



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA
PARA EL MANEJO DE RESIDUOS
SÓLIDOS GENERADOS EN LA
FASE DE CONSTRUCCIÓN DE
OBRAS CIVILES**

Autores:

Alirio Antonio Morillo Capodicasa
Gabriela Del Carmen Martínez Sarria

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO
DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE
CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO CIVIL

Autores:

Alirio Antonio Morillo Capodicasa

CI: 28.317.326

Gabriela Del Carmen Martínez Sarria

CI: 29.882.900

Tutor:

Ing. Luis Francisco Rodríguez López

CI: 15.148.806

San Diego, mayo de 2022



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES.

Realizado por el (la) Br. Alicio Antonio Morillo Capodicasa.

C.I. N° 28.317.326 cursante de la carrera de Ingeniería Civil

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

[Firma]
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Leis T. Rodríguez
C.I.: 15.148.806

[Firma]
Jurado
Nombre: Ana Avendaño
C.I.: 7.187.788

[Firma]
Jurado
Nombre: Nameth Guerra
C.I.: 17315926

Fecha: 13/10/2022

[Firma]





UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES.

Realizado por el (la) Br. Gabriela Del Carmen Martínez Sarcia,
C.I. N° 29.882.900 cursante de la carrera de Ingeniería Civil.

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral,
considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

Luis F. Rodríguez
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Luis F. Rodríguez
C.I.: 15142806

Ana Avendaño
Jurado
Nombre: Ana Avendaño
C.I.: 7.187.788

Rosario Figueroa
Jurado
Nombre: Rosario Figueroa
C.I.: 17315976

Fecha: 13 / 10 / 2022

[Signature]





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Luis Francisco Rodríguez López, portador de la cédula de identidad N° 15.148.806, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Alirio Antonio Morillo Capodicasa, portador de la cédula de identidad N° 28.317.326, y Gabriela Del Carmen Martínez Sarria, portador de la cédula de identidad N° 29.882.900, titulado **"PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES."**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los tres días del mes de octubre del año dos mil veintidós.

Ing. Luis Francisco Rodríguez López

C.I: 15.148.806

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI L 010 2022-2CR TG

Valencia, 08 de junio de 2022

Ciudadanos:
MARTINEZ SARRIA, GABRIELA DEL CARMEN
29.882.900
MORILLO CAPODICASA, ALIRIO ANTONIO
28.317.326
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 6-2022 de fecha 12/05/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Propuesta de una referencia técnica para el manejo de residuos sólidos generados en la fase de construcción de obras civiles.

Presentado por ustedes como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Se ratifica la designación del Tutor Académico que los asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Luis Francisco Rodríguez López, titular de la cédula de identidad V- 15.148.806



Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano de Ingeniería

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecerle principalmente a *Dios* y al *Universo*, por darnos la gracia de la vida, por permitirnos alcanzar una de nuestras metas más anheladas, por brindarnos la fortaleza para superar cualquier obstáculo que se nos ha presentado y por habernos dado la oportunidad de formarnos como profesionales de la Ingeniería Civil.

A nuestros *padres* y *hermanos*, por apoyarnos incondicionalmente durante la elaboración del presente Trabajo de Grado.

Al *Ingeniero Luis Rodríguez*, por haber tomado el rol de nuestro tutor durante la elaboración del presente Trabajo de Grado, por toda la ayuda y consejos brindados, y haber sido pieza fundamental para nuestro desarrollo como Ingenieros, pues siempre le estaremos agradecidos por confiar en nosotros como futuros profesionales.

A la *Ingeniero Emerly Castillo*, por apoyarnos y brindarnos su asesoría para la elaboración del Presente Trabajo de Grado, por motivarnos a seguir adelante cuando más lo necesitábamos y poder alcanzar este logro con éxito.

Al *Ingeniero Manuel Figueira*, quien ha sido nuestro profesor a lo largo de nuestro trayecto del pregrado, por compartirnos sus conocimientos y alentarnos en la realización del Presente Trabajo de Grado, sin duda ha sido pieza clave para nuestro desarrollo profesional y por eso le damos las gracias.

A la *Doctora Milbet Rodríguez*, por compartirnos sus conocimientos de metodología de la investigación, lo cual fue de gran ayuda para la ejecución del Trabajo de Grado.

A nuestros compañeros de la *Promoción XXXV de Ingeniería Civil* de la *Universidad José Antonio Páez*, por todos los grandes momentos compartidos y por acompañarnos durante esta experiencia.

Finalmente, le damos las gracias a todo profesor que formó parte de nuestro trayecto de pregrado, por habernos compartido sus conocimientos y formarnos como profesionales, sin ustedes este logro no hubiera sido posible.

¡Mucha Gracias!

Alirio Antonio Morillo Capodicasa
Gabriela Del Carmen Martínez Sarria

DEDICATORIA

Quiero dedicarle mi trabajo de grado a *Dios*, como agradecimiento por la grandiosa vida que me regaló y que me permite seguir viviéndola con dicha, salud, éxito y prosperidad.

A *mi persona*, como demostración de que soy capaz de lograr lo que me proponga a pesar de los obstáculos que se presenten.

A *mi familia*, especialmente a mis padres, *Alirio Antonio Morillo Martínez* y *Rosana Gabriela Capodicasa de Morillo*, y mis hermanos, *Antonio José Morillo Capodicasa* y *Felipe Morillo Capodicasa*, les dedico este logro por ser lo mejor tengo en la vida, por apoyarme incondicionalmente y por siempre estar conmigo en todo momento.

A mi compañera y gran amiga *Gabriela Martínez*, con la que he formado equipo desde el inicio de la carrera, me ha brindado su apoyo desde entonces, y he vivido gratos momentos con ella. Quiero darle las gracias por acompañarme en la culminación de esta etapa, sin ti este logro no hubiera sido posible. Estoy orgulloso de nosotros.

A mis mejores amigos, *Nicola Daher* y *Francisco Conventi*, por toda la amistad y momentos que hemos vivido, pues a pesar de no compartir sangre, los considero mis hermanos.

A mi profesor y amigo, el *Ingeniero Gustavo Morales*, por todas sus enseñanzas a lo largo de mi trayecto profesional, por confiar en mí y brindarme su ayuda.

A la familia *Cortez Castellano*, quienes me acompañaron y apoyaron desde el inicio de mi carrera profesional, siempre les estaré agradecido por todo, y por eso les dedico también este logro.

A mis compañeros y amigos, *Miguel Iafaioli*, *Fernando Colmenares*, *María La Veglia*, *Ana García*, *Francisco Sosa* y *Moisés Manríquez*, quienes me han acompañado en esta experiencia, me han brindado su apoyo y con quienes he vivido los mejores momentos de la universidad.

Finalmente, quiero dedicarle este logro a la memoria de mis abuelos, *Alirio Morillo*, *Hermenegilda Martínez* y *Remigia Martínez*.

Alirio Antonio Morillo Capodicasa.

DEDICATORIA

A Dios y al Universo, por colocarme inesperadamente en este camino maravilloso de la ingeniería civil y por ayudarme alcanzar una de mis más grandes metas.

A mis Padres, por darme siempre su apoyo incondicional, ayudándome en todos los sentidos en el transcurso de estos últimos años, buscándome siempre soluciones cuando yo solo veía problemas, muchas gracias por todo.

A mi hermano, por apoyarme desde el inicio y prestarme su laptop cuando era de urgencia.

A toda mi familia, por estar pendiente de mí, por estar presente y mostrar su apoyo desde lejos, animándome, ayudándome y siempre confiando en mí.

A mis amigos de toda la vida, por darme todo su apoyo y amor incondicional, por auxiliarme en los días que no tenía internet, dándome ánimos de alientos, consejos y estar presente en los momentos más difíciles, Luis, Melanye, Valeska, muchas gracias. Y a Brandon por brindarme su apoyo, sus consejos, y su ayuda. Gracias también.

A la familia Giraldo Acosta, por mantenerme siempre presente en sus vidas, por mostrarme su apoyo y motivación. Muchas Gracias.

A mis primeros compañeros y amigos que hice al principio de la carrera, que permanecieron en mi vida durante estos últimos años de carrera. A Isabel Bello por ser mi primera amiga de la universidad y por todos los bonitos momentos que hemos compartido desde nuestro primer día de clases. A Jesús García, por ser una persona incondicional y que siempre estuvo para mí cuando más lo necesite. A Alessandro Castro, por apoyarme, escuchándome siempre todas mis crisis existenciales. Gracias.

A mis compañeros de la carrera de ingeniería civil, que siempre de alguna manera me ayudaron, apoyaron, me dieron consuelo y palabras de alientos, por sus momentos de risas, y de llanto. A Andrea Vásquez quien siempre me ayudó cuando más lo necesite y estuvo para mí en todo momento, a Danilo Luján porque desde primer semestre y hasta los últimos días me apoyó y ayudó. Y a todos mis compañeros que me tope a lo largo de estos años y que aportaron algo a mi vida. Hanin, Rony, Wilder, Isaac, Oriana P, Ronald, Pedro. Gracias.

A mis queridos compañeros de la promoción 35 de ingeniería civil, por todos los momentos que hemos compartidos juntos, por todos los días llenos de risas, de llanto, de estrés, dolores de cabeza y de alegría, por todas las pizzas,

hamburguesas y pie de limón que hicimos, y porque cada uno me dejó algún tipo de enseñanza que la llevaré conmigo por el resto de mi vida. Miguel, Moisés, Edyra, María Antonieta, Francisco y Fernando. Gracias.

Al último y al más importante, a la única persona que le debo mil y un cosas en estos últimos cuatro años, a la persona que siempre estuvo conmigo desde el 2do semestre, que se mantuvo a mi lado y no me abandonó en mis peores momentos, que me vio llorar, gritar, entrar en crisis y ansiedad, que soporto cada una de mis inexplicables preguntas, que se desveló conmigo haciendo trabajos, tareas, proyectos, informes, estudiando para parciales y sobre todo en esta tesis, quien me explico, me ayudo y apoyo y se quedó conmigo esperando a que me buscaran, quien siempre confió en mí y hasta el día de hoy me sigue teniendo paciencia, por ser el mejor compañero incondicional, gracias a ti hoy en día soy la mitad de la persona en quien me convertí, y a pesar de que en estas últimas semanas tuvimos nuestras diferencias, supimos reencontrar el rumbo y culminar todo. Este logro es de ambos Alirio, pero mi orgullo por la persona en que te convertirás en el futuro y mi agradecimiento por todo y nada hacia ti en todos los aspectos es infinito y siempre lo será.

Gabriela Martínez.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO		pp.
ÍNDICE DE CUADROS		ix
ÍNDICE DE FIGURAS		x
RESUMEN INFORMATIVO		xi
INTRODUCCIÓN		1
CAPÍTULO		
I EL PROBLEMA		
1.1 Planteamiento del Problema		4
1.2 Formulación del Problema		6
1.3 Objetivos de la Investigación		6
1.3.1 Objetivo General		6
1.3.2 Objetivos Específicos		6
1.4 Justificación de la investigación		7
1.5 Alcance de la investigación		9
1.6 Limitaciones de la investigación		9
II MARCO TEÓRICO		
2.1 Antecedentes		10
2.2 Bases teóricas		14
2.2.1 Clasificación de los residuos según su origen		15
2.2.2 Clasificación de los residuos según su naturaleza		16
2.2.3 Composición de los residuos conforme a la actividad realizada		17
2.2.4 Impacto ambiental asociado a los residuos		18
2.2.5 Partes interesadas pertinentes relacionadas con la producción y gestión de residuos		19
2.2.6 Etapas de la gestión de residuos de construcción y demolición		20
2.2.7 Alternativas de acción para la mejora de la gestión y tratamiento de los residuos		22
2.2.8 Metodología de las 5S		24
2.2.9 Estrategia de las 7R		25
2.2.10 Fases del proceso constructivo de una edificación en las que se generan residuos sólidos		27
2.3 Bases legales		35
2.4 Definición de términos		41
2.5 Operacionalización de variables		44

III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación	46
3.2 Diseño de la Investigación	47
3.3 Nivel de la investigación	48
3.4 Población y muestra	49
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	49
3.6 Técnicas y análisis de resultados	51
3.7 Fases de la investigación	52

IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Fase I: Diagnóstico de como se disponen y utilizan en la actualidad los residuos de materiales provenientes de la ejecución de obras civiles	54
4.1.1 Nivel nacional	54
4.1.2 Nivel local	58
4.1.3 Nivel particular	64
4.1.3.1 Lineamientos de gestión de residuos establecidos dentro de la etapa de diseño y proceso constructivo de la obra	64
4.1.3.2 Generación y composición de los residuos sólidos dentro del proceso constructivo de la obra..	66
4.1.3.3 Metodología de separación y recolección de los residuos generados dentro del proceso constructivo de la obra.....	68
4.1.3.4 Tratamiento y disposición final de los residuos generados dentro del proceso constructivo de la obra.....	72
4.1.3.5 Capacitación del personal interno de la obra referente a la generación de los residuos sólidos y su posible aprovechamiento.....	73
4.1.3.6 Relación de los resultados obtenidos con la metodología de las 5S	75
4.2 Fase II: Selección de las técnicas que proporcionen mayor efectividad y eficacia en el manejo de los residuos generados en las fases de construcción de obras civiles de acuerdo a la metodología de las 5S	77
4.2.1 Residuos generados en las fases del proceso constructivo de una edificación	77
4.2.2 Estrategias para el manejo de los residuos sólidos de construcción de acuerdo a la metodología de las 5S.....	81
4.2.2.1 Seiri (separar y clasificar)	81
4.2.2.2 Seiton (orden y almacenamiento temporal)	89
4.2.2.3 Seiso (limpieza y tratamiento)	97
4.2.2.4 Seiketsu (estandarizar)	113
4.2.2.5 Shitsuke (disciplina)	119

4.2.3 Relación entre la metodología de las 5S y la regla de las 7R	123
4.3 Fase III: Diseño de una referencia técnica para la gestión de residuos de materiales provenientes de la ejecución y demolición de obras civiles	125
4.3.1 Presentación	125
4.3.2 Primera parte	126
4.3.3 Segunda parte	127
4.3.4 Tercera parte	128
CONCLUSIONES	129
RECOMENDACIONES	133
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	135
ANEXOS	142
APÉNDICES	143

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		pp.
1	Principales materias primas utilizadas en el sector de la construcción	18
2	Matriz de operacionalización.....	44
3	Prohibiciones del manejo de los residuos de construcción y demolición de acuerdo a las ordenanzas municipales.....	60
4	Relación de resultados obtenidos con la metodología 5S.....	76
5	Residuos generados en las fases del proceso constructivo de una edificación de acuerdo al material.....	79
6	Clasificación de residuos en aprovechables y no aprovechables.....	83
7	Separación en fracciones de los residuos de construcción y demolición.....	85
8	Criterios para el almacenamiento de residuos de construcción.....	97
9	Protocolo para el manejo de los residuos de construcción no peligrosos.....	117
10	Protocolo para el manejo de los residuos de construcción peligrosos.....	118
11	Vinculación de las 5S con las 7R.....	124

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		pp.
1	Vertedero de escombros no autorizado a las orillas del Río Guaire Petare, estado Miranda.....	6
2	Clasificación de los residuos.....	15
3	Figuras o entidades involucradas en la gestión de residuos.....	19
4	Etapas para el diseño de un plan para la gestión de residuos de construcción y demolición en obra.....	20
5	Jerarquía de los procedimientos a realizar en la gestión y tratamiento de residuos.....	23
6	Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 1 de la encuesta.	65
7	Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 2 de la encuesta.	66
8	Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 3 de la encuesta.	67
9	Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 4 de la encuesta.	67
10	Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 5 de la encuesta.	69
11	Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 6 de la encuesta.	70
12	Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 7 de la encuesta.	71
13	Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 8 de la encuesta.	72
14	Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 9 de la encuesta.	73
15	Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 10 de la encuesta.....	73
16	Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 11 de la encuesta.....	74
17	Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 12 de la encuesta.....	75
18	Diagrama de flujo correspondiente a la técnica de almacenamiento en área.....	91
19	Diagrama de flujo correspondiente a la técnica de almacenamiento puntual.....	92
20	Diagrama de flujo correspondiente a la técnica de almacenamiento mixto.....	93
21	Diagrama de flujo correspondiente al empleo de la regla de las siete erres (7R).....	111
22	Jerarquía de estrategias a realizar en la gestión y tratamiento de residuos adaptando la regla de las siete erres (7R).....	112
23	Ejemplo de cartel informativo sobre los colores de contenedores para separación de residuos según su naturaleza.....	114



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO
DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE
CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES**

Autores: Alirio Antonio Morillo Capodicasa
Gabriela Del Carmen Martínez Sarria
Tutor: Ing. Luis Francisco Rodríguez López
Fecha: Septiembre 2022

RESUMEN INFORMATIVO

El sector de la construcción cumple un papel fundamental para el desarrollo del hombre desde el inicio de su estadía en la tierra, sin embargo, el mismo ha contribuido al impacto ambiental negativo, siendo uno de los causantes más importantes, la generación, tratamiento y disposición final de los residuos en las etapas de construcción y demolición de obras civiles, afectando directamente el bienestar de la salud humana y del medio ambiente en general. Dada la dimensión de esta problemática, resulta necesario para los autores llevar a cabo la presente investigación, la cual tiene como objetivo general proponer el diseño de técnicas para la gestión de residuos sólidos provenientes de la ejecución y demolición de obras civiles, a fin de mitigar las consecuencias del impacto ambiental asociado. El trabajo se aplicó a la línea de investigación Ciencias cognitivas y aplicadas, y a su vez los resultados del mismo se evidenciaron a través de tres fases metodológicas, siendo la primera el diagnóstico de cómo se disponen y utilizan en la actualidad los residuos de materiales provenientes de la ejecución de obras civiles; la segunda la selección de las técnicas que proporcionen mayor efectividad y eficacia en el manejo de los residuos generados en las fases de construcción de obras civiles de acuerdo a la metodología de las 5S; y la tercera el diseño de una referencia técnica para la gestión de residuos de materiales provenientes de la ejecución y demolición de obras civiles.

Descriptor: Residuos, Construcción, Demolición, Obra civil, Edificación, Metodología 5S, Estrategia 7R, Gestión.

INTRODUCCIÓN

Es evidente que la construcción de obras civiles durante los últimos años, ha sido una actividad fundamental para el desarrollo económico de la sociedad, pudiendo satisfacer las necesidades y resolver los diversos problemas que se presentan día a día por el aumento poblacional que se ha dado lugar; sin embargo, la industria de la construcción interviene directamente con el ambiente y el entorno circundante, afectando de manera nociva diferentes aspectos en el ecosistema.

En relación a esto, uno de los aspectos que mayor impacto genera en el ambiente son los residuos, escombros y desechos sólidos de construcción y demolición, ya que muchas veces carecen de una buena gestión o manejo por parte de los involucrados, los cuales no les aplican alternativas de aprovechamiento, sino que proceden a depositarlos en terrenos desocupados o en sitios inadecuados sin previo tratamiento alguno. Igualmente, en el caso de ser depositados en vertederos autorizados, éstos requieren de grandes espacios y lineamientos específicos que lo vuelven una opción poco factible de disposición final.

Asimismo, el problema ambiental que generan los residuos de construcción no sólo se presenta a través de su generación, sino que también reside en su tratamiento, que todavía hoy en día es inexistente o inadecuado en la mayor parte de los casos, trayendo consigo numerosos efectos negativos como la contaminación, la utilización excesiva de materiales, la constante pérdida de recursos naturales, creación de vertederos ilegales, entre otros.

Según Silva y Ortiz (2018) “en Venezuela, el manejo de Residuos provenientes de la Construcción y Demolición carece de un proceso establecido de gestión que pudiera impedir el deterioro del ambiente en aquellos sitios destinados para su disposición final” (p. 1). Por lo que se destaca la necesidad de promover el aprovechamiento de los residuos generados por medio de técnicas y estrategia eficientes, capaces de reducir el impacto ambiental negativo asociado a su incorrecta gestión, tratamiento y disposición final.

En tal contexto, el trabajo de investigación que se presenta a continuación pretende plantear una propuesta para la gestión de residuos sólidos provenientes de la ejecución y demolición de obras civiles con el propósito de demostrar la posibilidad del uso sostenible de los mismos, por medio de la selección de técnicas y procesos que evidencien su aprovechamiento, por lo que es necesario apoyarse en herramientas de gestión como es el caso de la metodología de las 5S, la cual permitirá establecer los lineamientos necesarios, al igual que un orden definido para los diversos procedimientos que se proponen para alcanzar un adecuado sistema de gestión, al igual que se emplean los principios de la regla de las 7R para definir aquellas alternativas y estrategias de aprovechamiento que permitan minimizar la cantidad de residuos de construcción que se transportan a sitios de disposición final tales como vertederos y rellenos sanitarios, disminuyendo así el deterioro ambiental asociado. Cabe destacar que dichas metodologías consideran el proceso de gestión del residuo en todas las etapas del proyecto incluyendo las de diseño y operación.

En cumplimiento con los requisitos establecidos por la Universidad “José Antonio Páez” para la presentación del Trabajo de Grado, el mismo está formado y organizado por cuatro capítulos, que se presentan a continuación:

Capítulo I: Se describe la contextualización del problema, la formulación del mismo, los objetivos generales y específicos, la justificación de la investigación, sus alcances y limitaciones. El objetivo de este capítulo es conocer la problemática existente que dio origen al desarrollo de la presente investigación acerca de los residuos de construcción y demolición en obras civiles.

Capítulo II: Se hace referencia al marco referencial que incluye los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, bases legales, bases conceptuales y por último la definición de términos básicos. El mismo tiene por objetivo conocer la base textual y legal de cada una de las herramientas que fueron aplicadas en la búsqueda y solución del problema.

Capítulo III: Corresponde al marco metodológico en el cual se describe la modalidad de la investigación, el diseño de la misma, la población y muestra, procedimientos y las técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como

también su análisis, y por último las fases de la investigación. Este capítulo tiene por objetivo definir la metodología a seguir para el desarrollo de la investigación que resulte más conveniente para el logro de los objetivos establecidos.

Capítulo IV: Se presentan los resultados obtenidos por medio de los instrumentos de recolección de datos, los cuales proceden a ser analizados correspondientemente. Para así poder sacar las conclusiones oportunas al trabajo de grado.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El campo de la construcción de obras civiles ha jugado un papel fundamental para el desarrollo de la vida humana a lo largo del tiempo, sin embargo, el ejercicio de la misma ha contribuido al fomento del impacto ambiental, evidenciado por la generación de residuos en las etapas de construcción y demolición de obras civiles, lo cual representa un problema ambiental latente. De acuerdo a Martínez (2012), director gerente de la Plataforma Tecnológica Española de la Construcción (PTEC), “entre los impactos ambientales que ellos provocan, cabe destacar la contaminación de suelos y acuíferos en vertederos incontrolados, el deterioro paisajístico y la eliminación de estos residuos sin el aprovechamiento de sus recursos valorizables”.

De este modo, dichos residuos no sólo afectan la salud pública, sino que igualmente comprometen el bienestar de ecosistemas completos, poniendo en riesgo la supervivencia de especies que habitan la zona afectada. Por tanto, la contaminación que aportan dichos residuos no se ve reflejada únicamente en los grandes volúmenes generados, sino también en el tratamiento y disposición final. Según Tertre (2016), “el 40% de los residuos de construcción y demolición son depositados en el medio o en el paisaje de manera ilegal, y gran parte del 60% restante controlado, termina ante la falta de demanda, depositado finalmente en vertederos”. En consecuencia, a pesar de que éstos cuenten en su mayoría con propiedades aprovechables, no son sometidos a tratamientos óptimos de reciclaje, reutilización o valorización, representando un problema para las comunidades.

Es así como los residuos generados en la construcción de edificaciones representan también una gran problemática dentro de la industria, pues su correcta disposición se traduce en costos extras asociados a las inversiones de capacitación y mano de obra necesaria para que el residuo sea separado, clasificado y transportado, gastos los cuales en la mayoría de casos no son cubiertos por las empresas generadoras, a pesar de que la aplicación de dichos procedimientos

también generarían ahorros en distintos aspectos de la construcción, tales como la disminución de costos operativos y de materiales a emplear. A su vez, la falta de medidas, lineamientos legales y sanciones claras efectivas que regulen en su totalidad el manejo y minimización de dichos residuos, es la causa principal de la desinformación y desinterés por parte de los constructores en cuanto a la gestión que se le atribuyen, pues éstos prefieren eliminarlos sin tener que preocuparse por su correcto tratamiento.

Paralelamente, otro de los problemas más grandes asociado a los residuos de construcción y demolición es la cantidad que se produce, y es que muchas veces la generación excesiva de éstos es causada por el desperdicio de los materiales empleados en el proceso constructivo, consecuencia de las malas prácticas profesionales y falta de planificación en las fases de diseño y obras preliminares de las obras; y es que el despilfarro de dichos materiales representa una importante pérdida de recursos y materias primas que podrían ser recuperados, convirtiéndose en un potencial económico para las industrias del sector de la construcción.

Adicionalmente, durante los últimos años, los países latinoamericanos han experimentado el crecimiento desmedido de las áreas urbanas, de acuerdo a los estudios realizados por el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos ONU – Habitat (2016):

Desde 1990, el mundo ha sido testigo de una creciente concentración de su población en áreas urbanas. Esta tendencia no es nueva, pero sí incesante y ha sido marcada por un notable aumento en los números absolutos de habitantes de un promedio anual de 57 millones entre 1990 y 2000, a 77 millones entre 2010 y 2015. En 1990, 43 por ciento (2.3 miles de millones) de la población mundial vivía en áreas urbanas; para 2015 esta situación subió a 54 por ciento (4 miles de millones). (p. 6)

Asimismo, se evidencia que a medida que transcurren los años, se expanden las áreas urbanas alrededor de todo el mundo, por lo que a su vez, se incrementa la generación de grandes volúmenes de residuos durante los procesos de renovación urbana, los cuales deben ser gestionados de forma eficiente.

En Venezuela, de acuerdo a las investigaciones realizadas por la Red de Ingeniería en Saneamiento Ambiental (2009), “no cuenta con legislación específica respecto a los residuos de construcción y demolición de obras”, siendo esto, un aspecto preocupante para el desarrollo sostenible del país, mostrando una sustancial diferencia con otros países de Latinoamérica.

Por otra parte, la existencia de metodologías aplicables a la gestión de los residuos de construcción es bastante amplia, sin embargo, éstas no se priorizan lo suficiente al momento de la planificación de obras civiles y el cómo podrían afectar los mismos en el ambiente, visualizándose dicha problemática como una falta de corresponsabilidad y conciencia por parte de los involucrados en el proceso constructivo.

Igualmente, la falta de normativa en el territorio nacional, junto con la indiferencia del gobierno y la poca atención de las empresas constructoras, ante el tratamiento y disposición de los desechos generados por el desarrollo de estas actividades, representa un grave problema dentro del país. Como ejemplo de ello se señala lo que ocurrió en la comunidad El Encanto, situada en Petare, estado Miranda, donde según el Observatorio de Ecología Política de Venezuela (2019), decenas de camiones pertenecientes a la industria de la construcción, depositan sus escombros a las orillas del Río Guaire, como si se tratara de un relleno sanitario, acción que lleva realizándose por más de diez (10) años (ver figura 1).



Figura 1. *Vertedero de escombros no autorizado a las orillas del Río Guaire, Petare, estado Miranda*

Fuente: Observatorio de Ecología Política de Venezuela (2019)

1.2 Formulación del problema

De acuerdo a la problemática planteada, surge la siguiente interrogante:

¿Cómo se podría canalizar las acciones para la disposición de residuos sólidos procedentes de la ejecución y demolición de obras civiles?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer una referencia técnica para la gestión en el manejo de residuos sólidos provenientes de la ejecución y demolición de obras civiles.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar cómo se disponen y utilizan en la actualidad los residuos de materiales provenientes de la ejecución de obras civiles.
- Seleccionar las técnicas que proporcionen mayor efectividad y eficacia en el manejo de los residuos generados en las fases de construcción de obras civiles de acuerdo a la metodología de las 5S.
- Diseñar una referencia técnica para la gestión de residuos de materiales provenientes de la ejecución y demolición de obras civiles.

1.4 Justificación de la investigación

En Venezuela resulta preponderante, la necesidad de efectuar una adecuada gestión de residuos de materiales provenientes de la construcción y demolición de obras civiles. De acuerdo a Jofra (2016), “los residuos generados en derribos, demoliciones y obras contienen una gran proporción de materiales inertes, de origen mineral, que pueden reciclarse como áridos para distintos usos”. Por otra parte, la construcción de estructuras civiles ha causado la generación de grandes volúmenes de desechos, que van desde sólidos hasta líquidos, los cuales en ocasiones resultan perjudiciales; motivo por el cual, en diversos países se han establecido leyes de carácter obligatorio, que sirven de base para la gestión de residuos de forma adecuada.

