

Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”

"Facultad de Ingeniería Mecánica"



**Acciones de producción más limpias en el
movimiento de tierra y la gestión de los
residuos en la expansión de la
Refinería Camilo Cienfuegos.**

Autor: Ing. Danny Daniel Hernández Capote

Tutor: Dr. Juan José Cabello Eras.

"Cienfuegos 2011"

AGRADECIMIENTOS

Han sido muchos los que han tenido que ver con la terminación de esta investigación, por ello quiero agradecer:

*A mi **familia**, mi fuente de inspiración y mi razón de ser.*

*A mi **tutor**, por las enseñanzas transmitidas, por acompañarme durante todo el camino con tanta profesionalidad.*

A mis amigos Asley, el Guille, Mariano, Duniesky, por su ayuda en la realización de este trabajo.

A todos

Muchas, muchas gracias y mi eterna gratitud.

DEDICATORIA

A mi madre, y mi padre por su apoyo incondicional.

A mi hermano que me enseña cada día a ser mejor profesional.

SINTESIS

En los últimos años, las exigencias medioambientales han tenido una amplia difusión y se han incorporado a la actividad productiva y de servicios de una forma cada vez más amplia, no obstante, en la construcción aún estas exigencias todavía no reciben la atención que merecen. Por lo que en el presente trabajo se muestra un estudio aplicando acciones de producción más limpias al movimiento de tierra y desechos de construcción que se generaran en la expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos, así como también se muestra una comparación de los resultados obtenidos entre la solución convencional y la solución propuesta en el presente trabajo aplicando (PML).

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

Pensamiento.

Agradecimientos.

Dedicatoria.

Resumen.

Índice.

Introducción

1

Capítulo I: "Estudios documentales".

7

1.1. Generalidades sobre los residuos.

7

1.2. Clasificación de los desechos sólidos.

10

1.3. Gestión de residuos.

14

1.4. Los residuos en la industria de la construcción.

20

1.5. Los residuos en la industria de la construcción.

25

1.5.1. Clasificación y composición.

25

1.5.2. Volúmenes y cantidades de residuos de la construcción.

30

1.5.3. Disposición y evacuación de los RCD.

32

1.6. Gestión de RCD.

36

1.6.1. Actores en la gestión de RCD.

44

1.6.2. Plan de manejo de los RCD.

45

1.7. Conclusiones del capítulo.	50
Capítulo II: "Descripción de de la inversión".	52
2.1. Introducción.	52
2.2. Ubicación de la inversión.	54
2.3. Descripción de la inversión.	56
2.4. Descripción por actividades.	58
2.4.1. Movimiento de tierra.	58
2.4.2. Descripción de los suelos.	60
2.4.2.1. Geología.	60
2.4.2.2. Formación paso real.	61
2.4.2.3. Formación caunao.	62
2.4.2.4. Estratos.	63
2.5. Balance de materiales del movimiento de tierra.	66
2.6. Estimación del consumo de combustibles y emisiones en el movimiento de tierra según proyecto.	69
2.6.1. Determinación de los indicadores de consumo en función del volumen.	69
2.6.2. Estimación del consumo de combustible y recorrido de los camiones.	71
2.6.3. Estimación del consumo de combustible y las horas de uso de los bulldozer.	74
2.6.4. Estimación del consumo de combustible y las horas de uno de	76

los cargadores.	
2.7. Estimación del consumo y horas de trabajo de las motoniveladoras.	77
2.8. Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero.	78
2.9. Control, demolición y montaje.	79
2.9.1. Nuevas edificaciones y estructuras a construir.	79
2.9.2. Desmontaje y demolición.	83
2.10. Viales.	87
2.11. Desecho terrestres.	89
2.8. Conclusiones del capítulo.	90
Capítulo III: "Capítulo III. Propuesta de acciones de PML en la gestión de los RCD".	93
3.1. Movimiento de tierra.	93
3.2. Propuestas de acciones de PML en el movimiento de tierra.	93
3.3. estimación del consumo de combustible y el tiempo de trabajo en el movimiento de tierra.	98
3.3.1. Estimación del consumo de combustible en la transportación.	98
3.3.2. Estimación del consumo de combustible de los bulldozer.	99
3.3.3. Estimación del consumo de combustible y el tiempo de trabajo de los cargadores.	99
3.4. Estimación de la reducción de las emisiones de CO ₂ .	100
3.5. Residuos de Construcción y Demolición.	101

3.6. Medidas de prevención.	104
3.7. Conclusiones del capítulo.	107
<i>Conclusiones generales.</i>	109
<i>Recomendaciones</i>	111
<i>Referencias.</i>	
<i>Bibliografía.</i>	
<i>Anexos.</i>	

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las exigencias medioambientales han tenido una amplia difusión y se han incorporado a la actividad productiva y de servicios de una forma cada vez más amplia. No obstante, en la construcción aún, estas exigencias todavía no reciben la atención que merecen.

Así por ejemplo, en nuestro país durante la fase de construcción y demolición se producen una gran cantidad de residuos no clasificados que no siempre van a vertederos oficiales.

En la actualidad, por circunstancias de inercia y de mercado, tanto la aplicación de criterios de minimización como la cantidad de productos procedentes de residuos de obra y de derribo que se reciclan son casi inapreciables. No existe, en este ámbito, una mentalidad generalizada de protección al medio ambiente.

Durante las últimas décadas ha surgido una gran preocupación por los problemas que originan los residuos. Esta se inició en los países con mayor desarrollo económico, obligó a encarar problemas de contaminación del medio ambiente y sus consecuentes efectos adversos en la salud pública. En Cuba una de las problemáticas fundamentales que enfrentan las organizaciones que tienen un Sistema de Gestión Ambiental es la de qué hacer con los residuos sólidos generados.

Los residuos sólidos se han convertido en uno de los problemas más preocupantes para la conservación del medio ambiente, ya que éstos han llegado a unos niveles en los que se plantea seriamente el

problema de su recogida y eliminación. En este contexto, los residuos no se pueden abandonar en cualquier parte, sin ninguna precaución. El problema de los residuos debe enfocarse hoy día por cauces que lleven a su correcto tratamiento para preservar el entorno natural que rodea al hombre.

Por gestión de residuos se entiende a la identificación y aplicación de las medidas más adecuadas, desde el punto de vista de salud laboral, técnico, económico y ambiental, para minimizar, segregar, envasar, almacenar, transportar, tratar o disponer, todos los residuos que se generan en una construcción.

La minimización incluye: la prevención y la reducción, que tienen como objetivos evitar la generación del residuo o reducir su peligrosidad o cantidad; la valorización, que se basa en el aprovechamiento total o parcial del residuo, ya sea mediante el reciclaje, la recuperación o la valorización energética. La disposición incluye: la entrega a un gestor de residuos o a una instalación de tratamiento autorizados.

Actualmente los ingenieros civiles siguiendo el principio de construir obras que sean amigables con el medio ambiente se han preocupado por limitar y lograr reutilizar la mayor cantidad de residuos que se generan.

La expansión de la Refinería de petróleo Camilo Cienfuegos a una capacidad de 150 000 barriles diarios es una inversión de gran envergadura, en la que la actividad constructiva tendrá un papel importante y se producirán y se requerirá manipular un gran volumen de residuos de todo tipo, que deben ser adecuadamente gestionados para reducir su impacto ambiental.

Se trata de residuos constituidos básicamente por tierras y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, ladrillos, cristales, restos de pavimentos asfálticos, materiales refractarios, plásticos, yesos, maderas y metales.

Formulación del problema:

La magnitud del movimiento de tierra y el volumen total de residuos de la construcción y la demolición que se generará en la ejecución de la expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos.

Objetivo general:

1. Proponer acciones de producción más limpias (PML) que permitan reducir el impacto ambiental de los residuos de movimiento de tierra, de actividades de construcción y montaje, de dragado y metálicos que se producirán en la expansión de la refinería y el costo de su manipulación.

Objetivos específicos:

1. Realizar un estudio documental sobre la gestión de residuos y las posibilidades de reutilización de los que se producirán.
2. Realizar un inventario de los diferentes residuos que se producirán en las distintas etapas de la expansión de la refinería.
3. Realizar una estimación cuantitativa y prospectiva de todos los residuos y proponer medidas para reducir.
4. Identificar posibilidades de reutilizar los residuos dentro de la inversión y fuera de ella.
5. Proponer formas racionales para la disposición de los residuos no utilizables.

6. Identificar las malas prácticas asociadas al manejo de estos residuos.

Hipótesis:

Es posible reducir el impacto ambiental del proceso constructivo en la expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos aplicando acciones de PML.

Aportes:

1. El estimado y cuantificación preliminar de los residuos que se generaran en la expansión.
2. Acciones de PML propuestas que permiten reducir el volumen de residuos generados, su impacto ambiental y los costos asociados.

Tarea de investigación

1. Estudio documental sobre la gestión de residuos y las posibilidades de reutilización de los que se producirán.
2. Inventario de los diferentes residuos que se producirán en las distintas etapas de la inversión.
3. Estimación cuantitativa y prospectiva de todos los residuos y se proponen medidas para su reducción.
4. Identificación de las posibilidades de reutilizar los residuos dentro de la inversión y fuera de esta.
5. Propuestas racionales para la disposición de los residuos no utilizables.
6. Identificar las malas prácticas asociadas al manejo de estos residuos.

Estructura de la tesis:

Introducción.

Capítulo I: Estudios de documentales.

Capítulo II: Descripción de la inversión.

Capítulo III: Propuesta de acciones de PML en la gestión de la RCD.

Conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

Capítulo I. Estudios documentales

1.1. Generalidades sobre los residuos.

La protección eficaz del ambiente requiere de la prevención de la contaminación a través de la conjugación de materiales, procesos o prácticas que minimizan los desechos. El manejo de desechos involucra las actividades relacionadas con su manejo desde que se producen hasta que se disponen, reciclan o se reutilizan incluyendo las medidas que se toman para evitar que se generen en la fuente.

Según Bustos, "Los desechos sólidos, como materia residual de las transformaciones productivas realizadas por el ingenio humano, se nos presentan hoy como un reto en cuanto a su disminución y disposición final". [5]

A pesar de que los desechos sólidos siempre se han generado en el mundo, el problema tiende a empeorarse debido al desmedido aumento de la producción y el consumo de bienes y servicios. Por tanto, la gestión de éstos mediante su reducción, reciclaje, reúso, reprocesamiento, transformación y vertido debe convertirse en una prioridad para nuestra sociedad.

La generación de residuos es una consecuencia directa de cualquier tipo de actividad desarrollada por el hombre; hoy en día nos encontramos en una sociedad de consumo que genera gran cantidad y variedad de residuos procedentes de un amplio abanico de actividades. En los hogares, oficinas, mercados, industrias, hospitales, etc. se producen residuos que es preciso recoger, tratar y eliminar adecuadamente.

La cantidad de residuos generados por las sociedades industrializadas es enorme: 4 millardos de toneladas de residuos sólidos anuales sólo en Europa; alrededor de 5 toneladas al año por cada hombre, mujer y niño. El volumen de residuos es importante desde dos puntos de vista: puede producir problemas de salud pública y medioambiental, y pone de manifiesto la ineficacia con que las sociedades utilizan sus recursos.

[13]

Según Acuña la generación de residuos tiene una elevada incidencia en el medio ambiente, "Los problemas asociados a la generación, manejo y disposición final de los residuos, tanto urbanos como industriales, son problemas ambientales de gran alcance, la experiencia de trabajo de la CEPAL ha mostrado que el enfoque y el tratamiento habitual del problema de los residuos en América Latina suele ser parcial y unilateral, y no asume todas las dimensiones que están presentes". [1]

El concepto de residuo está definido de distintas formas.

- La C.E., en su directiva 75/442 [11], especifica que se entenderá por residuo "cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga obligación de desprenderse, en virtud de las disposiciones nacionales vigentes".
- La O.C.D.E. los define como "aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado un valor económico en el contexto en que fueron producidas, debido tanto a la inexistencia de tecnología adecuada para su aprovechamiento, como a la inexistencia de mercado para los productos recuperados". [34]

- En España, la Ley 10/1998 de Residuos de 21 de abril, los define como "cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en la tabla 1 del Anexo I de esta Ley, del cual su poseedor se desprenda o del que tenga intención u obligación de desprenderse". [24]
- El Organismo de las Naciones Unidas para Desarrollo Industria (ONUUDI) los define como: " todo lo que es generado como producto de una actividad, ya sea por la acción directa del hombre o por la actividad de otros organismos vivos, formándose una masa heterogénea que, en muchos casos, es difícil de reincorporar a los ciclos naturales". [16]
- Echarri en 1998 definió que un desecho es "cualquier tipo de material que esté generado por la actividad humana y que está destinado a ser desechado". [12]

Entre las consecuencias negativas que se pueden producir en el medio ambiente derivadas de la gran cantidad de residuos generados y de una mala gestión de los mismos, destacan los siguientes:

- Contaminación de la tierra y de los acuíferos.
- Emisión de metano en los vertederos que pueden ocasionar incendios o explosiones.
- Impacto visual de los vertederos en el paisaje.
- Riesgos provocados por deslizamientos o derrumbes de masas de residuos.

- Contaminación atmosférica por posibles emisiones de dioxinas o cenizas cuando las plantas incineradoras de residuos no utilizan la tecnología adecuada.
- Extensión de terrenos contaminados.
- Disminución de recursos naturales utilizables.

1.2. Clasificación de los desechos sólidos.

Jiménez y Gómez clasifican los residuos de la siguiente forma: ^[20]

- Residuos de alimentos. Son residuos de comida de tipo vegetal o animal que resultan de la preparación, manejo y cocinado de alimentos. Su característica principal es su rápida descomposición que genera mal olor y contribuye a la transmisión de enfermedades vía moscas o ratas.
- Residuos Municipales. Consiste en sólidos variados que provienen de zonas comerciales e industriales. Están conformados por dos tipos de materiales: combustibles (papel, cartón, textiles, madera, etc.) y no combustibles (vidrio, latas y metales, entre otros).
- Cascajo. Su origen proviene de la demolición o remodelación de casas o edificios. Entre los materiales se encuentran: piedras, concreto, varillas y restos de plomería, entre otros.
- Residuos no específicos. Son desechos que provienen de la limpieza de calles, carreteras y zonas abiertas al público. Son muy variados y por lo mismo difíciles de controlar, no se conoce su naturaleza ni localización.
- Residuos de plantas de tratamientos. Son los lodos generados al separar los contaminantes del agua en plantas de tratamiento.

Pueden ser empleados para mejorar el suelo y cubrir las celdas en los rellenos.

- Residuos agropecuarios que incluyen tanto los residuos de la producción de vegetales y fruta como los de la ganadería.
- Residuos peligrosos. Son los desechos que pueden causar daño al medio ambiente mediante reacciones químicas o biológicas. También son una amenaza para la salud humana y de cualquier ser vivo. Se originan generalmente en procesos industriales.
- Residuos no domiciliarios. Son aquellos que no se generan dentro de las casas habitación diariamente pero se consideran como municipales, entre ellos se encuentran: desechos de jardinería, envases de locales comerciales, residuos de bares y restaurantes, residuos de hoteles, clínicas y escuelas y animales muertos, entre otros.
- Residuos industriales. Son desechos que no tienen uso dentro de la industria y que, por su no peligrosidad, son desechados junto con los residuos municipales.
- Residuos especiales. Son aquellos que por sus características requieren de manejo especial, tal como los residuos de hospitales.

Por su parte Tchobanoglous clasifica los desechos sólidos según lo expuesto en la tabla 1.1

Tabla 1.1 Clasificación de desechos sólidos. Fuente: [37]

Tipos	Clases	Ejemplos
<p>Domestico y comercial</p>	<p>Orgánicos (combustibles)</p>	<p>Restos de comida, papel de todo tipo, cartón, plásticos de todos tipos, textiles, goma, cuero, madera y desechos de jardín.</p>
	<p>Inorgánicos (incombustible)</p>	<p>Vidrio, cerámica, latas, aluminio, metales ferrosos, suciedad.</p> <p>Artículos voluminosos (línea marrón): muebles, lámparas, bibliotecas, archivadores.</p> <p>Línea blanca: cocinas, hornos, neveras, lavadoras, y secadoras.</p> <p>Pilas y baterías provenientes de artículos domésticos y vehículos.</p>
	<p>Especiales</p>	<p>Aceites y cauchos generados por los automóviles.</p>
<p>Institucionales</p>	<p>Igual que los</p>	<p>Se generan en</p>

	domésticos y comerciales	instituciones gubernamentales, escuelas, hospitales y cárceles.
Construcción y demolición	Construcción Demolición	Ladrillos, hormigón, piedras, suciedad, maderas, grava, piezas de fontanería, calefacción y electricidad. Similar a los desechos de construcción, pero pueden incluir vidrios rotos, plásticos y acero de reforzamiento.
Servicios municipales	Difusos	Limpieza de calles, playas, cuencas, parques, y otras zonas de recreo, paisajismo. Vehículos abandonados y animales muertos.
Plantas	Plantas de tratamiento	Fangos provenientes del tratamiento de aguas residuales.
	Plantas de incineración	Cenizas, vidrio, cerámica, metales, madera.
Industriales		Desechos de plantas de procesos industriales, chatarra, desechos

		especiales y peligrosos.
Agrícolas y pecuarios`		Desechos de cultivos y estiércol generado por la ganadería de leche y engorde.

1.3. Gestión de residuos.

El Secretariado de Manejo del Medio Ambiente para América Latina y el Caribe definen como gestión integral de residuos al conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos generados un destino final a través de una adecuada administración de los recursos. ^[41]

En la figura 1.1 se exponen las opciones para el tratamiento de los residuos en orden de preferencia.



Figura 1.1 Opciones para el tratamiento de residuos y su reducción.

La prevención de residuos se basa en el concepto de que el mejor residuo es el residuo que no se produce.

La prevención de residuos también se puede definir como el conjunto de medidas destinadas a evitar que una sustancia, una materia o un producto se conviertan en residuo. Estas medidas pretenden reducir:

- La cantidad de residuos generados, también mediante la reutilización o la prolongación de la vida útil de los productos.
- Los efectos nocivos de los residuos en el medio ambiente y la salud humana después de su tratamiento.
- La cantidad de sustancias nocivas procedentes de materiales y productos eliminados.

La minimización de residuos toma en cuenta que no siempre se puede evitar que se produzcan residuos o desechos, sin embargo debe procurarse que tanto su volumen como impacto ambiental sean lo menor posibles.

La gestión los residuos sólidos debe favorecer el reciclaje y la utilización de materiales recuperados como fuente de energía o materias primas, a fin de contribuir a la preservación y uso racional de los recursos naturales.

Reutilizar es volver a utilizar un material en un mismo estado, sin reprocesamiento de la materia ^[19], generalmente consiste en reincorporar los residuos al proceso productivo en el que se produjeron o incorporarlos directamente a otros procesos.

