en el Relleno Sanitario. Con la implementación de este programa, se podrían obtener las siguientes ventajas:

- Aumento de la vida útil del Relleno Sanitario, al recuperar 450 kg de residuos mensuales.
- Se estima un aumento del 1%<sup>30</sup> en el indicador de tratamiento de residuos.
- Cumplimiento del Plan de Gestión Integral de residuos de al Compañía.

## **5. EMPAQUES PARA MECATO**


En la mayoría de las organizaciones hoy en día, los empaques para mecatos, son considerados residuos ordinarios y son dispuestos en los rellenos sanitarios. A pesar de esto, algunas organizaciones han realizado trabajos relacionado con la reutilización de este residuo; es el caso del Grupo Mundial de Reciclaje, el cual actualmente, lleva a cabo un proyecto en el que emplea las bolsas de mecato en la fabricación de estacones que son empleados para cercas en algunas fincas.

Sería interesante para la administración del proceso de Gestión de Residuos de CMSA, realizar un segundo contacto con esta compañía, con el fin de aportar estos residuos para el proyecto en marcha y, de esta forma aumentar su nivel de eficiencia en el tratamiento de los residuos generados.

---

<sup>30</sup> En relación con el total de residuos generados por CMSA.

**ANEXO AI. PROPUESTA DE REAJUSTE AL PROGRAMA DE  
SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL EN CMSA**

 <b>Cerro Matoso</b>	<b>PROPUESTA DE REAJUSTE AL PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL EN CMSA</b>	
<b>OBJETIVO</b>		
<p>Fortalecer el conocimiento ambiental de los empleados y contratistas de CMSA, en el manejo de los residuos, con el fin de minimizar su generación, realizar una eficiente separación en la fuente y aumentar su aprovechamiento económico.</p>		
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilizar y capacitar a toda la población de CMSA en la separación adecuada de los residuos.</li> <li>• Incrementar la eficiencia en el uso de los recursos y las materias primas empleadas en el proceso.</li> <li>• Prevenir y minimizar la generación de residuos desde su origen.</li> <li>• Promover la cultura de la responsabilidad socio - ambiental.</li> <li>• Minimizar el impacto en el medio ambiente.</li> </ul>		
<b>METAS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir en forma constante el indicador de clasificación incorrecta de residuos.</li> <li>• Aumentar en un 5% la cantidad de residuos recuperados, cada vez que se realice el programa de capacitación, hasta cubrir la totalidad de residuos aprovechables.</li> <li>• Disminuir la cantidad de residuos dispuestos en el Relleno Sanitario, como consecuencia de una inadecuada clasificación en la fuente.</li> <li>• Realizar la sensibilización ambiental al 100% de la población de CMSA.</li> </ul>		
<b>MATERIAL</b>	Presentación en archivo magnético	
	Video del Proceso	
	Folletos	
	Talleres	
<b>HORAS/CAPACITACIÓN</b>	<b>HORAS TEÓRICAS</b>	1,5
	<b>HORAS PRÁCTICAS</b>	0,5



**PROPUESTA DE REAJUSTE AL PROGRAMA DE SENSIBILIZACIÓN AMBIENTAL EN CMSA**

ACTIVIDADES	RESPONSABLE
Diseño y elaboración del material para las capacitaciones.	Supervisores Proceso
Elaboración del Cronograma para la implementación del Programa de Sensibilización	Supervisores Proceso - Administrador del Contrato
Capacitaciones de Sensibilización Ambiental	Supervisores Proceso - Administrador del Contrato
Distribución de folletos educativos	Supervisores Proceso
Difusión masiva de temas relacionados con el manejo de residuos - Diseño e implementación de campañas a través de Intranet (Cerronet)	Informática - Supervisores Proceso - Administrador del Contrato
Visitas a Frentes de Trabajo	Supervisores Proceso - Administrador del Contrato
Evaluación de capacitaciones en el área de trabajo	Supervisores Proceso - Administrador del Contrato
Seguimiento y elaboración de informes sobre la efectividad del programa de sensibilización	Supervisores Proceso