Por otra parte, para llevar a cabo una obra civil y que la misma cumpla con una buena ejecución, se debe realizar un análisis exhaustivo, de una serie de procesos que cumplan con ciertos parámetros para lograr los objetivos requeridos en cada etapa de la obra. Sin embargo, dentro del estudio de estos procesos no

siempre se toma en consideración el tratamiento óptimo de los residuos generados, dado que la mayoría terminan en lugares que no son aptos, sin darles antes algún tipo de aprovechamiento.

En el mismo orden de idea, muchos de los residuos generados en las construcciones de obras pueden ser acreedores de una segunda vida útil, dependiendo de una adecuada gestión de los mismos. En este contexto, Tapias (2017), señala:

La gestión de los materiales es uno de los aspectos más relevantes a tomar en cuenta por parte de los actores involucrados en el proceso de desarrollo constructivo, donde se debe garantizar un uso eficiente de dichos materiales, lo que dará como resultado la disminución de residuos durante el proceso de ejecución de la obra. (p.7).

Por tanto, las acciones estratégicas que serán planteadas deben ser de fácil comprensión, capaces de orientar a todas las partes interesadas y a la sociedad civil en general, promoviendo el reciclaje y la óptima disposición de los materiales, para de esta manera contribuir a un desarrollo sostenible. Para ello, la implementación de metodologías a los sistemas de gestión de residuos debe ser rigurosa, puesto que la existencia de éstas son muy amplias y sus sistemáticas son efectivas si se le da la importancia y dedicación correcta, por lo se hace mención a metodologías como: La metodología Lean, Metodología Kanban, Programación Extrema, entre otras... Las cuales ayudan a gestionar proyectos de cualquier ámbito. Del mismo modo, se hace énfasis en el método de las 5s, el cual puede adaptarse dentro del manejo de residuos ya que permite la optimización de todos los parámetros que intervienen en las distintas fases de un proyecto, incluyendo el proceso constructivo del mismo.

Por otra parte, Durango (2016), establece que “la ingeniería civil tiene una importante influencia en la sostenibilidad, al contribuir claramente a la calidad tanto de la vida humana como del ambiente, buscando resolver problemas ambientales como la generación de residuos en las obras” . En consecuencia, se evidencia que el adecuado aprovechamiento de los materiales en las fases de construcción y demolición de las edificaciones, representa uno de los aspectos

más relevantes por parte del personal involucrado en dicho proceso, donde se debe garantizar la aplicación de técnicas óptimas de reutilización, reciclaje y valorización. Por ello, se busca propiciar acciones que promuevan la sostenibilidad, frente a la generación de residuos durante la ejecución de proyectos de infraestructura y edificaciones, a través de una guía que permita adoptar estrategias, para el máximo aprovechamiento de los residuos y la correcta disposición final de los desechos.

Por consiguiente, resulta importante destacar que el uso de técnicas para la correcta gestión de residuos de construcción y demolición aporta grandes beneficios, pues el manejo adecuado de éstos, permite mitigar los impactos negativos sobre el ambiente, la salud y reducir la utilización de los recursos naturales. Siendo fundamental, llevar a cabo la implementación de un óptimo manejo de los diferentes tipos de residuos que se generan en el desarrollo de las actividades de las empresas constructoras, promoviendo acciones para aprovechar dichos residuos, para así cumplir con las regulaciones ambientales, y el fomento de una cultura de cuidado y preservación del medioambiente.

1.5 Alcance de la investigación

El presente trabajo promueve el diseño de una referencia técnica en donde se plasman los lineamientos necesarios para desarrollar estrategias que permitan la correcta gestión de los residuos sólidos derivados de los procesos de construcción y demolición de obras civiles, específicamente los residuos generados en la construcción, rehabilitación y demolición de edificaciones, con la finalidad de brindarle a las empresas constructoras de dicha área, una herramienta que les permita afrontar los problemas relacionados con la generación, tratamiento y disposición final de éstos, basándose en la metodología de las 5S, conceptos de sostenibilidad y economía circular.

1.6 Limitaciones de la investigación

Según Arias (2012), “son obstáculos que eventualmente pudieran presentarse durante el desarrollo del estudio y que escapan del control del investigador” (p 106). Las limitaciones que podrían presentarse en el presente trabajo de investigación son las siguientes:

- Falta de cooperación por parte de los encuestados (públicos y privados) al suministrar información auténtica.
- Se considera únicamente, la realidad presente en la generación, tratamiento y disposición final de los residuos de construcción y demolición producidos por las empresas del sector de la construcción del estado Carabobo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Una vez planteado el problema y establecido los objetivos a lograr con este estudio, se presenta el Marco teórico, el cual, es la exposición y análisis de un grupo de teorías que sirven como fundamento para explicar e interpretar los resultados obtenidos en la misma. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “el marco teórico o la perspectiva teórica se integra con las teorías, los enfoques teóricos, estudios y antecedentes en general, que se refieran al problema de investigación”. (p. 83)

Igualmente, el marco teórico se estructura, por lo general, en tres secciones indispensables para un correcto sustento de la investigación, las cuales son: antecedentes de la investigación, bases teóricas, bases legales y definición de términos básicos.

2.1 Antecedentes

En el desarrollo del marco teórico es importante tomar como referencia a aquellos trabajos de investigación que preceden al que se está realizando, adicional a que guarda relación con los objetivos a desarrollar. Según Hernández y Mendoza (2018), “con la finalidad de concretar la idea de investigación es indispensable revisar estudios, investigaciones y trabajos anteriores, especialmente si uno no es experto en el tema”. (p. 28)

De acuerdo con lo anterior, se consultaron trabajos de investigación realizados previamente a nivel local, nacional e internacional, con el fin de aportar un sustento, tanto teórico como metodológico, a la presente investigación, entre los cuales se abordan los siguientes:

El estudio de Viamonte y Echeverría (2021), titulado **“Propuesta de una metodología para la elaboración de diseño de mezclas de concreto haciendo uso de adiciones de agregado grueso provenientes del concreto de desechos del laboratorio de materiales de la Universidad Católica Andrés Bello”**, para optar el título de Ingeniero Civil ante la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). La investigación tuvo como objetivo proponer una metodología para la

elaboración de diseños de mezclas de concreto, haciendo uso de adiciones de agregado grueso provenientes del concreto de desecho del Laboratorio de Materiales de la UCAB Guayana. Metodológicamente el estudio se basa en una investigación de campo y descriptiva, junto con un diseño no experimental, en donde se utilizaron instrumentos de recolección de datos tales como la observación directa, la encuesta y la revisión documental.

En conclusión, el estudio promueve el fomento de la utilización del concreto reciclado para la elaboración de nuevas mezclas de concreto, resultando una estrategia que permite beneficios ambientales, y que a su vez, contribuye a la sustentabilidad ambiental y económica en el sector de la construcción.

Por tanto, el estudio sirve de orientación a la presente investigación, para plantear alternativas de reciclaje y reutilización de residuos de escombros y concreto generados por el laboratorio de materiales de la universidad. Esto puede extrapolarse al tratamiento de residuos de construcción y demolición en obras civiles, los cuales en su mayoría se encuentran representados por escombros y concreto en general.

Así mismo, el estudio de Ardila y Maldonado (2019), titulado **“Estrategias para el manejo de residuales de la construcción en las etapas de la gestión ambiental del proyecto”**, para optar al título de Ingeniero Civil ante la Universidad José Antonio Páez. Tuvo como objetivo plantear estrategias para el manejo de residuos de la construcción en las etapas de la gestión ambiental del proyecto. Metodológicamente el estudio se basa en una investigación del tipo factible y un diseño documental, ya que las técnicas de recolección de datos empleadas para este trabajo fueron a partir de fuentes bibliográficas mediante la aplicación de procesos de análisis documental y análisis de contenido.

Por lo cual, el estudio llegó a la conclusión de que contar con estrategias bien planteadas y organizadas para el óptimo manejo de los residuales en obra, es de gran ayuda para evitar la contaminación ambiental, y por ende, para la reducción de residuos de la construcción, pues así se minimizan pérdidas de los materiales y mitigan los impactos que éstos puedan producir al medio ambiente,

constituyendo acciones que reafirman y fortalecen el concepto de construcción sustentable y gestión ambiental.

Por tanto, el estudio sirve de orientación a la presente investigación, para el desarrollo de estrategias de manejo de los residuos generados en la elaboración de proyectos, a través de la metodología de proyecto factible. Igualmente, proporciona fundamentos teóricos relacionados a las etapas que conforman una gestión ambiental de obras civiles.

Adicional, el estudio de Villalba, Cepeda, Rodríguez y Moreno (2018), titulado **“Evaluación de los beneficios económicos y ambientales para la adecuada Gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Bogotá D.C”**, para optar al título de Ingeniero Civil ante la Universidad Católica de Colombia. Tuvo como objetivo evaluar si la adecuada gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en la ciudad de Bogotá D.C., genera beneficios económicos y ambientales. Metodológicamente, la investigación está fundamentada en la documentación, ya que las fases para su elaboración se enfocan en la recolección de técnicas bibliográficas, información registrada por la Secretaria Distrital de Ambiente y su posterior análisis.

En conclusión, el estudio consultado establece que la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición aporta numerosos beneficios, tanto económicos como ambientales para el área de estudio, tales como, el ahorro económico de producción y transporte al usar material reciclado, disminución de emisiones de partículas al reducir la explotación de material en canteras, entre otros.

Por consiguiente, el estudio sirve de orientación a la presente investigación, para aportar fundamentos teóricos relacionados con la aplicación de la economía circular en el área de la construcción, mediante la adecuada gestión de los residuos generados en las etapas de construcción, rehabilitación y demolición de una obra civil.

Del mismo modo, el estudio de Bustos y Ortiz (2018), titulado **“Análisis para la disposición final sostenible de residuos de construcción y demolición en Venezuela”**, para optar al título de Ingeniero Civil ante la Universidad

Católica Andrés Bello. Tuvo como objetivo evaluar la factibilidad de desarrollar una gestión integral de residuos de construcción y demolición que mejore las prácticas actuales de disposición final, maximice el uso de los recursos y sea sostenible en el tiempo. Metodológicamente se basa en una investigación documental y diseño bibliográfico, que a través de la documentación pertinente, se analizaron las opciones para la disposición final de residuos de construcción y demolición en Venezuela.

En conclusión, la anterior investigación le permitió a los autores demostrar, que es económicamente factible en aproximadamente el setenta por ciento (70%) de los residuos de construcción y demolición generados en el país sean reutilizados, también se evidenció que es sumamente necesaria la implementación de un marco legal que regule la disposición final de dichos residuos y promulgue leyes orientadas al cambio de la visión lineal de la economía por la economía circular sostenible.

Por tanto, la investigación sirve de orientación para poder estimar la situación actual que atraviesa el territorio nacional, en la generación y disposición final de los residuos de construcción y demolición de obras civiles, al igual que permite evaluar la efectividad de las posibles técnicas de aprovechamiento (reutilización y reciclaje).

Por último, el estudio de Cortez (2017), titulado **“Plan de manejo integral de los desechos peligrosos de las facultades de la Universidad de Carabobo”**, para optar al título de Ingeniero Industrial ante la Universidad de Carabobo. Tuvo como objetivo principal proponer un plan de manejo integral de los desechos peligrosos de las facultades de la Universidad de Carabobo. Metodológicamente, la investigación se fundamentó bajo la modalidad de proyecto factible, siendo de tipo descriptivo, y utilizando a su vez, técnicas de investigación tales como la observación directa, junto la aplicación de matriz FODA.

En conclusión, el estudio se desarrolla en cuatro fases, la primera el diagnóstico, donde queda evidenciado que no existe un sistema de manejo para los desechos peligrosos; la segunda fase, el estudio técnico para poder así determinar la factibilidad del proyecto; la tercera fase que constituye la realización

del diseño del sistema de manejo antes mencionado y la cuarta fase la constituye la evaluación.

Por lo que, el estudio sirve de orientación a la presente investigación, para la elaboración de un plan de manejo, que si bien se enfoca únicamente a desechos peligrosos generados dentro de la Universidad de Carabobo, este puede ser tomado como referencia para la propuesta de la presente investigación, permitiendo la orientación a la gestión de otros tipos de residuos, como los generados en la construcción de obras civiles.

2.2 Bases teóricas

A continuación, se presentan los aspectos teóricos relacionados con el tema de estudio, que sirven de base para el desarrollo de la presente investigación, las cuales provienen de la revisión bibliográfica vinculada con el tópico seleccionado. Según Bavaresco (2013), plantea:

Son las teorías, las que brindan al investigador el apoyo inicial dentro del conocimiento del objeto de estudio, es decir, cada problema posee algún referente teórico, lo que indica, que el investigador no puede hacer abstracción por el desconocimiento, salvo que sus estudios se soporten en investigaciones puras o bien exploratorias. (p. 51)

De acuerdo al Ministerio del Ambiente de Perú (2016), los residuos de construcción y demolición se pueden definir como “aquellos residuos generados en las actividades y procesos de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructura.” (p. 6).

Así mismo, los residuos generados son básicamente inertes, ya que se encuentran constituidos en su mayoría, por compuestos áridos y pétreos, plásticos, vidrios, maderas, ladrillos y, en general, todo producto resultante de movimiento de tierra y construcciones de cualquier índole, así como el generado por demoliciones o reparación de edificaciones antiguas.

De este modo, resulta importante tener en cuenta la clasificación de los diferentes tipos de residuos que pueden generarse durante la ejecución de una obra civil, ya que, de acuerdo a dicho parámetro, se procede a desarrollar las técnicas

necesarias para su manejo y tratamiento. Según De Santos, Moncerillo y García (2011), indican:

Existen varias formas de clasificar los residuos generados en las etapas de construcción y demolición de obras civiles. En primer lugar, los residuos se clasifican según su origen, lo que de forma general da una idea de sus características. En segundo lugar, se realiza una clasificación según la naturaleza del residuo, enumerando sus principales características y los problemas de gestión. (p. 16)

En consecuencia, la producción de los residuos se puede llevar a cabo de varias maneras y en diferentes actividades que constituyen la integridad de la obra, y a su vez, dependerá tanto de la naturaleza de los materiales que conforman dichos residuos, como del origen de los procesos en los que se generen, (ver figura 2).

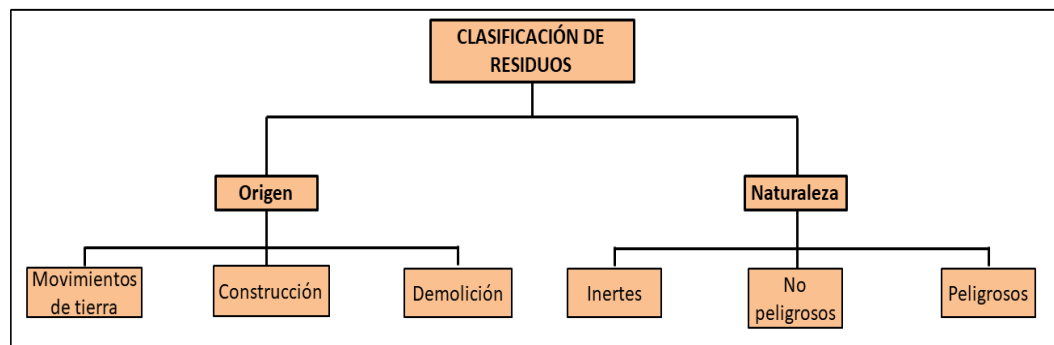


Figura 2. Clasificación de los residuos

Fuente: Morillo y Martínez (2022)

2.2.1 Clasificación de los residuos según su origen

Hace referencia a la actividad o situación por la cual se origina el residuo, siendo dicha clasificación, uno de los aspectos más importantes al momento de buscar minimizar la generación de los residuos en una obra. Según De Santos Moncerillo y García (2011), pueden ser “Residuos procedentes de los puntos de extracción o de movimientos de tierras puros; Residuos de construcción; Residuos de demolición” (p. 17). Por tanto, se procederá a identificar cada uno de los tipos inmersos dentro de esta categoría, tal como se muestra en la figura 2.

- Residuos procedentes de movimientos de tierras: son aquellos generados por los trabajos que se le realizan al terreno antes de iniciar la obra de

infraestructura. En su mayoría están compuestos por materiales pétreos con diferentes propiedades y tamaños de partículas. Estos se consideran residuos limpios, es decir, no se contaminan con otras sustancias.

- Residuos de construcción: son aquellos generados en las obras de construcción, y se encuentran, en su mayoría, formados de piedra y cerámica, y en menor proporción, por una mezcla de otros materiales como vidrio, madera, papel, e incluso contaminantes como disolventes, pinturas y algunos metales como el plomo. Cabe señalar que esta clasificación también incluye los residuos de plástico y papel de los envases de materiales.
- Residuos de demolición: son aquellos generados en las demoliciones de obras, con propiedades y proporciones similares a los de construcción, pero su principal diferencia es lo mezclados que se encuentran entre sí. Por ejemplo, mientras que en los residuos de las obras de construcción es relativamente fácil separar los desechos cerámicos del papel, o las molduras de las barras de refuerzo del hormigón, en el proceso de demolición no resulta posible, por lo que es importante implementar una demolición selectiva, para así llevar a cabo una adecuada separación de estos residuos.

2.2.2 Clasificación de los residuos según su naturaleza

Hace referencia principalmente a las características de los materiales que conforman el residuo generado. Según De Santos Monterillo y García (2011), de acuerdo a la naturaleza, pueden ser “Residuos inertes; Residuos no peligrosos; Residuos tóxicos y peligrosos” (p. 18). Por tanto, se procederá a identificar cada uno de los residuos inmersos dentro de esta categoría, tal como se muestra en la figura 2.

- Residuos inertes: son aquellos comúnmente denominados “escombros”, los cuales no sufren grandes transformaciones físicas, químicas o biológicas, y no representan amenazas para el bienestar de la salud humana o del medio ambiente. Es importante señalar que la mayoría de los residuos de construcción y demolición son inertes.
- Residuos no peligrosos: son aquellos que, por sí solos, no cuentan con niveles considerables de toxicidad, por lo que no representan amenazas para el

bienestar de la salud humana o del medio ambiente, sin embargo, pueden mezclarse con otras sustancias físicas, químicas o biológicas dañinas, convirtiéndose así en residuos peligrosos.

- Residuos peligrosos: son aquellos que contienen elementos dañinos para la salud humana y para el medio ambiente. Cabe recalcar que estos residuos no representan una alta intervención en los procesos de construcción, rehabilitación y demolición de obras civiles, sin embargo, no se debe menospreciar su potencial tóxico, ya que éstos son capaces de contaminar a otros residuos no peligrosos.

2.2.3 Composición de los residuos conforme a la actividad realizada

Dentro de los procesos de construcción, rehabilitación y demolición de obras civiles, resulta difícil establecer una composición exacta de los residuos generados, ya que éstos dependen de las técnicas y métodos de ingeniería aplicados dentro de la obra, sin embargo, al momento de llevar a cabo una gestión de residuos de construcción y demolición, es posible realizar una aproximación de los elementos o materiales principales que forman parte de los mismos, de acuerdo a las principales materias primas que se emplean dentro del sector construcción, tal como se muestra en el cuadro 1.

Por lo que, en términos generales, se induce que los residuos generados dentro de las actividades del sector construcción, corresponden a una naturaleza inerte, conformada principalmente por compuestos áridos tales como arenas y gravas. Por otra parte, la Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco (2004), establece:

La composición de los residuos de construcción y demolición, refleja en sus componentes mayoritarios el tipo y distribución actual de las materias primas que utiliza el sector, si bien hay que tener en cuenta que éstas pueden variar en un país a otro en función de la disponibilidad de los mismos y los hábitos constructivos. Los minoritarios dependen, en cambio, de un número de factores mucho más amplios como pueden ser el clima del lugar, poder adquisitivo de la población, los usos dados al edificio, entre otros.
(p. 15)

Cuadro 1. Principales materias primas utilizadas en el sector de la construcción

Material	Porcentaje en volumen
Arena	60
Grava	14
Caliza (producción de cemento)	6
Arcilla	6
Piedra natural	4
Yeso natural	1
Metales	4
Madera	2
Petróleo (plásticos)	3
Total	100

Fuente: IHOB, Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco (2004)

De esta manera, se entiende que la composición exacta de los distintos residuos que se generen, dependerá de la actividad que se lleve a cabo, ya que, de acuerdo a dicho parámetro, se especifican los materiales y materias primas empleadas para la ejecución de cada obra. Igualmente, la composición de los residuos depende mucho de otros factores como lo son el clima, hábitos constructivos de la zona, y la edad de la edificación, ya que las técnicas de construcción varían con el tiempo, y con ellas, los residuos producidos.

2.2.4 Impacto ambiental asociado a los residuos

La principal causa del impacto ambiental negativo asociado a los residuos es la disposición final que se le otorgan, ya que frecuentemente éstos son depositados en vertederos ilegales, sin aplicarles previamente ninguna técnica de separación, ni tratamiento. En consecuencia del inadecuado manejo de dichos residuos, se generan diversos problemas ambientales, capaces de afectar directamente el bienestar del planeta. Según la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2011), los problemas más comunes son:

Obstrucción de arroyos, cañadas y barrancas; Afectación al drenaje natural; Azolve de las partes bajas e inundación de zonas aledañas en temporada de lluvias; Afectación al medio físico y medio biótico (flora y fauna); Focos de contaminación por mezcla de residuos, incluso peligrosos; Contaminación del suelo y subsuelo e incluso de acuíferos; Afectación de zonas de recarga de agua subterránea; Impacto visual del entorno; Proliferación de polvo; Proliferación de fauna nociva. (p. 22)

En otras palabras, las actividades pertenecientes a las fases de construcción y demolición de obras civiles representan un alto impacto ambiental, el cual puede vincularse directamente con los residuos que se producen en éstas, ya que la generación y tratamiento de dichos residuos, requieren del consumo de energía, agua y recursos naturales en general, que a su vez generan emisiones y vertimientos de elementos dañinos para las aguas, la atmósfera y los suelos, por lo que son capaces de producir deterioros en la calidad del medio ambiente.

2.2.5 Partes interesadas pertinentes relacionadas con la producción y gestión de residuos

Llevar a cabo las técnicas adecuadas para la gestión de residuos dentro una obra civil, no es tarea sencilla, por lo que se debe contar con una plantilla de profesionales involucrados, a los cuales se les deben asignar obligaciones específicas para poder ejecutar cada actividad pertinente del proceso de gestión. En tal sentido, según Ayuso (2015), plantea:

Las figuras involucradas dentro de la gestión y tratamiento de residuos de construcción y demolición son la Entidad productora de residuos; Entidad poseedora de residuos, Entidad gestora de residuos, la Entidad transportista de residuos y las obras de construcción y demolición en general. (p. 8)

En tal sentido, dentro de cualquier obra civil, es necesario delimitar correctamente, la participación de cada figura involucrada dentro del proceso de gestión de residuos (ver figura 3), para posteriormente poder establecer las etapas necesarias, junto con las actividades que deben ser realizadas en las mismas.

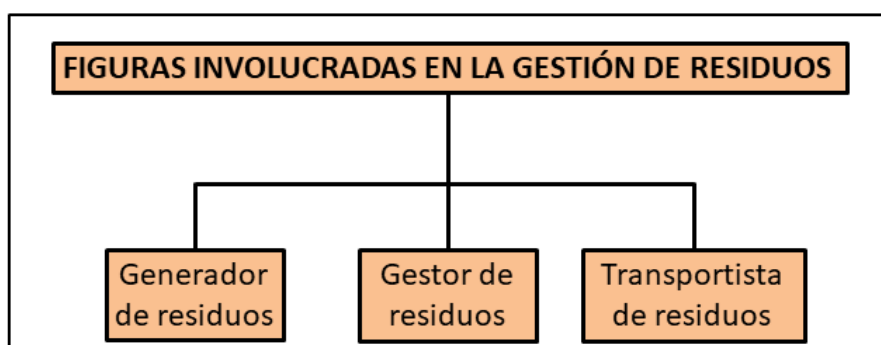


Figura 3. Figuras o entidades involucradas en la gestión de residuos

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

- **Generador de residuos:** es la persona natural o jurídica, pública o privada que en razón de sus actividades genera residuos sólidos de construcción y demolición. Por lo general dicho cargo se le atribuye a la empresa encargada de llevar a cabo la obra.
- **Gestor de residuos:** es la persona o entidad autorizada para llevar a cabo la administración de las fases de gestión de residuos, tales como la recogida, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final. Por lo general hace referencia a los encargados de las plantas de tratamiento de residuos y de los vertederos.
- **Transportista de residuos:** es la persona natural o jurídica encargada de la recolección y transporte de los residuos generados.

2.2.6 Etapas de la gestión de residuos de construcción y demolición

Una vez determinados los cargos esenciales para realizar una gestión de residuos, se vuelve obligatorio establecer las fases que se deben cumplir para poder llevar un óptimo plan de gestión, y así proceder a desarrollar las técnicas más eficaces para el tratamiento de éstos.

En tal sentido, se conoce que para cualquier sistema de gestión se debe considerar una secuencia de etapas, en las cuales se puedan organizar las actividades a ejecutar, garantizando así su correcto funcionamiento. Según la guía plan de gestión de residuos en obra, paso a paso elaborado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (2020), las etapas necesarias para una adecuada gestión de residuos son “Inducción y diseño; Capacitación y puesta en marcha; Aseo y segregación de materiales; Traslado a patio de gestión; Almacenaje; Solicitud de recolección; Destino final”. Igualmente, dichas etapas deben mantener el orden de acción establecido en la figura 3, que es explicado a continuación.

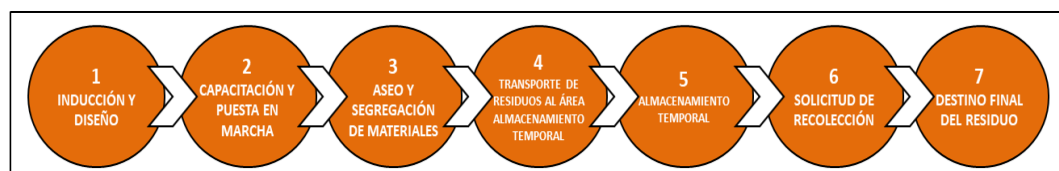


Figura 4. Etapas para el diseño de un plan para la gestión de residuos de construcción y demolición en obra

Fuente: Corporación de Desarrollo Tecnológico CDT (2020). Santiago de Chile.

- Inducción y diseño de la estrategia de gestión: todo plan de gestión requiere de una alta gerencia para poder ser ejecutado, por lo cual en la primera etapa se debe orientar y expandir el conocimiento de las estrategias a implementar a todos los profesionales involucrados, incluyendo al personal de oficina, de terreno, jefes de obra y supervisores. Del mismo modo, se debe definir las responsabilidades y roles que ocupan cada uno de los profesionales mencionados.
- Capacitación y puesta en marcha: la segunda etapa se refiere a la preparación de todo personal involucrado dentro del sistema de gestión, especialmente a los encargados de segregar los residuos generados. En la misma se deben identificar las tareas que se deben realizar, junto con los posibles riesgos asociados a cada una.
- Aseo y segregación de materiales: en la tercera etapa se debe llevar a cabo toda actividad referente a la limpieza y recolección de los residuos generados dentro de la obra, se deben segregar los residuos de construcción y demolición, para posteriormente clasificarlos de acuerdo a sus propiedades.
- Transporte de residuos al área de almacenamiento temporal: la cuarta etapa consiste en el transporte de los residuos, previamente separados y clasificados, hacia el centro de acopio dentro de la obra. Dicho centro de acopio hace referencia a los espacios establecidos específicamente para recolectar los residuos generados.
- Almacenamiento temporal: hace referencia al punto de acopio anteriormente mencionado, en donde se llevará a cabo de forma eficiente el almacenamiento y recolección de los residuos de construcción y demolición. El patio de gestión puede estar distribuido en uno o varios lugares dentro de la obra, factor que dependerá de las condiciones del proyecto y de la estimación de residuos que se vayan a segregar.
- Solicitud de recolección: la sexta etapa en la gestión consiste en procesar el permiso de recolección de los residuos ya almacenados en el patio de gestión. Para dicha solicitud se debe contar con los registros y reportes de los residuos,

los cuales serán necesarios para las auditorías internas, donde se evaluará el cumplimiento y efectividad del plan de gestión diseñado.