El reciclaje es un proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida y se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales, macro económico y para eliminar de forma eficaz los desechos.

En nuestro país existe el reciclaje como actividad y tiene alta prioridad, lo que se refleja en la Ley No 81 "Ley del Medio Ambiente" ^[24] y más recientemente en los Lineamientos de la política económica y social de la Revolución y el Partido, aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba ^[25], el lineamiento 235 plantea, "Promover la intensificación del reciclaje y el aumento del valor agregado de los

productos recuperados, priorizando actividades de mayor impacto económico con menos recursos y su recapitalización, según las posibilidades de la economía" .

La recuperación de la energía consiste en tratar de aprovechar energéticamente los residuos sólidos a través de su combustión como forma de disposición, y finalmente en caso de que no se pueda dar un uso útil a los residuos hay que determinar la forma segura de darle un destino final y disponerlos de manera segura y lo menos dañina desde el punto de vista ambiental.

La recuperación de materia de los residuos, se relaciona con la restauración de áreas, lo cual puede definirse como un conjunto de actuaciones encaminadas a restituir un espacio degradado a su estado original o a proceder a su integración ambiental y paisajística.^[40]

Los factores a tener en cuenta para el aporte de materiales externos a un área degradada son la proximidad, las características del material, las características propias del área y el contenido del plan de restauración.

Los materiales ideales son los Residuos de la Construcción y demolición RCD mezclados que no tienen residuos peligrosos y que no pueden reciclarse justamente por dicha mezcla.

Los criterios utilizados para la selección de sitios aptos para disposición de RCD inertes, en general, podrían resumirse en dos tipos: urbano-ambientales y económicos.

Las áreas degradadas por explotación de canteras son los lugares donde debiera ser dispuesta prioritariamente la fracción inerte de los RCD, pues representa una alternativa real de posterior reutilización de las mismas. Además, esta fracción representa la mayor parte del volumen generado, entre un 70% y 80%.

En la Tabla 1.2 se muestran algunos ejemplos de valorización para distintas categorías de los RCD:

Tabla 1.2 Posibilidades de valorización de RCD. Fuente ^[40]

Categoría de residuos	Valorización
Ladrillos	Ladrillos rotos pueden ser utilizados como agregado
Madera	Molido Combustible Nuevos proyectos de construcción Conglomerado
Hormigón	Triturado y usado como agregado Para bases de caminos Para material de relleno
Asfalto	Para la producción de asfalto nuevo Para agregado

Cartón y papel	Separado y vendido para reciclaje
Metales	Introducido al proceso como materia prima (reciclado)
Vidrio	Introducido al proceso como materia prima (reciclado)

En la figura 1.2 se expone el una representación general de un programa de minimización de residuos.

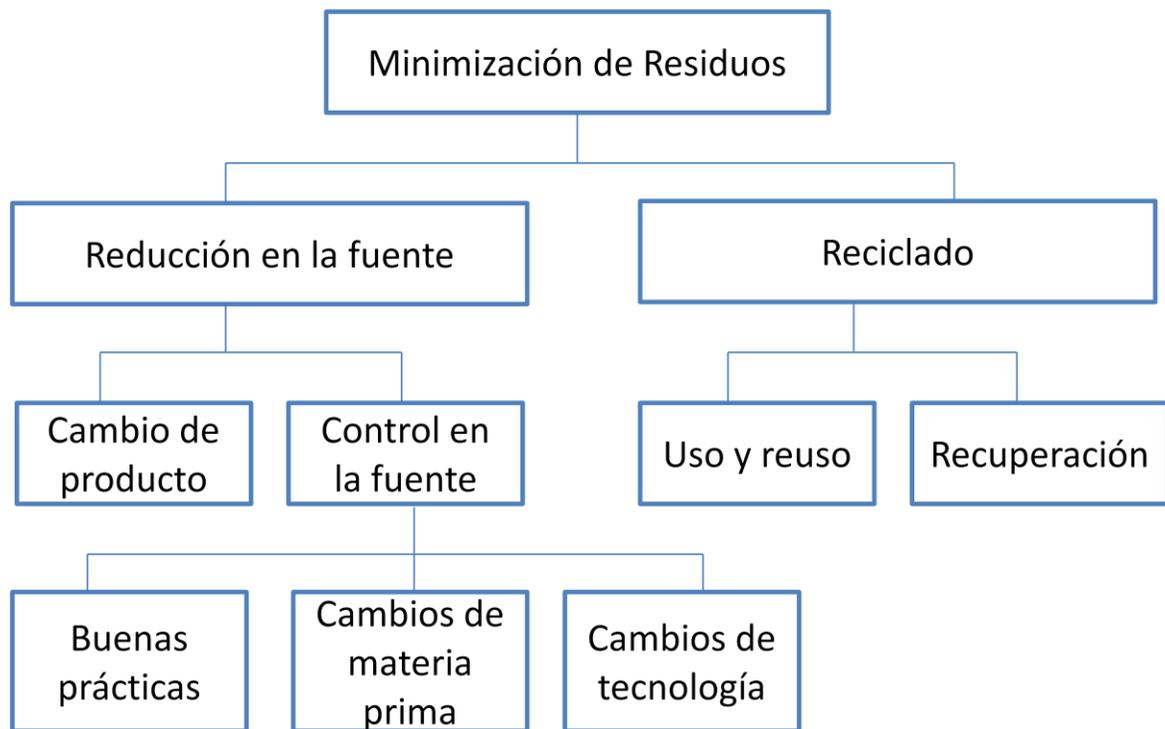


Figura1.2 Esquema del proceso de minimización de residuos.

La minimización de residuos debe ser una política empresarial aplicada a todas las corrientes de residuos generadas, lo que incluye emisiones

gaseosas, líquidas y sólidas, esta puede tributar importantes beneficios que se relacionan a continuación:

- Ahorro en materias primas.
- Ahorro por reducción de costos de almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final.
- Ahorros de energía.
- Mejora en la seguridad e higiene laboral.
- Reducción de potenciales problemas ambientales.
- Cumplimientos con normas ambientales.
- Mejora de la imagen de la compañía (externa e interna).
- Mejora de la competitividad.

1.4. Los residuos en la industria de la construcción.

La Construcción Civil se destaca por ser generadora de residuos y por tanto, como una actividad económica altamente contaminante. Desde la etapa de explotación de una cantera, donde se extraen recursos naturales no renovables, se emplean explosivos en el proceso de producción, emitiendo polvo y ruido hasta la demolición de una calle o una modesta casa, se agrede al medio ambiente de distintas formas.

La disposición de los residuos de la construcción dentro de las propias ciudades o en los vertederos, traen consigo inconvenientes como: disminución del caudal de los ríos, deterioro de la estética urbana, la ocupación de extensas áreas de tierras, además se caracteriza por ser una actividad de alto consumo de combustible por el acarreo y manipulación de grandes volúmenes de materiales de elevada densidad.

Para resolver el problema de los residuos de la construcción se aplican varias soluciones, pero sin dudas, el reciclaje es la variante que mayores beneficios ha reportado, pudiendo solucionar, a la misma vez, el problema de la eliminación del residuo y el de la protección de recursos no renovables. En el caso particular de los componentes pétreos en nuestro país hay poca cultura entre los ingenieros en el uso de áridos reciclados. Esto los hace aparentemente poco competitivos con respecto a los áridos tradicionales. El reuso constituye también una alternativa económica particularmente en el caso de movimiento de tierra y dragado en grandes obras si se planifica bien su ejecución y se ejecuta el desbroce de determinadas áreas simultáneamente al relleno de otras, lo que reduce el gasto de combustible y la afectación ambiental.

La reutilización de materiales tiene las siguientes opciones ^[9]:

- Reutilización directa en la misma obra donde son generados los residuos. El ahorro es máximo: pues los gastos en transportación se reducen notablemente.
- Reutilización en otras obras. Aparece la necesidad de transportar los residuos desde una obra a otra, con el costo económico y ecológico que ello implica. Esta opción incluye a su vez, dos alternativas: que se realice la venta de los residuos a otra empresa constructora o que los residuos sean utilizados en otra obra de la misma empresa, pero evita la creación de escombreras y sus consecuencias.
- Reutilización previa transformación. Incluye la modificación de la forma y propiedades originales de los productos. Es decir que los materiales, una vez modificados, se utilizan como materias primas

de nuevos productos, en la misma obra, en otra obra de la misma empresa, o vendidos a otras empresas constructoras.

La industria de la construcción es una de las mayores consumidoras de recursos naturales tales como: áridos que son utilizados en la confección de hormigones y el cemento. Anualmente se producen cerca de 11 billones de toneladas de hormigón, empleando para ello alrededor de 8 billones de toneladas de áridos. También se generan grandes cantidades de desechos en los procesos constructivos y en las obras de demolición y restauración de estructuras y edificios. Las problemáticas resultantes de los severos impactos generados por la acumulación de esos desechos, obligan a la búsqueda de usos alternativos en este campo. ^[40]

Los desechos de la construcción se han utilizado en las obras de ingenierías desde la Roma antigua y existen ciudades como Londres, Berlín y Varsovia que en su reconstrucción después de la Segunda guerra Mundial utilizaron grandes cantidades de escombros. ^[10]

A finales de los años 70 del siglo pasado se implementó la primera norma para la utilización de agregados reciclados de hormigón que permitió un tratamiento seguro y eficiente de los residuos de la construcción. En la década de los 80 entraron en vigor normas y recomendaciones al respecto en otros países como Dinamarca, Rusia y Alemania, y posteriormente en Francia, España, Bélgica, Noruega y China. ^[40]

La reutilización y el reciclaje de los residuos de la construcción a lo largo del ciclo de vida de los edificios y las infraestructuras es una de las estrategias para alcanzar la sostenibilidad en este sector. Y para

ello el concepto de "residuo" debería tender a desaparecer y dar paso a la consideración de este flujo de materiales como un "recurso" a emplear en nuevas aplicaciones y usos.

Albert destaca la importancia del reciclaje y el reuso en la industria de la construcción "Es inaplazable la necesidad de ordenar y mejorar la actual gestión y valorización de los residuos de un sector que genera alrededor de 800 m³ por persona al año y que todavía de forma mayoritaria, van a los vertederos controlados e incontrolados. Las opciones ambientales más recomendables, teniendo en cuenta los adelantos tecnológicos, basados en los estudios de investigación realizados son la reutilización y el reciclaje de estos residuos". [3]

Inicialmente el reciclaje de los residuos resultaba atractivo solamente desde el punto de vista ambientalista. En la actualidad muchos países optan por esta vía como un recurso más a utilizar [14], lo cual está dado por razones económicas y empresariales debido a la escasez de áridos naturales en determinadas zonas y por otra, la posibilidad de emprender nuevos proyectos a los que darían lugar los materiales reciclados que cada vez tienden a ser más competitivos con los ya tradicionales. [28,31]

En la figura 1.3 se muestran las fases en respecto a las que se generan y el flujo de residuos en obras civiles.

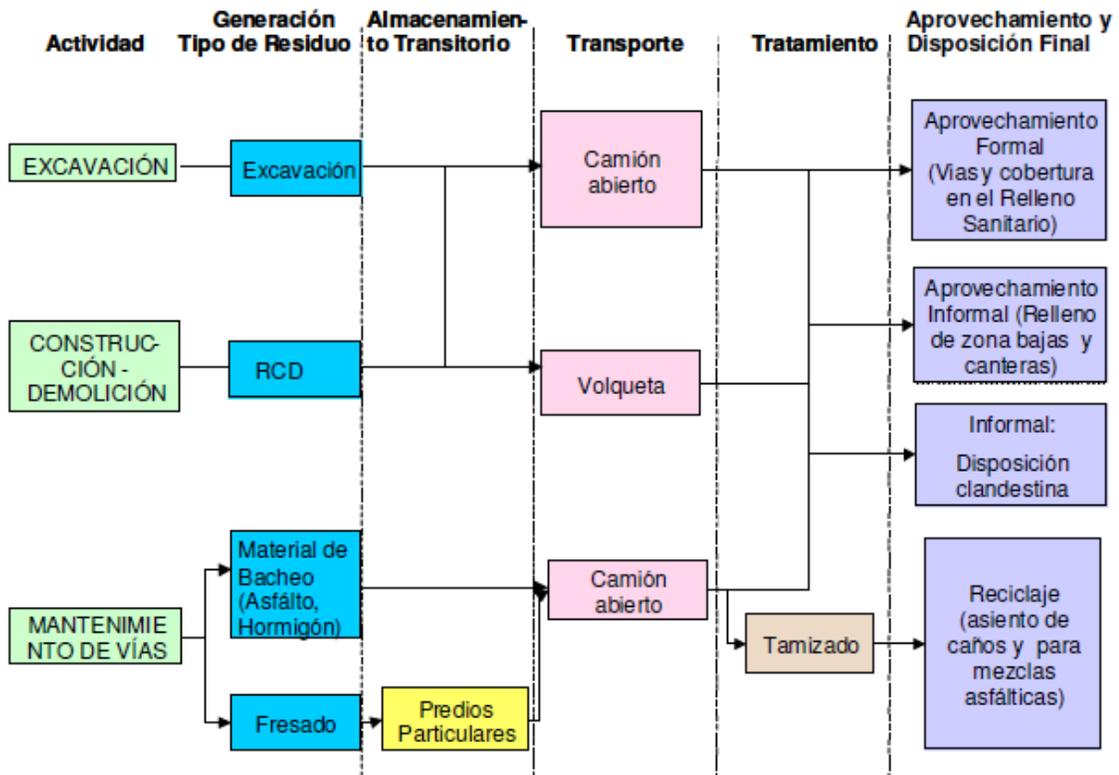


Figura 1.3 Fases y flujo de residuos en las obras civiles. Fuente [36]

Las fases se caracterizan a continuación:

- Generación: corresponde a cualquier tipo de residuos sólidos que se genere en la actividad de obras civiles, correspondientes a construcción, demolición, reformas, mantenimiento de vías, excavaciones, etc.
- Almacenamiento: se trata una actividad que se realiza dentro de la zona utilizada por la obra y que depende, en parte, del sistema de transporte acordado. El almacenamiento se realiza debido a que posteriormente se realizará un tratamiento o aprovechamiento o es necesaria la acumulación de un volumen importante de residuos para minimizar los costos de transporte.

- Recolección y transporte: en función del volumen y composición de los residuos, estos se cargan directamente en camiones abiertos y/o en volquetas. Posteriormente son transportados al sitio de aprovechamiento, vertedero informal o SDF
- Aprovechamiento: corresponde a la utilización de los residuos con distintos fines, en función del tipo de residuo que se trate, pudiendo existir o no control por parte de la autoridad competente. El aprovechamiento mayoritariamente utilizado es el relleno de zonas bajas y de canteras.
- Disposición final: en la situación actual la disposición final se realiza en vertederos informales y en los SDF de las Intendencias.

1.5. Caracterización de los desechos de la construcción.

1.5.1. Clasificación y composición.

Los materiales utilizados en la construcción pueden diferenciarse según su condición en:

Reciclables y/o reutilizables como metales; maderas y otros materiales de origen vegetal; vidrios y cristales; plásticos; telas, papeles y cartones.

Exclusivamente reutilizables: materiales pétreos, ya sean naturales o artificiales, a los cuales solo se somete a procesos de trituración para ser utilizados en el concreto, relleno de terrenos u otros usos.

Reutilizables: Se encuentran mezclados con otros materiales como los morteros y se hace difícil de separarlos de su soporte.

Una de las principales características de los residuos de la construcción y demolición (RCD) es la variedad y proporción de sus componentes.

En la tabla 1.3 se muestra la clasificación propuesta por el Alfonso Aguilar, incluyendo los principales componentes de los residuos en cada caso. [2]

Tabla 1.3 Clasificación de los RCD de acuerdo con el tipo de actividad. Fuente [2]

Construcción	Excavación	acero, hormigón armado Tierras	Normalmente se reutilizan en gran parte.
	Edificación y Obras Públicas	Hormigón, hierro, acero, ladrillos, bloques, tejas, materiales cerámicos, plásticos, materiales no féreos.	
	Reparación y mantenimiento	Suelo, roca, hormigón, productos bituminosos.	Generación de residuos poco significativa en el caso de edificación
	Reconstrucción y rehabilitación	Viviendas: cal, yeso, madera, tejas, materiales cerámicos, pavimentos, ladrillo. Otro: hormigón, acero, mampostería, ladrillo, yeso, cal, madera.	

ACTIVIDAD	OBJETO	COMPONENTES PRINCIPALES	OBSERVACIONES
Demolición	Viviendas	<u>Antiguas</u> : mampostería, ladrillo, madera, yeso, tejas	Los materiales dependen de la edad del edificio y del uso concreto del mismo en el caso de los de servicios
	Otros edificios	<u>Recientes</u> : ladrillo, hormigón, hierro, acero, metales y plásticos	
	Obras públicas	<u>Industriales</u> : hormigón, acero, ladrillo, mampostería	Los materiales dependen mucho de la edad y el tipo de infraestructura a demoler. No es una actividad frecuente
		<u>Servicios</u> : Hormigón, ladrillo, mampostería, hierro, madera.	
		Mampostería, hierro,	

La demolición es la actividad constructiva que más variedad de desechos produce y tienen similar composición a los provocados por las guerras y desastres naturales. [28]

Como resultado del proceso constructivo, los residuos más importantes son los suelos y rocas producto de las excavaciones, los hormigones, cerámica roja, maderas, plásticos y metales que quedan excedentes. Entre los desechos de las reparaciones o modificaciones se destacan por su cantidad, los escombros y los asfaltos. Aunque también se encuentran las maderas, plásticos y metales. Las cerámicas rojas y hormigones (piezas prefabricadas) son los desechos más voluminosos generados en la producción de elementos para la construcción. [4, 32]

La clasificación dada por Mercante [33] se expone a continuación:

Según su origen:

- Materiales de limpieza de terrenos: tocones, ramas, árboles.
- Materiales de excavación: el material de excavación es normalmente un residuo inerte, natural o artificial. En algunos casos se presenta con contaminantes al no responder a un suelo virgen. Son, en general, de naturaleza pétreo (tierra, rocas de excavación, materiales granulares).
- Residuos de obras viales: compuestos por trozos de losas de hormigón de la construcción de caminos, residuos de asfalto y mezclas del pavimento asfáltico, puentes, renovación de materiales.
- Residuos resultantes de construcción nueva, de ampliación o reparación (obra menor): son los que se originan en el proceso de ejecución material de los trabajos de construcción, tanto nueva como de reparación o ampliación. Su origen es diverso: los que

proviene de la propia acción de construir y los que provienen de embalajes de los productos que llegan a la obra. Sus características y cantidad son variadas y dependen de la fase del trabajo y del tipo de obra (residencial, no-residencial, comercial, industrial, institucional).