- Disposición final del residuo de construcción y demolición: la séptima y última etapa consiste en definir y aplicar las alternativas de disposición final para cada residuo recolectado y trasladado fuera de la obra. En términos generales, se emplean dos alternativas principales, siendo éstas las siguientes:
 - Valorización: busca aumentar la vida útil del material mediante diferentes estrategias, tratamientos o procesos. En algunos casos, esta valoración también contempla un valor comercial en el mercado, por lo que el material es vendido a un tercero que le dará un nuevo uso al material. (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2020).
 - Eliminación: esta es la alternativa final para el residuo que sale de la obra y solo es usada cuando no existe posibilidad de valorización. Su destino final debe ser un botadero autorizado por la autoridad sanitaria. Se debe solicitar el certificado que respalde la disposición de los RCD en dicho sitio autorizado y verificar su concordancia con la cantidad enviada. (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2020).

2.2.7 Alternativas de acción para la mejora de la gestión y tratamiento de los residuos

Al momento de realizar la valorización de los residuos, se busca aprovechar al máximo sus propiedades, aplicando para esto, un conjunto de técnicas o tratamientos acordes a la clasificación de los mismos. De acuerdo a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, en conjunto al Ministerio de Desarrollo Social de Chile (2016), se establece que:

El primer propósito de la gestión integral es evitar la generación; si no es posible evitar, se debe procurar la minimización utilizando el concepto de las 3R's (reducir, reutilizar, reciclar), por lo tanto, si esta minimización no es posible, entonces se debe plantear el tratamiento, y sólo cuando el tratamiento no sea factible, se debe recién pensar en la disposición final. (p. 31)

En consecuencia, todas las operaciones de gestión que intervienen en el proceso de tratamiento de los residuos, deben llevarse a cabo en el orden

establecido, otorgándole de esta manera, especial prioridad a la prevención y minimización de los residuos generados, tal y como se indica en la figura 4.



Figura 5. Jerarquía de los procedimientos a realizar en la gestión y tratamiento de residuos

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, y el Ministerio de Desarrollo Social de Chile (2016).

De esta manera, se pueden desarrollar cada una de las técnicas aplicadas en la gestión de los residuos siguiendo la jerarquía planteada, para la cual, se debe realizar una evaluación de cada posible método de tratamiento, antes de considerar el transporte del residuo hacia un vertedero o relleno sanitario. A continuación se describen cada uno de los niveles que conforman la pirámide de jerarquía:

- Prevención: hace referencia a la selección de técnicas de ingeniería en la etapa inicial de la obra, las cuales evitan lo máximo posible, la producción de residuos, reduciendo así los problemas derivados de su gestión.
- Minimización: debe ser tomado en cuenta desde el diseño del proyecto, hasta su posterior demolición, en donde cada personal involucrado debe aportar, por medio de su conocimiento y experiencia, alternativas que permitan la minimización de recursos necesarios para la ejecución de la obra, considerando a su vez, técnicas como la reducción, reutilización y reciclaje.

- Reutilización: se refiere a conceder un uso secundario a aquellos materiales que ya no son óptimos para cumplir la función principal por la que fueron creados.
- Reciclaje: se refiere al tratamiento mediante el cual se separan y clasifican los residuos generados en la obra, para posteriormente volver a ser utilizados como materia prima y reincorporarse al ciclo de producción del material. Por lo general, es el tratamiento más empleado para los escombros que se quieren ser empleados como material base de nuevas obras.
- Energía a partir de residuos: se refiere a cualquier otra operación de valorización cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, incluyendo así, la recuperación energética del residuo.
- Rellenos sanitarios o eliminación: solo debe ser aplicado cuando el residuo no cuenta con ninguna posibilidad de valorización, y ya se hayan optimizado las alternativas descritas previamente, en donde el sobrante de los residuos no aprovechables debe ser trasladado a un vertedero o relleno sanitario autorizado.

Finalmente, al llevar a cabo un adecuado tratamiento de los residuos es indispensable una correcta gestión de los mismos, ya que a través de dichas técnicas se aprovechan al máximo las propiedades de los materiales presentes, pudiendo así mitigar el impacto ambiental asociado a éstos y contribuir con la preservación y bienestar del medio ambiente.

2.2.8 Metodología de las 5S

Forma parte del conocido método Toyota, cuyo origen se ubica en Japón, durante las décadas de mil novecientos cincuenta (1950) y mil novecientos sesenta (1960), durante la expansión japonesa posterior a los eventos de la Segunda Guerra Mundial, la cual a su vez se ha adaptado a través de los años para ser aplicados en diferentes áreas alrededor del mundo como herramienta básica para lograr sistemas de gestión de calidad, orientada a reducir desperdicios, aumentar la productividad y mejorar el ambiente laboral.

Para llevar a cabo el análisis de los datos en la investigación, se aplicarán términos de la Metodología de las “5S”, con el fin de escoger las estrategias adecuadas a través de la selección, sistematización, ejecución y autodisciplina de los mismos, que permitan un óptimo desarrollo de las técnicas referenciales para la gestión de residuos generados en las obras civiles. De este modo, según Jara (2017), especifica que dicha metodología “se considera como una herramienta gerencial con orientación japonesa para el mejoramiento de la calidad y productividad, impulsando una cultura de mejoramiento continuo mediante la participación activa y personal”. (p.171)

De esta manera, la utilidad de dicho método radica en que con su implementación es posible lograr una perspectiva que facilite la aplicación y coordinación de estrategias que beneficien al ambiente y entes involucrados a gestionar eficientemente los residuos de construcción y demolición.

Asimismo, se basa en cinco fases establecidas para desarrollar y re direccionar las acciones necesarias que se deben tomar al ejecutar un proyecto, siendo dichas etapas las siguientes:

- Seiri (separar): retirar los artículos que no se necesitan en el área de trabajo.
- Seiton (orden): ordenar los artículos necesarios, estableciendo lugares específicos, de modo que se puedan ubicar y utilizar fácilmente.
- Seiso (limpiar): eliminar la suciedad y mantener el área de trabajo limpio de tal manera que se puedan aprovechar los residuos que se hayan separado y ordenado previamente.
- Seiketsu (estandarizar): lograr que los procedimientos, prácticas y actividades logrados en las tres primeras etapas se elaboren conscientemente y de manera regular para asegurar un alto estándar de organización en el área de trabajo.
- Shitsuke (disciplina): entrenar al personal para que las actividades de las 5Ss, se conviertan en un hábito, manteniendo correctamente los procesos generados por el compromiso de todo el personal.

2.2.9 Estrategia de las 7R

La regla de las tres erres (3R) de la ecología fue una estrategia que formaba parte de la propuesta emitida por la organización Greenpeace en conjunto con el

primer ministro de Japón en el año dos mil cuatro (2004), con la finalidad de promover hábitos de responsabilidad ecológica, capaces de minimizar el impacto ambiental producto de los residuos sólidos. En este sentido, de acuerdo con la compañía CAPRABO (2021), con el paso del tiempo surgieron mayores investigaciones y aportes referente a la gestión integral de residuos sólidos, originando que a la regla de las tres erres iniciales se le agregan cuatro nuevas alternativas, las cuales representan prácticas basadas en la sostenibilidad y economía circular, transformándose así en siete erres (7R), siendo las siguientes:

- Rediseñar o Reflexionar: hace referencia a la fabricación de nuevos productos, priorizando el posible impacto ambiental que puedan generar, además de crear un juicio al momento de escoger un producto, con el fin de analizar si es la opción más ecológica y si existen alternativas más viables, por lo que la funcionalidad deja de ser el único objetivo considerado, ya que estaría en conjunto con la sostenibilidad.
- Reducir: hace referencia a la implementación de estrategias y buenas prácticas durante el proceso constructivo que permita generar la menor cantidad de residuos posibles, manteniendo la calidad deseada durante el proceso y reduciendo a su vez el consumo de materias primas, energía, así como la contaminación asociada.
- Reutilizar: hace referencia a encontrarle un nuevo uso a los materiales que constituyen los residuos generados dentro de la obra, siempre y cuando las condiciones de éstos se encuentren óptimas para su reuso.
- Reparar: a diferencia de la reutilización, esta alternativa toma en cuenta la posibilidad de aprovechamiento de aquellos residuos que se encuentran estropeados o que no cuentan con las condiciones óptimas para su reutilización directa, por lo que se le someten a procedimientos que permitan devolverle funcionalidad dentro de la obra.
- Renovar: se refiere a la reutilización de elementos o materiales empleados en obras anteriores, que a simple vista parecen obsoletos pero que poseen propiedades que pueden ser actualizadas para volver a llevar a cabo la función por la que fueron fabricados.

- Recuperar: es una alternativa que depende del cumplimiento de las anteriores, ya que si éstas se llevan a cabo, es posible reintroducir los desechos o residuos dentro del proceso productivo como materia prima.
- Reciclar: hace referencia a la última alternativa de aprovechamiento del residuo, la cual se emplea cuando éste no es óptimo para ser rediseñado, reducido, reutilizado, reparado, renovado o recuperado. El procedimiento de reciclar es un tratamiento mediante el cual se separan y clasifican los residuos generados en la obra, para posteriormente volver a ser utilizados como materia prima y reincorporarse al ciclo productivo para fabricar nuevos productos.

2.2.10 Fases del proceso constructivo de una edificación en las que se generan residuos sólidos.

El proceso constructivo de una obra civil se define como el conjunto de aquellas fases sucesivas en el tiempo, las cuales son necesarias para lograr la materialización del proyecto de ingeniería, mediante los cuales se generan alternamente grandes cantidades de residuos procedentes de los materiales y elementos empleados. Dichas actividades varían de acuerdo a los lineamientos y condiciones del proyecto que se realizará, sin embargo, para la construcción de edificaciones existen etapas en común que se tomarán de referencia de acuerdo a la normativa COVENIN 2000-92, tal como se muestra a continuación:

Obras Preliminares

Es el conjunto de trabajos y obras que deben ejecutarse antes de la construcción de una edificación, para proteger el terreno y las construcciones colindantes, así como para facilitar y permitir la iniciación y desarrollo de las construcciones. Dentro de esta etapa se realizan actividades tales como:

- **Instalaciones Provisionales:** son los trabajos que se deben llevar a cabo para construir y poner en funcionamiento las edificaciones temporales que el constructor necesite para sus oficinas, bodegas y para el alojamiento de los empleados, así como la instalación de servicios provisionales, cercamientos y vallas de seguridad. Éstas pueden ser:
 - Construcciones Convencionales.
 - Construcciones Prefabricadas.

- Cercas y Portones.
- **Limpieza del terreno:** consiste en preparar el lugar donde se va a ejecutar el proyecto, se debe quitar completamente los arbustos, basura, desperdicios orgánicos y todo aquello que obstruya e impida el trazo y nivelación de la construcción, incluyendo:
 - Deforestación.
 - Tala de Vegetación Herbácea.
 - Tala y desraizamiento de árboles Individuales.
- **Demoliciones de estructuras existentes:** se refiere al derrumbe de aquellas construcciones o elementos aislados que obstaculicen o ya no funcionen en la nueva construcción, tales como fundaciones, columnas, techos, muros, paredes, al igual que abarca la movilización interna de los escombros hasta el lugar definitivo de carga, el cual será asignado por el profesional responsable de la obra, es decir que se realiza:
 - Demoliciones de Construcciones.
 - Demoliciones de Elementos Aislados.
 - Demolición de Pavimentos y Similares.
 - Carga de Material Procedente de la Demolición.
- **Remociones:** comprende la separación de aquellas estructuras, miembros o elementos que deben ser desarmados y desmontados sin dañarlos, tales como monumentos, estructuras metálicas o de madera, tanques metálicos elevados, cercas, por lo que se debe de tener mucho cuidado al momento de establecer estas acciones ya que los mismos tendrán que ser reutilizados previo terminada la construcción.

Movimiento de tierra y urbanismo

Es el conjunto de trabajos y obras que deben ejecutarse para ajustar el terreno a las rasantes y secciones transversales señaladas en los planos y especificaciones. Dentro de esta etapa se realizan actividades tales como:

- **Excavaciones:** se refiere al proceso de excavar y retirar volúmenes de tierra u otros materiales para la conformación de espacios donde serán alojados cimentaciones, tanques de agua, hormigones, mamposterías y secciones

correspondientes a sistemas hidráulicos o sanitarios según planos de proyecto. Entre las excavaciones se realizan:

- Banqueos.
 - Préstamos.
 - Remoción de la capa vegetal o tierra desechable.
- **Construcción de terraplenes para terrazas:** comprende todos los trabajos necesarios para la construcción y compactación de terraplenes para terrazas, a fin de lograr las densidades, cotas y secciones transversales indicadas en los planos y especificaciones de la obra.
 - **Construcción de relleno compactado con paso de máquina:** comprende el replanteo y los rellenos compactados por el simple paso de máquina, sin la utilización de agua ni equipos, requeridos para llevar el terreno a la rasante y secciones transversales indicadas en los planos y especificaciones de topografía.
 - **Muros de suelo armado o de gaviones:** son estructuras de contención lineal compuesta por materiales térreos a la que se aplican armaduras, generalmente bandas o barras metálicas dispuestas según planos horizontales para mejorar sus propiedades mecánicas. En la ejecución de esta fase se pueden emplear los siguientes elementos:
 - Paneles Prefabricados de Concreto Armado.
 - Conexiones.
 - Tiras de anclaje.
 - Relleno Compactado.
 - Concreto para el asiento de los elementos prefabricados y las vigas de coronamiento de los muros de suelo armado.

Estructuras

Comprende a todas aquellas actividades necesarias para llevar a cabo el levantamiento de la infraestructura y superestructura de la edificación, es decir todos aquellos elementos unidos entre sí, cuya función es la de soportar y transmitir las cargas que actúan sobre ellos. Dentro de esta etapa se realizan actividades tales como:

- **Obras preparatorias para estructuras:** comprenden trabajos de excavaciones, cortes y rellenos, la carga, entibados y apuntalamientos, achicamiento, rellenos y compactaciones necesarios para ubicar las fundaciones, vigas de riostras, cabezales, tanques subterráneos, fosos de ascensores, por lo que comprenden:
 - Excavaciones en corte para asientos de fundaciones y zanjas.
 - Excavaciones en préstamo para relleno de zanjas y fundaciones.
 - Carga del Material proveniente de las excavaciones y sitios de préstamos
 - Entibado de las paredes de las excavaciones.
 - Achicamiento de las excavaciones para estructuras.
 - Concreto en obras preparatorias.
 - Bases granulares en obras preparatorias

- **Infraestructura de concreto:** corresponde a las obras de concreto que se encuentran por debajo de la losa, placa de fundación o de la base de pavimento necesarias para soportar la superestructura de la edificación. Durante la ejecución de esta fase se puede encontrar la construcción de los siguientes elementos:
 - Pilotes, muros especiales y obras afines.
 - Cabezales de pilotes.
 - Bases y escalones de fundaciones.
 - Pedestales.
 - Vigas de riostra, tirantes y fundaciones para paredes
 - Losas de fundación
 - Vigas de fundación
 - Bases de pavimento.

- **Superestructura de concreto:** comprenden las obras de concreto correspondientes a la estructura de la edificación ubicada a partir de la cota superior de la losa o placa de fundación o de la base de pavimentos. Entre los elementos que se construyen durante esta etapa se encuentran:
 - Columnas.

- Vigas y macizados.
 - Losas, placas y pérgolas.
 - Machones, vigas de corona y apoyos de losas, dinteles y arriostramientos.
 - Escaleras.
 - Graderías y tribunas.
 - Elementos Arquitectónicos.
 - Muros Estructurales.
- **Encofrados:** comprende aquellos moldes, formaletas, de madera, aceros u otro material utilizado de manera temporal el cual tiene la función de dar forma a los miembros o elementos de concreto mientras éste alcanza la resistencia específica en los documentos de contrato.
 - **Armadura de refuerzo:** la armadura de refuerzo se considera como un conjunto de barras, alambres y otros elementos delgados de acero que se colocan dentro del concreto para resistir tensiones conjuntamente de éste.
 - **Estructuras Metálicas:** se refieren a aquellas estructuras en el cual el ochenta por ciento (80%) de sus elementos son metálicos. También se le pueden llamar estructuras de acero y es principalmente construido por miembros, elementos o piezas de acero estructural u otro metal estructural según se define en la normativa COVENIN 1755-82.
 - **Estructuras de Madera:** la madera es un elemento muy convencional el cual puede ser utilizado en múltiples elementos estructurales. Así pues, se consideran este tipo de estructuras cuando el ochenta por ciento (80%) de sus elementos son de madera.
 - **Cubiertas de techo:** son consideradas como un elemento sólido de construcción el cual cubre las vigas y proporciona una superficie para la fijación de techos, tales como las tejas de madera o techado de acero. Su función es ofrecer protección al edificio contra los agentes climáticos y otros factores, para resguardo, intimidad, aislación acústica y térmica, a las construcciones estructurales. De durante esta actividad se realizan:
 - Cubiertas de techo tipo lámina.

- Cubiertas de techo tipo panel.
- Caballetes.
- Canales y Bajantes.
- Elementos complementarios de ventilación e iluminación natural.
- Este es un tipo de residuo peligroso.

Obras arquitectónicas

- **Albañilería:** hace referencia al conjunto de procedimientos para construir elementos estructurales y no estructurales como cerramientos, acabados y revestimientos con materiales pétreos, bien sean naturales o artificiales. Entre las actividades de albañilería presentes en la fase de construcción y remodelación de obras civiles se encuentran:
 - Construcción de paredes y tabiques.
 - Revestimientos de paredes, tabiques, escaleras, muros, techos y pisos.
 - Construcción de pendientes en losas y placas horizontales.
 - Raseos de mortero en losas y placas.
 - Acabados en pisos y escalones.
 - Cielos rasos.
- **Herrería:** hace referencia al conjunto de obras y procedimientos arquitectónicos realizados con materiales metálicos que no sea acero estructural. Entre las principales obras de herrería que se realizan durante la fase de construcción de obras civiles se encuentran las siguientes:
 - Puertas metálicas.
 - Ventanas metálicas.
 - Tabiques metálicos.
 - Rejas metálicas.
 - Barandas metálicas.
 - Pasamanos metálicos.
 - Marcos metálicos tubulares y de chapa doblada.
 - Láminas metálicas de revestimientos.
 - Guardacantos.

- Cerramientos laminados de fachadas.
- Rodapié metálico.
- **Carpintería:** hace referencia al conjunto de obras y procedimientos arquitectónicos realizados con materiales de maderas sin propiedades estructurales. Entre las principales obras de carpintería que se realizan durante la fase de construcción de obras civiles se encuentran las siguientes:
 - Puertas de madera.
 - Ventanas de madera.
 - Tabiques de madera.
 - Rejas de madera.
 - Barandas de madera.
 - Pasamanos de madera.
 - Marcos de madera.
 - Escalones de madera.
 - Revestimientos de madera
 - Rodapiés de madera
 - Closets de madera.
- **Acabados con pinturas:** comprende a los procesos de acabados con pintura de las superficies que conforman la edificación con fines decorativos o preventivos de mantenimiento. Para dicho proceso se utilizan con mayor frecuencia los siguientes tipos de pinturas:
 - Pinturas de esmalte.
 - Pinturas de Barniz.
 - Pinturas de caucho.
 - Pinturas anticorrosivas.
 - Pinturas epoxicos.

Instalaciones eléctricas

- **Tuberías:** hace referencia al procedimiento de instalación de aquellas tuberías destinadas complementar los servicios de electricidad, telefonía,

sonido, intercomunicaciones y similares necesarios dentro de la edificación, pudiendo emplearse para dicho proceso, elementos como:

- Tubería plástica.
- Tubería de hierro.
- Tubería de aluminio.
- Tubería de asbesto cemento.

- **Cables:** hace referencia al procedimiento de instalación de cables destinados a complementar los servicios de electricidad, telefonía, sonido, intercomunicaciones y similares necesarios dentro de la edificación, pudiendo emplearse para dicho proceso, elementos como:

- Cables de cobre.
- Cables de aluminio.

- **Cajas de conexión y tableros eléctricos:** hace referencia al procedimiento de instalación de cajas de empalmes de electricidad, telefonía, sonido, intercomunicaciones y similares necesarios, junto con los tableros eléctricos dentro de la edificación.

- **Tomas y controles:** hace referencia al procedimiento de instalación de los interruptores, tomacorrientes y demás tipos de tomas y controles complementarios para los servicios eléctricos de la edificación, pudiendo emplearse para dicho proceso, elementos como:

- Interruptores.
- Tomacorrientes.
- Cuchillas.
- Regletas telefónicas.

- **Luminarias:** hace referencia al procedimiento de instalación de todos aquellos elementos de luminarias establecidos en los planos y especificaciones del proyecto de la edificación, aplicándose para dicho proceso, elementos como:

- Lámparas.
- Reflectores.

Instalaciones sanitarias y especiales

- **Tuberías:** hace referencia al procedimiento de instalación de aquellas tuberías destinadas complementar los sistemas sanitarios representados en los planos y especificaciones del proyecto, empleando para dicho proceso, elementos como:
 - Tuberías para aguas claras y especiales.
 - Tuberías para aguas residuales y de lluvia.
 - Tuberías para ventilación y especiales.
- **Artefactos sanitarios:** hace referencia a la colocación de todas las piezas sanitarias, incluyendo las griferías, llaves de paso, válvulas y demás accesorios incluidos dentro de los planos y especificaciones técnicas del proyecto. A su vez también comprende la instalación de elementos sanitarios tales como lavamanos, excusados, bidets, bañeras, fregaderos y similares.

2.3 Bases legales

El fundamento legal de una investigación permite sustentar sus planteamientos y objetivos a lograr. Así mismo, la revisión detallada de las fuentes del derecho elaboradas en la materia que concierne a la investigación, permite desarrollar un horizonte legalmente sólido que contribuirá con la perdurabilidad de la misma. Según Palella y Martins (2012), indican que las bases legales "son las normativas jurídicas que sustenta el estudio desde la carta magna, las leyes orgánicas, las resoluciones decretos entre otros" (p. 55). Por tanto, el marco legal que sostiene el estudio en desarrollo, está asociado con todas las leyes y normativas que mantienen una relación estrecha con el manejo de los residuos de construcción y demolición de obras civiles, así como el mantenimiento y la preservación del medio ambiente y sus alrededores.

Considerando la pirámide de Kelsen, se tiene en primer lugar la "Constitución de la República Bolivariana de Venezuela" (1999), en el Capítulo IX, respecto a los Derechos Ambientales, el artículo 127 establece:

“Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de

una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica (...) Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley”

De este modo, la constitución de Venezuela establece la importancia del medio ambiente y su diversidad biológica, con el fin de garantizar la calidad de vida de los ciudadanos, lo que hace relevancia en el trabajo de investigación ya que la misma busca establecer que cada generación debe proteger, cuidar y preservar el ambiente en beneficio de sí mismo, independientemente de la actividad que se realice, asegurando que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, promoviendo las actividades relacionadas con la conservación, incentivando la participación de la sociedad, a través del desarrollo sustentable, el aprovechamiento de diversos materiales y el fomento de la economía circular .

Considerando la “Ley Orgánica del Ambiente” (2006), en el Título VII respecto al control ambiental, Capítulo II del control previo y al cuidado y conservación del medio ambiente, el artículo 83 establece:

“El estado podrá permitir la realización de actividades capaces de degradar el ambiente, siempre y cuando su uso sea conforme a los planes de ordenación del territorio, sus efectos sean tolerables, generen beneficios socio-económicos y se cumplan las garantías, procedimientos y normas. En el instrumento de control previo se establecerán las condiciones, limitaciones y restricciones que sean pertinentes”

En tal sentido, el artículo mencionado aporta a la investigación, la relevancia que las actividades no perjudiquen al ambiente de forma permanente, a menos que éstas sean autorizadas si se establecen garantías, y traigan beneficios en la economía y la sociedad, permitiendo que sus efectos sean tolerables. De acuerdo a esto y en relación con lo investigado, se busca la necesidad del

desarrollo de técnicas óptimas para gestionar de forma adecuada los residuos provenientes de actividades de construcción, rehabilitación o demolición, en busca de que estas no sean nocivas, al mismo tiempo que cuenten con un permiso previo a las acciones que las mismas puedan generar al medio ambiente.

Adicionalmente, la Ley de Gestión Integral de la Basura” (2010), el artículo 27 establece:

“El manejo integral tiene por objeto minimizar o prevenir la generación de residuos y desechos sólidos y maximizar su recuperación, con el propósito de alargar la vida útil de los materiales reutilizables, estimular las actividades económicas que empleen estos procesos o se surtan de estos materiales y la disposición final de desechos en forma ambiental y sanitariamente segura, incluyendo la clausura y post-clausura de rellenos sanitarios.”

Por tanto, la referida ley aporta a la investigación la importancia de aprovechar, reutilizar y disminuir la generación de los residuos sólidos, de manera general. Considerando los residuos generados en las fases de construcción, rehabilitación y demolición de las obras civiles, sirviendo de base para la propuesta de técnicas y métodos para una correcta gestión y aprovechamiento de los mismos previamente de darle una disposición final.

Además, la “Ley Sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos” (2001), el artículo 14 establece:

“El Estado apoyará e incentivará las acciones de las personas naturales o jurídicas que conlleven a la recuperación de los materiales peligrosos recuperables y a la adecuada disposición final de los desechos peligrosos, así como el desarrollo de aquellas tecnologías que conduzcan a la optimización de los procesos y la minimización de la generación de desechos peligrosos mediante incentivos económicos o fiscales, siempre que se mejoren los parámetros de calidad ambiental establecidos en la reglamentación técnica a fin de minimizar los riesgos a la salud y al ambiente. La recuperación y disposición final de los desechos peligrosos son una responsabilidad compartida del Estado y los particulares.”

De esta manera, dicha ley aporta a la investigación la importancia de regular y recuperar la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte,

tratamiento y disposición final de las sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación que los involucre con el fin de proteger la salud y el ambiente. Así pues, en concordancia con los residuos pertenecientes a los procesos de construcción y demolición de carácter peligroso, se busca crear el desarrollo de aquellas tecnologías y procesos, de modo que puedan ser optimizados recolectados, reutilizados, y dispuestos de manera sostenible, permitiendo la conservación de la salud ambiental.

Del mismo modo, las “Normas para el Manejo de los Desechos Sólidos de Origen Doméstico, Comercial, Industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos” (1992), el artículo 2 establece:

“Los desechos sólidos objeto de este Decreto deberán ser depositados, almacenados, recolectados, transportados, recuperados, reutilizados, procesados, reciclados, aprovechados y dispuestos finalmente de manera tal que se prevengan y controlen deterioros a la salud y al ambiente.”

Por consiguiente, dicho decreto aporta a la investigación la importancia de gestionar los residuos de índole doméstico, industrial, comercial o de cualquier otra naturaleza, tal que los mismos sean aprovechados, recuperados, reciclados antes de acceder a su disposición final. Por tanto, a través de los residuos pertenecientes a los procesos de construcción y demolición, se busca crear el desarrollo de nuevos métodos y procesos, de modo que puedan ser recolectados, reutilizados, y dispuestos de manera sostenible, permitiendo prevenir su uso irracional y mantener un ambiente en buen estado.

Por otra parte, el Decreto 2635 “Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos”, el artículo 9, especifica:

La recuperación de los materiales peligrosos tendrá como objetivo fundamental el reúso, el reciclaje, la regeneración o el aprovechamiento de dichos materiales a escala industrial o comercial, con el propósito de alargar su vida útil, minimizar la generación y destrucción de desechos peligrosos y propiciar las actividades económicas que empleen estos procesos o se surtan de estos materiales

De este modo, la importancia que aporta el Decreto a la investigación queda evidenciada ya que la misma busca regular la recuperación de materiales y el manejo de desechos, cuando estos presenten características, composición o condiciones peligrosas representando una fuente de riesgo a la salud y al ambiente. Por lo cual, en relación a los residuos de construcción y demolición que pertenezcan a grupo de residuos peligrosos, las acciones que se establezcan deben de ejecutarse bajo lo descrito en el decreto, en busca de su buen uso, recuperación, recolección, almacenamiento, reutilización, aprovechamiento y disposición final.

Bases conceptuales

Una vez planteadas las leyes en relación al estudio dentro del parámetro nacional, se procederá a sustentar la investigación con normativas y decretos de carácter internacional, con el fin de avalar los términos previamente mencionados en las bases teóricas, así como, ampliar el estudio con información aprobada por entes internacionales o de países que consideran relevante el tema de estudio.