Según su naturaleza, se clasifican en:

- Residuos inertes: son los que no presentan ningún riesgo de contaminación del agua, del suelo y el aire. Así los define el Real Decreto Español 1481/2001: "aquellos residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan, física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana". En definitiva, son plenamente compatibles con el medio ambiente.
- Residuos no peligrosos o no especiales: son los que pueden ser almacenados o tratados en las mismas condiciones que los residuos domésticos. La característica de no-peligrosos es la que define sus posibilidades de reciclaje; de hecho, se reciclan en instalaciones industriales junto con otros residuos.
- Residuos especiales: son los que tienen características que los hacen potencialmente peligrosos, tales como sustancias inflamables, tóxicas, corrosivas, irritantes, cancerígenas.

En la tabla 1.4 se muestran algunos de los resultados obtenidos por Tenza ^[35], sobre la composición de los RCD en la Comunidad Europea.

Tabla 1.4 Composición de RCD en países de UE. Fuente ^[43]

País	1990				2000			
	Hormigón	Albañil.	Asfalto	Otros	Hormigón	Albañil.	Asfalto	Otros
Bélgica	41	40	12	7	42	39	11	8
Dinamar.	*	84	11	5	*	83	9	8
Francia	30	50	5	15	40	40	5	15
Aleman.	*	43	38	19	*	45	35	20
Irlanda	30	60	2	8	40	50	3	7
Italia	45	35	10	10	50	25	10	15
Holanda	40	36	18	6	45	32	16	7
España	20	60	*	20	20	60	*	20

* Datos no reportados

Lo anteriormente referido se puede concluir que entre los materiales que componen los RCD se destacan por su cantidad relativa los escombros de hormigón y albañilerías, las cerámicas rojas, los asfaltos y otros como maderas, metales, plásticos etc. En el caso de los tres primeros, por su volumen y peso son considerados como difíciles de manipular y relativamente costosos de transportar. Sus propiedades inertes, el equipamiento desarrollado en los últimos años así como su valor comercial cercano al de los materiales comerciales los caracterizan como potencialmente recuperables y reciclables.

1.5.2. Volúmenes y cantidades de residuos de la construcción.

El desarrollo que ha tenido lugar en la Industria de la Construcción ha provocado un aumento en el uso de hormigón.

Vanderley ^[45] reporta los promedios de RCD generados en países seleccionados, estos se muestran en la tabla 1.5 donde se aprecia la magnitud de estos residuos en el orden de las decenas de miles de toneladas por año.

Tabla 1.5 RCD generados en países de la Unión Europea. Fuente: ^[45]

País	Producción M Ton/año	Producción Per cápita (Kg/Hab)
Suecia	1,2-6	136-680
Holanda	12,8-20,2	820-1300
EUA	136-171	463-584
Bélgica	7,5-34,7	735-3359
Dinamarca	2,3-10,7	440-2010
Italia	35-40	600-690
Alemania	79-300	963-3685
Japón	99	785
Portugal	3,2	325
Brasil	*	230-660

La valorización de los RCD constituye una corriente prioritaria que recibe atención diferenciada en la mayoría de los estados miembros de la UE. ^[30] En la tabla 1.6 se muestran los resultados de la generación de escombros y su aprovechamiento en varios países de la UE.

Tabla 1.6 RCD generados en países de la Unión Europea y su aprovechamiento. Fuente: [29]

Tabla 1.6 % de RCD reciclado entre el año 2001 y 2006 de la UE.

Residuos de construcción y demolición de la UE			
Generación y reciclado para 2001 y 2006			
Estado miembro	Escombros (mt9)	(%) reutilizado o reciclado	(%) vertido o incinerado
Alemania	59	17	83
Reino Unido	30	45	55
Francia	24	15	85
Italia	20	9	91
España	13	<5	>95
Holanda	11	90	10
Bélgica	7	87	13
Austria	5	41	59
Portugal	3	<5	>95
Dinamarca	3	81	19
Grecia	2	<5	>95
Suecia	2	21	79
Finlandia	1	45	55
Irlanda	1	<5	>95
Luxemburgo	0	n/d	n/d
Total UE	180	28	72

En nuestro país lamentablemente no se ha desarrollado suficientemente el reciclaje y reuso de los RCD, cualquier recorrido por la periferia de las principales ciudades de permite visualizar grandes cantidades de RCD dispersos. Particularmente Mendoza ^[31] realizó un estudio en Villa Clara, Cuba donde cuantificó la magnitud de este fenómeno, sus consecuencias y la potencialidades de aprovechamiento de estos.

1.5.3. Disposición y evacuación de los RCD.

La eliminación de los RCD es una tarea que puede resultar compleja, voluminosa y costosa. Debe realizarse de manera planificada y dando cumplimiento a las disposiciones legales y ambientales vigentes.

Para la disposición de los RCD se han utilizado diversos métodos, la práctica más habitual ha sido la descarga en vertederos, incineración y la utilización de residuos inertes como rellenos.

El transporte de RCD constituye uno de los principales componentes de los gastos en que se incurre para su manipulación, producto del consumo de combustibles y lubricantes, por el costo y devaluación de los equipos y por los costos de mantenimientos y operación del equipamiento.

La recuperación y reciclado de RCD tiene repercusiones beneficiosas sobre los costos de transportación al reducir las cantidades de materiales a eliminar en lugares de vertido distantes.

También reduce los impactos ambientales asociados al transporte, debido básicamente a las reducciones de las cantidades de materiales

a eliminar en lugares de vertido más distantes y de las cantidades de materiales vírgenes que son sustituidos por los recuperados.

La disposición de los RCD y su vertido controlado puede causar impactos positivos siempre y cuando se realice con la finalidad de recuperar zonas degradadas o como material de cubierta en vertederos o similares o como material de relleno en operaciones de movimiento de tierra. Su realización descontrolada puede causar impactos negativos si se realiza en zonas de alto valor ecológico y/o económico.

Las actividades de recuperación de RCD presentan aspectos ambientales positivos como la prolongación de la vida útil de los espacios de vertido, los ahorros de consumo de materiales vírgenes y del consumo energético asociado a la fabricación de productos a los que sustituyen, así como la preservación de espacios naturales debido a una menor necesidad de explotación de recursos minerales.

La forma de evacuación de los RCD más antigua y utilizada en la generalidad de los países, incluido Cuba es su disposición en vertederos.

Esta práctica no es dañina siempre que los vertederos cumplan las normativas y condiciones ambientales requeridas, pero frecuentemente los RCD son depositados en vertederos improvisados y a veces clandestinos dentro y en las periferias de las ciudades y de las grandes obras, en las márgenes de los ríos, en lugares clandestinos violando lo establecido como ocurre en algunos países como México [18] y en Cuba [31]. Entre los principales inconvenientes que presenta este tipo de evacuación se encuentran las siguientes:

- Disminución del caudal de los ríos.
- Contribuye al deterioro del impacto visual urbano y del paisaje en general.
- Ocupan extensas áreas de tierras caracterizándolas como improductivas.
- Contaminación de las tierras, las aguas, afecta la flora y la fauna aledañas al lugar.
- Favorece el desarrollo de insectos y roedores, con su consiguiente resultado negativo en la salud de la población.
- Pérdida de materiales recuperables como escombros, plásticos y metales.
- Afectaciones económicas y ambientales debido al empleo de distintos equipos para mover y tapar estos desechos.

Es importante señalar que en el caso de la disposición en los vertederos oficiales se limitan los inconvenientes a los tres últimos, pero estos habitualmente no asimilan desechos de materiales como escombros de hormigón y albañilería. [6, 7]

El uso de los vertederos para la evacuación de los RCD, fundamentalmente para los pétreos, no es la solución más adecuada para la conservación del medio ambiente atendiendo a la alta densidad y peso de los mismos. [18]

En la figura 1.4 se muestra el comportamiento del tratamiento a los RCD en países de la Comunidad Europea. En ella se puede apreciar el incremento del reciclaje, como evolución prevista para este tratamiento en los próximos años. [17]

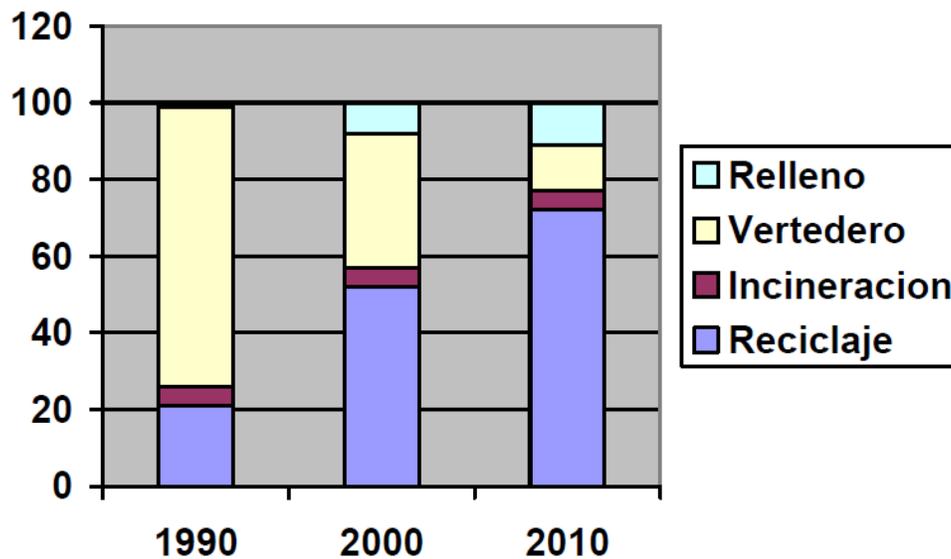


Figura 1.4 Tratamiento a los RCD en la Unión Europea. Fuente ^[17]

El auge del reciclaje de los escombros de hormigón y albañilería, así como de los residuos en las producciones de elementos prefabricados de hormigón y de cerámicas, se debe fundamentalmente a cuatro factores:

- La necesidad de resolver los problemas que ocasionan los RCD al medio ambiente.
- El aumento en la demanda de la producción de áridos.
- La escasez de recursos naturales para la producción de áridos en algunos países.
- Reducción del recorrido en la transportación, garantizando con ello la disminución de los costos y de la contaminación atmosférica.

Es importante tener en cuenta que la mayoría del personal técnico prefiere los productos tradicionales con respecto a los reciclados, por lo tanto, para que estos puedan competir, además de tener las propiedades adecuadas, deben garantizar un menor costo de adquisición, incluyendo el de la transportación.

En Cuba tradicionalmente se han depositado los RCD en vertederos oficiales y clandestinos, con los ya conocidos inconvenientes. Aunque el Estado ha venido realizando importantes inversiones en la apertura de vertederos controlados para las principales ciudades del país, estos generalmente no son aptos para el procesamiento de los componentes pétreos.

1.6. Gestión de RCD

La gestión de los RCD comienza por su caracterización, el primer paso es determinar cuánto residuo se produce, de qué tipo, y si existe un uso secundario o no. Para esto se debe conocer dos características importantes del flujo de RCD: composición y cantidad. Ambas son elementos esenciales pues ejercen un impacto directo sobre la valoración y elección de las diferentes técnicas de tratamiento y evacuación. Además, el conocimiento de la composición de los RCD permite identificar los impactos potenciales al ambiente asociados con su disposición final.

La composición y cantidad de los RCD varía de acuerdo con los siguientes parámetros: ^[33]

- El tipo de estructura: residencial, industrial, comercial, caminos, puente, diques, canales, entre otras.

- El tamaño de la estructura: edificios en altura respecto de una casa en planta baja.
- La ubicación geográfica: rural o urbana, entre naciones, entre provincias, debido a factores tales como economía y población, o factores políticos y sociales.
- El tipo de actividad generadora: construcción o renovación: la construcción, en general, produce materiales residuales más limpios que la renovación, puesto que en esta última suelen mezclarse con residuos peligrosos tales como asbestos o pinturas.
- El tipo de construcción: tradicional de fábrica o prefabricada.

Existen otros aspectos que pueden influir en esta evaluación y que deben tenerse en cuenta, entres estos se pueden señalarlos siguientes:

- La definición de RCD en las distintas legislaciones.
- El lugar donde el flujo de RCD es caracterizado: punto de generación, planta de reciclaje o depósito final.
- El parámetro de medida: volumen o peso.

La Comunidad Europea ha incluido a los RCD en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), única lista de residuos ^[8].

Este catálogo clasifica los residuos según un código de seis dígitos, los dos primeros identifican el grupo al que pertenece el residuo en los capítulos 1 al 20: a los RCD corresponde el capítulo 17 "Residuos de la construcción y demolición" (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas).

Tabla 1.7. Clasificación de RCD según la Comunidad Económica Europea: Fuente ^[8]

Código CER	Descripción
1701	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos
170101	Hormigón
170102	Ladrillos
170103	Tejas y materiales cerámicos
170106*	Mezclas o fracciones separadas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas.
170107	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas, y materiales cerámicos, destinadas a las especificadas en el código 170106
1702	Madera, vidrio y plástico
170201	Madera
170202	Vidrio
170203	Plástico
170204*	Vidrio, plástico, y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas
1703	Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados
170301*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
170302	Mezclas bituminosas distintas a las especificadas en código 170301

170303*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
1704	Metales (incluidas sus aleaciones)
170401	Cobre, broce, latón
170402	Aluminio
170403	Plomo
170404	Zinc
170405	Hierro y acero
170406	Estaño
170407	Metales mezclados
170409*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
1704010*	Cables que contienen hidrocarburos, y otras sustancias peligrosas.
1704011*	Cables distintos de los especificados en el código 170410
1705	Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje
170503*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas
170504	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 170503
170505*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
170506	Lodos de drenaje distintos de las especificados en el código 170505
170507*	Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas

170508	Balasto de vías férreas distintos de las especificados en el código 170507
1706	Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto
170601*	Materiales de aislamiento que contienen amianto
170603*	Otros materiales de aislamiento que consisten sustancias peligrosas
170604*	Materiales de aislamiento distintos de las especificados en el código 170601 y 170603
170605*	Materiales de construcción que contienen amianto
1708	Materiales de construcción a base de yeso
170801*	Materiales de construcción a base de yeso contaminados con sustancias peligrosas
170802*	Materiales de construcción a base de yeso distintos de las especificados en el código 170801
1709	Otros residuos de construcción y demolición
170901*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
170902*	Residuos de construcción y demolición que contienen PHC (por ejemplo, sellajes que contienen PCB, revestimientos de suelos a base de resinas que contienen PCB)
170903*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen

	sustancias peligrosas.
170904	Residuos de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 170901, 170902, y 170903

La determinación de la cantidad de RCD generados, la metodología para estimar el peso y volumen de los mismos incluye el análisis de las tendencias de la población, permisos de construcción, tipos de proyectos de construcción, tendencias en el pasado, presente y futuras [27]. Estos análisis se complementan, verifican y se nutren de resultados de muestreos puntuales [44].

Las unidades básicas para las cantidades de RCD son: ton/m², m³/m², tn/día, tn per cápita/año, ton/año, ton/trabajo (en el caso de renovaciones). Cada una tendrá una aplicación diferente según el objetivo de la caracterización.

Las unidades más frecuentemente utilizadas son ton/m², al referirse a la generación de residuos en función de los metros cuadrados construidos o demolidos; y ton/día, para las cantidades de residuos entregadas a una instalación de tratamiento o disposición final.

Mercante [33] Listado de componentes típicos de los RCD que se presenta a continuación:

- Asfalto: restos de membranas aislantes, pavimentos, pinturas asfálticas utilizadas como impermeabilizante de superficies.
- Ladrillos: restos de ladrillos rotos, descartes, losetas cerámicas.
- Hormigón simple (sin acero).
- Teja cerámica.

- Vidrios: espejos, ventanas, vidrios decorativos.
- Tierra limpia, polvo, suelo.
- Porcelanas incluyendo artefactos de baño.
- Metales ferrosos: despuntes de hierro, cañería de hierro para electricidad.
- Metales no ferrosos: perfiles de bronce, cables de cobre, tubos galvanizados, aluminio, acero.
- Maderas: restos de encofrados, restos de pisos entablonados, machimbres, restos de vigas, marcos puertas.
- Plásticos: cañerías, envoltorios, guarda cantos, envases, láminas, de polietileno, pisos de vinilo.
- Techados: aislantes (polietileno expandido, lana de vidrio, membranas), tejas cerámicas.
- Revestimientos: cerámicos, calcáreos.
- Papel: cartón corrugado, envoltorios.
- Restos de hormigón: mezclas de cemento y cal.
- Residuos especiales (Oficina de Residuos Sólidos EPA, febrero de 1995)
 - ✓ Excedentes de materiales usados en construcción : pinturas y envases, adhesivo
 - ✓ Aceites residuales, grasas y fluidos: lubricantes, líquido de frenos, aceites varios.
 - ✓ Residuos puntuales: baterías, tubos fluorescentes.
 - ✓ Constituyentes inseparables: madera tratada, formaldehído de las alfombras.

La composición obtenida de diferentes centros de investigación en Estados Unidos ^[44] para distintas construcciones muestran una alta variabilidad en los porcentajes correspondientes a los distintos tipos de

residuos, y ello es esperable por la gran variedad que existen de prácticas y tipos de construcción.

En la tabla 1.8 se puede apreciar la composición de los RCD en la Comunidad de Madrid en España.

Tabla 1.8 Composición de los RCD en la Comunidad de Madrid en España.

Composición de los RCD en la comunidad de Madrid	
Material	Composición (%)
Ladrillos, azulejo, y otros cerámicos	54
Hormigón	12
Piedra	5
Arena, grava y otros áridos	4
Madera	4
Vidrio	0.5
Plástico	1.5
Metales	2.5
Asfalto	5
Yeso	0.2
Papel	0.3
Basura	7
Otros	4
Total	100

1.6.1 Actores en la gestión de RCD

En la figura 1.5 se muestran los actores que participan en la gestión de los RCD.

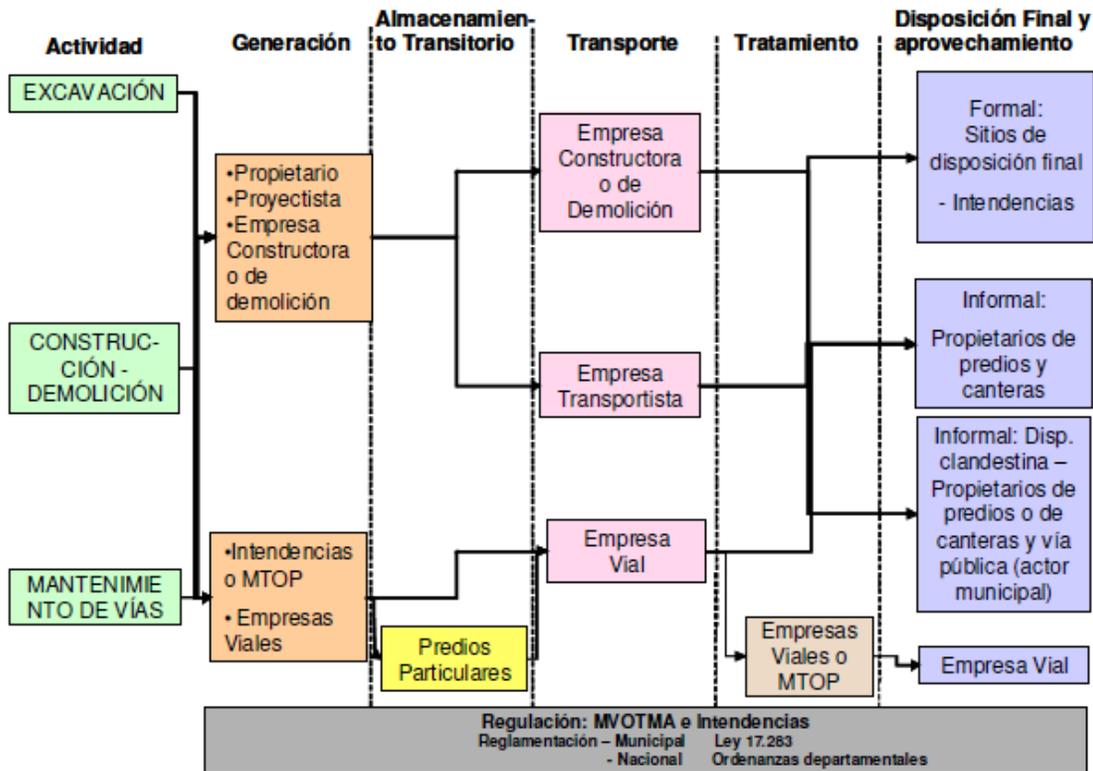


Figura 1.5 Actores en la gestión fuente RCD. Fuente [36].

La presencia de múltiples actores relacionados con la generación y manejo de los RCD hace que la responsabilidad sobre los residuos que se generan en la obra pueda quedar diluida, generalmente el ejecutor de la obra es el encargado de planes de gestión.

1.6.2 Plan de manejo de los RCD.

El plan de manejo de los RCD también denominado plan de gestión interna permite organizar, ejecutar y controlar el manejo de los residuos en la obra, en la figura 1.6 se muestra el esquema de la elaboración de este plan.

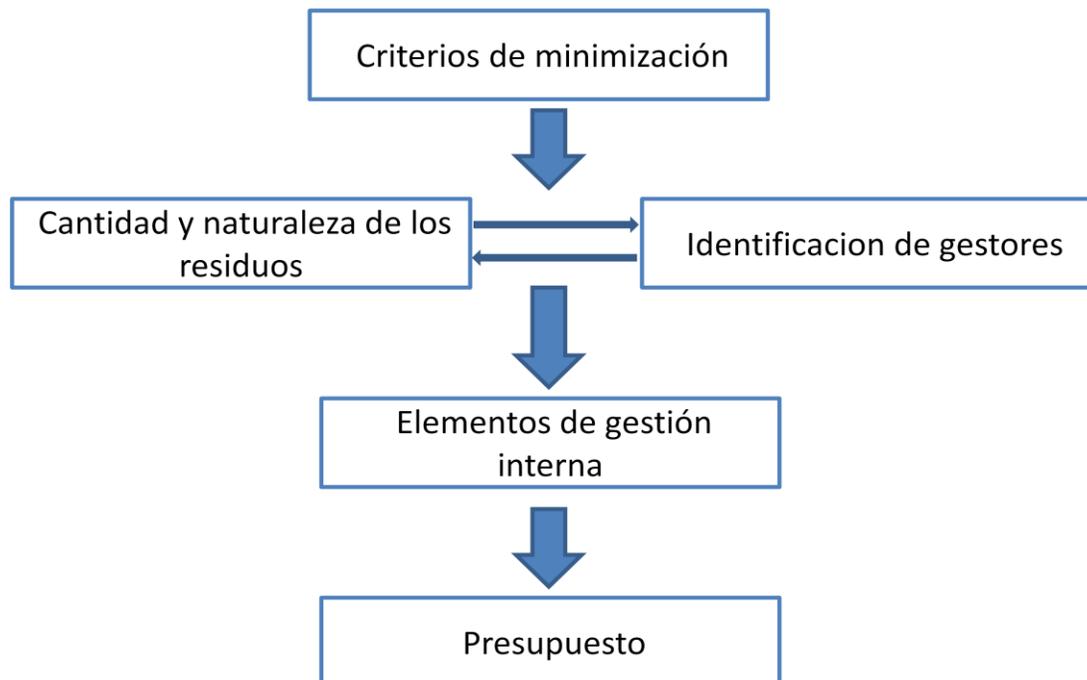


Figura 1.6 Esquema de la elaboración del Plan de Manejo de RCD.
Fuente ^[36]

El Plan de Manejo de RCD consta de cuatro etapas: ^[39]

Primera etapa: Establecer la cantidad y naturaleza de los residuos que se generaran en cada etapa o tarea de obra de construcción: esta etapa es imprescindible para organizar y optimizar el manejo de los sobrantes que se generarán.

Hay que prever el tipo y volumen de materiales residuales que se producirán en la obra para organizar adecuadamente su manejo los contenedores y adaptar esas decisiones al desarrollo general de la obra.

Lo ideal es trabajar con datos propios, para lo cual es necesario que las empresas comiencen a registrar los residuos que producen según su propia forma de trabajar y los medios auxiliares que utilicen. Mientras no se cuente con ellos, pueden realizarse los cálculos con datos obtenidos por otras empresas o institutos de investigación y adaptarlos según la experiencia del constructor.

En obras de construcción se utilizan índices de generación I_v [m^3/m^2], referidos a etapas de obra: estructuras, cerramientos, acabados; o bien referidos a generación total.

También es necesario determinar los diferentes residuos peligrosos que se generarían en cada etapa o en la obra en su conjunto, ya que se requiere siempre su recogida y tratamiento por separado.

Segunda etapa. Definir un escenario externo de gestión: informarse acerca de los gestores de RCD que se encuentran en el entorno. Es necesario conocer características de vertederos (distancias, costes de vertido).

Básicamente es preciso conocer los siguientes datos:

- Información general de la empresa autorizada para la gestión de residuos (dirección, persona de contacto).

- Características del material que reciben y tipo de gestión que se realiza.
- Distancia desde la obra al punto de disposición.
- Costos de alquiler de contenedores.
- Costo de transporte.
- Costo de aceptación del residuo.

Tercera etapa: Cruzar ambas fuentes de información: de este modo se podrá determinar los elementos de gestión interna necesarios (contenedores, depósitos), operaciones y costes que generará la gestión interna de los residuos.

Por lo general, serán necesarios como mínimo los siguientes elementos de almacenamiento:

- Una zona específica para materiales reutilizables.
- Una zona para residuos pétreos.
- Un contenedor y compactador para residuos no especiales.
- Un contenedor para materiales potencialmente peligrosos.
- Un contenedor para residuos de yeso.

La clasificación en distintos contenedores para residuos no especiales se realizara en función de las posibilidades de reciclaje y si existe demanda de los mismos. Es decir, la proximidad de recicladores para plásticos, metales, papel y madera.

También desde el punto de vista de economía en el transporte, puede ser ventajosa la selección de residuos de diferente naturaleza. Por ejemplo, por la reducción del volumen que ocupan: residuos pétreos

mezclados con tablas o paneles dejan huecos que desaprovechan el contenedor y se "transporta por aire".

La disposición y cantidad de contenedores dependerá del volumen producido en obra y las zonas de almacenamiento pueden ser mas de una. Serán útiles en esta fase del plan los índices de generación obtenidos.

La recogida en obra se encuentra en gran parte condicionada por la relación "superficie ocupada por la obra/superficie del terreno", dependiendo de esta relación el espacio disponible para el almacenamiento de los residuos y, por lo tanto, la frecuencia de recolección. Además, mientras mayor sea el coeficiente de ocupación, menor será la posibilidad de selección en origen.

Esto obliga a pensar que cuanto mayor sea el factor de ocupación más eficaz debe ser el manejo de los residuos hacia los puntos de retiro de los materiales.

Además, cabe la posibilidad de que no se realice la segregación de los distintos materiales que componen los residuos, por motivos de mercado o económicos. Esto dependerá de las posibilidades de reciclaje de los materiales y de los costos de disposición en vertedero.

En la figura 1.7 se esquematizan las dos formas de recogida de residuos en la obra, selectiva o no selectiva.

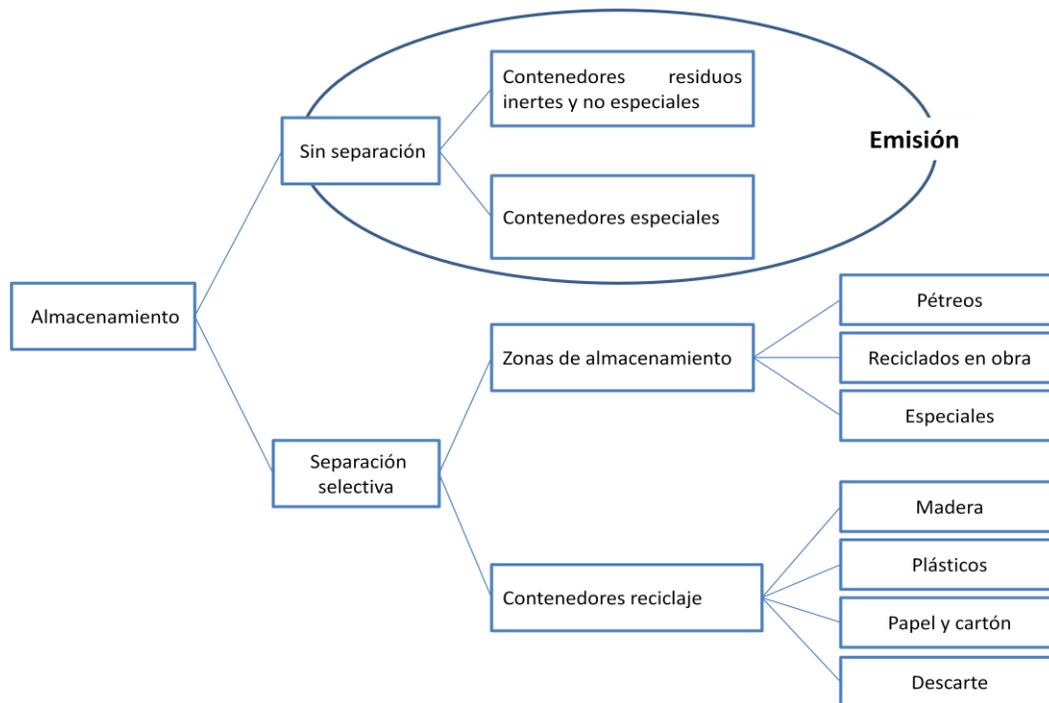


Figura 1.7 Recogida de residuos en la obra. Fuente [36]

Cuarta etapa: Calcular los costos finales de gestión de RCD: los costos finales de gestión se podrán determinar a partir de los costos individuales del alquiler de contenedores, Transporte de los residuos, costos de vertido (si los hay). Este costo se debe determinar por etapas y en su conjunto. El costo de vertido se calcula a partir de los Índices I_c [kg/m^2] puesto que el depósito controlado cobrara una tasa por vertido de RCD expresada en \$/tn (pesos por tonelada).

La gestión de los residuos tiene un costo económico que resulta de sumar los costos de separación selectiva y recogida en obra, más los costos de gestión por valorización, más los derivados de la disposición final (transporte y vertido).

En anexo I se puede apreciar una propuesta de guía para elaborar el plan de manejo de los RCD ^[21].

1.7. Conclusiones del Capítulo.

1. Los residuales de la construcción y la demolición en la construcción constituyen un problema ambiental reconocido y atendido internacionalmente.
2. Los conceptos de PML se aplican a la gestión de los RCD.
3. Los RCD tienen grandes potencialidades para su reutilización interna en la obra o externa.
4. Hay un reconocimiento a que los RDC no se tratan adecuadamente en nuestro país.
5. En el manejo de los RCD es de gran importancia la previsión y la planificación.

CAPITULO II

Capítulo II. Descripción de la inversión.

2.1. Introducción.

LA PROVINCIA DE CIENFUEGOS

La provincia de Cienfuegos se encuentra en la parte sur del centro de Cuba, tiene una superficie de 4 177,2 km² y una población total de 402 100 habitantes. La capital es la ciudad de Cienfuegos, que acoge a más de 150 000 habitantes.

La ciudad de Cienfuegos es el centro del desarrollo industrial de la provincia. La industria tiene el mayor impacto ambiental, en particular, en la bahía que es el principal activo natural y una de las más importantes del país. Cienfuegos tiene una ubicación geográfica única, una biodiversidad muy importante, y un rápido aumento de la actividad portuaria. En la zona industrial se efectúan importantes inversiones en la industria petroquímica y de refinación de petróleo. Por desgracia, la bahía de Cienfuegos es una de las zonas marinas más contaminadas en Cuba. Esto se aplica particularmente a su parte norte, donde la mayoría de las instalaciones industriales se encuentran ubicadas (Chabalina y Beltrán, 2000) contaminación por metales pesados se ha evidenciado cerca de la central termoeléctrica, la salida del sistema de aguas residuales urbanas y las desembocaduras de los ríos principales (Pérez et al., 2004) ^[35]. La Tabla 2.1 muestra las fuentes de contaminación principal de la bahía de Cienfuegos.

Tabla 2.1. Las principales fuentes de contaminación de la bahía de Cienfuegos. [Justafre, 2009]^[23]

	Materia orgánica	Nitrógeno	Fósforo
Industria	13.2 %	9.2%	0.2%
Aguas residuales	9.2 %	0.7%	1.1%
Ríos	42.1 %	-	-

La figura 2.1 muestra el uso del litoral de la bahía, el 41% de este es utilizado por actividades con un potencial de alta contaminación.



Figura 2.1 Uso de la tierra de la zona del litoral de la bahía de Cienfuegos (Justafre, 2009) ^[35]

Se puede observar que la refinería está enmarcada en el área industrial de nuestra provincia.

2.2. Ubicación de la inversión.

La ubicación de la Expansión de la Refinería de Petróleo "Camilo Cienfuegos" se desarrollará en la Zona Industrial No. 3 de la Ciudad de Cienfuegos, al Oeste de la misma, en el Consejo Popular Urbano – Rural Paraíso, del Municipio y Provincia de Cienfuegos, República de Cuba. Se asienta sobre las Cuencas Hidrográficas del río El Salado y la Hidrogeológica CF-3 Abreus.

La expansión de la refinería se desarrollará tanto en áreas internas de la actual instalación, como en áreas externas a la misma, reservadas desde las últimas décadas del siglo pasado para el desarrollo de industrias de las ramas petroquímicas y del petróleo

La expansión consiste en incrementar las capacidades actuales de procesamiento de petróleo crudo de 65 000 a 150 000 barriles diarios (MBD) para el año 2014, e implementar procesos de conversión profunda que permitirán obtener productos de mayor valor agregado incrementando las utilidades de la empresa, que incrementarán la eficiencia económica. De esta forma también se podrán satisfacer las necesidades del mercado nacional, exportándose al mercado internacional los excedentes que se produzcan; contribuyendo así con el fin de apoyar la política de integración energética de los países del ALBA, dentro del marco de la cooperación mutua del convenio de Petrocaribe.

Capítulo II: "Descripción de la inversión."

En la Figura 2.2 se muestra una vista aérea tomada de Google Earth. Donde se observa la ubicación de la refinería en la bahía de Cienfuegos.



Figura 2.2 Vista aérea de la bahía de Cienfuegos y la ubicación de la refinería. Imagen tomada por Google Earth.

En la Figura 2.3 se muestra una vista aérea tomada de Google Earth. Donde se observa la refinería con sus áreas actuales de explotación, zonas de expansión y muelles en utilización.



Figura 2.3 Vista aérea de la refinería y sus muelles. Imagen tomada de Google Earth.

2.3. Descripción de la inversión.

La refinería cuenta con un área actual en explotación de 389 ha, un área disponible para la expansión de 353 ha lo cual representara un total de 621 ha. En la figura 2.4 y 2.5 se muestra una vista aérea de ambas áreas que son contiguas, el área de la expansión fue reservada desde la inversión inicial en los años 80.

Capítulo II: "Descripción de la inversión."



Figura 2.4 Refinería actual sin áreas exteriores.



Figura 2.5 Refinería con áreas exteriores de expansión.

2.4. Descripción por actividades

2.4.1. Movimiento de tierra.

La primera etapa de la inversión consiste en el movimiento de tierra que preparará las áreas para la construcción y posterior montaje industrial, este se realizará en 12 terrazas en las cuales se construirán las nuevas edificaciones y plantas que constituirán la expansión. Como se planteo anteriormente el área a prepara es del orden de las 600 ha y se ha estimado un volumen de tierra a mover en el orden de los 5 000 000 de m³.

En la Figura 2.6 se muestra una vista aérea tomada de Google Earth donde se observa la ubicación y número de las futuras terrazas, es importante destacar el área reservada como escombrera en el extremo superior de la terraza 10, esta área servirá como almacén intermedio para almacenar tierra de distintas características removido de las terrazas para su uso posterior, además está habilitada para concentrar los demás residuos del proceso de demolición construcción y montaje.

Las terrazas 10 y 13 estarán destinadas a facilidades temporales para el desarrollo de la inversión, estas serán almacenes a cielo abierto y techados, oficinas, áreas sociales etc, por lo que se diferencian de las demás en que no resistirán grandes cargas siendo sus requerimiento menores en lo referente a las propiedades del material de relleno que se utilice para nivelarla.



Figura 2.6 Ubicación de las terrazas.

En la tabla 2.1 se puede apreciar el destino de cada una de las terrazas.

Tabla # 2.1 Destino de las terrazas.

# de terraza	Objetos de obra a construir
Terraza # 1	VT2 unidad de vacío # 2, HCK Hidrocracker, MHC Hidrocracker moderado, GH 2 Hidrotratamiento de gas oil 2, SRU unidad de recuperación de azufre, despojadora de aguas ácidas, planta de amina, sub estaciones eléctricas, salas de control.

Terraza # 2	CCU Unidad de cracker catalítico, CCR Reformador de Nafta, NHT Hidrotratamiento de nafta, sub estaciones eléctricas, salas de control.
Terraza # 3	Agua potable y agua contra incendios, agua de enfriamiento.
Terraza # 4	Parqueo, clínica, garitas de control.
Terraza # 5	Baños y taquillas, sala de control central, subestación eléctrica, oficinas de facilidades temporales, planta telefónica de ETECSA.
Terraza # 6	Estación de bombeo y tanques.
Terraza # 7	Estaciones de bombeo y tanques.
Terraza # 8	Estaciones de bombeo, tanques, sub estación eléctrica, sala de satélite.
Terraza # 9	Tanques.
Terraza # 10	Facilidades temporales.
Terraza # 11	Unidad de coque, sub estación, salas de satélites.
Terraza # 13	Facilidades temporales.