De esta forma, la Norma ISO 14001:2015, sirve de orientación para el presente trabajo de investigación, ya que presenta los elementos y requisitos necesarios para implementar un Sistema de Gestión Ambiental efectivo, la misma indica:

“La organización debe establecer objetivos ambientales para las funciones y niveles pertinentes, teniendo en cuenta los aspectos ambientales significativos de la organización y sus requisitos legales otros requisitos asociados, y considerando sus riesgos y oportunidades. Los objetivos ambientales deben: ser coherentes con la política ambiental; ser medibles (si es factible); ser objeto de seguimiento; comunicarse; actualizarse, según corresponda. La organización debe conservar información documentada sobre los objetivos ambientales.”(p.10).

Cabe destacar que la norma invita a las organizaciones a establecer, documentar, implementar, y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental de acuerdo con los requisitos de la misma, así como, determinar cómo se efectúan los objetivos ambientales que debe considerar la organización, a fin de aportar valor al medio ambiente, a la organización y a todas las partes interesadas.

De este modo, en relación a la investigación, cada organización que se dedique a la construcción de obras civiles, debe velar por tener un buen sistema de

gestión ambiental con medidas previamente planificadas, para garantizar un óptimo desarrollo socio-económico que al mismo tiempo permita estar en armonía con la preservación del medio ambiente, propiciando la economía circular. Lo anterior se relaciona con el trabajo de grado, ya que promueve la implementación de un sistema de gestión ambiental, así como el desarrollo de técnicas en la gestión de residuos, que sirven de base a las organizaciones durante el proceso de construcción, rehabilitación y demolición de obras, manteniendo un equilibrio entre las actividades de la organización y el medio ambiente.

Por otro lado, el Real Decreto 105/2008, regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en España, el artículo 1 especifica:

“...establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.”(p.5).

Dentro de este marco, se evidencia el deber de minimizar el impacto ambiental negativo que los residuos generados en el sector de la construcción producen, estableciendo las normativas que se deben cumplir para garantizar los principios fundamentales como: obligaciones del productor y del poseedor de residuos, el régimen de control de la producción, posesión y gestión, así como también actividades de valorización, tratamiento y eliminación; actividades de recogida, transporte y almacenamiento. Todo esto con la intención de impulsar el aprovechamiento correcto por parte de los involucrados, a modo de mantener una igualdad económica, social y ambiental.

Por tanto, su contribución al trabajo de investigación es preponderante, puesto que la normativa va dirigida exclusivamente a la gestión de residuos de construcción y demolición; aportando las medidas necesarias para poder llevar a cabo un buen manejo de los mismos, orientando al desarrollo de técnicas y procedimientos adecuados.

Adicional, según la Red de Ingeniería en Saneamiento Ambiental, en su estudio comparativo “Aspectos Técnicos entre la Legislación de Residuos de Construcción y Demolición” (2010), señala:

“La prioridad que cada país da a la regulación de la gestión de sus residuos depende de su situación política, económica y social. Especialmente se debe tener en cuenta el nivel de desarrollo económico, pues representa una variable importante para determinar la demanda de la calidad medioambiental, por lo que se podría establecer una compatibilización y reconocimiento mutuo de disposiciones legales entre los países que no implica necesariamente el establecimiento de legislación única.”(p.10)

De este modo, se expresa la importancia del desarrollo de legislaciones, normativas, reglamentos o estrategias por parte de entes gubernamentales con referencia a la adecuada gestión de los residuos de construcción y demolición que promuevan la disminución del impacto nocivo que generan en el ambiente, así como, reducir los costos económicos en la industria de la construcción por medio del aprovechamiento de los residuos e iniciar el fomento del desarrollo de una economía circular.

2.4 Definición de términos

Aspecto ambiental: Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el medio ambiente. Un aspecto ambiental puede causar uno o varios impactos ambientales. Un aspecto ambiental significativo es aquel que tiene o puede tener uno o más impactos ambientales significativos. (ISO 14004:2016, p.3)

Daño ambiental: Toda acción, omisión, comportamiento u acto ejercido por un sujeto físico, jurídico, público o privado, que altere, menoscabe, trastorne, disminuya o ponga en peligro inminente y significativo, algún elemento constitutivo del concepto ambiente, rompiéndose con ello el equilibrio propio y natural del ecosistema. (Chacón, p.118)

Desempeño ambiental: Desempeño relacionado con la gestión de aspectos ambientales. En el contexto de un sistema de gestión ambiental, los resultados se pueden medir con respecto a la política ambiental de la organización, sus

objetivos ambientales u otros criterios, mediante el uso de indicadores. (ISO 14004:2016, p.6)

Economía circular: Es aquel modelo que utiliza la mínima cantidad de recursos naturales necesarios, incluidos el agua y la energía, para satisfacer las necesidades requeridas en cada momento. También, selecciona de forma inteligente los recursos, minimizando los no renovables y las materias primas críticas, y favoreciendo el uso de materiales reciclados siempre que sea posible. (Green Building Council España. p.8)

Estudio del impacto ambiental: El Estudio de Impacto Ambiental es un documento técnico de carácter interdisciplinar que está destinado a predecir, identificar, valorar y considerar medidas preventivas o corregir las consecuencias de los efectos ambientales que determinadas acciones antrópicas pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Su finalidad es que la autoridad de aplicación tome decisiones respecto a la conveniencia ambiental y social de la generación de nuevos proyectos en un determinado ámbito geográfico. (Coria, I. p. 126)

Plan de manejo de residuos: Es un instrumento de gestión que surge de un proceso coordinado y concertado entre autoridades y funcionarios municipales, representantes de instituciones locales, públicas y privadas, promoviendo una adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos, asegurando eficacia, eficiencia y sostenibilidad, desde su generación hasta su disposición final, incluyendo procesos de minimización: reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos en donde se incluya a recicladores formalizados. (Ministerio del Ambiente de Perú. p.5)

Prevención de la contaminación: utilización de procesos, prácticas, técnicas, materiales, productos, servicios o energía para evitar, reducir o controlar (en forma separada o en combinación) la generación, emisión o descarga de cualquier tipo de contaminante o residuo, con el fin de reducir impactos ambientales adversos. (ISO 14001:2015 p.4)

Sistema de Gestión Ambiental: Parte del sistema de gestión de una organización empleada para desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos ambientales. (ISO 141001:2015 p.2)

Reutilización: Cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos. (Ley 7/2022, p. 8)

Tratamiento previo: Proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero. (Real Decreto 105/2008)

Valorización: Cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general. (Ley 7/2022, p. 8)

2.5 Operacionalización de variables

La operación de variables según Reguant y Martínez (2014), “es un proceso lógico de desagregación de los elementos más abstractos, hasta llegar al nivel más concreto, los hechos producidos en la realidad y que representan indicios del concepto, pero que se pueden observar, recoger, valorar, es decir, sus indicadores” (p. 3).

Cuadro 2. Matriz de operacionalización

Objetivo general: Proponer el diseño de técnicas para la gestión de residuos sólidos provenientes de la ejecución y demolición de obras civiles, a fin de mitigar las consecuencias del impacto ambiental asociado.						
Objetivos específicos	Variable	Definición	Dimensión	Indicadores	Técnicas / Instrumentos	Ítem
Diagnosticar como se disponen y utilizan en la actualidad los residuos de materiales provenientes de la ejecución y demolición de obras civiles.	Situación actual	Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), indican "aunque los fenómenos o problemas sean los mismos, pueden analizarse de diversas formas, según la disciplina dentro de la cual se enmarque la investigación" (p. 26).	Exploración	Existencia de lineamientos establecidos	Encuesta y revisión bibliográfica	1
				Residuos generados		2,3
Seleccionar las técnicas que proporcionen mayor efectividad y eficacia en el manejo de los residuos generados en las fases de construcción de obras civiles de acuerdo a la metodología de las 5S.	Técnicas para el manejo de los residuos	Operación o conjunto de operaciones que tienen por objetivo modificar las características físicas, químicas o biológicas de un residuo, buscando reducir el impacto negativo asociado.	Metodología de las 5S	Seiri (Separación)	Encuesta y revisión bibliográfica	4,5,6
				Seiton (Clasificación)		7,8
				Seiso (Limpieza)		9,10
				Seikitsu (Estandarización)		11
				Shitsuke (Disciplina)		12

Fuente: Morillo y Martínez (2022)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

De acuerdo a Hernández y Mendoza (2018), el término investigación se define como:

Conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema con el resultado de ampliar su conocimiento. Esta concepción se aplica por igual a los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto. Los fenómenos pueden ser tan variados como el universo mismo: comportamientos, sentimientos y emociones, actividades en las distintas profesiones, y un sin número de otras cuestiones (p. 4).

Por lo cual, el marco metodológico tiene como objetivo principal, plasmar la manera en la que se llevará a cabo la investigación, definiendo para ello, cada una de las estrategias y procedimientos a emplear, y logrando así responder las interrogantes planteadas en el trabajo de investigación.

3.1 Tipo de la investigación

Según la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006):

El proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, técnicas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades. (p. 21)

Teniendo lo anteriormente en cuenta, el presente trabajo de investigación adoptará una modalidad del tipo proyecto factible, ya que con el mismo, se pretende la propuesta de técnicas para la gestión de residuos de construcción y demolición, como alternativa para solucionar los problemas asociados a la generación, tratamiento y disposición final que las empresas constructoras le aplican a dichos residuos en las fases de construcción, rehabilitación y demolición de las obras civiles. Asimismo, el proyecto factible deberá comprender etapas generales de diagnóstico, planteamiento y fundamentación teórica que sustentan y validan la propuesta, el procedimiento metodológico, las actividades y los recursos necesarios para su desarrollo y resultados.

3.2 Diseño de la investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva, transeccional, no experimental y documental. Según Hernández y Mendoza (2018), el diseño de la investigación “se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que deseas con el propósito de responder al planteamiento del problema” (p. 150). Así mismo, según Alan y Cortez (2017), la investigación documental “se sustenta a partir de fuentes de índole documental, es decir, se apoya de la recopilación y análisis de documentos” (p. 31).

En base a lo anterior, la presente investigación es de carácter documental, ya que la información recolectada y analizada se obtendrá de fuentes bibliográficas, como investigaciones previas, legislaciones nacionales e internacionales, que servirán de base para estructurar y sustentar el problema en estudio.

Por otra parte, Hernández, Fernández y Baptista (2014) definen el diseño transeccional como “investigaciones que recopilan datos en un momento único, ...su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (p. 154).

De acuerdo a lo citado, la investigación propuesta es de tipo transeccional, ya que los datos se obtienen en una ocasión específica y momento oportuno mediante la aplicación de encuestas a empresas constructoras del municipio Valencia, para obtener información suficiente para el análisis de la incidencia que

dichos residuos se generan en el ambiente o su entorno, con el propósito de desarrollar las técnicas necesarias para el buen manejo y ejecución de los mismos.

Del mismo modo, según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación no experimental se define como “estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (p. 152).

La presente investigación es de carácter no experimental y de campo, puesto que no se interviene directamente en el entorno de la muestra, de modo que se analizan los hechos tal y como se presentan en la información y datos obtenidos, sin manipularlos de ninguna forma.

3.3 Nivel de investigación

De acuerdo a Hernández y Mendoza (2018), una investigación de tipo descriptiva se define por lo siguiente:

Miden o recolectan datos y reportan información sobre diversos conceptos, variables, aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o problema a investigar. En un estudio descriptivo el investigador selecciona una serie de cuestiones (que, recordemos, denominamos variables) y después recaba información sobre cada una de ellas, para así representar lo que se investiga (describirlo o caracterizarlo) (p 108).

En tal sentido, la presente investigación se fundamenta bajo un nivel de tipo descriptivo, ya que, una vez recolectada toda la información se procederá a identificar y describir los parámetros necesarios para llevar a cabo una correcta gestión de residuos sólidos provenientes de la ejecución y demolición de obras civiles.

Por otra parte, el presente estudio también se estructura bajo un nivel de carácter inductiva-deductiva, el cual, según Méndez y Sandoval (2011), la definen como:

...dos movimientos sobre un mismo tornillo: para un lado analizamos, para el otro deducimos. Al girar analíticamente se ven las partes; al girar deductivamente se mira el conjunto. Ambos movimientos giratorios son imprescindibles, son complementarios en la búsqueda de la verdad sobre un fenómeno. Cuando partimos

de lo general a lo particular se dice que practicamos la deducción; cuando vamos de lo particular a lo general, la inducción... (p. 22).

Es así como la presente investigación es inductiva, ya que cuenta con una serie de etapas como la aplicación de encuestas a las empresas constructoras del municipio Valencia, con el objetivo de obtener información acerca de los tipos de residuos sólidos que generan dentro de los procesos de construcción y demolición de las obras, la cual será registradas y analizada a fin de plantear conclusiones acerca de las posibles técnicas que presenten mayor eficacia para la gestión de dichos residuos. Igualmente, es deductiva, ya que se estudiarán diversas bases teorías referente a la gestión de los residuos, para posteriormente poder relacionarlas con los objetivos de la investigación.

3.4 Población y Muestra

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), “la unidad de análisis indica quiénes van a ser medidos... La unidad muestral se refiere al racimo por medio del cual se logra el acceso a la unidad de análisis” (p. 183). Del mismo modo, según Zikmund y Babin (2009), es necesario definir algunos términos que se indican a continuación:

Una población (universo) es cualquier grupo de entidades completo... que comparten características comunes. El término elemento de la población se refiere a un miembro individual de la población... Una muestra es una sub-serie o una parte de una comunidad más grande. El propósito del muestreo es estimar una característica desconocida de una población... (p. 409).

En tal sentido, para el presente trabajo de investigación se establece que la población o universo de estudio estará conformada por las empresas de construcción de edificaciones del estado Carabobo. En el mismo orden de ideas, según Arias (2012), la muestra se define como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83), por tanto, la muestra de estudio de la presente investigación se encuentra conformada por ocho empresas constructoras, las cuales serán encuestadas.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información

La recolección de datos representa un aspecto fundamental para todo trabajo de investigación, ya que a partir de los datos obtenidos, se analiza la información

y se infieren los resultados del tema en estudio. De acuerdo a Hernández y Mendoza (2018), el objetivo de la recolección es “capturar significados, experiencias y reconstruir “realidades” de casos (individuos, grupos, comunidades y fenómenos)” (p. 14).

Igualmente, según Hernández y Mendoza (2018), “la base de la recolección es el investigador, el cual se auxilia en diversas herramientas que van afinándose conforme avanza el estudio” (p. 14), por lo que, para poder llevar a cabo una correcta recolección de información, junto con su posterior análisis, es necesario determinar con anterioridad, las técnicas e instrumentos óptimos a utilizar.

Las técnicas a emplear en el presente trabajo de investigación son las que se describen a continuación:

- La revisión bibliográfica se refiere a sustentar la investigación a través de documentación relacionada a la problemática planteada. Según Fernández Hernández y Batista (2014), las consultas documentales “permiten al investigador estudiar el lenguaje escrito y gráfico de los participantes. Es una forma no invasiva cuando no se les pide elaborarlos, y en este caso, pueden ser consultados en cualquier momento y ser analizados cuantas veces sea preciso” (p. 464). Por lo que, a través de dicha técnica, se respalda el marco teórico de la investigación.
- La encuesta, la cual permitirá recolectar información pertinente y veraz de manera sencilla, pues según Arias (2012), la encuesta se define “como una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismos, o en relación con un tema en particular” (p. 72). Asimismo, se establece que el objetivo principal para la aplicación de encuestas, será la de conocer la situación actual de la generación y gestión de residuos que se generan en las obras de construcción.

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos, según Hernández, Fernández y Baptista (2014), éstos se refieren a “aquellos que registran datos observables que representan verdaderamente a los conceptos o variables que el investigador tiene en mente” (p.199), permitiendo a los investigadores acercarse a

la realidad del problema y extraer información sobre el estudio en cuestión. Del mismo modo, los instrumentos dependen directamente de las técnicas definidas previamente, y éstos estarán conformados por fichas bibliográficas, libreta de notas y grabadora.

- Las fichas bibliográficas son definidas según Pérez (2009), como “aquellas que contienen los datos de identificación de las obras consultadas” (p. 29). Éstas se utilizarán como guías, para mantener un orden entre las bibliografías analizadas, y los aspectos más importantes de cada una.
- Cuestionario, de acuerdo a Arias (2012), los cuestionarios son “la modalidad de encuesta que se realiza de forma escrita mediante un instrumento o formato en papel contentivo de una serie de preguntas” (p. 74). Cabe recalcar que los cuestionarios empleados en la fase de recolección de datos serán mixtos, pudiendo contar con preguntas tanto abiertas como cerradas.
- Libreta de notas, según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “Es muy necesario llevar registros y elaborar anotaciones durante los eventos o sucesos vinculados con el planteamiento” (p. 370).
- Grabadora, de acuerdo a Fernández, Hernández y Baptista (2014), “Resulta muy conveniente grabar audio o video, así como tomar fotografías, elaborar mapas y diagramas sobre el contexto o ambiente (y en ocasiones sus movimientos y los de los participantes observados)” (p. 370).

3.6 Técnicas de análisis de resultados

Una vez culminada la etapa de recolección de información, se procede a realizar el respectivo procesamiento y análisis de la misma. Según Hernández y Mendoza (2018), el análisis de información se refiere a “describir experiencias, puntos de vista y hechos. Comprender personas, interacciones, procesos, eventos y fenómenos en sus contextos” (p. 14). Dentro de las técnicas de análisis de resultados que se emplearán en la presente investigación se encuentran las siguientes;

- Base de datos, según Hernández y Mendoza (2018), se define como “sistema en el cual se organizan los datos recolectados, utilizando uno o más criterios pertinentes” (p. 469). De esta manera, una vez realizada la etapa de recolección de información, es de suma importancia proceder a organizarlos por medio de una base de datos, y así facilitar su análisis durante la actividad realizada, evitando a su vez la redundancia de los mismos. Dado el amplio volumen de datos, estos deben encontrarse muy bien organizados en una base.
- Codificación de los datos, Según Hernández Fernández y Baptista (2014), “significa asignar a los datos un valor numérico o símbolo que los represente, ya que es necesario para analizarlos cuantitativamente” (p. 213).
- Gráficos de sectores, gráfica de sectores, los cuales según Méndez y Sandoval (2011), “también es llamada gráfica de pie o de pastel, y consiste en presentar un círculo dividido en sectores que se asemejan a rebanadas de pastel. Cada sector representa la proporción de frecuencia obtenida para cada respuesta” (p. 147). Una vez representada cada respuesta en la gráfica ya mencionada, se llevará a cabo el análisis de la información junto con sus respectivas conclusiones.

3.7 Fases de la investigación

Fase I: Diagnóstico del cómo se disponen y utilizan en la actualidad los residuos de materiales provenientes de la ejecución de obras civiles.

En esta fase se estudia la situación actual de la gestión y manejo de los residuos sólidos generados en los procesos de las empresas constructoras, recolectando información acerca de los lineamientos, distintos métodos, estrategias y técnicas que se aplican en la generación, tratamiento y disposición final del mismo, obteniendo así un enfoque realista en cuanto al impacto ambiental asociado.

Fase II: Selección de las técnicas que proporcionen mayor efectividad y eficacia en el manejo de los residuos generados en las fases de construcción de obras civiles de acuerdo a la metodología de las 5S.

En esta fase se aplicaran las técnicas de análisis de resultados, donde se obtendrán las distintas soluciones a los diversos problemas que puedan presentarse, y a través de ellos, poder seleccionar las técnicas adecuadas que proporcionen mayor eficacia y efectividad al manejo de los residuos sólidos generados en la fases de construcción, haciendo uso de las metodología de las 5S para la selección de las mismas.

Fase III: Diseño de una referencia técnica para la gestión de residuos de materiales provenientes de la ejecución y demolición de obras civiles.

En esta fase se llevará a cabo el diseño de una referencia técnica dedicada a la gestión y manejo de residuos sólidos, mediante la cual se plasmarán las técnicas descritas en el análisis de los datos, y a su vez se plantean las propuestas de los procedimientos necesarios para una correcta gestión de los residuos generados en las fases de construcción y demolición de obras civiles, con la finalidad de que el mismo funcione como una herramienta para las empresas constructoras, capaz de brindarles los parámetros necesarios para enfrentar y solucionar los problemas de impacto ambiental asociados a la generación, mal tratamiento y disposición final de dichos residuos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se evidenció la implementación de las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las correspondientes al análisis de los resultados, preestablecidas en la sección metodológica. En el presente capítulo se presenta el desarrollo de las fases metodológicas correspondientes a los objetivos establecidos para la investigación.

4.1 Fase I: Diagnóstico de la disposición y utilización en la actualidad, de los residuos de materiales provenientes de la ejecución de obras civiles.

Para la presente fase metodológica se procedió a la recopilación de datos tanto documentales como de campo referente a la existencia de lineamientos o parámetros dedicados a la gestión y tratamiento de los residuos sólidos generados en las diversas etapas que conforman la construcción de edificaciones, desde el momento de su concepción o diseño, hasta la etapa de operatividad de los mismos. Igualmente, para realizar el diagnóstico respectivo a la presente fase, se emplearon las técnicas de revisión documental y encuestas, las cuales permitieron recabar la información necesaria, para posteriormente analizarlas.

Del mismo modo, para poder formular un diagnóstico general acerca de la disposición y uso de los residuos de construcción en la actualidad, fue necesario clasificar la información recolectada en los ámbitos nacional (referente a lineamientos establecidos y aplicables en todo el territorio nacional contenido en normas o reglamentos), local (referente a los lineamientos establecidos en las ordenanzas municipales con mayor relevancia) y particular (referente lineamientos utilizados por empresas de construcción de obras civiles ejecutadas bajo la supervisión de ingenieros o arquitectos particulares), tal como se muestra a continuación.

4.1.1 Nivel nacional

La generación, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos en general representa en la actualidad una de las mayores preocupaciones dentro de

las actividades industrializadas en cuanto al bienestar ambiental, el cual a su vez cuenta con una perspectiva muy diversa y amplia en las diferentes naciones del mundo, pues aquellos países que tienen una mayor intervención en el planteamiento estratégico de los temas ambientales, y que han desarrollado innovaciones para la reutilización, aprovechamiento y reciclaje de los residuos sólidos, incluyendo aquellos generados dentro de las fases de construcción de obras civiles, mantienen normativas y lineamientos precisos con el objetivo de regular las acciones inherentes a dicho campo de aplicación.

De esta manera, se observó que en el ámbito internacional se presentan numerosas normas, lineamientos o reglamentos que gestionan los residuos de construcción. Para mostrar lo antes expuesto se presentan como referencia los documentos de algunos países de habla hispana, en el caso de Colombia, las normas que enmarcan dicha gestión se presentan través de la Resolución 0472 (2017), la cual Reglamenta la Gestión Integral de los residuos generados en las actividades constructivas. En el país de Brasil, se establece a través de la Resolución 307 (2002), donde se presentan criterios, procedimientos y técnicas para la gestión de dichos residuos generados en la construcción, y tomando como último ejemplo, España, presenta su lineamiento en su Real Decreto 105/2008, por el que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Todos ellos, poseen características similares asociados a un mismo objetivo.

Venezuela cuenta con un conjunto de lineamientos y estatutos referentes a la gestión de residuos sólidos en general, en donde especifican ciertos parámetros para su regulación, tratamiento y disposición. De este modo, la mayoría de éstos, presentan sistemáticas para direccionar el manejo de los residuos de construcción y demolición con el fin de aplicar las posibles acciones dentro de todas las fases del proceso constructivo de obras civiles.

En Venezuela se tiene como principal referencia la “Ley Orgánica de la Basura” (Gaceta Oficial N° 6.017 Extraordinario del 30 de diciembre de 2010), que contiene las disposiciones regulatorias para la gestión integral de la basura, con el fin de reducir su generación y garantizar que su recolección,

aprovechamiento y disposición final sea realizada en forma sanitaria y ambientalmente segura. Cabe recalcar que el artículo 71 especifica:

Las personas naturales o jurídicas que se dedican habitualmente a la construcción y demolición de obras civiles, talas y podas de árboles, cría o beneficio de animales, así como la importación, fabricación, distribución, venta o reparación de bienes o servicios tecnológicos que incrementen la generación de residuos y desechos que requieren un manejo especial, serán responsables de realizar o poner a disposición del público los programas de retorno, acopio, depósito y transporte de tales residuos a los sitios debidamente equipados para que se realice su recuperación, reutilización, reciclaje efectivo o eliminación.

Es así como dicha ley busca la gestión integral de los residuos y desechos sólidos a través del manejo conforme a la prevención, integridad, precaución, participación ciudadana, corresponsabilidad, responsabilidad civil, información y educación con el objetivo de forjar una cultura ecológica, de igualdad y no discriminación, debiendo ser eficiente y sustentable, a fin de garantizar un adecuado manejo de los mismos.

Así pues, para complementar la referencia anteriormente expuesta y lograr la necesidad de disponer adecuadamente los residuos de construcción, se adjunta el “Decreto 2216” Gaceta Oficial N°4.418 (E), de fecha 23 de abril de 1992, mediante el cual se dictan las normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos; cuyo objeto es regular las operaciones de manejo de los desechos sólidos con el fin de evitar riesgos a la salud, al mismo tiempo este decreto busca que los residuos sean depositados, almacenados, recolectados, transportados, recuperados, reutilizados, procesados, reciclados, aprovechados y dispuestos de manera tal que se prevengan y controlen deterioros a la salud y al ambiente.

Paralelamente, también se revisó la “Ley Sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos” Gaceta Oficial N° 5.554 Extraordinario del 13 de noviembre de 2001, la cual contiene las disposiciones generales para regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de las sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación

que los involucre con el fin de proteger la salud y el ambiente. Se destacó el artículo 14 que especifica:

El Estado apoyará e incentivará las acciones de las personas naturales o jurídicas que conlleven a la recuperación de los materiales peligrosos recuperables y a la adecuada disposición final de los desechos peligrosos, así como el desarrollo de aquellas tecnologías que conduzcan a la optimización de los procesos y la minimización de la generación de desechos peligrosos mediante incentivos económicos o fiscales, siempre que se mejoren los parámetros de calidad ambiental establecidos en la reglamentación técnica a fin de minimizar los riesgos a la salud y al ambiente. La recuperación y disposición final de los desechos peligrosos son una responsabilidad compartida del Estado y los particulares.

Dicho esto, la Ley busca el control y aprovechamiento de todos los materiales y desechos peligrosos que puedan ser recuperados, permitiendo a su vez, la venta a terceros, previa aprobación por parte del Ministerio del Ambiente, con el fin de priorizar su reutilización, reciclaje, recuperación o cualquier otra acción dirigida a obtener materiales reutilizables; a través de la precaución, participación ciudadana y corresponsabilidad garantizando un adecuado manejo de los mismos.

En concordancia con la Ley 5.554, en el país se han desarrollado normativas específicas para el manejo de residuos de naturaleza peligrosa, lo cual ha permitido que se cuenten con referencias nacionales que sirvan de herramientas para gestionar los posibles residuos que se generen en obras civiles. Es así que se destacó el “Decreto 2635”, Gaceta Oficial N°5245 (E), de fecha 3 de agosto de 1998 donde se especifican las normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos, el cual va enfocado a la clasificación de dichos materiales, además de su recuperación, reciclado y reutilización, así como su almacenamiento, transporte y disposición de los mismos, todo con el fin de alargar su vida útil, minimizar la generación y destrucción de desechos peligrosos y propiciar las actividades económicas que empleen estos procesos o se surtan de estos materiales.

De este modo, las normativas y lineamientos revisados, con sus enfoques y objetivos, se tomaron como soporte de la investigación para plantear la propuesta de referencia técnica de una adecuada gestión de los residuos en las construcciones de edificaciones en Venezuela.

4.1.2 Nivel local

Igualmente, para poder establecer un diagnóstico completo y efectivo, fue necesario revisar aquellos documentos legales encargados de regular el desarrollo de un manejo integral de los residuos; por lo que se procedió a analizar y revisar algunas de las ordenanzas y legislaciones municipales, con el propósito de conocer como éstos son regulados a nivel urbano y local.