2.4.2. Descripción de los suelos

El estudio de los suelos en las áreas donde se realizara el movimiento de tierra es de gran importancia pues permite establecer las propiedades de estos. Estimar los volúmenes de diferentes tipos de tierra que se generarán a excavar y la posibilidad de utilizarlas como relleno técnico o no.

2.4.2.1. Geología

El territorio está geológicamente situado dentro de la cuenca neoautóctona paleógena-cuaternaria Depresión de Cienfuegos, en el

flanco noroccidental de la misma. La estructura geológica del territorio la conforman las rocas sedimentarias piroclástico-carbonatadas, terrígenas, terrígeno-carbonatadas y carbonatadas del Cretácico Superior, Paleógeno y Neógeno de las formaciones Cantabria (incluido su Miembro Carolina), Caunao y Paso Real y además diferentes materiales Cuaternarios no separados como formaciones. La casi totalidad de las fallas que complican los flancos en las formaciones pre-Eocénicas se extinguen hacia el interior de la depresión, no existiendo fallas sismo génicas en el entorno. La actividad micro sísmica en el territorio es ECO de los eventos que ocurren en otros lugares del país. En la Norma Cubana 46:99 "Construcciones sismo resistentes. Requisitos básicos para el diseño y construcción" esta área se ubica en la Zona 0: Zona de riesgo sísmico muy bajo, sin efecto dañino para las construcciones, donde no es necesario tomar medidas sismo resistentes en estructuras de poca complejidad.

En el área de interés se encuentran dos formaciones geológicas propias de la región de Cienfuegos y que se caracterizan por grandes espesores de la corteza de meteorización, estas formaciones se describen a continuación:

2.4.2.2. Formación paso real (psr)

Distribución Geográfica: Esta unidad es una de las más extendidas en el territorio cubano, la misma constituye una faja discontinua entre el poblado de Guane, en el extremo occidental de Cuba hasta el Sur de la provincia de Holguín, en Cuba Oriental, con afloramientos en las provincias de Pinar del Río, La Habana, Matanzas, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila, Camagüey, Granma y Holguín. En la zona de estudio esta formación subyace a la Formación Guines.

Litología Diagnóstica: Presenta cambios litológicos abruptos, tanto vertical como lateralmente y predominan las alternaciones de calizas y margas. Las calizas son arcillosas, biodetríticas arcillosas y más subordinadamente calizas biohémicas, dolomitizadas.

Las calizas arcillosas por desagregación originan pseudoconglomerados calcáreos de matriz margoso-arenácea. En general son masivas. Las margas, al igual que las calizas son fosilíferas. Sus variedades litológicas comprenden margas calcáreas, arcillosas, arenáceas. La coloración de calizas y margas es crema, blancuzca y grisácea. La estratificación está marcada por los cambios litológicos y es frecuentemente lenticular.

Edad: Oligoceno Superior-Mioceno Superior Basal.

2.4.2.3. Formación caunao (psr)

Distribución geográfica: Su desarrollo se encuentra limitado a la parte E y NE de la Bahía de Cienfuegos, provincia de Cienfuegos.

Litología diagnóstica: Areniscas polimícticas, de granulometría diversa, conglomerados polimícticos de fragmentos pequeños a medios, calizas detríticas, calizas foraminífericas, calizas de textura brechosa, calizas organógenas de textura brechosa, calizas biógenas, arenosas.

Edad: Eoceno Superior - Oligoceno Inferior.

Espesor: 700 m.

Ambiente de sedimentación: Se depositó en un ambiente de aguas poco profundas.

2.4.2.4. Estratos

Con los resultados de la perforación, ensayos de campo, geofísica y los ensayos de laboratorio, se pudo caracterizar el corte ingeniero-geológico existente en el área hasta la profundidad de investigación

Los estratos individuales definidos, descritos y clasificados son los siguientes:

Capa I: Capa relleno de diversos orígenes, contaminados en parte con materia orgánica, desechos de construcción, etc, de compacidad media. Profundidad de 0.35 m hasta 3.30 m.

Capa II: Capa arena, arcillosa, con gravas, densa, con nódulos de carbonato de calcio, con colores beige, pardo con vetas grises y verdosas. Profundidad de 1.35 m hasta 4.9 m. Clasifica según SUCS como SC.

Capa III: Capa arcillo arena, de baja compresibilidad, de consistencia blanda, calcárea, en partes con restos de materia orgánica, con colores beige verdoso a gris oscuro. Profundidad de 0.9 m hasta 5.1 m. Clasifica según SUCS como CL.

Capa IV: Capa arcilla arena, de baja compresibilidad, de consistencia dura, calcárea, con color pardo claro a beige, con vetas gris verdosas. Profundidad de 1.10 m hasta 4.0 m. Clasifica según SUCS como CL.

Capa V: Capa arcillo arenosa, de baja compresibilidad, con algunas gravas, de consistencia dura a muy dura, calcárea y con fragmentos o lentes de caliza dura, con color pardo amarillento con vetas grises,

rojizas y verdosas. Profundidad de 1.35 m hasta 7.9 m. Clasifica según SUCS como CL.

Capa VI: Capa arcilla arenosa, de alta compresibilidad, consistencia dura, con color pardo claro a beige con vetas grises. Profundidad de 1.9 m hasta 2.7 m. Clasifica según SUCS como CH.

Capa VII: Capa arena arcillosa gravosa, densa a muy densa, calcárea, con color pardo claro con vetas grises, verdosas. Profundidad de 1.0 m hasta 6.05 m. Clasifica según SUCS como SC.

Capa VIII: Roca caliza, en sectores organógena y con pequeñas oquedades cársticas, en sectores dolomitizada, de dureza media a baja, con colores blanco, gris y crema verdosa. Profundidad de 0.15 m hasta 4.5 m.

Capa IX: Capa arena arcillosa, con algunas gravas y fragmentos de arenisca, densa a muy densa, con color beige verdoso con tonos pardo oscuro. Profundidad de 1.45 m hasta 6.60 m. Clasifica según SUCS como SC.

Capa Xa: Roca arenisca tobacea, en sectores calcárea, dura, estratificada, con colores rogi\gris claro y beige, fracturada. Profundidad de 0.2 m hasta 2.9 m.

Capa Xb: Roca argilita, desde dura hasta muy alterada, o muy fracturada, estratificada, color carmelita verdoso oscuro. Profundidad de 0.90 m hasta 3.2 m.

Una conclusión importante de este estudio es que de estos estratos solo tienen las propiedades requeridas para usarse como relleno

técnico la capa IV y V, por lo que ha sido necesario localizar préstamos que suministren la tierra que se requiera para rellenar las terrazas, estos están ubicados a una distancia media de 5 km de la obra, y el estimado preliminar de la cantidad de material a tomar de ellos está en el orden de los 2 000 000 de m³. El propósito principal de la organización de movimiento de tierra será reducir lo más posible esta cantidad a través del aprovechamiento de la tierra sobrante de las terrazas que se excavan adecuadamente clasificada, reducir estos costos permite obtener directamente ahorros de combustibles, de emisiones de CO₂, de mano de obra y recursos financieros.

La tabla 2.2 resume el tipo de estrato encontrado en el estudio realizado en cada una de estas.

Tabla # 2.2 Tipo de estrato por terrazas.

# de terraza	Tipo de estratos encontrados
Terraza # 1	Capa I, Capa IV, Capa V
Terraza # 2	Capa IV, Capa VII, Capa VI
Terraza # 3	Capa IV, Capa VII
Terraza # 4	Capa IV, Capa VII, Capa VI
Terraza # 5	Capa V, Capa IV
Terraza # 6	Capa II, Capa III, Capa V, Capa VIII
Terraza # 7	Relleno, Capa V, Capa IV,
Terraza # 8	Capa V, Capa Xa, Capa VIII
Terraza # 9	Relleno, Capa VII, Capa Xa, Capa V
Terraza # 10	Relleno, Capa VII
Terraza # 11	Capa II, Capa III
Terraza # 13	Relleno, Capa V, Capa IV, Capa Xa, Capa Xb

2.5. Balance de materiales del movimiento de tierra.

Desde el punto de vista de su estado se identifican dos tipos de suelos:

- **Estado natural:** (también denominado sobre desmonte) es aquel suelo que se encuentra en su estado primitivo, antes de ser excavado, disgregado o removido. El volumen del suelo calculado en estas condiciones es llamado: volumen natural o sobre desmonte. Este es el volumen que se debe utilizar para cuantificar y pagar el movimiento de tierra realizado.
- **Estado esponjado:** es aquel que por efecto de la excavación ha sido disgregado, experimentándose un aumento de volumen del mismo, al aumentar su volumen de huecos, es decir, las distancias entre las partículas constituyentes.

El balance de material del movimiento de tierra se realiza calculando los volúmenes de tierra a excavar, y evaluándose si este permite su nivelación total y sobre tierra o requiere tomar tierra del préstamo.

En la tabla 2.3 se muestran los resultados de estos cálculos realizados en el proyecto del movimiento de tierra.

En el movimiento de tierra inicialmente se excavan los primeros 20 ó 30 cm para eliminar la tierra vegetal, en el balance del movimiento de tierra proyectado se considera de esta manera.

Tabla # 2.3 Balance material en el movimiento de tierra.

	Tierra en excavación (m ³)		Tierra aprovechable en relleno (m ³)		Demanda de relleno del préstamo (m ³)		Tierra residual (m ³)	
	Nat	Esp	Nat	Esp	Nat	Esp	Vegetal (nat)	No técnico (esp)
1	178690	204906	96045	120056	41165	51456	62230	84850
2	253629	303594	67672	84590	16918	21148	40101	219004
3	183740	217367	44023	55029	0	0	40035	162338
4	Esta terraza no requiere movimiento de tierra							
5	Esta terraza no requiere movimiento de tierra							
6	40650	47113	5069	6336	40650	50813	14800	40777
7	32322	33158	8265	10331	32322	40403	28980	22826
8	141985	166063	30920	38650	141985	177481	45675	127413
9	619614	738557	320941	401176	19850	24813	132000	337380
10	14562	14562	0	0	123350	154188	14562	0
11	156750	185175	137500	171875	22850	28563	43050	13300
13	313240	391550	0	0	521234	651543	122000	391550
14	11178	11178	0	0	12250	15312	11178	0
Σ	1935182	2302044	713335	891669	972574	1215720	543433	1399438

En la tabla 2.3 se aprecia en primer lugar que hay dos terrazas, la 4 y la 5 que no requieren movimiento de tierra.

Capítulo II: "Descripción de la inversión."

El volumen total de tierra a excavar en estado natural es de 1 935 182 m³ y estado esponjado de 2 302 044 m³, de esta se puede aprovechar como relleno técnico en la nivelación de las terrazas 713 375 m³ en estado natural y 891 669 m³ en estado esponjado, aproximadamente un 36 % del total.

La demanda total de relleno con requisitos técnicos para la nivelación de terrazas es de 3 000 000 de m³ de los será necesario tomar del préstamo 1 215 720 m³ que representa el 64 % del total.

El préstamo se encuentra ubicado a 5 km de la obra.

El proyecto de movimiento de tierra se realizó sobre la base de excavar y remover la tierra vegetal o primera capa a una profundidad de entre 20 y 30 cm.

En la tabla 2.3 también se puede apreciar que según el proyecto se producirán dos corrientes de tierra residual, la primera constituida por la tierra vegetal que representará un total de 543 433 m³ y otra de la tierra que según su morfología no cumple con los requisitos requeridos para su aprovechamiento como relleno técnico, esta tendrá un valor de 1 399 438 m³.

Ambas corrientes de tierra residual serán conducidas al área prevista para escombrera, señalada en la figura 2.6, y que se encuentra al costado de la terraza 9 y encima de la 10. La distancia del centro de la escombrera al centro del área de terrazas es de 2.3 km, la distancia media a recorrer por los viales proyectados entre las terrazas y la escombrera es de 2.8 km.

2.6. Estimación del consumo de combustibles y emisiones en el movimiento de tierra según proyecto.

Uno de los impactos ambientales más significativos del movimiento de tierra es las emisiones de gases de efecto invernadero, particularmente el CO₂, que resulta del elevado consumo de combustible de los equipos utilizados en su ejecución. Es importante señalar que el consumo de combustible también constituye una parte importante de sus costos de ejecución.

2.6.1. Determinación de los indicadores de consumo en función del volumen.

En la tabla 2.4 se resumen los indicadores promedio establecidos por el MICONS para evaluar el consumo de los equipos que se utilizarán en el movimiento de tierra y la capacidad de trabajo de estos.

Tabla 2.4 Indicadores de consumo de los equipos.

Equipo	Indicador de consumo, Ic	Capacidad
Camión de 12 m ³	2.2 L / km	12 m ³
Buldozer	35.21 l x h	112 m ³ /h
Calgador	26.6 l x h	84 m ³ /h
Moto niveladora	23.7 l x h	333 m ³ /h

En el trabajo se determinarán los indicadores de consumo para estos equipos en función del combustible utilizado para excavar o manipular 1 m³ de tierra, y en caso de los camiones para trasladar 1 m³ de tierra a 1 km.

Capítulo II: "Descripción de la inversión."

- Indicador para los camiones.

— —

Donde:

I_C- Indicador de consumo del camión por m³ de tierra trasladado por km l/ km*m³

I_C- Indicador de consumo por km recorrido (l/ km)

C_C- Capacidad del camión, (m³)

———— ————

- Indicador para los bulldozer

—

Donde:

I_B- Indicador de consumo del bulldozer por m³ de tierra a excavada

I_C- Indicador de consumo del camión por hora de trabajo ().

C_T- Capacidad de trabajo horaria ()

Los bulldozer chino, marca DS-32, que se utilizaran en la inversión tienen una capacidad de trabajo de 112 m³/h.

- _____
- Indicador para los cargadores.

- _____
- Indicador para las motoniveladoras.
- _____

En la tabla 2.5 se exponen los indicadores de consumo en función del volumen.

Tabla 2.5 indicadores de consumo de los equipos en función del volumen.

Equipo	Indicador de consumo
Camión de 12 m ³	0.18 l/m ³ km
Bulldozer	0.31 l/m ³
Calgador	0.31 l/m ³
Moto niveladora	0.31 l/m ³

2.6.2. Estimación del consumo de combustible y recorrido de los camiones.

Para el cálculo del consumo de combustible estimado de los camiones

se tienen en cuenta los siguientes aspectos.

- Recorrido medio de las terrazas al depósito de escombros 2.8 km (Rme)
- Recorrido medio de las terrazas a la cantera en préstamo 5.1 km (Rmp)
- El consumo del camión vacío es el 70 % del camión lleno

El volumen total de tierra a transportar de la terraza a la escombrera (V_{te}) se obtiene de la tabla 2.3 y es la suma de las corrientes de tierra residuales.

El consumo total de combustible en el traslado de tierra a la escombrera se determina como.

Donde:

K_c - Coeficiente que toma en cuenta la diferencia entre el consumo de camión cargado y en carga.

$$K_c = 1.7$$

V_{TE} - Volumen de tierra a trasladar a la escombrera, (m^3)

R_{ME} - Recorrido medio a la escombrera, (km)

I_C – indicador de consumo del camión cargado (—)

—————

De manera similar se estimo el consumo de combustible en el traslado de tierra del préstamo a las terrazas (C_{TT})

Donde:

C_{TP} - consumo total de combustible en el traslado del préstamo a las terrazas, (l)

V_{TP} - volumen total de tierra a trasladar del préstamo, (m^3)

R_{MP} =Recorrido medio entre el préstamo y la terraza, km

—————

El combustible total estimado para los camiones en el movimiento de tierra según el proyecto (V_{TC}) es:

Un aspecto importante en la planificación y explotación del transporte automotor es el kilometraje a recorrer por el parque.

Donde:

R_{TE} – Recorrido total en viajes a la escombrera

N_{Ve} – Número de viajes con carga requerida a la escombrera

Donde:

R_{TP} – Recorrido total en viajes al préstamo, (km)

N_{VP} – Número de viajes requeridos al préstamo

El recorrido total estimado para el parque de camiones en el movimiento de tierra R_T se calcula como:

2.6.3. Estimación del consumo de combustible y las horas de uso de los bulldozer.

La tarea principal de los bulldozer en el movimiento de tierra es la excavación de las zonas altas para buscar la cota de proyecto y el

Capítulo II: "Descripción de la inversión."

traslado de la tierra aprovechable para rellenar las zonas bajas de la terraza donde se ejecutan las labores.

El consumo total de combustible de los bulldozer (CTBT) en las terrazas se estima entonces en función del volumen total de tierra en estado normal a excavar V_{TE} y del índice de consumo.

Donde:

CTB- Consumo total de combustible de los bulldozer, (l)

VTE – Volumen total de tierra en estado natural a excavar.

—

El tiempo de trabajo de los bulldozer (TTBT) se calculo por la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} = \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

De igual manera se estimo el consumo de combustible para la excavación en el préstamo. (CTBP)

Donde:

CTBP – Consumo total de combustible de los bulldozer en el préstamo.

V_{TP} – Volumen de tierra a excavar en el préstamo, (m^3)

—

El tiempo de trabajo de los bulldozer en el préstamo (TTBP)

— —
— —

El consumo total de combustible estimado por los bulldozer (C_{TB}) es entonces:

Y el tiempo total de trabajo estimado por los buldozer (T_{TB}) es:

2.6.4. Estimación del consumo de combustible y las horas de uno de los cargadores.

La función de los cargadores en el movimiento de tierra es cargar esta en los vehículos que utilizarán para su traslado, por lo que el consumo de combustible y su tiempo de uso se estima en función del volumen total de tierra a cargar, que es el volumen de tierra residual en estado esponjado a trasladar a la escombrera más el volumen de tierra a tomar del préstamo.

— —

Donde:

C_{TCA} – Consumo de combustible total estimado por la cargadora

Las horas de explotación de los cargadores (TTCA) se estiman de la siguiente forma:

2.7. Estimación del consumo y horas de trabajo de las motoniveladoras.

La misión de la motoniveladora en el movimiento de tierra es nivelar la capa superficial de las terrazas, el volumen de tierra a manipular por ellas se estima entre el 3 y el 10 % de la tierra total excavada, a partir de este se estima su consumo de combustible y su tiempo de uso.

—

El tiempo de explotación se estimó como:

2.8. Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En la tabla 2.6 se muestra un resumen de los estimados de consumo de combustible según proyecto de movimiento de tierra para la expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos.

Equipo	Consumo estimado en terraza	Consumo estimado en préstamo	Consumo total
Camiones	1 669 792 l	1 665 972	3 335 766 l
Buldozer	560 000 l	330 932	890 932 l
Calgadores	602 290 l	33 931	933 221 l
Moto niveladoras	68 000 l	-----	68 000 l
Total	2 900 082 l	2 327 840	5 227 922 l

De la literatura especializada se conoce que el índice de emisiones de CO₂ para el combustible Diesel es de 2.65 gramos por litro (g/l), por lo que el estimado de emisiones de CO₂ en el movimiento de tierra según el proyecto se calcula como:

2.9. Construcción, demolición y montaje.

2.9.1. Nuevas edificaciones y estructuras a construir.

En la tabla 2.7 se puede apreciar las construcciones civiles a desarrollar en la inversión y un primer estimado de la demanda de materiales para esta.

Tabla 2.7 Nuevas edificaciones a construir.

Nombre	Cantidad	Hormigón (m³)	Acero de refuerzo (ton)	Estructuras de acero (kg)
Subestaciones eléctricas	16	13540	1754.8	-
Sala de Control Central	1	2650	361.50	-
Sala de Control Virtual	1	960	138.600	-
Talleres(Instrumentación, Mecánica y Electricidad)	3	75000	950	-
Taller General	1	2500	350	-
Edificio Técnico.	1	950	125	-
Subestaciones Satelitales o Secundarias.	6	1500	150	-
Salas de Almacenamiento Satelital.	1	800	115	-
Salas de Instrumentación Satelital.	6	1500	150	-
Salas de Operadores de Satélite.	6	1500	150	-
Laboratorio.	1	2500	300	-
Sala de Telemetría de	1	30	3.6	5940

Capítulo II: "Descripción de la inversión."

Válvulas				
Sala de Control de Expedición de Producto	1	800	112	-
Sala de Control contra Incendios	1	1550	217	-
Estación de Bomberos.	1	1550	217	-
Edificio de Control de Acceso.	1	950	135	-
Cuarteles de Guardias	2	1140	159.6	-
Clínica	1	820	114.8	-
Casa de bombeo de Productos	1	80	9.6	33454
Cantidad total	22	110320	5513.5	39394

Estas demandas de materiales permiten a través de indicadores aceptados internacionalmente pronosticar los volúmenes de residuo que esta actividad producirá.

En la tabla 2.8 se exponen las nuevas plantas a construir en la expansión, el área a construir para su conclusión y la demanda estimada de materiales que plantearan.

Tabla 2.8 Nuevas plantas y facilidades auxiliares a construir.

Nombre	Área (m²)	Hormigón (m³)	Estructuras de acero (kg)	Acero de refuerzo (ton)
(VT1) Unidad de vacío #1	3645	3197	169568	312

Capítulo II: "Descripción de la inversión."

(AT29 Unidad de crudo #2 o Destilación Atmosférica 2, SGP Planta de Gas Saturado, y (VT2) Unidad de vacío # 2 o Destilación al vacío 2.	23500	3197	77304	785
(HCK) Hidrocraqueo alta presión.	275000	10289	399087	857
(MHC) Hidrocraqueo moderado.	18800	8633	423870	728
(NHT) Hidrotratamiento de nafta.	21150	4036	158381	308
(CCR) Reformador de Nafta.	16450	7247	306179	640
(CCU) Unidad de craqueo catalítico.	26250	15914	1023002	1213
(LSW) Unidad de Endulzamiento LPG y PNU Unidad de polinafta.	12100	7213	265400	770
(SMR) Reformación de vapor (kt/yH ₂) y PSA Absorción de oscilación de presión (kt/yH ₂).	13050	10309	859569	988
(GH 2) Hidrotratamiento de gas oil.	11000	4565	242358	389
(ISO) Isomerización.	6480	3841	130595	361
(SRU) Unidad de recuperación de azufre.	7680	7371	280369	654

Capítulo II: "Descripción de la inversión."

(SWS) 068 & 165 Unidades de despojamiento de aguas agrias.	4600	2341	174320	189
(GSU) Planta de amina.	2300	2544	31760	215
(DCU) Unidad de coker retardado.	26400	15890	70000	1354
(DWS) Unidad de agua potable & (FWS) agua contra incendio.	62400	1964	20000	139
(CWS) Sistema de agua de enfriamiento, la misma está enmarcada en el área de las unidades de agua potable & (FWS) agua contra incendio.		3771	20000	272
Sistema fleare.	35000	3429	20000	290
Unidad de agua cruda.	45600	2322	1000	163
(NGS) Sistema de nitrógeno.	4800	696	5000	44
Sistema de instrumentación & aire de servicio, la misma está enmarcada en el área del sistema de nitrógeno.		429	5000	27
Sistema de fuel gas & fuel oil.		271	5000	17
Tanques de campo.		14456	20000	1638

Interconexiones.		61804		12147
Cantidad total.		195729	4707762	24500

Conocer el estimado de la demanda de materiales permitirá tener una aproximación de los residuos que se generaran en su ejecución, que internacionalmente se asume como un 10 % de la demanda.

Para las edificaciones y plantas también se estima una cantidad de 30 000 m² de planchas de acero galvanizado para techos, y 20 000 km de tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD) y cloruro de polivinilo (PVC) para la construcción de los drenajes soterrados temporal y definitivo.

Como parte de la expansión se construirán otros objetos de obra que no se construirán sobre las terrazas explicadas, estos son los siguientes:

- Muelle de coque y azufre.
- Sistema para carga de coque en camiones.
- Muelle de recepción de crudo.
- Estación de rebombeo y oleoducto hasta la refinería para envío de crudo.

2.9.2. Desmontaje y demolición.

En la ejecución de la inversión la principal actividad de desmontaje y demolición se realizarán sobre las instalaciones de la empresa TRANSCUPET CENTRO.

La base de transporte especializado TRANSCUPET CENTRO se encuentra situada sobre la terraza 2, y está compuesta de cuatro áreas fundamentales:

1. Área de parqueo con capacidad para 90 equipos entre camiones rígidos, camiones plataformas y cuñas con sus pailas.
2. Nave de talleres de 90 m de largo por 36m de ancho, techado con cubierta ligera y compuesta por áreas de trabajo:
 - Área de reparación de neumáticos.
 - Área de compresores.
 - Capilla de pintura.
 - Área de soldadura y chapistería.
 - Área de reparaciones imprevistas.
 - Pañol.
 - Área de almacén.
 - Área de recuperación de piezas.
 - Taller de tornería.
 - Área de electricidad automotriz.
 - Área de mantenimiento.
 - Área de fregado.
 - Área de engrase.
 - Área de equipos paralizados.
 - Área de equipos terminados.
3. Nave de oficinas de mampostería con cubierta ligera de 60m de largo por 12m de ancho, que incluye además un comedor y parqueo techado también con cubierta ligera para automóviles ligeros.
4. Plataforma para parqueo de tránsito para el trabajo diario de los equipos.

Capítulo II: "Descripción de la inversión."

En las figuras 2.7 y 2.8 se muestran algunas de las áreas a demoler para la construcción de la terraza 2.



Figura 2.7 Parqueo a demoler.



Figura 2.8 Edificación y naves industriales a demoler.

En la tabla 2.10 se puede apreciar las actividades de desmontaje y demolición que se realizarán y el estimado de RCD que estas generaran.

Tabla 2.10 # Actividades de desmontaje.

No.	Descripción de Elementos a Demoler o Desmontar	U/M	Cantidad
1	Muros	m ³	280.00
2	Cimientos	m ²	332.00
3	Paredes de Pladur	m ²	258.00
4	Estructura Metálica	Ton	259.00
5	Hormigón	m ³	11481.00
6	Falso Techo	m ²	576.00
7	Carpintería	m ²	366.00
8	Equipos Tecnológicos	Ton	11.00
9	Electricidad	ml	6750.00
10	Cercado	ml	1400.00
11	Tejas Acanaladas en Cubierta y Paredes	m ²	6038.00
12	Acometidas de Acueducto	U	100
13	Conexiones de Tubería en Líneas	U	100
15	Tubería de Hierro Galvanizado hasta 25 mm (1")	ml	261

NOTA: En la realización de este desmontaje no se tiene previsto la generación de residuos peligrosos.

En la tabla 2.10 se puede apreciar que se generaran 12 000 m³ de residuos pétreos, que según el proyecto está previsto depositarlo en la escombrera.

También se producirán unas 300 t de chátara ferrosa que está previstos su traslado a la escombrera y posterior reciclaje por Materias Primas y más 336 m² de carpintería a los que no se le ha previsto destino.

De los otros residuos se destacan las 259 t de chatarra de acero procedente de las estructuras metálicas, la mayoría del resto de los residuos son inservibles de aprovecharse como materia prima.

2.10. Viales

En la ejecución de la inversión se necesita demoler un total de 2.5 km de viales pertenecientes a accesos interiores existente y parte de la Avenida Bolívar lo cual producirá una cantidad de desechos equivalentes a 1260 m³ de hormigón hidráulico y 1190 m³ de hormigón asfáltico.

En las figuras 2.9 y 2.10 se muestran algunos de los viales que será necesario demoler para realizar la construcción de las terrazas 2, 3 y 5.

Capítulo II: "Descripción de la inversión."



Figura 2.9 Vial a demoler.



Figura 2.10 Vial a demoler.

Para la construcción de las nuevas plantas, facilidades auxiliares y edificaciones será necesaria la construcción de nuevas vías de acceso y comunicación primarias y secundarias interiores de la futura expansión. Siendo imprescindible la construcción de 20 km de viales, que traerá consigo una demanda de 40 000 m³ de hormigón hidráulico, y 10000 m³ de hormigón asfáltico.

2.11. Desechos en área terrestre.

La ejecución de la inversión en el muelle de coke y azufre requiere una intensa actividad de dragado para asegurar el calado que se requiere, en la figura 2.11 se puede apreciar el área donde esta se realizará.

El material a extraer es calcáreo con pobre propiedades físicas. El volumen estimado esta en el orden de los 740 000 m³ lo que haría cuantiosos los gastos de arrojarlo mar afuera como es usual, en este caso se construirá un dique y se vestirá con relleno en el área que se puede apreciar en la figura 2.11



Figura 2.11 Zona de ubicación del dragado.

2.12. Conclusiones del Capítulo.

1. La expansión de la refinería duplica el área explotada llegando a las 621 ha.
2. El volumen total de tierra a excavar es de 2 302 044 m³.
3. De esta 972 574 m³ son reaprovechables como relleno técnico por sus propiedades.
4. La demanda de tierra para relleno técnico a tomar del préstamo esta en el orden de 2 603 410 m³.
5. La tierra no útil esta en el orden de 432 611 m³ de tierra vegetal y 1 399 438 m³ de tierra residual.

Capítulo II: "Descripción de la inversión."

6. Los residuos de la construcción y la demolición pétreos están en el orden de los 16 000 m³.
7. El consumo total estimado de combustible en el movimiento de tierra es de 5 227 922 l.
8. La emisión de CO₂ estimada en el movimiento de tierra es de 13 592 t.

CAPITULO III

Capítulo III. Propuesta de acciones de PML en la gestión de los RCD.

En el presente capítulo se hará un estudio del proyecto de movimiento de tierras y de generación de residuos descrito en el capítulo 2, aplicando conceptos de PML como la reducción de los residuos en su origen, la reutilización de estos dentro del proceso y su reciclado exterior.

3.1. Movimiento de tierra.

La aplicación del enfoque de PML al movimiento de tierra en la expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos está encaminada a los siguientes objetivos fundamentales.

- Reducir el volumen de tierra a excavar y trasegar en las terrazas.
- Reducir el volumen de tierra a tomar de la cantera en préstamo.
- Reducir el consumo de combustible y la emisión de CO₂ en el movimiento de tierra.
- Reducir el tiempo de explotación del equipamiento.
- Reducir el impacto ambiental residual que resultará del vertimiento de 1 942 871 m³ de tierra residual.

3.2. Propuestas de acciones de PML en el movimiento de tierra.

Propuesta de acciones de PML en el movimiento de tierra.

Del estudio del proyecto de movimiento de tierra surge una primera interrogante ¿será necesario remover la capa vegetal a una profundidad de 20 a 30cm como está previsto?

La interrogante surge del hecho de que la mayoría de las terrazas fueron objeto de movimiento de tierra en los años 80, específicamente la 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11 y 12.

Se realizó un estudio de la profundidad de la capa vegetal formada en los últimos 20 años y se comprobó que esta tiene muy poco espesor, por lo que se propone modificar el proyecto y sustituir la excavación y remoción de toda la capa vegetal a una profundidad de 20 a 30 cm por una escarificación de la capa superficial a 10 cm, que solo remueve la tierra para homogeneizarla y no requiere su remoción.

Una segunda incógnita surge del estudio del proyecto. ¿Todas las terrazas tienen iguales requerimientos técnicos? para darle respuesta se realizó un estudio en cada terraza a partir de objeto de obra que alojará, tal y como se expone en la tabla 2.1.

Del estudio se concluyó que las terrazas 10 y 13 previstas para la edificación de facilidades temporales, que estarán constituidas por oficinas, talleres ligeros, almacenes a cielo abierto, cocinas, comedores y áreas sociales, tienen requerimientos menores y aceptaban el uso de tierra clasificada como no técnicas.

Entre ambas terrazas se estimaba una demanda de tierra del préstamo de 805 000 m³, y se propone entonces utilizar para ese relleno la tierra sin propiedades técnicas proveniente de las otras terrazas que tenía previsto su disposición en la escombrera.

Esta medida reducirá notablemente la extracción de tierra de préstamo y el consumo de combustible y recorrido requerido para su

transportación. Además reduce el impacto ambiental resultante de la escombrera al reducir su envergadura.

Los 16 000 m³ de residuos pétreos provenientes de la demolición se utilizaron también en el relleno de estas terrazas.

En la tabla 3.1 se puede apreciar el balance de materiales del movimiento de tierra en la expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos, aplicando las medidas de PML propuestas.

Tabla # 3.1 Balance material en el movimiento de tierra. Escarificando la capa superficial y excavando la capa vegetal en las terrazas 9, 10, 11, 13 y 14.

	Tierra en excavación (m ³)		Tierra aprovechable en relleno (m ³)		Demanda de relleno (m ³)		Tierra residual (m ³)		
	Nat	Esp	Nat	Esp	Nat	Esp	Vegetal (nat)	No técnico (esp)	técnico (esp)
1	116460	142676	74980	93725	0	0	0	48951	0
2	213528	263493	44489	55611	0	0	0	64199	143683
3	143705	177332	3988	4985	0	0	0	53588	118759
4	Esta terraza no requiere movimiento de tierra								
5	Esta terraza no requiere movimiento de tierra								
6	25850	32313	5069	6336	25850	32312	0	25976	0
7	32322	33158	8265	10331	32322	40403	0	22826	0

8	96310	120388	30920	38650	96310	120388	0	81738	
9	619614	738557	320941	401176	0	0	132000	217911	119469
10	14562	14562	0	0	123350	154188	14562	0	0
11	156750	185175	137500	171875	22850	28563	43050	13300	0
13	313240	391550	0	0	521234	651543	122000	391550	0
14	11178	11178	0	0	12250	15312	11178	0	0
Σ	1390121	1678673	629052	786315	834156	1042709	322790	920039	381911

De la tabla se puede concluir que aplicando esta propuesta el volumen de tierra a excavar es de 1 390 121 m³ en estado natural y 1 678 673 m³ en estado esponjado, lo que representa una reducción del 29 % con respecto al proyecto.

El volumen de tierra aprovechable como relleno en estado natural es de 713 335 m³ y 891 669 m³ en estado esponjado, lo que representa una reducción del 12 % con respecto al proyecto.

La demanda total de relleno será de 1 042 709 m³ que representa una reducción del 15 % respecto al proyecto inicial, de ellos 805 731 m³ correspondientes a las terrazas 10 y 13 no deben cumplir con requisitos técnicos y se tomaron de lo proveniente de la excavación en las otras terrazas. La demanda de tierra con parámetros técnicos es de 236 978 m³, menos que la tierra con características técnicas que se deportará temporalmente en la escombrera que tendrá un volumen de 381 911 m³. Por lo que teóricamente no se requerirá el préstamo si se planifica adecuadamente el orden de ejecución de las terrazas.

El volumen de tierra que queda en la escombrera al final de la inversión será de 322 790 m³ de tierra vegetal, 114 308 m³ de tierra no técnica y 144 933 m³ de tierra con parámetros técnicos, lo que representa una reducción del 93 % con respecto a los 1 942 871 m³ que quedaban en el proyecto inicial.

En la tabla 3.2 se expone una comparación entre el balance de materiales del proyecto inicial y el balance de materiales introduciendo la medida de PML.

Tabla 3.2 comparación entre el balance de materiales según el proyecto original y el proyecto aplicando medidas de PML.

	Proyecto inicial (m³)	Proyecto con PML (m³)	Variación (%)
Tierra a excavar	1 935 182	1 678 673	-29
Tierra aprovechable como relleno técnico	891 669	786 315	-12
Demanda de relleno	1 215 720	1 042 709	-15
Demanda de relleno técnico	1 215 720	236 978	-81
Demanda de relleno no técnico	-	805 731	-
Demanda del material del	1 215 720	-	-

préstamo			
Tierra residual en la escombrera	1 942 871	322 790	-93

En la tabla 3.2 se pueden apreciar los resultados estimados de la aplicación de esta medida de PML, con la reducción 29% de la tierra a excavar, la cobertura a toda la demanda de tierra técnica y no técnica mediante la reutilización y la cancelación al menos en teoría de la necesidad del préstamo.

3.3. Estimación del consumo de combustible y el tiempo de trabajo en el movimiento de tierra.

La metodología a aplicar será la misma que se aplica en el capítulo 2.

3.3.1 Estimación del consumo de combustible en la transportación.

El consumo de combustible en el traslado de tierra a la escombrera se determina como:

El consumo de combustible en el traslado de tierra de la escombrera a las terrazas (Cte 1) se determina como:

Donde Vte1: volumen total de tierra a tomar de la escombrera

El consumo total de combustible en la transportación será:

Lo que representa una reducción del 32 % con respecto a la estimación del proyecto original.

El recorrido total pronosticado para los camiones será:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Esta cifra representa una reducción del 38 % con respecto al proyecto original.

3.3.2 Estimación del consumo de combustible de los bulldózer.

Si se aplican las medidas de PML todo el consumo de los bulldózer será en las terrazas.

Lo que representa una reducción del 92 % con respecto al proyecto original.

El tiempo de trabajo del bulldózer se estima como:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Lo que representa una reducción del 33 % con respecto al proyecto original.