En tal sentido, Carabobo posee de catorce (14) municipios y teniendo como capital la ciudad de Valencia, contienen diversas ordenanzas, las cuales rigen los parámetros fundamentales para su ordenamiento y cumplimiento en las distintas entidades del Estado. Es por ello, que en relación con la gestión integral de los residuos sólidos de construcción y demolición se revisó la “Ordenanza sobre la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente y la calidad de vida” del municipio Valencia emitido en el año 2012, la cual busca desarrollar las competencias en materia del manejo, control y conservación del ambiente. Sin embargo, en la misma se hace poca mención de los residuos de construcción y demolición, pudiendo destacar su artículo 35 el cual estipula:

Se prohíbe depositar o arrojar en la vía pública materiales de construcción, mercancías de todo tipo y toda clase de escombros o desechos provenientes de: obras en construcción, demolición o remodelación de edificios para: viviendas unifamiliares y multifamiliares, civiles, industriales o comerciales, desechos de podas o talas o de cualquier naturaleza y cauchos.

Por lo que dentro del municipio Valencia queda prohibida la disposición temporal de los residuos en vías públicas de paso peatonal y vehicular. Conjuntamente cabe recalcar que, la recolección y el transporte de escombros, materiales de construcción y otros, se efectuará en vehículos aptos para impedir que el contenido transportado ensucie o dañe las vías.

Por otra parte, cada una de las ordenanzas municipales están redactadas de manera similar puesto que son fundamentadas por normativas de mayor rango como lo es la “Ley de Gestión Integral de la Basura”, buscando el cumplimiento de preservar y conservar el entorno ambiental en cada municipio. Asimismo, cada ordenanza referente a la preservación del ambiente, y el aseo urbano local, contiene información en relación a los residuos de construcción y demolición, mencionados en el título de prohibiciones y su redacción es semejante a la del artículo 35 de la Ordenanza sobre la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente y la calidad de vida del municipio Valencia (ver cuadro 3).

Cuadro 3. *Prohibiciones del manejo de los residuos de construcción y demolición de acuerdo a las ordenanzas municipales.*

PROHIBICIONES			
<i>MUNICIPIO</i>	<i>ORDENANZA</i>	<i>ARTICULADO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
LIBERTADOR	Ordenanza sobre la conservación, defensa y mejoramiento ambiental	<u>Artículo</u> 45 Numeral 2	Depositar materiales de construcción y escombros en las vías públicas. Cuando por razón de la obra en ejecución resulte necesario efectuar tales depósitos los responsables deben de contar con el respectivo permiso municipal, la autorización no podrá exceder de 5 días. Vencido el termino los materiales deberán introducirse en la obra o retirarlos del lugar
SAN DIEGO	Ordenanza sobre la protección del ambiente y de los servicios de cooperación con el saneamiento ambiental	<u>Artículo</u> 49	Se prohíbe depositar en la vía pública toda clase de escombros o desechos provenientes de obras de construcción y remodelación de edificios para viviendas unifamiliares y multifamiliares. La recolección y el transporte de residuos y desechos sólidos, escombros, materiales de construcción se efectuará en vehículos debidamente provistos para impedir que el contenido ensucie o dañe las vías y demás lugares públicos.
NAGUANAGUA	Ordenanza de reforma a la Ordenanza sobre el régimen del servicio de aseo urbano	<u>Artículo</u> 75 Numeral 2	Depositar en las vías públicas escombros provenientes de demoliciones o reparaciones de inmuebles y materiales de construcción. En este último caso solo se permitirá por el tiempo estrictamente necesario y de acuerdo a lo acordado conforme a las normas de construcción del municipio.
PUERTO CABELLO	Reforma parcial a la ordenanza sobre el servicio de aseo urbano y domiciliario	<u>Artículo</u> 76 Numeral 1	Se consideran infractores a todos los usuarios que, en jurisdicción del municipio, incurran en las siguientes conductas: Arrojar, depositar o acumular restos de materiales de construcción o demoliciones y todo cuanto contribuya al desaseo de las aceras, calzadas, avenidas, calles, plazas, parques, bulevares, islas diversas, playas y en general, cualquier lugar de uso público sano esparcimiento, así como solares, terrenos sin construir, ríos, caños, quebradas, canales, drenajes. Otros.

Fuente: Morillo y Martínez (2022)

Cabe recalcar que cada ordenanza revisada cuenta con información relevante y distinta dependiendo del municipio al que pertenezca. Un ejemplo de ello se encuentra descrito en la “Reforma a la Ordenanza Sobre el Régimen del Servicio de Aseo Urbano” del municipio Naguanagua, donde se plantea que dependiendo del tipo de residuo generado, el transporte para su recolección y su disposición final, se verá clasificado en ordinario o extraordinario, siendo el extraordinario el conjunto de residuos y desechos sólidos que ameriten un tratamiento y/o atención especial. Por lo que se destaca el artículo 37, el cual especifica:

Se considera residuos y desechos extraordinarios:

- 1) Tierra, restos vegetales provenientes de labores de tala, poda, y/o desmalezamiento de especies vegetales.
- 2) Neumáticos.
- 3) Cadáveres de animales.
- 4) Voluminosos, entendiéndose por estos los de origen doméstico que debido a sus dimensiones no son adecuados para ser recogidos por el servicio ordinario pero que pueden ser eliminados conjuntamente.
- 5) Escombros, provenientes de trabajos de construcción y/o demolición.
- 6) Residuos sólidos provenientes de espectáculos.

En alusión con esto, los residuos de construcción y demolición se encuentran regulados como residuos extraordinarios, vinculándose con el artículo 38 de la misma ordenanza, donde se rige que el interesado en obtener la asistencia, apoyo o servicio, deberá hacer una solicitud ante el Instituto Autónomo para la Prestación del Servicio de Aseo Urbano y Domiciliario; además de exponer la clase de servicio que se requiere, así como las características y ubicación de lo que se recolecta.

Por otra parte, con el fin de complementar lo estipulado anteriormente en las ordenanzas de algunos de los municipios del estado Carabobo, se consideró pertinente la revisión de lineamientos y demás ordenanzas de los diversos estados que conforman el territorio nacional, a modo de conocer cómo gestionan o manejan los residuos sólidos urbanos, en especial los generados en la construcción de obras civiles, por lo que se revisaron municipios como Maracaibo del estado

Zulia, El Hatillo y Chacao del estado Miranda, al igual que el municipio Barinas del estado Barinas, los cuales cuentan con ordenanzas municipales que enmarcan la disposición del aseo urbano y manejo de los residuos sólidos en general, haciendo mención de los residuos de construcción y demolición en las prohibiciones de los mismos. Así pues, como ejemplo se tomó como evidencia lo estipulado en la Reforma parcial de la Ordenanza Ecológica sobre el Aseo Urbano y Rural, Domiciliario, Comercial e Industrial del Municipio El Hatillo emitido en el año 2018, donde en su artículo 58 numeral 3, expone:

Con la finalidad de garantizar la limpieza de las zonas urbanas y rurales se prohíbe terminantemente: El depósito en la vía pública de escombros y demás desechos y/o residuos sólidos generados por las actividades de construcción. En este caso, los desechos y/o residuos sólidos deberán ser acarreados desde el interior del inmueble hasta la unidad recolectora especial, para transportarlo hasta su disposición final autorizada. Una vez acarreados, se deberá realizar la limpieza del lugar empleado para depositar el material o desecho de la construcción así como espacio recorrido para su acarreo.

Con lo anteriormente expuesto se manifiesta la necesidad de poseer una unidad recolectora especial al momento de transportar los residuos de construcción y demolición, así como tener un sitio previamente autorizado por medio de permisos emitido por los entes competentes del municipio para la disposición final de los mismos de manera adecuada.

Del mismo modo, resultó oportuno resaltar la “Ordenanza del Servicio Público Municipal de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos” del municipio Barinas, siendo esta Ordenanza la más actualizada ya que fue emitida en Junio del 2022, la cual cuenta con un articulado exclusivo para el tratamiento de los residuos generados de la construcción y demolición, y plantea lo siguiente:

El Municipio Barinas, haciendo uso del control urbanístico, fomentará la demolición selectiva de edificaciones, a fin de lograr la separación de elementos arquitectónicos recuperables, como rejas, puertas y balaustradas entre otros, la recuperación de materiales reciclables de origen no pétreo; la separación de materiales tóxicos o contaminantes, y finalmente los materiales de origen pétreo, El Municipio podrá contar con una planta de tratamiento de residuos de la construcción y demolición, a fin de

aprovechar los recursos contenidos en ellos. En los contratos que celebre el Municipio o sus entes descentralizados para ejecutar, reparar o demoler obras, se establecerá una cláusula que señale de manera expresa la obligación del contratado a retirar los residuos generados al concluir la actividad en un lapso no mayor de cinco días.

Es así que se evidencia la importancia que se le atribuye a valorización, recuperación, reciclaje y tratamiento antes de su disposición final de los residuos generados en las fases constructivas de obras civiles en el municipio, puesto que se busca aprovechar los recursos contenidos en los mismos. También, en la misma ordenanza en el artículo 112 acerca del Almacenamiento Temporal, específica que en el caso de proyectos para la construcción de edificaciones residenciales multifamiliares, comerciales e industriales, se deberán diseñar y contemplar espacios que permitan el acopio clasificado de residuos con fines de valorización, a modo de incentivar a la sociedad a manejar y gestionar de manera correcta los residuos de construcción y demolición.

Por otra parte, el municipio Chacao del estado Miranda cuenta con una propuesta de Ordenanza sobre Gestión Integral de manejo y recolección de residuos y desechos sólidos, la misma fue presentando en el año 2020 con el objetivo de regular la gestión integral de los residuos y desechos sólidos no peligrosos realizada por todos los usuarios, y en todas sus fases, desde su generación hasta la disposición final, además posee como objeto la regulación del régimen jurídico del Servicio de Aseo Urbano Domiciliario y el de la Limpieza de las áreas públicas como servicios públicos. Asimismo establece la clasificación de los residuos sólidos como residuos ordinarios, y extraordinarios, siendo los extraordinarios residuos que se les debe tratar de manera especial, en los que se encuentran inmersos los de construcción y demolición.

De todo lo revisado se observó que los lineamientos para una adecuada gestión de residuos de construcción y demolición desde el punto de vista municipal, requieren de procedimientos especiales capaces de proporcionarle un mejor uso y aprovechamiento de los mismos, así como, la mayoría de las ordenanzas presentan prohibiciones acerca de sus almacenamiento, acumulación

y disposición en todo destino que no se encuentre autorizado, todo esto con el fin de resguardar y preservar la seguridad ambiental.

4.1.3 Nivel particular

Para poder establecer un diagnóstico referente a la gestión de los residuos sólidos generados en la construcción de obras civiles, fue necesaria la aplicación de encuestas a profesionales afines a la industria de la construcción ubicados en el municipio Valencia estado Carabobo (ver apéndice A), los cuales se encuentran a cargo del proceso constructivo de edificaciones al momento de aplicar los instrumentos de consulta. En la indagación se preguntó por temáticas relacionadas con los lineamientos de gestión que se empleaban desde la etapa de diseño del proyecto hasta el inicio del proceso constructivo del mismo, también se abordaron temas referentes a la generación, clasificación y cultura de manejo de los materiales que conformaban los residuos sólidos producidos en cada una de las obras visitadas y su posterior disposición final, así como la preparación con la que contaban los trabajadores de la obra con respecto a los residuos generados y su posible aprovechamiento. Seguidamente, se codificó y tabuló la información recolectada para poder establecer, mediante procedimientos estadísticos, las tendencias en cada una de las temáticas abordadas, permitiendo así tener una muestra del estado de la gestión de los residuos sólidos generados en obras civiles en la ciudad de Valencia estado Carabobo y plantear, a modo de diagnóstico, el contexto en el cual se presenta la problemática por medio de las conclusiones generadas en cada uno de los tópicos anteriormente mencionados, tal como se muestra a continuación.

4.1.3.1 Lineamientos de gestión de residuos establecidos dentro de la etapa de diseño y proceso constructivo de la obra.

La escasa atención que se da al tratamiento de los residuos sólidos en la etapa de diseño de la obra, es uno de los aspectos más preocupantes de la problemática planteada, ya que la generación de estos residuos es un parámetro que debe tomarse en consideración desde las fases iniciales del proyecto, para así disponer de alternativas capaces de reducir la cantidad de desechos de materiales

en la obra. Sin embargo, a pesar de lo anteriormente expuesto, sólo el trece por ciento (13%) de los encuestados manifestaron contar en siempre con lineamientos dedicados a la gestión de los posibles residuos generados en el proceso constructivo, mientras que un treinta y siete por ciento (37%) apenas lo toman en cuenta, y la mayoría de los encuestados representado por el cincuenta (50%) restante respondieron que nunca se establecen dichos parámetros (ver figura 6).

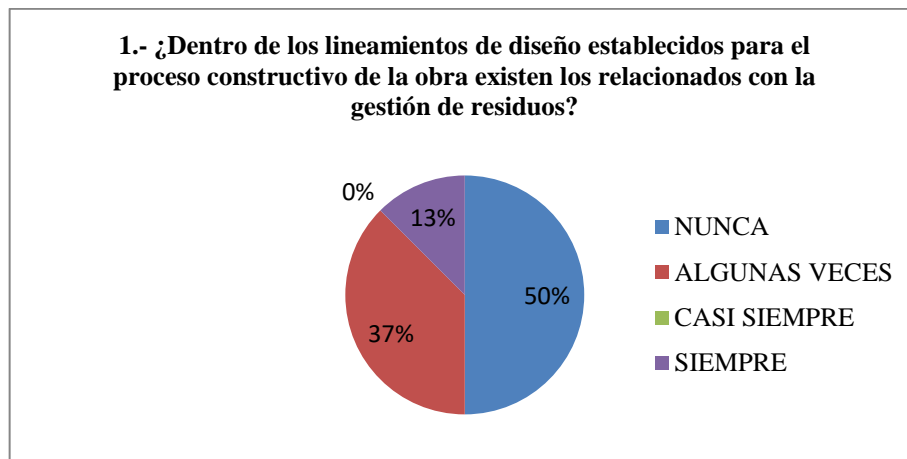


Figura 6. Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 1 de la encuesta
Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Igualmente, se observó por parte de los encuestados la ausencia de consideraciones tomadas desde la etapa de diseño de la obra en contra del posible impacto ambiental causado por la generación de los residuos, pues a pesar de que el treinta y ocho por ciento (38%) confirmaron que dichos parámetros siempre son tomados en cuenta durante esta etapa, el sesenta y dos por ciento (62%) restante negaron la inclusión de estas medidas durante la fase de diseño de la obra (ver figura 7).

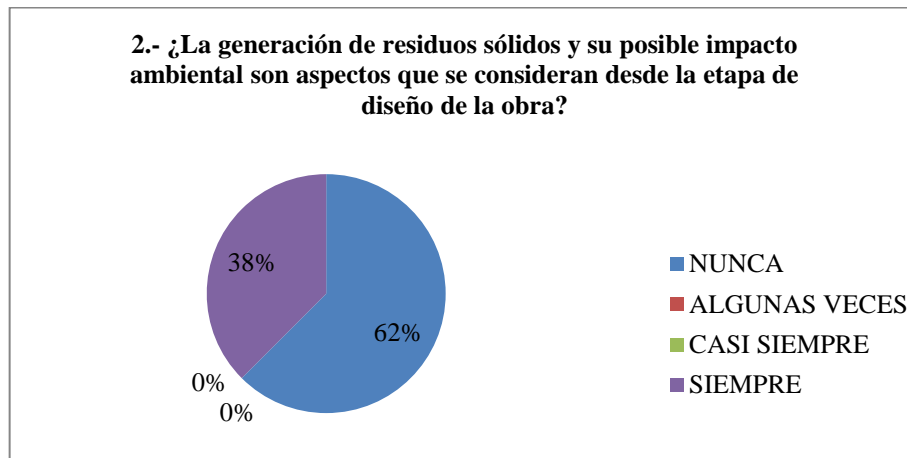


Figura 7. Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 2 de la encuesta

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

4.1.3.2 Generación y composición de los residuos sólidos dentro del proceso constructivo de la obra.

La generación y composición de los residuos es uno de los aspectos más importantes al momento de diseñar estrategias de aprovechamiento de los mismos, por lo que conocer el nivel de importancia que se le atribuyen a dichos residuos es fundamental para formular un diagnóstico representativo de la situación actual de las obras de construcción. En tal sentido, sólo un trece por ciento (13%) de los encuestados aseguraron que se les brinda una gran importancia a los residuos generados en la obra, mientras que un treinta y siete por ciento (37%) aseguró un nivel de importancia media, y el cincuenta por ciento (50%) restante confirmaron que la importancia que se le proporciona a la generación de los residuales sólidos en obra es poca (ver figura 8).

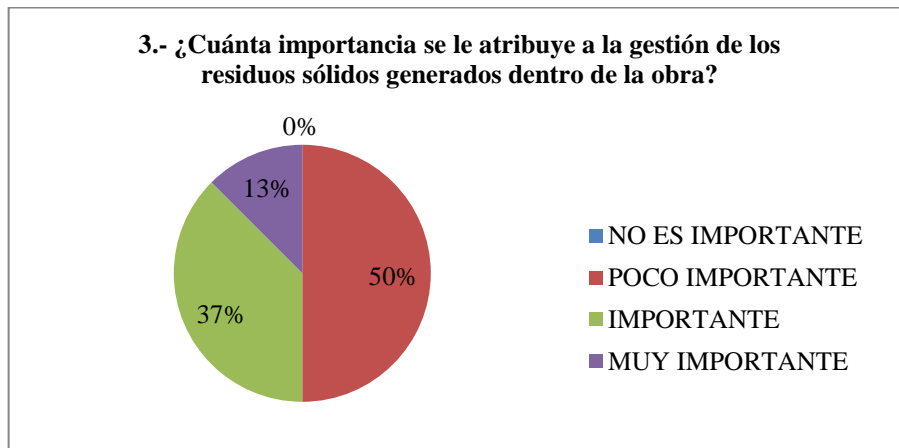


Figura 8. Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 3 de la encuesta
Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Igualmente, es importante realizar una correcta caracterización, puesto que es necesario conocerse el tipo de residuos que se genera durante el proceso constructivo, para así poder proyectar el cómo abordar la problemática de gestión de los mismos y crear alternativas que permitan aprovechar de manera eficiente las propiedades de dichos residuales. A continuación, se muestra la composición de los residuos sólidos generados en las obras encuestadas, permitiendo obtener información sobre el tipo de residuos generados en las obras visitadas (ver figura 9).

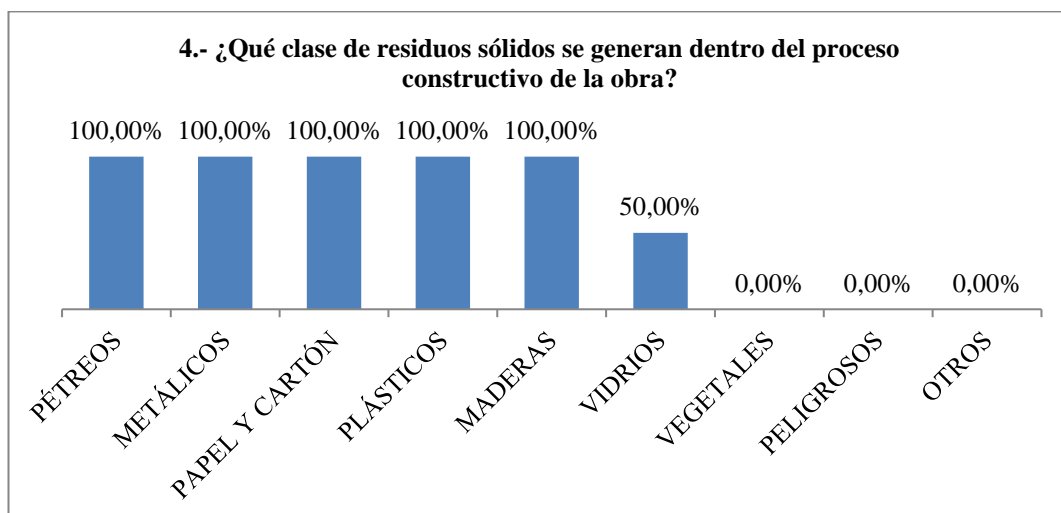


Figura 9. Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 4 de la encuesta
Fuente: Morillo y Martínez (2022).

De acuerdo con lo plasmado en la figura 9, se observó que la totalidad de las obras encuestadas generan residuos compuestos por materiales pétreos, metálicos, de papel y cartón, plásticos y maderas, lo que significa una importante conformación dentro del proceso de aprovechamiento de residuos, ya que materiales como éstos resultan poseer altas oportunidades de reciclaje y reutilización. En el mismo orden de ideas, se presentó en menor proporción la generación de residuales compuestos por vidrios, al igual que se observó la ausencia de aquellos con naturaleza vegetal y peligrosa.

4.1.3.3 Metodología de separación y recolección de los residuos generados dentro del proceso constructivo de la obra.

En el proceso de gestión de residuales es de primordial importancia entender que si bien los términos residuos y desechos de la construcción son considerados erróneamente como sinónimos, realmente existe gran diferencia entre éstos. Es así como se entiende por residuos a aquellos sobrantes de materiales empleados dentro de los procesos constructivos, y que tienen potencial para ser nuevamente utilizados en el mismo u otro proyecto; por otra parte, se entiende por desechos a aquellos materiales que ya no tienen potencial para ser reciclados, recuperados o reutilizados, razón por la cual deben ser desechados.

De acuerdo con esta premisa, se demuestra gran preocupación dentro de la industria de la construcción, ya que en la actualidad algunos de los residuos de materiales con potencial para ser utilizados nuevamente o reciclados, son manejados como desechos sin ningún tipo de clasificación o tratamiento previo. Asimismo, la composición y cantidad de desechos generados por las actividades de construcción depende directamente de diversos aspectos, tal como del proceso de donde éstos provengan, es decir, si son producto de demolición de estructuras nuevas u obras viejas que cumplieron su vida útil, así como de la tecnología utilizada en los procesos. Por lo que resulta necesario conocer si existen criterios empleados en las obras encuestadas para diferenciar entre los residuos y desechos generados dentro del proyecto, y si es el caso, conocer cuáles son.

Es así como se analizó que el setenta y cinco por ciento (75%) de las obras encuestadas si contaban con criterios para la diferenciación de los residuos y

desechos generados, las cuales a su vez dependían directamente del material que conformaba el sobrante y del estado y propiedades que el mismo poseía; en contraparte, el veinticinco por ciento (25%) restante negó tener información referente a dichos criterios (ver figura 10).

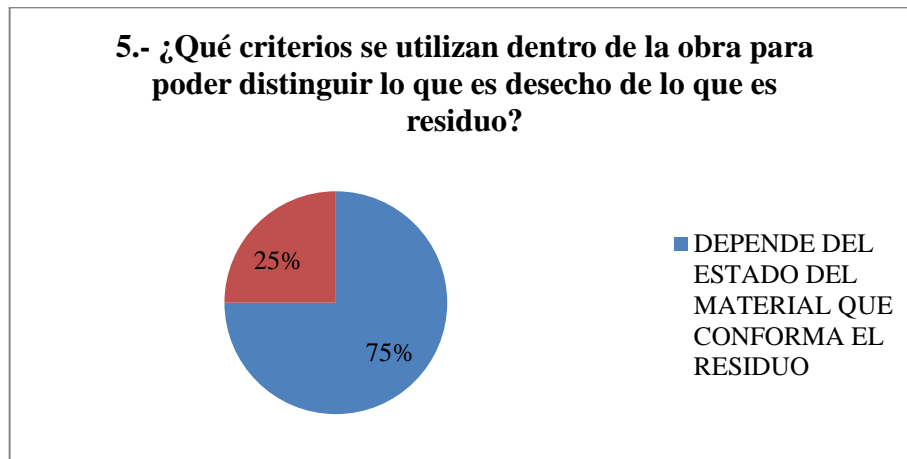


Figura 10. *Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 5 de la encuesta*
Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Del mismo modo, la separación de los residuos generados es otro de los aspectos de gran importancia para su gestión, ya que describe las acciones o procedimientos para clasificar determinados componentes o materiales para su posterior tratamiento. De acuerdo a las respuestas obtenidas por los encuestados, el setenta y cinco por ciento (75%) de las obras siempre realizan una clasificación de los residuos de acuerdo a su naturaleza, lo cual resulta un pronóstico favorable ya que dicha práctica facilita la separación selectiva en origen de los mismos, y a su vez es de gran ayuda para conocer, diferenciar y organizar los residuos generados y así alcanzar la máxima eficiencia en los procesos de tratamiento que se le apliquen posteriormente. Sin embargo, mientras que el veinticinco por ciento (25%) restante aseguraron que nunca llevan a cabo dicha práctica.

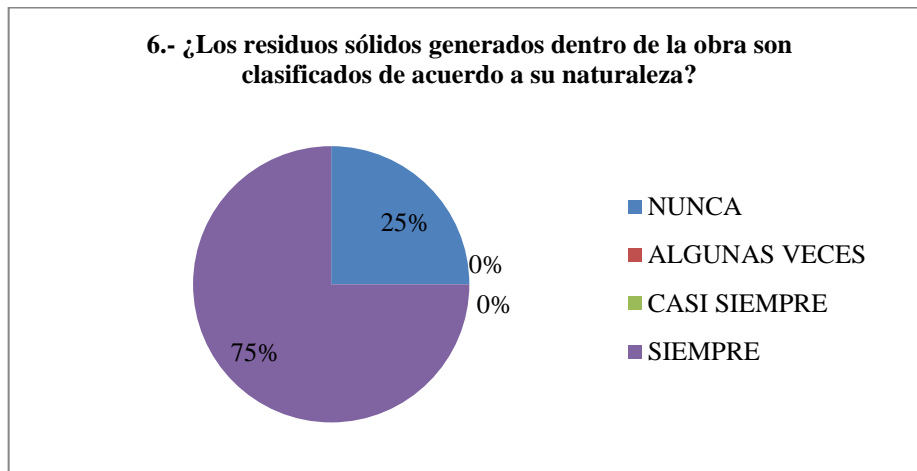


Figura 11. *Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 6 de la encuesta*
Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Dentro de los parámetros establecidos en el proyecto deben existir aquellos encargados de separar del flujo de residuos a aquellos que ameritan distintos tipos de tratamiento, conocido como separación selectiva. En esta etapa se toma la decisión sobre el siguiente paso que seguirá el material, ya sea por tratamientos de reciclaje, reutilización, valorización, entre otros. Por esta razón, la separación selectiva de los residuos posterior a su clasificación debe considerarse dentro de la obra, pues es indispensable para una adecuada gestión. Sin embargo, a pesar de la importancia que representa esta actividad, sólo el veinticinco por ciento (25%) de los encuestados afirmaron siempre realizar la separación de los residuos durante el proceso constructivo de la obra, mientras que el treinta y ocho por ciento (38%) lo realizan casi siempre, y el treinta y siete por ciento (37%) restante sólo algunas veces (ver figura 12).

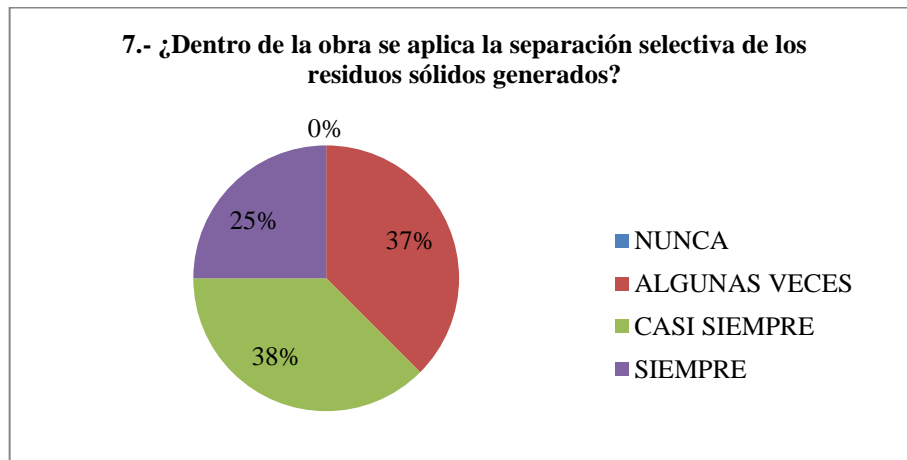


Figura 12. *Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 7 de la encuesta*

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Por otra parte, una vez clasificados y separados los residuos generados, éstos deben ser almacenados temporalmente en sitios de acopio previo a su disposición final, los cuales deben estar adecuados de acuerdo con el principio de aseguramiento de las condiciones de protección ambiental y de la salud humana, y a su vez, el almacenamiento puede realizarse en envases o recipientes diseñados para este fin. Las características de los mismos dependerán del tipo de material a almacenar y del tamaño y volumen que de éstos se producen. De esta manera, se preguntó por medio de las encuestas la existencia y cantidad de los espacios dedicados al almacenamiento y acopio temporal de los residuos generados dentro de las obras, obteniendo la siguiente información: el veinticinco por ciento (25%) de los encuestados afirmaron contar con un sitio de acopio permanente dentro de los establecimientos de la obra; otro treinta y siete por ciento (37%) cuenta con un sitio de acopio variable de acuerdo a la fase del proceso constructivo en el que se encuentre la obra; mientras que el treinta y ocho por ciento (38%) restante de los encuestados plantearon tener más de un área dedicada al almacenamiento temporal de los residuales generados (ver figura 13).