3.3.3 Estimación del consumo de combustible y el tiempo de trabajo de los cargadores.

El consumo de combustible se estima en función del volumen total de tierra a cargar hacia la escombrera (V_{te}) y el volumen de tierra a cargar en esta (V_{te_1}) para trasladar a la obra.

El cálculo del tiempo de trabajo de los cargadores se calcula como:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} \quad \frac{\text{---}}{\text{---}} \quad \frac{\text{---}}{\text{---}} \quad \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Lo que representa una reducción del 20 % respecto al proyecto original.

Esta cifra representa una reducción del 20 % con respecto al proyecto original.

3.4 Estimación de la reducción de las emisiones de CO₂.

En la tabla 3.3 se comparan los estimados del consumo de combustible según el proyecto original y el proyecto introduciendo las acciones de PML.

Tabla 3.3 Comparación del consumo de combustible.

Equipo	Proyecto inicial (I)	Proyecto con PML (I)	Variación (%)
Camiones	3 335 766	2 285 470	-32
Bulldózer	890 932	430 937	-52
Cargadores	933 221	749 202	-20
Moto niveladoras	68 000	68 000	-
Total	5 227 919	3 533 609	-33

De la tabla se puede apreciar que con las acciones de PML propuestas hay un potencial de ahorro de combustible de un 33 %, con un total de 1 305 690 litros de combustible que no se utilizaron, lo que representa dejar de emitir 3 460 t de CO₂.

3.5. Residuos de Construcción y Demolición – RCD

Al objeto de poder disponer de un residuo de naturaleza inerte (fracciones pétreas y cerámicas), deben separarse los residuos que no tiene dicha consideración, tales como maderas, plásticos, metales, vidrios, mezclas bituminosas, así como los envases y en general todos los residuos que no son admitidos en los vertederos de inertes.

- **RCD** de distinta naturaleza.

Estos residuos por su composición se almacenarán dentro de la zona propuesta, para ser controlados los mismos y así evitar las malas prácticas realizadas actualmente en la refinería.

- **Pétrea:** Hormigón, restos de áridos, cortes de ladrillo, restos de mortero etc.

Tabla # 3.4 Resumen de cantidades de materiales de construcción que se está estimado sea desperdicio en la inversión.

Material	Cantidad
Hormigón (m ³)	30 604
Acero de estructuras (ton)	474 715
Acero de refuerzo (ton)	3 000

Acero galvanizado (m ²)	3 000
Tuberías de PEAD y PVC (m)	2 000

NOTA: Estas cantidades constituyen el 10 % de las cantidades totales propuestas a utilizar que fueron mostradas en el capítulo # 2 del presente trabajo, producto de que el 10 % es el % de desperdicio estimado por los proyectistas y propuesto en las guías de construcción para los materiales de construcción en la confección de proyectos civiles.

En caso del material sobrante de las hormigoneras así como para realizar la limpieza de estas se dispondrá de un área primeramente en la terraza # 10 producto de que en esta se construirán facilidades temporales y no requiere relleno con material con propiedades resistentes, cuando esta terraza llegue al nivel de proyecto se procederá a la limpieza de los camiones hormigoneras en la zona de almacenamiento propuesta, para que las mismas puedan efectuar la fregado del equipo depositando de forma desgranada los restos de hormigón, evitando así los pequeños depósitos de este material sobrante dentro de la inversión, pues esto constituye unas de las malas prácticas empleadas actualmente en la instalación, ver anexo # 2, así tendrán cuantificadas estas cantidades y almacenadas en la zona propuesta se podrían reutilizar en pequeñas cantidades en la confección de morteros de poca resistencia para ser usados en la obra.

- **No pétreo:** Vidrio, plástico, metal, papel y cartón, restos de cartón, yeso, etc.

Estos residuos se agruparan en la zona propuesta según las cantidades calculadas y mostradas en el capítulo # 2, para controlar los mismos

para que la empresa de Materias Prima pueda disponer de estos y así evitar las malas prácticas realizadas actualmente en la refinería.

Vidrio, plástico, papel y cartón: Se Coordinara con la empresa de materias primas con una antelación de 72 horas antes como mínimo, para que esta disponga de los desechos, sin que estos vayan hacia la zona de almacenaje. En caso de que esto no se pueda realizar se ubicarán en un área debidamente delimitada y techada en la zona propuesta para que la empresa de materias primas disponga de estos posteriormente.

Los metales en previa conciliación con esta empresa no irán al área propuesta sino que se trasportaran directamente hacia el patio de materias primas, evitando de esta forma la utilización de transporte hacia el área de almacenaje así como también la ocupación de la zona de depósito.

La madera se trasportará hacia la fábrica de ladrillos ubicada en Simpatía, lugar en el que se utilizará en los hornos para la fabricación de ladrillos cerámicos ahorrando a la misma el corte de leña y por consiguiente la afectación que esto produce al medio ambiente.

- Tabla # 3.5 Resumen de cantidades de materiales que se convertirán en desechos producto de demolición y que se serán trasladados al depósito.

No.	Descripción de Elementos a Demoler o Desmontar	U/M	Cantidad
1	Muros	m ³	420.00
2	Cimientos	m ²	498.00

3	Paredes de Pladur	m ²	258.00
4	Estructura Metálica	Ton	259.00
5	Hormigón	m ³	17222.00
6	Falso Techo	m ²	576.00
7	Carpintería	m ²	366.00
8	Equipos Tecnológico	Ton	11.38
9	Electricidad	ml	6750.00
10	Cercado	ml	1400.00
11	Tejas Acanaladas en Cubierta y Paredes	m ²	6038.00
12	Acometidas de Acueducto	U	100
13	Conexiones de Tubería en Líneas	U	100
15	Tubería de Hierro Galvanizado hasta 25 mm (1")	ml	261

A los elementos de hormigón para determinar su volumen se afectaron por el coeficiente de esponjamiento pertinente que se aplica en el caso de escombros. Estos elementos no podrán tener una dimensión mayor de 50 x 50 cm para así poder reutilizar los mismos en zonas de relleno de la terraza # 10, que también servirá de destino final de materiales producto de las excavaciones de las demás terrazas.

- **Residuos peligrosos:**

(En la ejecución de nuestro proyecto no se producirán residuos peligrosos.)

3.6. Medidas de prevención.

Estas medidas de prevención se aplican según:

- Condiciones de almacenamiento.

El área de ubicación de los residuos estará dividida por sectores para evitar la mezcla de diferentes tipos de residuos, habrá sectores para:

1. Hormigón
2. Ladrillos, tejas, cerámicos
3. Metales
4. Madera
5. Vidrio
6. Plásticos
7. Papel y cartón
8. Tierra producto de la excavación de la capa vegetal

En la Figura 3.1 se muestra la ubicación del área propuesta para el almacenamiento de los residuos producto del movimiento de tierra, construcción, montaje y desmontaje.

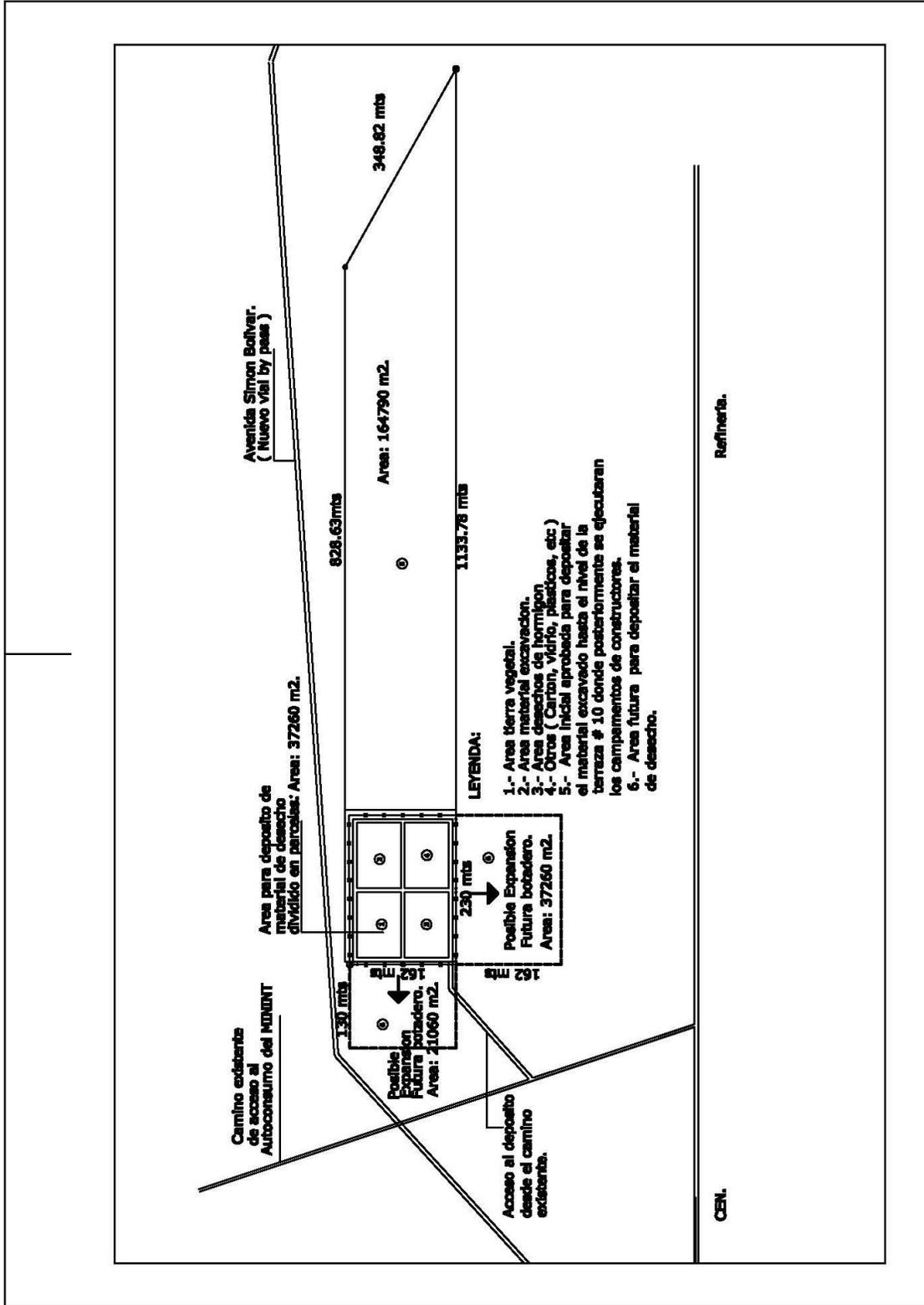


Figura 3.1 Ubicación del área propuesta para el almacenamiento de los residuos.

3.7. Conclusiones del Capítulo.

1. La aplicación de las acciones de PML en el movimiento de tierra de la Refinería Camilo Cienfuegos puede potencialmente reducir un 29 % el volumen de tierra a excavar.
2. La medida propuesta potencialmente puede reducir un 15 % la demanda de relleno y en un 81 % la de relleno con propiedades técnicas.
3. La aplicación de esta medida permite al menos teóricamente prescindir del préstamo o cantera.
4. La aplicación de esta medida de PML puede reducir el material que finalmente quede en la escombrera en un 93 %.
5. Con estas medidas se puede lograr potencialmente un ahorro de combustible del orden del 33 % con la consiguiente reducción de las emisiones de CO₂.
6. Estas medidas permitirían reducir el recorrido de los camiones un 38 % y el tiempo de explotación de los otros equipos en un 30 %.

CONCLUSIONES GENERALES

CONCLUSIONES GENERALES

1. Es factible la aplicación del enfoque de PML al movimiento de tierra de la expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos.
2. La aplicación de las medidas propuestas puede reducir en 257 000 m³ la tierra a excavar, en casi 1 000 000 de m³ la demanda de relleno técnico y evitar la necesidad de un préstamo.
3. Los residuos que finalmente quedan en la escombrera se pueden reducir en 1 600 000 m³.
4. La aplicación de estas medidas puede ahorrar más del 30 % del combustible requerido para el movimiento de tierra y un 30 % del tiempo de explotación de los equipos.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

1. Introducir la medida propuesta en el proyecto de movimiento de tierra de la expansión de la Refinería Camilo Cienfuegos.
2. Realizar los cálculos detallados que se requieran cuando el proyecto continúe su avance.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Acuña, G. (2000). Gestión ambientalmente adecuada de residuos urbanos en América Latina: un enfoque de política Integral. Retrieved from http://www.eclac.org/publicaciones/xml/5/9835/lcl1548e_2.pdf
- 2- Aguilar, A. Reciclado de Materiales de la Construcción. Retrieved from <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/aconst1.html>
- 3- Albert, C., & Albert, S. (2007). *Reutilización y Reciclaje de los Residuos del sector de La Construcción*. España.
- 4- Amores, J. C. (1999). *Procesamiento y reciclaje de productos y materiales pétreos de la construcción*. Unpublished Trabajo de Diploma, Universidad "Martha Abreus", Santa Clara, Cuba.
- 5- Flores, C. B. (2009). *La problemática de los desechos sólidos*. (XXXIV ed. Vol. 27): Economía.
- 6- Cadalso, F. (1992). La gestión de los residuos sólidos en la comunidad de Madrid. *Revista Economía y Sociedad*.
- 7- H., K. C. (1994). Programa para la corrección de deposiciones y reciclaje de residuos en Belo Horizonte.
- 8- Europea., C. (2000). *DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 3 de mayo de 2000 que sustituye a la Decisión 94/3/CE por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1*

- de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos y a la Decisión 94/904/CE del Consejo por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE del Consejo relativa a los residuos peligrosos.* Retrieved from <http://www.gestion-ambiental.com/norma/ley/300D0532.htm>.
- 9- Ramírez, J. M. C. (2007). Guía para el manejo de residuos sólidos generados en la industria de la construcción. . Unpublished Tesis de Maestría, Universidad de las Américas Puebla. Escuela de Ingeniería y Ciencias Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.
- 10- Cruz, E. R. (2000). *Participación Social en Programa de Reciclaje*. Unpublished Maestría de Gestión Ambiental. Modulo 5: Gestión, Organización y Participación Social.
- 11- Directiva del Consejo 75/442/CEE, de 15 de julio de 1975, relativa a los residuos (con las modificaciones de la Directiva del Consejo 91/156/CEE, de 18 de marzo de 1991) (DOCE núm. L 194, de 27 de julio de 1975, y núm. L 78, de 26 de marzo de 1991).
- 12- Echarri, L. (2008). "Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente.". Retrieved from <http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologiaHipertexto/13Residu/100Resid.htm>
- 13- *El Medio ambiente en Europa: segunda evaluación.*: European Environment Agency

Referencias Bibliográficas

- 14- Eric, K. (2006). Producción de Residuos de Construcción y Reciclaje. *Residuos*.
- 15- Colomina, A. F., & Osuna, M. S. (2007). Guía para la Gestión Integral de los Desechos Sólidos Urbanos. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Retrieved from <http://www.unido.org/fileadmin/import/72852GuaGestinIntegraldeRSU.pdf>
- 16- Sallan, L. F., & J. G. N. (1996). Gestión del medioambiente urbano. Residuos que se generan en la actividad de la construcción.
- 17- Garrison, J. L. Camino al reciclaje. VI Conferencia Internacional de Ciencias Empresariales del 16 al 18 de Octubre. Universidad "Martha Abreus".
- 18- GLINKA, M. Estrategias de reciclaje y reutilización de residuos sólidos de construcción y demolición., pág. 5. Retrieved from <http://arq.unne.edu.ar/publicaciones/comunicaciones06/ponencias/glinka-pilar-vedoya.pdf>
- 19-Delgado, M. G. (1995). El estudio de los residuos: definiciones, tipologías, gestión y tratamiento.pp. 21-42).
- 20-GUÍA MODELO PARA REALIZAR UN PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS de Construcción y Demolición (RCD). Retrieved from www.ventanilla-ambiental.com/.../rcds/guia_modelo_plan_gestion_rcd.doc

Referencias Bibliográficas

- 21-Cisneros, B. J. (2002). La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada.
- 22-Justafre, Y. (2009). *La conformación de una base teórico jurídica para legislar sobre el manejo integrado de zonas costeras en Cuba. Estudio bahía de Cienfuegos*. Unpublished Tesis de Maestría, Universidad Carlos R. Rodríguez, Cienfuegos, Cuba.
- 23- LEY 10/1998 de Residuos. (1998).
- 24- Ley No. 81 "Ley del Medio Ambiente" (1997).
- 25-Lineamientos de la política económica y social de la Revolución y el partido (2011).
- 26-F. Lund, H. (1996). Manual McGraw Hill de Reciclaje. In M. Hill (Eds.)
- 27-P., M. L., & Dorrego, F. Perspectivas e investigaciones de áridos reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición. Retrieved from <http://www.arquitectura-tecnica.com/BIA7.htm>
- 28-A., B. M. Análisis de los componentes en hormigones preparados con áridos reciclados. Retrieved from <http://www.minas.upm.es/catedra-anefa/Consultas/ASTUDILLO-Beatriz-IV-IBERMAC.pdf>
- 29- D., I. M. (1997). *Construcción de maquinaria para el reciclaje*. Unpublished Tesis de doctorado, Universidad "Martha Abreus", Santa Clara, Cuba.

- 30-Álvarez, M. M. (1999). Procesamiento y reciclaje de residuos de demolición. Segundo Simposio Internacional de Estructuras Geotecnia y Materiales de Construcción. Santa Clara, Cuba.
- 31-Mercante, I. (2007). Caracterización de residuos de la construcción. Aplicación de los índices de generación a la gestión ambiental. *Revista Científica de la Universidad de Ciencias Empresariales y sociales.*, Vol. XI N° 2.
- 32- M, B. N., D, R. K., & Timer, J. (2000). Reciclaje y Reutilización de Materiales Residuales de Construcción y demolición. Available from <http://arandu.org.ar/pub/ciencytecnica2000klees.pdf>
- 33- Pérez, S., Hernandez, R. A., Morabito, C., & Brunori, C. (2004). Evaluación de la distribución de metales en los sedimentos superficiales de la bahía de Cienfuegos. *Revista de Investigaciones Pesqueras.*
- 34-Plan Director de residuos Sólidos de Montevideo y Área Metropolitana. (2008). In F. Association. (Eds.) (Vol. TOMO VI: Residuos de Obras Civiles.
- 35-*Prospectiva Medioambiental de la OCDE para el 2030. Resumen en español.* (2008).
- 36-Quebaud, M. (1996). *Caracterización de granulados reciclados.* Unpublished Tesis Doctoral, Universidad de Artois, Francia.
- 37-Rueda, M. E. Gestión de residuos de la construcción y demolición. In I. Editorial. (Eds.), Euformación Consultores

- 38-Secretariado de Manejo del Medio Ambiente para América Latina y el Caribe. Alternativas de gestión de residuos sólidos industriales de la ciudad de Montevideo. (2000). pág. 105
- 39-Suárez, M. (2006). Estudio de hormigones con residuos de ladrillera y demolición. Retrieved from <http://www.frlp.utn.edu.ar/lemac/Publicaciones/Del%202006/INCLUSION%20DE%20RESIDUOSNUEVOS%20MATERIALES/02%20%20SANTA%20FE%20Hormigon%20reciclado%20de%20ladrillera.pdf>
- 40-Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Madrid, S. V. (1994). Gestión Integral de Desechos Sólidos. . In E. M. Hill (Eds.)
- 41-Tenza, F. La problemática de los residuos en el sector de la construcción. . Retrieved from <http://www.icce.es/articulo04.htm>
- 42-EPA,U.S.(1998). "*Characterization of Building. Related construction and demolition debris in the United States*".
- 43-Vanderley, M. J. (2000). Reciclagem de residuos da construcao. Seminario sobre residuos sólidos Urbanos.

ANEXOS.

ANEXOS.

ANEXO I

*www.ventanilla-
ambiental.com/.../rcds/guia_modelo_plan_gestion_rcd.doc*

**GUÍA MODELO PARA REALIZAR UN PLAN DE
GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y
DEMOLICIÓN (RCD)**

***Se describe en negrita y cursiva lo específico de la obra que se
ha de cumplimentar***

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA
3. IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LAS CANTIDADES A GENERAR DE CADA RESIDUO Y TRATAMIENTO
4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN
5. OPERACIONES DE VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN
6. GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS
7. ACCIONES DE FORMACIÓN Y DE COMUNICACIÓN AL PERSONAL Y EMPRESAS QUE INTERVIENEN EN LA OBRA
8. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS
9. PLANO DE SITUACIÓN DE LA ZONA DE ALMACENAMIENTO Y DEL ECOPUNTO
10. MEDIDAS ADOPTADAS PARA LA SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA GESTIÓN EN OBRA DE RCD

ANEXO 1 –FRACCIONES DE RCD´S

ANEXO 2 – COSTES DE GESTIÓN DE RESIDUOS

INTRODUCCIÓN

El presente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición tiene por objeto concretar las condiciones que se aplicarán para la gestión de los residuos de construcción y demolición (en lo sucesivo RCD) generados durante la ejecución de la obra: teniendo en cuenta lo previsto en el Estudio de Gestión de RCD incluido en el proyecto redactado por D..... y según licencia N°..... (Eliminar para obras públicas), conforme a lo establecido en la legislación vigente.

Con el presente Plan se da cumplimiento a los requisitos establecidos en la normativa vigente y, en particular las siguientes normas ordenadas según su rango:

ESTATAL

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de RCD (BOE N° 38, de 13-02-08)

AUTOMÓMICA

Castilla y León

- Decreto 54/2008, de 17 de julio, por el que se aprueba el Plan Regional de Ámbito Sectorial de Residuos de Construcción y Demolición de Castilla y León (2008-2010). BOCyL de 23 de julio de 2008 Suplemento al Núm.141.

LOCAL

- Ordenanza Municipal.....

Incluir la normativa de la Comunidad Autónoma donde se esté trabajando y la local, si fuese de aplicación.

2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Realizar una breve descripción de la obra.

Describir la obra por fases con el fin de identificar en que momento se generarán los residuos

3. IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LAS CANTIDADES A GENERAR DE CADA RESIDUO Y TRATAMIENTO AL QUE SERÁN SOMETIDOS

Se define como Residuo de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de "Residuo" incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.

Los residuos de construcción y demolición se clasifican en:

- Residuos de construcción y demolición de **Nivel I**: Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de la excavación.
- Residuos de construcción y demolición de **Nivel II**: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria

y de la implantación de servicios (abastecimiento y saneamiento, telecomunicaciones, suministro eléctrico, gasificación y otros).

Los residuos de demolición y construcción que se generan en la obra los clasificaremos es los siguientes tipos:

- **TIERRAS y MATERIALES PÉTREOS** no contaminados. Procedentes de los trabajos de movimiento de tierras.
- **RCD** de distinta naturaleza:
 - Pétreo: hormigón, restos de áridos, cortes de ladrillo, restos de mortero etc.
 - No pétreo: Vidrio, plástico, metal, Papel y cartón, restos de cartón-yeso, etc.
- **RESIDUOS PELIGROSOS**

(Hay que identificar los residuos peligrosos que se van a generar en obra, realizando un inventario de los mismos por código L.E.R.)

- **OTROS RESIDUOS**

(Con regulación específica, como amianto, biosanitarios, electrónicos,....)

Tomando como punto de partida lo indicado en el Estudio de Gestión de RCD del proyecto, en el Anexo 1 se identifican los residuos que se van a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero.

El volumen de tierras se extrae directamente de los datos y previsiones de proyecto.

Por su parte las cantidades de fracciones de RCD se han estimado tomando como referencia los datos del Estudio de Gestión de Residuos del proyecto y los ratios de generación propia (ver Anexo 2), y las características propias de la obra. La estimación se realiza por metro cuadrado de construcción.

Para la descomposición de las fracciones, se han tomado como base los datos que figuran en el documento de referencia

- Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (Capítulo 12), o
- así como a las características propias de la obra atendiendo a sus acabados y sistemas de ejecución.

Los pesos y volúmenes considerados en función de la tipología de residuo, se incluyen en el Anexo 1.

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Especificar medidas de prevención que se aplican según los

- ***Criterios de compra***
- ***Condiciones de almacenamiento***

5. OPERACIONES DE VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN

Tierras excedentes de excavación

Se procurará localizar algún emplazamiento para el aprovechamiento de las mismas, pudiendo ser:

- reutilizadas:
 - en la obra,
 - en otra obra,
 - en acondicionamiento o relleno,
 - en restauración de áreas degradadas

Las tierras, que no puedan ser reutilizadas en la misma obra, serán retiradas por un transportista debidamente registrado o autorizado, según lo establecido por la Comunidad Autónoma.

Se puede dar la circunstancia que previamente puedan ser depositadas en:

- una planta de transferencia o
- un almacenamiento temporal, que permita su futura reutilización (Bolsa de tierras).

En caso contrario, cuando no puedan ser reutilizadas, serán eliminadas en depósito controlado o vertedero autorizado.

Residuos de Construcción y Demolición – RCD

Al objeto de poder disponer de un residuo de naturaleza inerte (fracciones pétreas y cerámicas), deben separarse los residuos que no tiene dicha consideración, tales como maderas, plásticos, metales, vidrios, mezclas bituminosas, así como los envases y en general todos los residuos que no son admitidos en los vertederos de inertes, de acuerdo con las posibilidades de gestión existentes en la zona.

Especial atención se prestará a la separación de los residuos que tengan la consideración de peligrosos que serán depositados en el "Punto Limpio" habilitado a tal efecto.

Según establece el artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80 t
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 t
Metales	2 t
Madera	1 t
Vidrio	1 t
Plásticos	0,5 t
Papel y cartón	0,5 t

Especificar las fracciones de RCD que se van a superar en la obra y cómo se segregarla y almacenara incluyendo los planos, como se va a efectuar la recogida y transporte, y cómo vas a certificar la gestión realizada de los RCD´s

Por otro lado, se tiene que describir si se va a valorizar mediante reciclaje los RCD

6. GESTIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

Una adecuada gestión de los Residuos Peligrosos supone llevar a cabo una segregación, envasado, etiquetado y almacenamiento correctos dentro de las propias instalaciones donde se generan.

Posteriormente, una vez completos los recipientes (bidones, etc.) y siempre antes de superar los seis meses de almacenamiento, se entregarán al gestor autorizado.

Son obligaciones de los productores de residuos peligrosos:

- No mezclar los residuos peligrosos
- Envasar y etiquetar los recipientes que contengan residuos peligrosos
- Llevar un registro, en el libro que entrega la Comunidad Autónoma, de los residuos peligrosos producidos
- Suministrar a las empresas autorizadas para llevar a cabo la gestión de residuos, la información necesaria para su adecuado tratamiento y eliminación
- Informar inmediatamente a la Administración, en caso de cualquier incidente (desaparición, pérdida o escape de residuos peligrosos)

Segregación y Envasado

- Es obligación del productor de residuos peligrosos separar adecuadamente y no mezclar o diluir los residuos peligrosos entre sí, ni con otros que no sean peligrosos.
- Se evitarán particularmente aquellas mezclas que supongan un aumento de su peligrosidad o dificulten su gestión. Todo ello con el fin de no multiplicar los efectos nocivos sobre la salud humana

y el medio ambiente y reducir el gravamen económico que conllevaría para el productor.

- Los envases y sus cierres estarán concebidos y realizados de forma que se evita cualquier pérdida de su contenido.
- Estarán contruidos con materiales no susceptibles de ser atacados por el contenido, ni de formar con éste combinaciones peligrosas.
- Los recipientes y sus cierres serán sólidos y resistentes para responder con seguridad a las manipulaciones necesarias.
- Se mantendrán en buenas condiciones, sin defectos estructurales y sin fugas aparentes.
- Los residuos se envasarán evitando las mezclas con otros residuos de distinto tipo.
- El envasado y almacenamiento de los residuos peligrosos se realizará de forma que evite la generación de calor, explosiones, igniciones, reacciones que conlleven la formación de sustancias tóxicas o cualquier efecto que aumente la peligrosidad o dificulte la gestión de los residuos.

Etiquetado

- Los recipientes que contengan residuos peligrosos se etiquetarán de forma clara, legible e indeleble, con una etiqueta de tamaño mínimo 10 x10 cm firmemente fijada al envase.
- En esta etiqueta debe figurar:
 - Código de identificación de los residuos que contiene el recipiente
 - Naturaleza de los riesgos que presentan los residuos (pictogramas)

Anexos

- Nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos
- Fecha de envasado

Registro

Quien genera residuos peligrosos está obligado a llevar un registro de los mismos con los siguientes datos:

- Origen de los residuos
- Cantidad, naturaleza y código de identificación
- Fecha y descripción de los pretratamientos realizados, en su caso
- Fecha de inicio y finalización del almacenamiento temporal
- Fecha de cesión de los mismos
- Matrícula del vehículo que ha realizado la retirada y transporte de los residuos
- Código del gestor autorizado

Almacenamiento

El centro de trabajo dispondrá de zonas acondicionadas (PUNTOS LIMPIOS), señalizadas y delimitadas para el almacenamiento de RP de modo que evite la transmisión de contaminación a otros medios.

Punto limpio

- Los Puntos Limpios se ubicarán en lugares accesibles para facilitar la posterior retirada de los residuos por parte del transportista/gestor autorizado.

- No se instalarán sobre el terreno natural, procurando aprovechar superficies existentes pavimentadas (aglomerado, hormigón, etc.).
- Periódicamente se comprobará el estado y situación del Punto Limpio, en lo relativo a:
 - Estado de las Etiquetas de Identificación. En caso de estar deterioradas, se procederá a su renovación.
 - Correcta segregación de los residuos peligrosos almacenados. En caso de detectarse deficiencias en la segregación, se procederá a su corrección.

Entrega a Gestor Autorizado

La entrega de los residuos peligrosos debe realizarse siempre al Gestor Autorizado por la Comunidad Autónoma, con lo que tendremos garantizado el cumplimiento de la ley y la protección del medio ambiente.

Como paso previo, se contactará con el gestor para solicitarle la aceptación de los residuos. La forma más habitual y cómoda es que sea el propio gestor el que pase por el centro de trabajo para cumplimentar el "**Documento de Solicitud de Admisión de Residuos Industriales**", documento reglamentario establecido por el R.D. 833/1988. Posteriormente, recibiremos del gestor el "**Documento de Aceptación de Residuos Industriales para su gestión**", documento reglamentario establecido por el R.D. 833/1988.

La retirada de los residuos del centro de trabajo la realizará el gestor autorizado, bien por medios propios o por empresa subcontratada por

él, para el envío a las instalaciones del gestor. En ambos casos, el transportista deberá estar inscrito en el correspondiente Registro de la Comunidad Autónoma.

De ambas autorizaciones (Gestor y Transportista) se deberá disponer de una copia en el centro de trabajo.

Se deberá comprobar que los vehículos, que realizan la retirada de los residuos, están debidamente autorizados y que son los que figuran en la autorización de Transportista/Gestor emitida por la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma. La matrícula del vehículo que realice la retirada de los residuos se incluirá en el Libro de Registro de Residuos Peligrosos.

Sólo se pueden entregar los residuos al Gestor, una vez que se tenga el **Documento de Aceptación** de los mismos y cuando se haya **notificado previamente** a la Consejería de Medio Ambiente **el traslado** (10 días de antelación), habitualmente éste último proceso lo realiza el gestor, en nuestro nombre.

Documentación relativa a la transferencia de titularidad

- La Ley 10/1998 expresa que, en lo relativo a la responsabilidad administrativa y el régimen sancionador, los residuos tendrán siempre un titular responsable, cualidad que corresponderá al productor, poseedor o gestor de los mismos.
- La transferencia de titularidad del productor al gestor debe quedar documentada, para lo cual se utilizan los "**Documentos de Control y Seguimiento**" o los "**Justificantes de Entrega**"

debidamente cumplimentados. Estos documentos se deben conservar durante al menos cinco años. (R.D. 833/1988).

- La entrega se anota en el **Libro de Registro**.

Obligaciones documentales

- Conservar la **Solicitud de Aceptación** de residuos y los **Documentos de Aceptación** de residuos, durante al menos cinco años
- Conservar los **Documentos de Control y Seguimiento** y los **Justificantes de Entrega** de los residuos, durante al menos cinco años
- Mantener actualizado el **Libro de Registro**

7. ACCIONES DE FORMACIÓN Y DE COMUNICACIÓN AL PERSONAL Y EMPRESAS QUE INTERVIENEN EN LA OBRA

Hay que impartir formación suficiente para que el personal conozca la correcta gestión de cada uno de los residuos generados en la obra.

Describir que acciones formativas se van a impartir.

8. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

En este apartado se detallan las prescripciones técnicas que tienen por objeto:

1. Reducir (prevenir) los volúmenes de producción de residuos de la obra, siguiendo los criterios de prioridad establecidos anteriormente.

2. Establecer las condiciones de manipulación y almacenamiento de productos, materiales de construcción y residuos.

Condiciones de aprovisionamiento y almacenamiento de productos y materiales de construcción.

Para el almacenamiento, tanto de las materias primas que llegan a la obra como de los residuos que se generan y su gestión, se determinan una serie de prescripciones técnicas con el objetivo de reducir los residuos generados o los materiales sobrantes.

Prescripciones técnicas para la compra y aprovisionamiento de las materias primas:

- Comprar la mínima cantidad de productos auxiliares (pinturas, disolventes, grasas, etc.) en envases retornables de mayor tamaño posible.
- Inspeccionar los materiales comprados antes de su aceptación.
- Comprar los materiales y productos auxiliares a partir de criterios ecológicos.
- Utilizar los productos por su antigüedad a partir de la fecha de caducidad.
- Limpiar la maquinaria y los distintos equipos con productos químicos de menor agresividad ambiental (los envases de productos químicos tóxicos hay que tratarlos como residuos peligrosos).
- Evitar fugas y derrames de los productos peligrosos manteniendo los envases correctamente cerrados y almacenados.
- Adquirir equipos nuevos respetuosos con el medio ambiente.

Prescripciones técnicas para el almacenamiento de las materias primas:

- Informar al personal sobre las normas de seguridad existentes (o elaborar nuevas en caso necesario), la peligrosidad, manipulado, transporte y correcto almacenamiento de las sustancias.
- Prevenir las fugas de sustancias peligrosas instalando cubetos o bandejas de retención con el fin de minimizar los residuos peligrosos.
- Correcto almacenamiento de los productos (separar los peligrosos del resto y los líquidos combustibles o inflamables en recipientes adecuados depositados en recipientes o recintos destinados a ese fin).
- Establecer en los lugares de trabajo, áreas de almacenamiento de materiales; estas zonas estarán alejadas de otras destinadas para el acopio de residuos y alejadas de la circulación.

Prescripciones técnicas relativas a la manipulación de residuos

Los residuos generados serán entregados a un gestor autorizado; hasta ese momento, dichos residuos se mantendrán en unas condiciones adecuadas en cuanto a seguridad e higiene.

Prescripciones técnicas relativas a la posesión de residuos no peligrosos:

- Evitar la eliminación de residuos en caso de poder reutilizarlos en obra o reciclarlos.

- Aportar la información requerida por la Consejería competente de la Comunidad de Castilla y León.

Prescripciones técnicas para la gestión de residuos peligrosos:

- Dichos residuos se generarán y almacenarán correctamente y en ningún caso se mezclarán para no dificultar su gestión ni aumentar la peligrosidad de los mismos.
- Los recipientes contenedores de los mismos se etiquetarán y envasarán adecuadamente.
- Se llevará un registro de los residuos peligrosos producidos y su destino.

Medidas a aplicar en la gestión del destino final de los residuos:

- Con el fin de controlar los movimientos de los residuos, se llevará un registro de los residuos almacenados así como de su transporte, bien mediante el albarán de entrega al vertedero o gestor (contendrá el tipo de residuo, la cantidad y el destino).
- Comprobación periódica de la correcta gestión de los residuos.

Hay que describir exactamente las prescripciones técnicas que se aplicarán a la obra

9. PLANO DE SITUACIÓN DE LA ZONA DE ALMACENAMIENTO Y DEL PUNTO LIMPIO

Hay que adjuntar mediante plano, la ubicación exacta de las zonas de almacenamiento y punto limpio.

10. MEDIDAS ADOPTADAS PARA LA SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA GESTIÓN EN OBRA DE RCD

Entre las medidas que se adoptarán para la supervisión y seguimiento de la gestión en obra de RCD, se destacan:

- La existencia de una organización en obra que garantice la segregación en fracciones de los distintos RCD, almacenados temporalmente en la obra, en óptimas condiciones de orden y limpieza. Para ello se dotará a la obra de personal que hará la labor de control, vigilancia y separación. Estas personas recibirán la correspondiente información y formación al respecto.
- Concienciación a todo el personal de obra de sus obligaciones y funciones en la correcta gestión de los RCD.
- Contratación de Gestores y Transportistas autorizados teniendo siempre a disposición del productor de RCD las evidencias documentales.
- Seguimiento de las evidencias documentales de las entradas de los RCD, en las instalaciones autorizadas a tal fin. Para ello se verificará que en los Ticket de entrada a planta de tratamiento figure:
 - Cliente
 - Obra
 - Fecha y hora
 - Código LER del residuo.
 - Cantidad (volumen y peso)
 - Nombre de la instalación

ANEXO 1: FRACCIONES DE RCD ´s: ***adjuntar las tablas de los residuos que vas a generar***

ANEXO 2: COSTES DE GESTIÓN DE RESIDUOS: ***adjuntar los costes de gestión por RCD ´s***