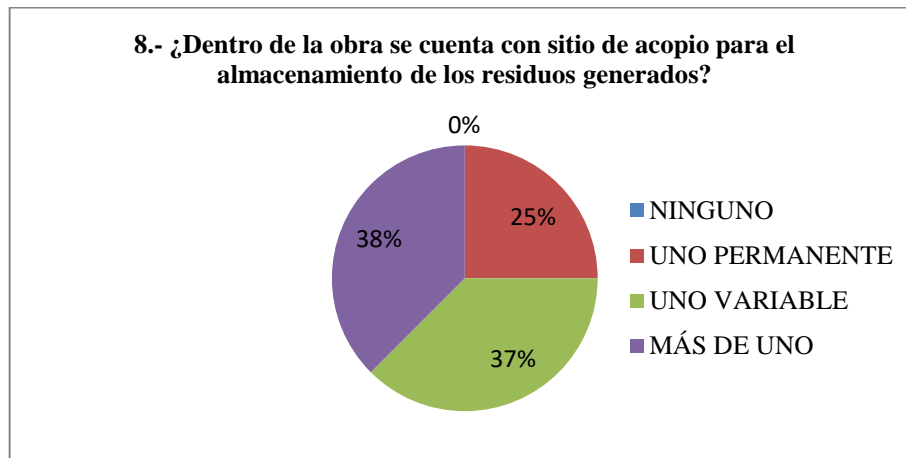


Figura 13. *Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 8 de la encuesta*

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

4.1.3.4 Tratamiento y disposición final de los residuos generados dentro del proceso constructivo de la obra.

La clase del tratamiento que se le dé a los residuos una vez clasificados, separados selectivamente y almacenados, dependerá directamente del tipo de material por el que esté conformado y de las propiedades que éste posea después de su uso o aplicación; a su vez, los distintos tipos de tratamiento aplicados hacia los residuales de la construcción se basan directamente en la regla de las siete erres (7R), por lo que resultó pertinente para el diagnóstico, preguntar mediante las encuestas si dentro de las obras se aplicaban estrategias de gestión relacionadas a dicha metodología, obteniéndose los siguientes resultados: sólo un treinta y ocho por ciento (38%) confirmaron emplear dichas técnicas algunas veces, mientras que el sesenta y dos por ciento (62%) concretaron que nunca las emplean (ver figura 14).

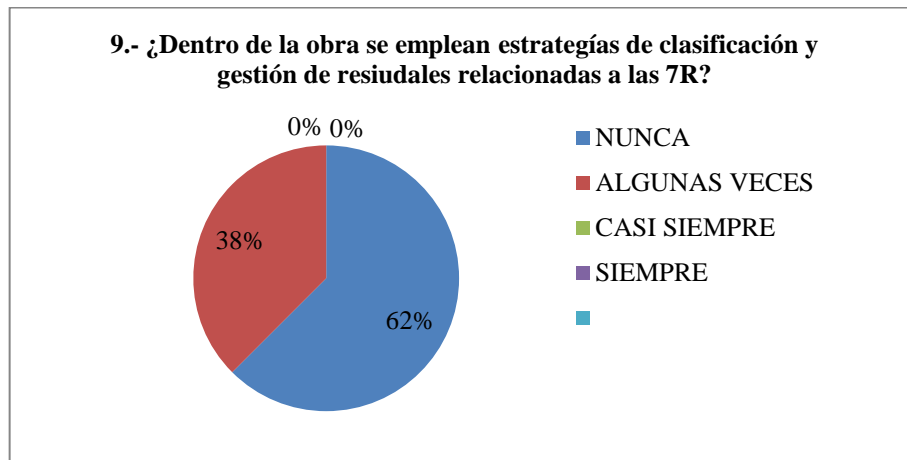


Figura 14. *Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 9 de la encuesta*
Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Otro factor explorado con esta encuesta tiene que ver con las estrategias de disposición final de los residuos generados en obra, obteniendo como resultado un cien por ciento (100%) de coincidencia en las respuestas por parte de los encuestados, quienes plantearon que para los residuos generados en la obra se contrata a un agente externo que se ocupa de su disposición final (ver figura 15).

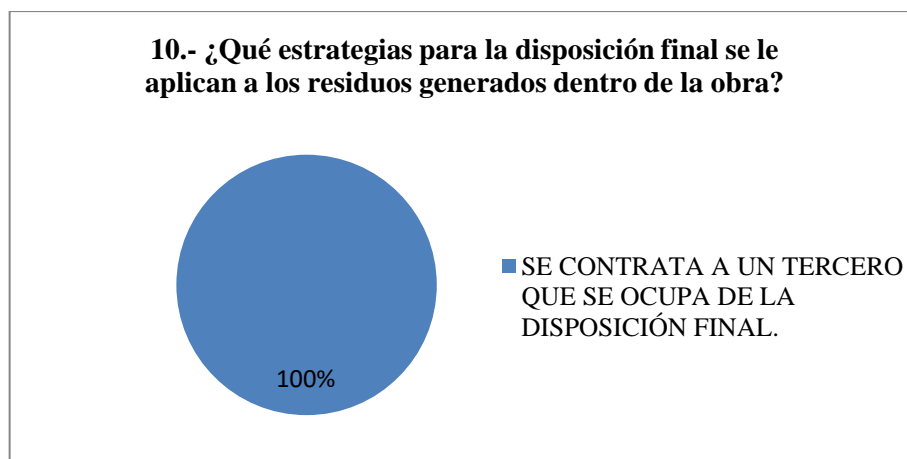


Figura 15. *Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 10 de la encuesta*
Fuente: Morillo y Martínez (2022).

4.1.3.5 Capacitación del personal interno de la obra referente a la generación de los residuos sólidos y su posible aprovechamiento.

Finalmente, el trabajo de capacitación, concientización y formación sobre el tema de los residuos generados en la obra, al igual que la participación de todos

aquellos trabajadores involucrados en el proceso constructivo de ésta, es un factor clave para adecuar un eficaz modelo de gestión de residuales desde el origen, pues ellos serán los encargados de clasificarlos, separarlos y almacenarlos en el sitio. Además, se debe contar con las condiciones necesarias para la aplicación de las estrategias de tratamiento de los materiales mediante la creación y estimulación de protocolos de capacitación, diseños de guías prácticas para su gestión, así como la implementación de políticas de manejo adecuado de los residuos en la obra, que aseguren optimización y uso racional de los materiales de construcción.

Asimismo, se abordaron preguntas relacionadas a la capacitación que tiene el personal en materia de gestión de los residuos sólidos generados, en las cuales se obtuvieron los siguientes resultados: el veinticinco por ciento (25%) de los encuestados afirmaron que siempre se realizan actividades de formación, información y concientización para el personal de la obra en relación a la gestión de residuos, otro treinta ocho por ciento (38%) la realizan casi siempre, mientras que el treinta y siete por ciento (37%) restante las lleva a cabo algunas veces (ver figura 16).

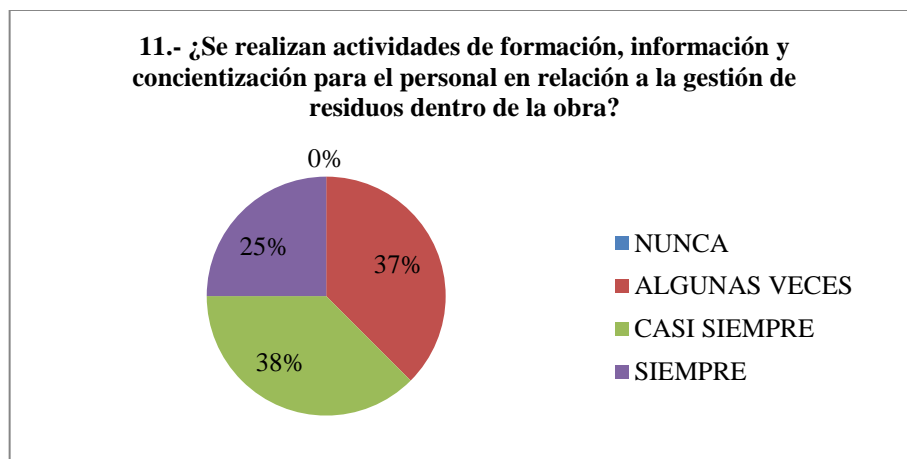


Figura 16. Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 11 de la encuesta

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

No obstante, a pesar que, de acuerdo con las respuestas anteriores, se emplean dichas prácticas de formación, existe una gran carencia en cuanto a los protocolos de capacitación del personal de la obra para la clasificación de los residuales generados, pues la totalidad de los encuestados negaron la existencia de

estos protocolos durante el proceso constructivo de la obra, ya que indicaron que nunca se realizan.

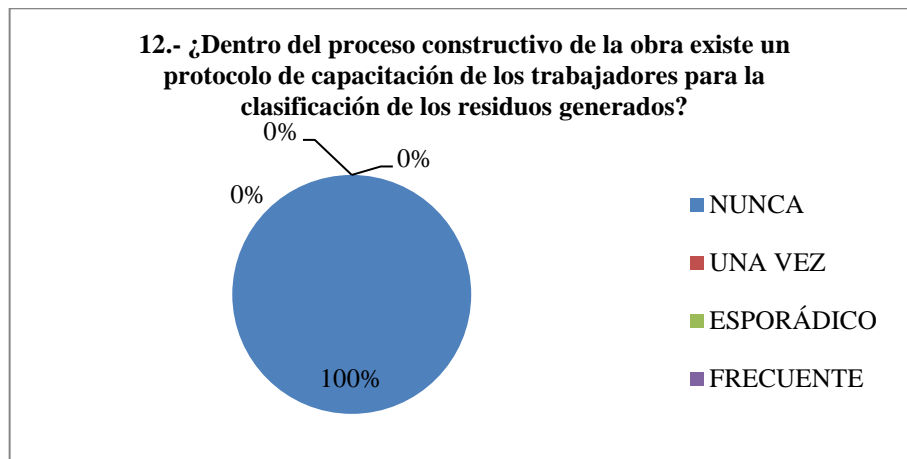


Figura 17. Porcentaje de respuestas obtenidas de la pregunta 15 de la encuesta
Fuente: Morillo y Martínez (2022).

4.1.3.6 Relación de los resultados obtenidos con la metodología de las 5S

Una vez aplicadas las encuestas correspondientes, fue posible realizar el diagnóstico referente a la gestión integral que se le aplican a los residuos de construcción en las obras de edificaciones, siendo pertinente a su vez vincular las respuestas obtenidas con la metodología de las 5S que sirvió como principio rector del trabajo de investigación. Para esto se analizó cada etapa de la metodología y se vinculó con los ítems del instrumento aplicado (ver cuadro 4), lo cual sirvió como base para la posterior selección de técnicas de gestión que mejor se acoplen a un plan de manejo de residuales de acuerdo a las necesidades observadas en la presente fase.

Cuadro 4. Relación de resultados obtenidos con la metodología 5S.

ITEM DEL CUESTIONARIO		METODOLOGÍA DE LAS 5S				
		<i>Seiri</i>	<i>Seiton</i>	<i>Seiso</i>	<i>Seiketsu</i>	<i>Shitsuke</i>
1	¿Dentro de los lineamientos de diseño establecidos para el proceso constructivo de la obra existen los relacionados con la gestión de residuales?				X	X
2	¿La generación de residuos sólidos y su posible impacto ambiental son aspectos que se consideran desde la etapa de diseño de la obra?				X	X
3	¿Cuánta importancia se le atribuye a la gestión de los residuos sólidos generados dentro de la obra?				X	X
4	¿Qué clase de residuos sólidos se generan dentro del proceso constructivo de la obra?	X				
5	¿Qué criterios se utilizan dentro de la obra para poder distinguir lo que es desecho de lo que es residuo?	X				
6	¿Los residuos sólidos generados dentro de la obra son clasificados de acuerdo a su naturaleza?	X	X			
7	¿Dentro de la obra se aplica la separación selectiva de los residuos sólidos generados?	X				
8	¿Dentro de la obra se cuenta con sitio de acopio para el almacenamiento de los residuos generados?		X			
9	¿Dentro de la obra se emplean estrategias de clasificación y gestión de residuales relacionadas a las 7R?		X		X	
10	¿Qué estrategias para la disposición final se le aplican a los residuos generados dentro de la obra?				X	
11	¿Se realizan actividades de formación, información y concientización para el personal en relación a la gestión de residuos dentro de la obra?					X
12	¿Dentro del proceso constructivo de la obra existe un protocolo de capacitación de los trabajadores para la clasificación de los residuos generados?					X

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

4.2 Fase II: Selección de las técnicas que proporcionen mayor efectividad y eficacia en el manejo de los residuos generados en las fases de construcción de obras civiles de acuerdo a la metodología de las 5S.

Para la ejecución de la presente fase metodológica se procedió a la recopilación de datos exclusivamente documentales referente a los diversos procedimientos existentes para el manejo y gestión integral de los residuos sólidos generados en el proceso constructivo de obras civiles, para así seleccionar aquellos que brinden un mayor aprovechamiento y que se acoplen con los lineamientos establecidos por la metodología de las 5S asociados a la industria de la construcción. Igualmente, para realizar el análisis respectivo a la presente fase, se empleó instrumentos de recolección de datos acorde con la revisión documental, tal como son las fichas bibliográficas, las cuales permitieron recaudar la información requerida, manteniendo a su vez el orden necesario para su posterior análisis.

Por otra parte, la correcta gestión de los residuos de construcción se ve reflejado en las diversas técnicas, sistemas y procedimientos, aplicados durante el desarrollo de la obra, del mismo modo que permitan regular su generación y se vea reflejado en la valorización, reutilización y reciclado de los mismos. Es así como, con el objetivo de seleccionar las técnicas y estrategias más eficientes para la gestión de dichos residuos, fue necesario analizar su posible generación en las distintas etapas que constituyen el proceso constructivo de la obra, y así identificar los diversos tipos de residuos que pueden presentarse en cada una.

4.2.1 Residuos generados en las fases del proceso constructivo de una edificación

Si bien los procesos constructivos son singulares para cada uno de las obras que se puede concebir, existen pasos en común que pueden tomarse como referencia para establecer las etapas constructivas de edificaciones, por lo que para definir dichas etapas y estimar los posibles residuos generados en cada una, los investigadores se basaron en las enmarcadas por la normativa COVENIN 2000-92, en la que se establece la codificación de partidas para estudios, proyectos y construcción de edificaciones. Asimismo, de acuerdo con lo

anteriormente planteado, para una mejor comprensión se tipificaron los posibles residuos sólidos generados en el proceso constructivo de una edificación de acuerdo a la naturaleza de los materiales que los conforman, tal como se resume en el cuadro 4.

Cabe recalcar que para la tipificación de dichos residuos, se contempla en el cuadro respectivo una columna representada como “otros”, la cual corresponde a todos aquellos posibles residuos que puedan ser generados durante las etapas del proceso constructivo y no se encuentran plasmado dentro de las opciones restantes, siendo el origen de dichos residuales dependiente de actividades exclusivas del proceso constructivo que se realice.

Cuadro 5. Residuos generados en las fases del proceso constructivo de una edificación de acuerdo al material

FASE DE LA OBRA	ACTIVIDADES	RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS						
		<i>Inertes</i>	<i>No peligrosos (Domésticos)</i>				<i>Peligrosos</i>	<i>Otros</i>
		<i>Pétreos (Escombros limpios)</i>	<i>Metálicos</i>	<i>Papel/Cartón</i>	<i>Plásticos</i>	<i>Maderas</i>	<i>Vidrios</i>	
Obras preliminares	Instalaciones provisionales	X	X	X	X	X		X
	Limpiezas provisionales	X				X		X
	Demoliciones de estructuras ya existentes	X	X	X	X	X	X	X
	Remociones	X	X		X	X	X	X
Movimientos de tierra y urbanismos	Excavaciones	X				X	X	X
	Terraplenes	X						X
	Construcción de relleno compactado	X						X
	Muros	X	X			X		X
Estructuras	Obras preparatorias	X	X			X		X
	Infraestructuras de concreto	X	X	X		X		X
	Supra estructuras de concreto	X	X	X		X		X
	Encofrados		X			X		X
	Armaduras de refuerzo		X					X
	Estructuras metálicas		X					X
	Estructuras de madera		X			X		X
Cubiertas de techo	X	X		X	X		X	

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Cuadro 5. Residuos generados en las fases del proceso constructivo de una edificación de acuerdo al material (Continuación)

FASE DE LA OBRA	ACTIVIDADES	RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS							
		<i>Inertes</i>	<i>No peligrosos (Domésticos)</i>					<i>Peligrosos</i>	<i>Otros</i>
		<i>Pétreos (Escombros limpios)</i>	<i>Metálicos</i>	<i>Papel/Cartón</i>	<i>Plásticos</i>	<i>Maderas</i>	<i>Vidrios</i>		
Obras arquitectónicas	Albañilería	X		X	X	X	X		X
	Herrería		X	X	X				X
	Carpintería			X	X	X			X
	Acabados con pinturas		X	X	X	X		X	X
Instalaciones eléctricas	Tuberías		X		X			X	X
	Cables		X	X	X		X		X
	Cajas de conexión y tableros eléctricos		X	X	X		X		X
	Tomas y controles		X	X	X		X		X
	Luminarias		X	X	X		X	X	X
Instalaciones sanitarias y especiales	Tuberías		X		X			X	X
	Artefactos sanitarios	X	X	X	X		X		X

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

4.2.2 Estrategias para el manejo de los residuos sólidos de construcción de acuerdo a la metodología de las 5S

La adecuada gestión de los residuos en una construcción se ve reflejada desde su inicio por la intervención de todas las funciones administrativas, financieras, legales, de planificación e ingeniería involucradas en el proyecto de una obra civil, abarcando a su vez todos los aspectos técnicos, ambientales, económicos, institucionales y legales que le son afines; por lo que para seleccionar las estrategias que brindan la mejor solución ante los problemas ambientales y el impacto negativo que los residuos sólidos provenientes de la industria de la construcción, se tomaron en cuenta las posibles alternativas que contribuyen a su máxima valorización, y que a su vez no afectan negativamente con la eficacia del proceso constructivo de la obra a ejecutar.

Del mismo modo, para el análisis de los métodos enfocados en el mejoramiento continuo de cada una de las etapas del proceso constructivo y de la organización de las estrategias empleadas en el ámbito laboral, se hizo uso de la metodología de las 5S, lo que fue de gran ayuda ya que permitió definir el nivel de eficiencia deseado en un sistema de gestión de residuos, debido a que esta metodología proporciona todos los principios de una planificación apropiada. En tal sentido, se interpretó y adaptó dicha sistemática con el fin de incluirla dentro de un procedimiento para la gestión de dichos residuos, con la finalidad de realizar la propuesta de cada una de las estrategias capaces de alcanzar el mayor aprovechamiento de éstos en las diversas fases de la ejecución de un proyecto de construcción, tal como se muestra a continuación:

4.2.2.1 Seiri (separar y clasificar)

La primera etapa de la metodología hace referencia a establecer los métodos de situar y separar los materiales necesarios de modo que cualquiera del equipo de trabajo pueda encontrarlas y usarlas fácilmente. Dicha etapa se interpretó dentro del sistema de gestión de residuos de la siguiente manera: se debe iniciar con un recorrido por toda la obra con el equipo pertinente, esto con el objetivo de detectar todos aquellos materiales o sobrantes de trabajos previos, diferenciando a su vez todo lo que tiene propiedades de valorización, llamándolos residuos, de lo que no

tiene propiedades de valorización, llamándolos desechos. De esta manera deben emplearse métodos que permitan la correcta distribución de todos aquellos residuos generados, partiendo del criterio de diferenciarlos de acuerdo al material que lo conforma. Es así que se propuso para esta actividad las siguientes técnicas:

- **Separación en fuente:**

La separación de los residuos sólidos aprovechables directamente en el punto de generación, es una de las prácticas más eficientes y positivas para lograr una máxima valorización de los materiales que conforman dicho residuo, ya que a través de ésta se evita el mezclado y combinación de residuales de distintas naturalezas que pueden ser capaces de contaminar y transformar residuos no peligrosos en peligrosos, viéndose afectadas sus propiedades de reutilización.

Sin embargo, a pesar de que esta técnica es muy tentadora para incluirla dentro del proceso de gestión, la realidad es que lograr una separación en fuente efectiva en su totalidad, representa un procedimiento complejo debido a que la generación de cada uno de los residuales generados en el proceso constructivo de una obra civil tiene lugar en dispersas áreas del terreno donde se realizará, por lo que significa un arduo trabajo de organización y capacitación del personal, junto a los demás factores de comunicación y jerarquía que existen dentro del equipo. Por esta razón se planteó una serie de parámetros necesarios para la correcta separación en fuente, mencionados a continuación:

1) Formación e información: para llevar a cabo la separación en el origen se tiene que establecer requisitos mínimos que deben cumplir los trabajadores encargados, tanto en su aspecto formativo como informativo, éstos referente a la generación, clasificación y propiedades de los materiales de los que están compuestos los residuos.

2) Delimitar áreas de trabajo específicas: es necesario que para la ejecución de cada una de las tareas pertenecientes al proceso constructivo de la obra se cuente con espacios determinados previamente, esto con el objetivo de poder plantear una idea de los puntos de generación de cada uno de los posibles residuos de acuerdo a la naturaleza del trabajo que se realice en dicho espacio.

3) Identificar la legislación ambiental vigente: el tener conocimiento de normas o leyes tanto nacionales como internacionales, permite conocer aquellas recomendaciones aplicadas para cada uno de los posibles materiales encontrados durante el procedimiento de separación en fuente, sirviendo como herramienta para determinar las mejores prácticas para su correcta realización.

4) Clasificación de los residuos: la identificación de los tipos de residuos generados permite determinar el número de contenedores en los que se debería realizar su posterior almacenamiento, facilitando notablemente el proceso de la segregación de residuos, pudiendo éstos ser diferenciados en aprovechables y no aprovechables (ver cuadro 5).

Cuadro 6. *Clasificación de residuos en aprovechables y no aprovechables.*

CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NATURALEZA DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO GENERADO
<i>Aprovechables</i>	Inertes	Pétreos
	No peligrosos	Metálicos
		Papel/Cartón
		Plásticos
		Maderas
		Vidrios
<i>No aprovechables</i>	Peligrosos	Materiales tóxicos
		Residuos contaminados

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

De esta manera, es importante recalcar que en el caso de generarse residuales de naturaleza peligrosa durante el proceso constructivo de la obra, se debe contar con las fichas técnicas específicas correspondiente a los mismos, las cuales deben ser de fácil acceso para cualquier personal involucrado en la obra, ya que éstos cuentan con medidas de separación y manejo específicos de acuerdo al tipo de peligrosidad con el que cuente.

5) Fraccionar los residuos separados: para mantener el orden y facilitar el proceso de separación es necesario fraccionar de forma individualizada los residuos generados de acuerdo la naturaleza del material que lo componen.

Si bien es cierto que a nivel nacional no se cuenta con normativa vigente que brinde lineamientos para dicho proceso de fraccionar los residuos, para la presente propuesta se tomó como referencia lo establecido en el artículo 5 del Real Decreto 105/2008, normativa vigente de España, el cual regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, planteando lo siguiente en su disposición final cuarta:

Los residuos de hormigón deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de ciento sesenta toneladas (160 T).

Los residuos de ladrillos, tejas, cerámicas y similares deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de ochenta toneladas (80 T).

Los residuos metálicos deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de cuatro toneladas (4 T).

Los residuos de madera deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de dos toneladas (2 T).

Los residuos de vidrio deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de dos toneladas (2 T).

Los residuos de plástico deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de una tonelada (1 T).

Los residuos de papel y cartón deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de una tonelada (1 T).

Cuadro 7. Separación en fracciones de los residuos de construcción y demolición.

TIPO DE RESIDUO GENERADO	FRACCIÓN DE SEPARACIÓN (T)
Hormigón	160
Ladrillos, tejas, cerámicos	80
Metálicos	4
Maderas	2
Vidrios	2
Plásticos	1
Papel/Cartón	1

Fuente: Normativa Española, Real Decreto 105 (2008)

- 6) Cuantificar los residuos:** una vez realizada la separación en fuente es necesario cuantificar cada uno de los residuos de acuerdo al material que lo conforman, esto con el objetivo de poder determinar la capacidad requerida por cada uno de los contenedores o sistemas de almacenamiento de residuos que se usarán posterior a la etapa de separación. Dicha cuantificación puede calcularse al emplear la ecuación 1 (ec1), la cual muestra el porcentaje de residuos de cada material homogéneo separado, de acuerdo a la cantidad de residuos generados en la obra.

$$\%Residuos_{separados} = \frac{\text{Cantidad de residuos separado}}{\text{Total de residuos generados}} \times 100 \quad (\text{ec1})$$

- 7) Supervisión y control:** dentro del equipo del ente contratista debe existir un personal encargado y capacitado para cumplir el trabajo de supervisión y control de la buena conducta y práctica de trabajadores en la obra para garantizar la correcta separación en fuente.
- 8) Sistema de acopio y almacenamiento:** una vez llevado a cabo el proceso de separación, se debe contar con sistemas de acopio o almacenamiento.

Cabe recalcar que si por falta de espacio físico no es viable llevar a cabo la separación en fuente, es posible encomendar dicho procedimiento a un ente

externo de la obra, el cual hará el papel de gestor de los residuos en una instalación o planta de tratamiento. En este caso, el ingeniero encargado de la obra deberá obtener por parte del gestor externo, la documentación pertinente que acredite que ha cumplido la obligación de separación y recogida de los residuos solicitados.

- **Demolición selectiva:**

Durante el proceso constructivo de las obras civiles puede presentarse la situación de tener que demoler estructuras antiguas que se encuentren dentro del terreno de trabajo donde se proyecta la nueva edificación, razón por la cual es necesario contar con alternativas de separación de los posibles residuos generados en dicha etapa. De esta manera se propuso la técnica de demolición selectiva, también conocida como desconstrucción controlada, mediante la cual se realiza el desmontaje y posterior clasificación de elementos inmersos dentro de la estructura previamente a la demolición de la misma, tales como piezas arquitectónicas compuestas por materiales con propiedades recuperables, por ejemplo molduras no fijas, puertas, ventanas, tejados, instalaciones eléctricas y sanitarias, así como cualquier otro que presente características de recuperación.

Para la presente fase se consideró que la estrategia de demolición selectiva representa gran eficacia, debido a que mediante ésta se minimiza la cantidad de residuos generados, y a su vez facilita el proceso de clasificación de aquellos que se producen, pues previene la mezcla y contaminación de materiales, parámetros que no se toman en cuenta durante los procedimientos de demoliciones intensivos tradicionales.

Por otra parte, llevar a cabo la estrategia de demolición selectiva es más costoso que los métodos tradicionales, ya que para el primero se requiere de mayor tiempo y preparación de mano de obra, no obstante, ésta al proporcionar mejores prácticas, asegura una mayor calidad de los materiales que conforman los residuos sólidos extraídos y por ende, menores costos de tratamiento de los mismos, lo que la convierte en una de las técnicas más viables para este procedimiento.

Del mismo modo, llevar a cabo el proceso de demolición selectiva correctamente es un arduo trabajo que requiere de medidas a seguir para garantizar su seguridad, aprovechamiento y máxima eficiencia, por lo que se planteó una serie de parámetros capaces de cumplir con dicho objetivo, los cuales son diferenciados por etapas y mencionados a continuación:

1) Estudio previo de la estructura a demoler: consiste básicamente en realizar el peritaje técnico de la estructura, junto con el análisis de los planos y referencias sistemáticas del mismo. Para un correcto estudio previo se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Estimar y planificar el plan de gestión acorde a los posibles residuos que se puedan generar.
- Identificar aquellos elementos que requieran de una limpieza previa por estar contaminados.
- Determinar el equipo acorde para optimizar el proceso de demolición selectiva.
- Establecer las medidas de seguridad laboral necesarias.

2) Realizar un proyecto de demolición selectiva: se refiere a la elaboración de una memoria descriptiva del procedimiento de demolición que se realizará, debiendo contar con los siguientes aspectos:

- Estado actual de la estructura a demoler, incluyendo los detalles de mayor relevancia identificados en la etapa de estudio previo.
- Metodología a emplear en el proceso de demolición selectiva, describiendo las distintas técnicas a usar, junto con las opciones de gestión previstas para cada uno de los posibles residuos que se generen.
- Documentación inherente al proceso constructivo de la obra, por ejemplo planos, presupuestos, estudios de seguridad, condiciones de higiene y similares.

3) Operaciones previas: hace referencia a aquellos trabajos realizados antes de la demolición de la estructura, enfocados en garantizar la seguridad de todo el personal involucrado en el proceso de demolición, tales como:

- Condena de acometidas eléctricas, de gas y similares por parte del personal capacitado y autorizado.
- Tapado de alcantarillado y posibles depósitos de combustibles.
- Limpieza y eliminación de materiales tóxicos o contaminados.
- Instalación de las medidas de protección tanto para el personal involucrado, como para terceros y edificaciones colindantes a la estructura a demoler.
- Instalación de medios de evacuación.

4)Desmontaje de residuos peligrosos: se refiere a la gestión de desmontaje aplicada a aquellos elementos que contengan residuos potencialmente tóxicos para la salud humana, cobrando especial relevancia aquellos materiales como el amianto, fibrocemento o asbesto, los cuales al ser manipulados desprenden fibras cancerígenas por inhalación.

5)Desmontaje de materiales de acabados y decoración aprovechables: se refiere a la gestión de desmontaje aplicada a aquellos elementos con posibilidades de recuperación o reciclaje en función del estado y conservación que presente. Dichos residuos deben ser atendidos de acuerdo a la naturaleza de los materiales que lo constituyen, tales como:

- Coberturas plásticas de suelos, paredes o techos.
- Acabados de plástico, metal o madera.
- Elementos de carpintería.
- Elementos de cerrajería.
- Cristales de vidrios procedentes de espejos, ventajitas y muertas.
- Molduras no fijas.
- Perfiles auxiliares de materiales metálicos.

6)Desmontaje de instalaciones de suministros: se refiere a la gestión de desmontaje aplicada a aquellos elementos y mecanismos que forman parte del sistema de suministro de servicio eléctrico, de gas y agua que presenten propiedades de valorización mediante la reutilización o reciclaje de los materiales que los constituyan.

7)Demolición mecánica de la estructura: una vez finalizado los procesos de desmontaje de aquellos elementos no estructurales y con propiedades de recuperación, se procede a realizar la demolición de los elementos estructurales que conforman el esqueleto de la edificación, generándose mayormente residuos compuestos por hormigón, acero y en menor proporción madera.

4.2.2.2 Seiton (orden y almacenamiento temporal)

La segunda etapa de la metodología enmarca todas las sistemáticas para el orden y almacenamiento temporal de los materiales y recursos en un espacio laboral. Así pues, dentro del esquema de una gestión de residuos, dicha fase va de la mano con la primera, ya que una vez definidos los procesos necesarios, los residuos separados previamente deben ser dispuestos en áreas aptas para mantener sus propiedades de recuperación y no afectar sus posibilidades de valorización.

En tal sentido, en conjunto con el desarrollo de un plan de gestión de residuos, se atribuye que una vez realizados los métodos de separación y clasificación correctamente, cada uno de los residuos generados deberán contar con un espacio adecuado para su orden y acopio temporal dentro de la obra, y así poder ser almacenados en el menor tiempo posible, respetando su separación para evitar su esparcimiento, contaminación o mezclado con demás residuos clasificados.

Generalmente los residuos de construcción se encuentran dispersos en toda la obra y sus alrededores, provocando un ambiente nada seguro y poco agradable a simple vista, y puesto que comúnmente no se cuenta con un control especial para su acopio, éstos proceden a ser aislados de las zonas más transitadas de la obra sin ningún tipo de metodología aplicada, quedando sin protección hasta que son transportados para su disposición final. De esta manera, se planteó la necesidad de emplear métodos que permitan el correcto orden, almacenamiento y acopio temporal en la obra de los residuos generados para su posterior aprovechamiento, por lo que se propuso para esta actividad las siguientes alternativas:

- **Almacenamiento en área**

Se recomienda la aplicación de esta alternativa cuando el área de la obra cuente con espacio suficiente para asignar sitios específicos de almacenamiento temporal, ya que la simple actividad de almacenar se ve regida por delimitaciones de áreas capaces de resguardar y proporcionar seguridad a los diferentes elementos. Analizar y seleccionar el sitio donde se almacenarán estos elementos en un área de trabajo debe ser considerado desde las etapas iniciales del proyecto.

De este modo, en el proceso constructivo de una obra la aplicación de esta estrategia busca la necesidad de designar un área determinada para el almacenamiento temporal de los residuos de construcción generados, dicha área debe tomar en cuenta el volumen y cantidad de los mismos, al igual que su frecuencia de generación y recolección, previniendo la posibilidad de que los mismos se contaminen. El área asignada debe de ser un lugar seguro y cercano a las actividades a ejecutar en la obra, ya que se verá la obligación de movilizar los diferentes tipos de residuos generados durante el proceso de construcción o demolición hacia al área previamente asignada como el punto de almacenamiento temporal de los mismos. Por otra parte, la efectividad de este procedimiento se refleja en la selección previa de un personal capacitado que tome en cuenta todas las medidas o directrices adecuadas.

Así pues, los gastos asociados a la delimitación del área para su almacenamiento temporal se deben prever desde la fase inicial de la gestión, ya que implica la realización de trabajos adicionales como movilización de los residuos considerando el volumen que éstos puedan ocupar, la ubicación de cada uno de éstos, al igual que la capacitación y formación del personal encargado de llevar a cabo el proceso.

Igualmente, es importante recalcar que la aplicación de dicha estrategia va de la mano con la correcta separación y clasificación previa que se le hayan dado a los residuos generados, siendo uno de los puntos más determinantes en el procedimiento.

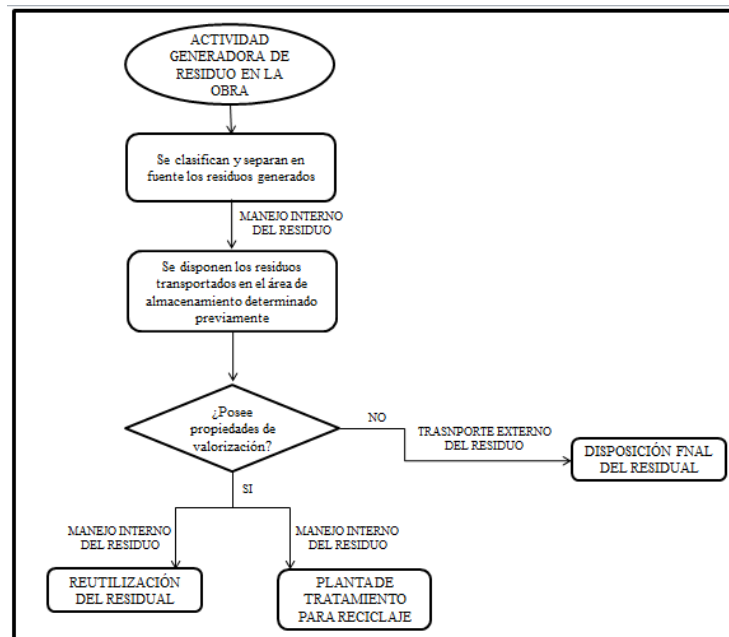


Figura 18. Diagrama de flujo correspondiente a la técnica de almacenamiento en área.

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

- **Almacenamiento puntual**

A diferencia de la estrategia anterior, ésta se recomienda cuando el área de la obra no cuenta con espacios suficientes para la delimitación de sitios de acopio específicos, pues con el almacenamiento puntual se busca depositar temporalmente cada residuo por separado, por lo que sus puntos se determinan dentro de la obra civil en ejecución mediante su identificación y caracterización respectiva; teniendo como ejemplo el acopio temporal de los residuales de madera en el área de carpintería o el de los aceros en el área de los metales, con el objetivo de conservar sus características y evitar ser mezclados con otros.

En tal sentido, es de gran importancia recalcar que en la aplicación de esta técnica de almacenamiento se debe contar con un personal calificado, o en su defecto con protocolos de capacitación y formación efectivos para instruirlos, a modo de evitar mezclar los residuos de un determinado componente con otros, a fin de caracterizar y cuantificar cada uno de los elementos que los componen para su posterior aprovechamiento o disposición final de manera adecuada.

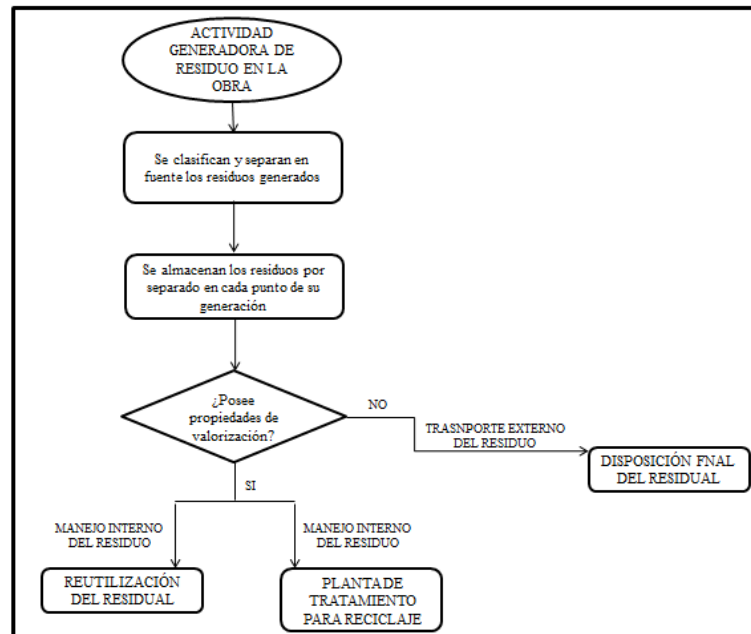


Figura 19. Diagrama de flujo correspondiente a la técnica de almacenamiento puntual.

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

- **Almacenamiento mixto**

Busca la aplicación de ambas estrategias anteriormente mencionadas, combinando las características de cada una de ellas. Por lo que se almacenan los residuos de manera práctica con la finalidad de realizar la cuantificación de los componentes que los constituyen. Así pues, el proceso de aplicación por la combinación de ambas estrategias se refleja mediante la identificación de cada uno de los materiales utilizados en la obra, así como la identificación de los residuos generados y el lugar de su almacenamiento. Al delimitar las áreas para el acopio de los mismos, éstas se diferencian de acuerdo a la naturaleza del residuo que se vaya a almacenar, manteniendo a su vez un gran espacio de separación entre sí para evitar que se mezclen y asegurando su máxima valorización para ser aprovechados próximamente.

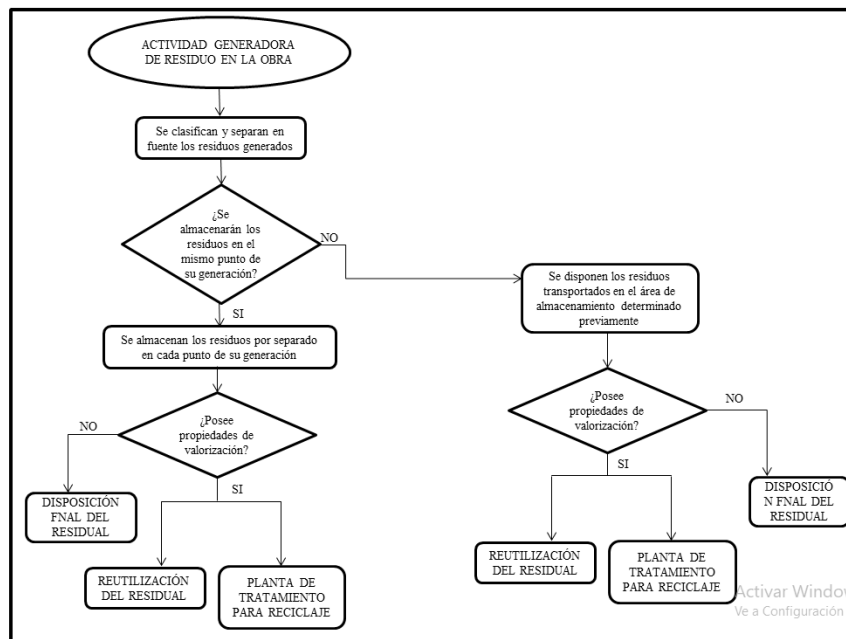


Figura 20. Diagrama de flujo correspondiente a la técnica de almacenamiento mixto.

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Cabe recalcar que para la aplicación de cada una de estas estrategias correctamente, se deben considerar una serie de parámetros necesarios que permitan alcanzar una buena planificación en busca de beneficiar y resguardar las propiedades de aprovechamiento de los residuos almacenados, permitiendo así que las próximas fases de gestión sean simplificadas, por lo que se propusieron los siguientes:

- Se debe cuantificar tanto el volumen como peso de los residuos generados previo a su almacenamiento, para así establecer un registro de la recolección y transporte de los mismos hacia sus destinos correspondientes, ya que para dichos sitios de acopio se definen cantidades límites para la salida de cada residual.
- Ubicar el área de almacenamiento de los residuos en una zona de la obra de fácil acceso y de relativa cercanía a los puntos de generación de los mismos.

- Delimitar el área de almacenamiento con el fin de establecer barreras para evitar el impacto visual del sitio de almacenamiento y controlar el material individual.
- Señalizar debidamente el área, haciendo uso de cintas, señales informativas y preventivas a modo de que el personal interno y externo de la obra tenga conocimiento del área y cuál es el fin del mismo.
- Cubrir los materiales y los residuos con lonas, plásticos, geotextiles o polisombras, con el fin de evitar la emisión de material al ambiente y la acción erosiva del agua y del viento en cada uno de ellos.
- Cuando se trate de tramos muy largos y estrechos, como en la actividad de instalación de tuberías, los residuos se deben almacenar a los laterales de la excavación a lo largo de la obra, teniendo una distancia prudente que no ponga en riesgo la integridad de la zanja.

Paralelo a esto, se debe de tomar en cuenta todos los parámetros correspondientes al transporte de dichos residuos a sus sitios de almacenamiento temporales preestablecidos, de manera que no ocurran daños ni accidentes al momento de ser trasladados, así pues se proponen las siguientes recomendaciones:

- Contar con el equipamiento de seguridad necesario: casco, lentes de seguridad, botas de seguridad, guantes, cinturón de seguridad. En caso de trasladar residuos que levanten polvo o tierra utilizar sus respectivas mascarillas.
- Si se traslada residuos de construcción desde pisos y lugares de mayor altura, no colocar dichos residuos en andamios, o escaleras temporales ya que puede causar accidentes.
- Utilizar la maquinaria e instrumentos adecuados para trasladar los residuos de construcción en caso de que estos tengan un volumen mayor.
- Si el residuo es transportado manualmente, verificar: tamaño, forma y volumen del residuo, que el peso a trasladar no sea mayor que la capacidad individual, utilizar los instrumentos de protección

adecuados, llevar dichos residuos en bolsas de plástico, cartón o demás a modo de darle mayor facilidad.

- Evitar obstáculos que impidan el transporte de dichos residuos.
- Al transportar los residuos manualmente: tener la carga de residuos sobre el cuerpo, mantener la carga centralizada a modo de no tener pérdidas en el camino, no hacer movimientos bruscos para evitar lesiones indeseadas.
- Si el peso y volumen del residuo es mayor y se desea cargar manualmente: es conveniente que se transporte entre dos o más personas, para evitar lesiones, distribuir el peso entre las dos manos al cargarse, evitar desniveles en lo posible.

- **Almacenamiento de residuos con naturaleza peligrosa**

Otra de las consideraciones a tener en cuenta durante la etapa de orden y almacenamiento, es el adecuado manejo de los residuos peligrosos que pueden ser generados dentro del proceso constructivo de la obra, los cuales representan un riesgo para la salud del ser humano y el ambiente, además de poder contaminar los residuos no peligrosos.

De esta manera, para poder llevar a cabo el almacenamiento de dichos residuos debe contarse con fichas técnicas específicas en donde se plasmen las indicaciones de acopio de acuerdo al grado de peligrosidad que posean. Por lo que se propuso una serie de lineamientos que fueron interpretados de la normativa legal vigente por medio del Decreto 2635, publicado en la Gaceta Oficial N° 5245 del 3 de agosto de 1998, mediante el cual se establecen las normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos, y son los siguientes:

- El área determinada para el almacenamiento de los residuos peligrosos debe reunir las características y la capacidad correspondiente con el tipo de material peligroso que constituye el residuo, su clase de riesgo y las condiciones peligrosas que presente.
- El almacenamiento de los residuos peligrosos debe permanecer separado del correspondiente al resto de residuos no peligrosos.

- Los residuos de naturaleza peligrosa almacenados deben permanecer protegidos de los efectos de la intemperie, por lo que se deberá contar con sistemas acordes.
- El almacenamiento debe estar demarcado e identificado con acceso restringido únicamente al personal capacitado y autorizado, haciendo para esto, uso de los símbolos de peligro establecidos por la normativa COVENIN 2670 que establece la guía de respuestas de emergencias por materiales peligrosos.
- En el caso de presentarse residuos peligrosos disgregados, estos deberán ser almacenados en silos, sacos u otros recipientes aptos, señalizando las características de dicho residuo como lo son el nombre, peso y procedencia.
- Se deben seguir las indicaciones y lineamientos de almacenamiento plasmados en las fichas técnicas emitidas por el proveedor de cada uno de los materiales que conforma el residuo.

Por otra parte, también se analizaron criterios para el almacenamiento de residuales de naturaleza no peligrosa, para los cuales se formularon consideraciones a tomarse en cuenta para cuando se lleve cabo dicha etapa, evitando así que sus propiedades se encuentren afectadas al momento de su posible aprovechamiento (ver cuadro 7).

Cuadro 8. *Criterios para el almacenamiento de residuos de construcción.*

TIPO DE RESIDUO GENERADO	CRITERIOS DE ALMACENAMIENTO
Pétreos	<ul style="list-style-type: none">- Deben almacenarse en áreas cerradas para evitar el arrastre de vientos que puedan emitir polvillo.- Se prohíben zonas verdes como áreas de almacenamiento de residuos pétreos.- Se aconseja situarlos sobre una base dura.
Metálicos	<ul style="list-style-type: none">- Deben almacenarse en zonas cubiertas, evitando la exposición de los efectos perjudiciales de la lluvia y humedad.- Deben separarse los residuos de metales férricos de los de metales no férricos.
Maderas	<ul style="list-style-type: none">- Deben almacenarse en áreas cerradas y ventiladas, en las que no se alcancen temperaturas extremas ni se acumule humedad.- Mantener fuera del alcance de insectos, roedores u hongos.
Vidrios	<ul style="list-style-type: none">- El área de almacenamiento puede o no estar en contacto con la intemperie.
Plásticos	<ul style="list-style-type: none">- Evitar exposición a temperaturas por debajo de los 5°C y por encima de los 45°C.- Deben protegerse de la lluvia, la humedad y el sol para evitar su deterioro.
Papel/Cartón	<ul style="list-style-type: none">- Deben protegerse de las lluvias y temperaturas elevadas.

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

4.2.2.3 Seiso (limpieza y tratamiento)

En la tercera etapa de la metodología 5S se establecen y delimitan todos aquellos procedimientos necesarios para llevar a cabo la limpieza del área de trabajo y poder establecer los medios auxiliares de aprovechamiento que se le aplicarán a los productos de dicha limpieza. Esta etapa se interpretó como el tratamiento que se le realizará a cada uno de los sobrantes generados dentro de las instalaciones de la obra por medio de las técnicas de aprovechamiento que mejor se acoplen a la naturaleza y propiedades de los mismos, por lo que se puede decir que la ejecución de este tratamiento depende directamente del correcto cumplimiento de las dos etapas anteriores, ya que a partir de un eficiente proceso

de separación y almacenamiento, será posible identificar con facilidad todos aquellos residuos que posean características de recuperación de acuerdo a los materiales que lo constituyen. Es así que para abarcar la fase de Seiso se planteó una propuesta en la que se seleccionaron las alternativas de aprovechamiento más efectivas para cada uno de los materiales que componen los posibles residuos que se generen en el proceso constructivo, de acuerdo con sus características y posibles alternativas de valorización tanto dentro como fuera de la obra.

- **Concreto**

El concreto es el más presente dentro de los residuos de naturaleza inertes generados en una edificación, éste a su vez es un material que dependiendo de la técnica constructiva utilizada, al igual que del tipo y condición de la obra en la que se genera, puede presentar diferentes características, siendo una de éstas su gran potencial de aprovechamiento siempre y cuando no se encuentre mezclado con materiales de otra naturaleza que sean capaces de alterar su composición mecánica fundamental, pues éste al estar constituido por otros compuestos inertes tales como arenas, piedras, y cemento, se ha convertido en un material de mucho interés para explorar sus propiedades de valorización.

Cabe recalcar que el concreto una vez demolido posee importantes atractivos frente a la utilización de materias primas naturales, por lo que su reutilización o reciclaje atiende la problemática que presenta la eliminación de estos materiales al igual que se reduce la cantidad de materias primas a extraer. Es por esta razón que el aprovechamiento de los residuos de concreto es un método que se ha convertido en una realidad, sobre todo en países pertenecientes a la Unión Europea donde es una práctica constante. Así pues, el tratamiento de éstos pueden reportar ahorro de dinero y, sin duda, beneficiosos efectos ambientales.

Asimismo, se existen diversas alternativas de aprovechamiento de los residuales de concreto, sin embargo, en términos generales no se recomienda reciclar el residuo de hormigón dentro de las instalaciones de la obra, ya que para llevar a cabo dicho procedimiento es necesario cumplir una serie de controles de calidad, aumentado así el coste económico del proceso de recuperación, por lo que

no resulta factible. Es así como a continuación se propusieron las alternativas de aprovechamiento mencionadas a continuación:

– **Árido reciclado:** se realiza a través de la técnica de reutilización del material de concreto que constituye el residuo generado. El árido reciclado es el material granular resultante de la trituración y previo tratamiento de residuales de hormigón limpio, considerado como el principal producto de valorización de dicho material. La aplicación de los áridos provenientes de elementos de hormigón son amplias dentro de la industria de la construcción, casi tanto como la de los áridos naturales, pues comparten características que los vuelven capaces de ser usados en las siguientes áreas:

- a) Material granular para la construcción de carreteras, explanadas, terraplenes y obras afines.
- b) Material granular para la construcción de proyectos de urbanizaciones, áreas industriales o residenciales bajo superficie sellada.
- c) Elaboración de morteros para trabajos de revestimientos y de albañilería en general.
- d) Mejora de las propiedades mecánicas de los suelos cohesivos y arenas limosas mediante su aplicación en columnas de grava.
- e) Mejora en las propiedades de granulometría de suelos y para la neutralización de suelos ácidos.

– **Concreto reciclado de baja resistencia:** son aquellos hormigones en donde sustituyen un porcentaje del árido procedente de cantera (naturales) por áridos reciclados procedentes de elementos de concreto tratados previamente. Sin embargo, a pesar de la factibilidad del concreto reciclado, su aplicación no es recomendable para elementos estructurales de gran envergadura. Entre las posibles aplicaciones del concreto reciclado se encuentran:

- a) Pequeñas losas de superficie homogénea para resistir elementos como casetas o pequeños depósitos de obra.

- b) Soleras y otros tipos de revestimiento para suelo natural.
- c) Hormigón de mejora de pozos de cimentación.
- d) Cimentaciones para postes y vallas.
- e) Rellenos de albañales, zanjas, excavaciones y muros de retención.
- f) Elementos de fachada que no formen parte del sistema estructural de la obra, tales como cornisas y ornamentaciones.
- g) Vallas de bloque de concreto.
- h) Techos suspendidos.
- i) Pavimentos o revestimientos de calzadas y de capas asfálticas.
- j) Elementos de equipamiento urbano tales como aceras y andenes.
- k) Elementos no estructurales de escaleras.

- **Tejas y residuos cerámicos**

Los sobrantes de elementos constituidos por ladrillos, tejas y materiales cerámicos en general, son junto con el hormigón, los residuos de naturaleza pétreo que se generan con mayor frecuencia en las obras civiles, contando a su vez con altas oportunidades de recuperación. Del mismo modo, dichos residuos poseen propiedades de valorización asimilables a la de los residuos de concreto, siempre y cuando se encuentren limpios, es decir, que no estén mezclados con residuos de otras naturalezas o contaminados por sustancias peligrosas. Es así que se plantearon las siguientes alternativas de aprovechamiento:

- **Reutilización de elementos cerámicos dentro de la obra:** a diferencia de los residuales de hormigón, los elementos cerámicos se utilizan en mayor proporción para los trabajos de albañilería y acabados arquitectónicos dentro del proceso constructivo, por lo que resulta factible el reúso de estos elementos para la misma obra u obras externas, sin cambiar de esta manera sus propiedades, pudiéndose aplicar las siguientes alternativas de reutilización:

- a) Elementos arquitectónicos: esta alternativa dependerá del estado en el que se encuentre el sobrante y del uso que se le dio previo a considerarse un residuo, pudiendo reutilizarse para revestimientos,

ornamentación y elementos de fachada que no formen parte del sistema estructural.

- b) Trabajos de albañilería: dependiendo del estado en el que se encuentre, el residuo puede recuperarse y reutilizarse como ladrillos sin revestimiento, tejas, adoquines y similares.

– **Reciclaje de los elementos cerámicas fuera de la obra:** los residuos constituidos por materiales cerámicos no pueden ser utilizados para crear un elemento nuevo, ya que éstos se componen de arcilla, que una vez fraguada y endurecida no puede volverse a ablandar para conformar nuevas piezas. Sin embargo, existen formas de revalorizar dichos elementos para la fabricación de productos secundarios, siendo su principal aplicación la de la producción de áridos por medio de la trituración de éstos. Dichos áridos poseen diversas aplicaciones, tales como:

- a) Rellenos y terraplenes, para los cuales deben evitarse árido reciclado procedente de ladrillos refractarios, ya que contienen periclasa que pueden volverlos expansivos.
- b) Material estabilizante para carreteras.
- c) Elaboración de concreto no estructural.
- d) Elaboración de morteros para trabajos de revestimientos y de albañilería en general.
- e) Producción de conglomerantes como el cemento Portland, pues se han desarrollado estudios por parte de investigadores de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), mediante los cuales han planteado la efectividad de producir cemento Portland sustituyendo la participación de materiales como la piedra, calcárea y arcilla, por los áridos generados por los residuos cerámicos generados en obras civiles.

- **Metales**

Los residuos compuestos por materiales metálicos son de los más comunes en la industria de la construcción, representados en su mayoría por elementos de

acero, hierro, aluminio, cobre y latón, los cuales a su vez cuentan con grandes propiedades de valorización que puede ser representada por la reutilización o reciclaje de los mismos, ya que éstos al ser sometidos a dichos procesos no alteran sus características de resistencia y dureza.

Es por esta razón que es necesario que el personal involucrado en el proceso constructivo de la obra cuente con la capacitación necesaria para poder la seleccionar la alternativa de aprovechamiento que mejor se acople a la condición del residuo generado, en donde dichas alternativas pueden ser las siguientes:

- **Reutilización de elementos metálicos dentro de la obra:** para llevar una correcta reutilización se debe contar previamente con una excelente separación y almacenamiento de los restos, ya que dependiendo de la etapa en la que se encuentre la obra se generarán residuos de materiales metálicos diferentes, los cuales cuentan con una finalidad en específico, por lo que el reúso de los mismos dependerá de la fase de construcción que se presente.
 - a) Reutilización de hierro: generalmente utilizado en tuberías de instalaciones sanitarias, elementos de herrería tales como puertas, ventanas, estanterías y rejas.
 - b) Reutilización del acero: armaduras de refuerzo y elementos estructurales.
 - c) Reutilización del cobre: cubiertas para instalaciones eléctricas y sanitarias, tales como tuberías y cableado.
 - d) Reutilización del bronce y latón: elementos destinados para sistema de cañerías y cerrajería, al igual que latas sin restos de pintura.
 - e) Reutilización del aluminio: elementos arquitectónicos como barandas, fachadas, elementos de cerrajería y tuberías.
- **Reciclaje de elementos metálicos fuera de la obra:** el aprovechamiento de los metales en plantas de tratamiento aseguran una mayor efectividad, ya que éstos al ser reciclados no pierden sus propiedades, por lo que es posible la producción de nuevos materiales metálicos capaces de cumplir su función original. Para dicho procedimiento se empieza con la

trituration de los metales con el objetivo de reducir su volumen y proceder a fundirlos, y asegurando que estén libres de impurezas se someten a un proceso de enfriamiento y laminado. Una vez finalizado el reciclaje, es posible emplear el material para la fabricación de nuevos productos, tales como:

- a) Elementos estructurales: para la cual se emplean porcentaje de acero reciclado de las barras corrugadas proveniente de edificaciones previas, dichos elementos suelen ser pilares, vigas y viguetas.
- b) Armaduras de acero reciclado: es posible la utilización de aceros reciclados que pueden emplearse para la elaboración de armaduras pasivas en barras rectas o rollos de acero corrugado soldable.
- c) Puertas con metales reciclados: el contenido de material reciclado puede estar incluido en los herrajes.
- d) Falsos techos metálicos: son piezas prefabricadas que utilizan como materia prima metales como el acero y aluminio, los cuales contienen un porcentaje de dicha materia prima reciclada.
- e) Trabajos de arquitectura: es posible emplear materiales metálicos reciclados para trabajos como cerrajería y herrería, al igual que pueden presentarse en elementos de fachada, ornamentación y decoración en el interior de la edificación.

- **Papel y cartón**

Dentro de la industria de la construcción apenas se generan residuos de papel y cartón, ya que éstos provienen mayormente de los empaques y embalaje de materiales, herramientas y/o accesorios que se usan durante el proceso constructivo de la obra. Sin embargo, a pesar de su poca participación, es necesario establecer alternativas de aprovechamiento para dichos residuos, ya que éstos poseen propiedades de valorización que deben ser tomadas en cuenta para su gestión y tratamiento. De esta manera se propusieron alternativas como las siguientes:

- **Reutilización de elementos de papel y cartón dentro de la obra:** como ya se mencionó, la mayor parte de estos residuos proceden de bolsas y embalajes, es decir que el reúso de éstos dependerá de la condición en la que se presenten, por lo que es necesario que el personal involucrado los manipule correctamente para no romperlos o dañarlos, de esta manera se podrán utilizar para guardar materiales, herramientas o accesorios.
- **Reciclaje de elementos de papel y cartón fuera de la obra:** cuando el material no se encuentre en condiciones aptas para su reutilización, éste tendrá que ser transportado a una planta de tratamiento para su reciclaje. Dicho procedimiento consiste en la compactación del residuo para luego someterlo a un proceso de centrifugado y triturado separando las fibras, posteriormente se le añade agua y otros aditivos para formar una nueva pasta de papel que funcionará como materia prima para la fabricación de nuevo material. Entre los productos que pueden fabricarse con el papel y cartón reciclado se encuentran los siguientes:
 - a) Aislamientos de celulosa de papel reciclado: se refiere a un material fabricado a base de celulosa de papel reciclado, el cual debe ser mezclado con aditivos como sal bórax o ácido bórico para obtener características ignífugas. Posee buenas características de cara al aislamiento térmico y acústico, por lo que puede emplearse en falsos techos, tabiquería e instalaciones.
 - b) Paneles de yeso y papel reciclado: son un material muy utilizado como revestimiento interior de techos y paredes, el cual se encuentra conformado por un núcleo interior formado por placa de yeso laminado y dos capas de celulosa de papel reciclado.
 - c) Bolsas y empaques de papel y cartón reciclado.

- **Plásticos**

La cantidad de residuales de materiales de plásticos generados dentro del sector de la construcción es un factor a considerar, usándose a su vez una gran variedad de dicho material, por lo que su eficiente tratamiento y aprovechamiento

depende directamente de la correcta separación que se les dé de acuerdo al tipo que se refiera.

Del mismo modo se puede decir que el empleo del plástico en la construcción representa bajos costos relacionados a su uso, así como las altas posibilidades de valorización que éste posee una vez se convierte en residuo, por lo que es normal encontrar elementos con diferentes tipos de plásticos, siendo los más utilizados el polietileno de alta densidad (PEAD), policloruro de vinilo (PVC), polietileno de baja densidad (PEBD), polipropileno (PP) poliestireno (PS).

– **Reutilización de elementos plásticos dentro de la obra:** durante la vida cotidiana es muy común la práctica de reuso de los elementos plásticos tales como botellas y bolsas, las cuales presentan la posibilidad de ser reutilizadas tantas veces lo permitan hasta que se deterioren por completo. Dentro del sector de la construcción la práctica es muy similar, ya que si bien es cierto que existen plásticos cuya naturaleza no permiten su reutilización como lo son las resinas epoxis o acrílicos contaminados con pintura, se encuentran también otras variedades de este material los cuales permiten ser utilizados nuevamente cuando resultan ser residuos del proceso constructivo de una edificación, tales como los siguientes:

- a) PVC: es posible reutilizar los elementos como tuberías y conductos de instalaciones eléctricas, telefónicas y de comunicaciones elaborados de policloruro de vinilo, al igual que elementos arquitectónicos como marcos de puertas y ventanas.
- b) PEAD: es posible reutilizar los elementos como cañerías y tuberías de agua y gas elaborados de polietileno de alta densidad.
- c) PP: el polipropileno se encuentra presente en tuberías y caños de agua, cajas de electricidad, sacos para cargar material como cemento, agua y arena, al igual que también existen alfombras a base de este material, pudiéndose reutilizar cada uno de los elementos anteriormente mencionados si se encuentran en un estado apto.

- d) Aislamientos no proyectados en forma de espuma, tales como el poliestireno, pueden reutilizarse en otras obras perfectamente, ya que las cualidades físicas químicas de este material no se ven alteradas.
- e) Envases y bolsas generalmente compuestas por policarbonato, polietileno o poliestireno, pueden emplearse para el acopio de nuevos materiales siempre y cuando no se encuentren deteriorados.

– **Reciclaje de los elementos de plásticos fuera de la obra:** consiste entregar los residuos de plásticos almacenados hacia plantas de tratamientos especializadas, en las que se procederá a transformar sus características para restituir su valor económico, evitando así su disposición final en vertederos, transformándolos así en nuevos materiales para la elaboración de otras piezas. Por medio del proceso de reciclaje de estos residuos se pueden generar elementos tales como:

- a) Materiales de construcción: se analizaron dos propuestas viables para el reciclaje de plástico dentro de la industria de la construcción, la primera se refiere a la elaboración de ladrillos ecológicos tipo LEGO, los cuales tienen amplia utilidad en trabajos de albañilería, facilitando el ensamblaje y reduciendo el uso de resinas para pegarlo con otros ladrillos; la segunda propuesta consiste en someter los residuos por un proceso de trituración y proceder a mezclarlo con concreto para la fabricación de ladrillos con propiedades de durabilidad y aislante tanto térmico como acústico.
- b) Moquetas de nailon reciclado: el nailon es un plástico del tipo poliamida que presenta como principal ventaja la resistencia de sus hebras, por lo que resulta viable utilizar el nailon empleados en trabajos de replanteo y reciclarlo para la elaboración de moquetas o alfombras con fines decorativos.
- c) Láminas de PVC reciclado: se refiere a la fabricación de láminas sintéticas a base de policloruro de vinilo reciclado en sustitución de

la materia prima de origen natural que habitualmente se utilizaría como el petróleo. La aplicación de éstos se enfoca como impermeabilizante de cubiertas y muros exteriores.

- d) Tuberías y accesorios sanitarios de polietileno reciclado: es posible la fabricación de tuberías dedicadas a riego o abastecimiento por medio del reciclaje de polietileno perteneciente a los envases donde se guardan algunos materiales de la construcción.
- e) Bolsas y envases de plásticos reciclados.
- f) Mobiliario urbano de plástico reciclado.

– **Revalorización energética de residuos de plásticos:** los plásticos se derivan del petróleo, por lo que poseen un alto poder calorífico, así que dichos residuos pueden ser aprovechados como fuente de energía alternativa cuando éstos no presenten las condiciones apropiadas para su reutilización o reciclaje.

- **Madera:**

La madera es uno de los materiales con mayores propiedades de valorización al momento de convertirse en un residuo dentro de la industria de la construcción, puesto que tiene diversas alternativas de reutilización y un alto nivel de reciclaje. A su vez es considerado como una importante fuente de energía renovable y sostenible, por lo que tiene la oportunidad de revalorizarse energéticamente garantizando la seguridad y minimizando impactos ambientales.

Igualmente es el tercer residuo con mayor porcentaje de generación entre todos los demás que se producen en el proceso constructivo de una obra, por lo que su aprovechamiento es un aspecto a tener en cuenta, y hay que tener especial cuidado para conservar los residuos de madera correctamente, por lo que las etapas de separación y almacenamiento juegan un papel importante previo a su reutilización, ya que si ésta se llega a pudrir o contaminar, sus posibilidades de aprovechamiento disminuirían casi en su totalidad. De esta manera se identificaron las siguientes opciones de valorización:

– **Reutilización de elementos de madera dentro de la obra:** muchos de los residuos de madera que provienen de una edificación son presentados por

elementos de medios auxiliares y embalajes al igual que por componentes arquitectónicos que pueden reusarse tantas veces sea posible. Cabe recalcar que la reutilización de dicho residuo será más sencilla si proviene de maderas duras, y las opciones son las siguientes:

- a) Encofrados: para la reutilización de encofrados de madera es necesario mantener parámetros de cuidado establecidos dentro de la obra, pues éstos son capaces de ser utilizados varias veces siempre y cuando se encuentre en un estado óptimo. Igualmente es posible recortar grandes tableros de éstos para poder utilizarlos en piezas de menor tamaño, en aquellas áreas de la construcción donde la geometría lo amerite.
- b) Palletes de madera: los palletes son considerados como el soporte universal para el movimiento de materiales dentro de la obra, éstos por lo general son de madera y pueden ser utilizados múltiples veces. En el caso de estropearse o romperse, se podrán reparar fácilmente con piezas de madera provenientes de otros residuos que se mantengan en condiciones aptas para su reutilización.
- c) Elementos arquitectónicos: esta alternativa dependerá del estado en el que se encuentre el sobrante y del uso que se le dio previo a considerarse un residuo, pudiendo reutilizarse para revestimientos, ornamentación y elementos de fachada que no formen parte del sistema estructural, al igual que otros residuos generados durante la etapa de carpintería y albañilería tales como marcos de puertas y ventanas.
- d) Envases de madera: al convertir los restos de madera en envases de diferentes tamaños, ayuda y fomenta a la organización en el área de trabajo, ya que estos, pueden ser utilizados para la protección, resguardo y contención de maquinaria y productos pesados de la obra en construcción.

– **Reciclaje de elementos de madera fuera de la obra:** el proceso de reciclaje de la madera comienza entregando los residuos que no poseen la

capacidad para ser reutilizados dentro de la obra a un gestor competente, el cual los transporta a una planta de tratamientos especializadas en el aprovechamiento de los mismos. En dichas instalaciones se limpiarán los elementos y posteriormente se separarán los diferentes tipos de madera que se encuentren, luego se procede a la trituración de éstos, transformándolos en aserrín o virutas para posteriormente mezclarlos con resinas, otorgándole nuevamente la forma de madera que se cortarán en forma de tableros que pueden ser empleados para la fabricación de nuevos productos, tales como:

- a) Tableros de aglomerados de madera reciclada: se trata de elementos fabricados mediante fibras de madera reciclada y resinas sintéticas. Estos tableros tienen múltiples aplicaciones, siendo las más comunes la de la elaboración elementos constitutivos de particiones interiores, revestimientos verticales interiores, mamparas o elementos decorativos, al igual que para elementos de fachada de edificaciones que no formen parte del sistema estructural.
- b) Puertas de madera reciclada: son elaboradas con aglomerado de madera proveniente de astillas, virutas de madera previamente reciclada.
- c) Mobiliario urbano de madera reciclada: hace referencia a la fabricación de piezas de equipamiento urbano a partir de fibras de madera reciclada previamente, tales como muelles, pavimentos para jardines, bancos, mesas, vallados, papeleras, piezas de jardinería y similares.

– **Revalorización energética:** la madera al ser una gran fuente de energía y electricidad puede aprovecharse para dicho fin por medio de la incineración o gasificación para la generación de energía eléctrica cuando las propiedades de ésta no posean las características óptimas para su reutilización o reciclaje.

- **Vidrio**

Durante el proceso constructivo de una edificación es posible generar residuos de vidrios en baja proporción, los cuales debido a su característica frágil se encuentran en la mayoría de ocasiones rotos debido a una manipulación incorrecta del personal, por lo que no es común la alternativa de reutilización de dichos elementos dentro de la obra. Sin embargo, este material posee la particularidad de considerarse reciclable en su totalidad, por lo que se tiene la oportunidad de aprovecharlo completamente y de forma indefinida.

– **Reciclaje de elementos de vidrio fuera de la obra:** una vez generado, separado y almacenado el residuo de vidrio dentro de la obra se procede a transportarlos a plantas de tratamiento por medio de los gestores competentes, en la que da inicio el procedimiento de reciclaje que consiste en limpiarlo, triturarlo y fundirlo para posteriormente mezclarlo con otros compuestos como la arena y poder fabricar nuevos productos con características idénticas al vidrio natural, logrando así una gran variedad de alternativas de productos nuevos a fabricar, como es el caso de los siguientes:

- a) Fibras de vidrio: los hilos de fibra pueden tener una participación en el sector de la construcción para fabricar mallas de fachadas, material aislante, revestimientos de suelos y/o recubrimiento de tanques de agua, al igual que puede emplearse como material complementario para asfaltar carreteras.
- b) Elementos arquitectónicos: se fabrican ventanas, elementos de fachada, cobertura de paredes y techos, acabados y decoración en general.
- c) Elementos a base de cemento: el añadir vidrio reciclado durante la fabricación de mortero es una alternativa empleada para mejorar el grado de aislamiento térmico y proceder a la producción de ladrillos y tuberías aislantes.
- d) Luminarias de vidrio reciclado.

- e) Envases de vidrio reciclado: se considera la aplicación más común del material.

Asimismo, al generarse residuos de construcción y demolición, existen múltiples alternativas que deben tomarse en cuenta antes que la de eliminarlos por medio de vertederos o rellenos sanitarios autorizados, pues la aplicación de estrategias de aprovechamiento sobre éstos representan no sólo beneficios ambientales al reducir el impacto asociado a su disposición final, sino que se reflejan igualmente desde el punto de vista económico, ya que al reutilizar en obra los residuos generados que cuenten con las características óptimas, es posible reducir los costos que se dedican a la compra de nuevos materiales o elementos para la construcción; igualmente al aplicarle las estrategias pertenecientes a las siete erres (7R), es posible reusar residuos que no cumplan en un principio con las condiciones necesarias para su reutilización directa, pudiendo incluso proporcionarles otros destinos fuera de la obra al venderlos o donarlos. Es así como se puede visualizar el procedimiento por el cual se emplean las siete erres (7R) por medio del diagrama de flujo propuesto (ver figura 21).

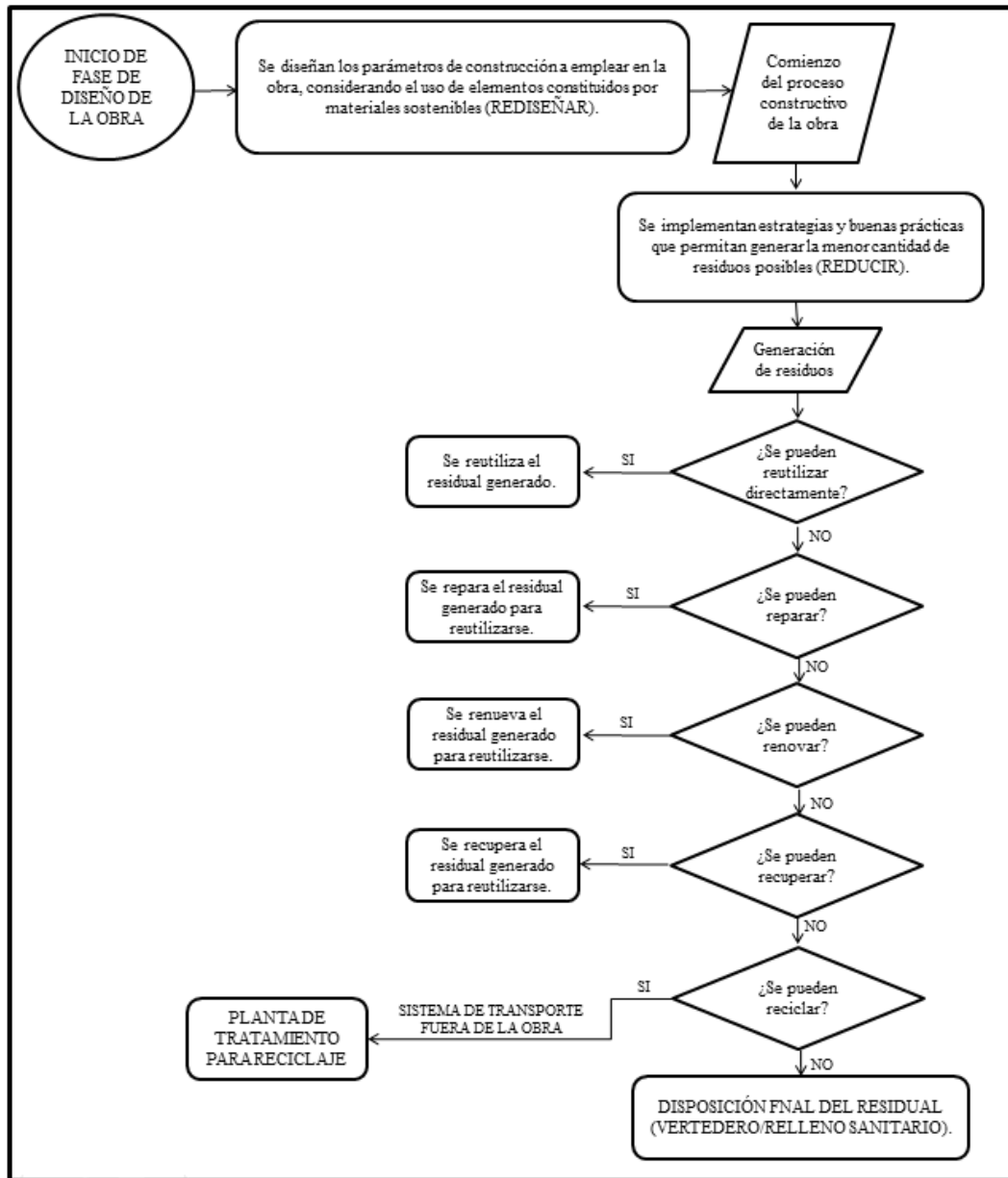


Figura 21. Diagrama de flujo correspondiente al empleo de la regla de las siete erres (7R).

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Igualmente, con la implementación de la regla de las siete erres (7R) es posible actualizar la jerarquización de alternativas de acción para la gestión de residuos de construcción y demolición presentada en el marco teórico del presente trabajo de investigación (ver figura 5), adaptándola de acuerdo a las estrategias de

aprovechamiento establecidas por dicha regla, por lo que se analizó y se estableció la siguiente jerarquización (ver figura 22).

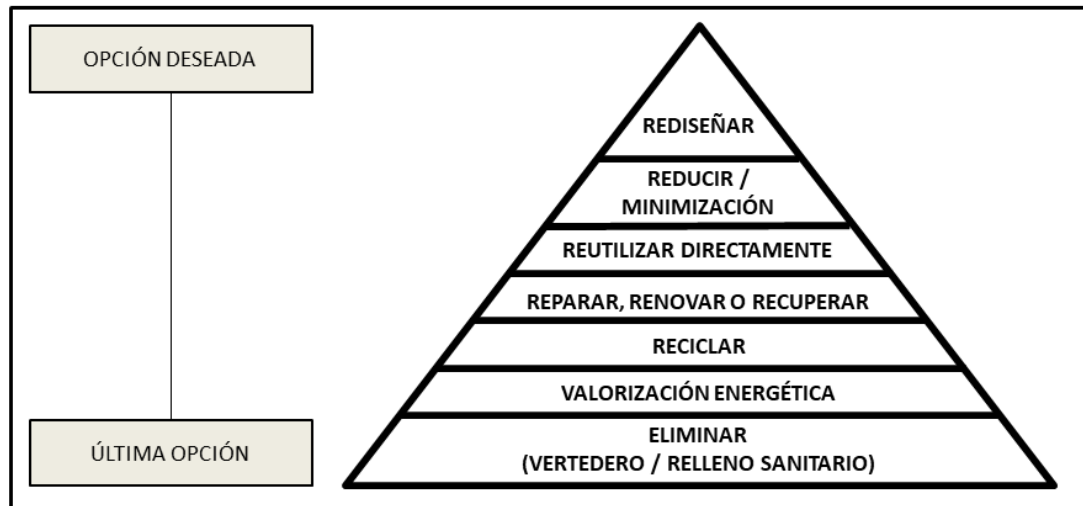


Figura 22. Jerarquía de estrategias a realizar en la gestión y tratamiento de residuos adaptando la regla de las siete erres (7R).

Fuente: Morillo y Martínez (2022), con base en Comisión Económica para América Latina y el Caribe, y el Ministerio de Desarrollo Social de Chile (2016).

4.2.2.4 Seiketzú (estandarizar)

Las etapas anteriormente descritas se enfocaron en acciones concretas, direccionando y buscando buenas prácticas en el entorno de trabajo con el objetivo de lograr un mejor ambiente laboral con resultados eficientes hacia la gestión de residuos. Dicho esto, el desarrollo del Seiketzú se prioriza en la estandarización de todas las estrategias que se propusieron previamente, es decir que busca la aplicación y mantenimiento de éstas tantas veces sea necesario hasta alcanzar su normalización dentro de las tareas realizadas en el proceso constructivo de una edificación. Por lo que dicha práctica se consideró como una condición o estado de permanencia de las anteriores.

De este modo, para que se logre una correcta gestión de todos los residuos de la construcción se debe mantener un ciclo constante entre la separación, almacenamiento y tratamiento de los mismos, lo cual es posible a través de estrategias de estandarización, ya que si no se contara con la intervención de éstas,

es posible que el sistema de gestión no alcance su objetivo ni la eficiencia deseada, perdiendo así todo el progreso alcanzado.

Por otra parte, la creación de hábitos en el entorno laboral ayuda a centralizar al personal a ejecutar correctamente cada uno de los procesos que debe de realizar sin olvido alguno. Pues bien, no se trata de implementar hábitos de manera obligatoria sin velar porque se estén llevando a cabo, sino de aplicar técnicas que ayuden y motiven a la creación de una cultura organizacional en la gestión de los residuos provenientes de la construcción de edificaciones. Es por ello que a continuación se establecieron algunas estrategias de estandarización, tales como:

- **Realizar registros de actividades**

Es fundamental que el sistema de gestión de residuales cuente con formatos consistentes en los que se plasme el avance de cada una de las tareas y procedimientos correspondientes a dicho sistema; pues el orden y la planificación son los pilares fundamentales para llevar a cabo la fase de estandarización correctamente. En otras palabras, consiste en una serie de planillas que reflejen las condiciones logradas con las tres primeras etapas de la metodología 5S, al igual que permita la continuidad de las mismas ante cualquier situación de contingencia que pueda presentarse durante la obra.

Es así que para asegurar un adecuado desarrollo del seiketsu, se requiere verificar el mantenimiento cotidiano de las condiciones a través de registros sistemáticos, ya que no sólo es necesaria la implementación de actividades de organización, sino que también se requiere chequear la efectividad de las decisiones tomadas para el manejo de los residuos. Para lograrlo se recomienda la implementación de listas de chequeo y formatos de planillas adaptados específicamente para cada una de las fases del proceso constructivo de la obra, en donde se puedan registrar por ejemplo la identificación de los residuos generados (ver apéndice C), la cuantificación de los residuos generados en una fase específica de la obra (ver apéndice D), entre otros.

- **Visualización:**

Se refiere a la agrupación de un conjunto de medidas auxiliares que sirvan de orientación para cada uno de las tareas realizadas y por realizar durante la obra a través de palabras claves, señales, imágenes comunicativas y similares, con el propósito de plasmar de forma evidente y sencilla, alguna sistemática o proceso. La técnica de la visualización resulta de mucha ayuda para establecer procedimientos pertenecientes al proceso constructivo, al igual que beneficia al ambiente laboral ya que de manera visual ayudará al cumplimiento de normativas y lineamientos previamente establecidos. Las herramientas de visualización que se seleccionaron son las siguientes:

- Carteles o fichas informativas: se representa por medio de folletos o fichas diseñadas con colores llamativos, en las que se proporciona información referente a los procedimientos propios del área de la obra en la que se encuentran. Para poder cumplir con una correcta normalización deben presentarse estos elementos en las diversas zonas del terreno.

Un ejemplo de esta técnica podría ser la de representar diferentes colores para aquellos contenedores destinados a almacenar temporalmente residuos dentro de la obra, en donde cada color identificará la naturaleza de un residual en particular (ver figura 23).

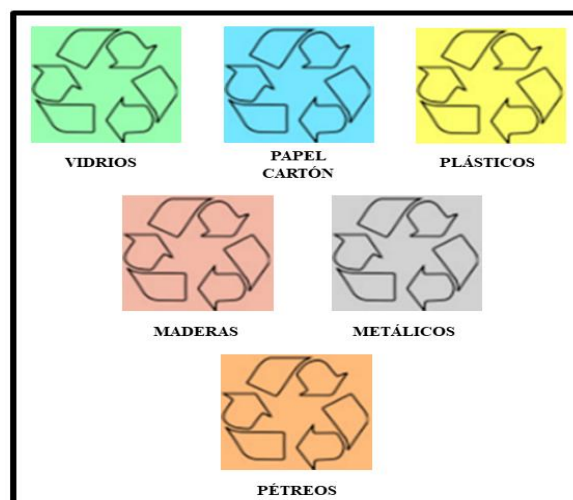


Figura 23. Ejemplo de cartel informativo sobre los colores de contenedores para separación de residuos según su naturaleza.

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

- Marcas en el piso: con el fin de delimitar un orden u organización en áreas puntuales previamente designadas. Se emplean diferentes colores dependiendo de su necesidad.

- **Regular y mantener los protocolos de gestión:**

La aplicación de esta práctica consiste en el análisis y evaluación de la eficiencia y el mantenimiento de los procesos llevados a cabo correspondientes a las tres primeras eses (S), con el objetivo de solucionar cualquier posible falla o anomalía presentes en los métodos utilizados. Dentro de la etapa de estandarización para el sistema de gestión es de suma importancia regular y mantener el orden y cumplimiento de los protocolos, de manera que se resalten aquellos procedimientos que forman parte de los mismos, diferenciando aquellos dedicados al manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.

- Protocolo para el manejo de residuos no peligrosos: se analizó las etapas que representan el procedimiento del manejo de residuos de construcción no peligrosos, diferenciando aquellas actividades que se realizan dentro de la obra de las que se realizan fuera de la obra (ver cuadro 8).
- Protocolo para el manejo de residuos peligrosos: el manejo de los residuos peligrosos comparte ciertas etapas con los residuos de naturaleza no peligrosa ya que ambos tienen la misma finalidad, por lo que igualmente se analizó los procedimientos que se llevan a cabo de acuerdo a los criterios establecidos dentro de la ficha técnica del material peligroso emitido por el proveedor, diferenciando aquellas actividades que se realizan dentro de la obra de las que se realizan fuera de la obra (ver cuadro 9).

Cuadro 9. Protocolo para el manejo de los residuos de construcción no peligrosos.

PROTOCOLO PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN NO PELIGROSOS										
	<i>Etapas realizadas dentro de la obra</i>					<i>Etapas realizadas fuera de la obra</i>				
	<i>Compra y recepción del material</i>	<i>Generación</i>	<i>Recolección</i>	<i>Acopio temporal</i>	<i>Aprovechamiento</i>	<i>Transferencia</i>	<i>Transporte</i>	<i>Aprovechamiento</i>	<i>Posibles clientes</i>	<i>Disposición final</i>
DESCRIPCIÓN	Etapa en donde el proveedor le proporciona los materiales requeridos al encargado de la obra.	Etapa en donde se generan residuos provenientes de alguna actividad del proceso constructivo.	Etapa en donde se almacenan temporalmente los residuos para su posterior aprovechamiento o disposición final	Etapa en donde se almacenan temporalmente los residuos para su posterior aprovechamiento o disposición final	Etapa en donde se somete el residuo a las alternativas de aprovechamiento que mejor se acople a sus condiciones.	Etapa en donde el generador de residuos (encargado de la obra) le transfiere los residuos generados al gestor competente	Etapa en donde se trasladan los residuos hacia los diferentes sitios que corresponden a su aprovechamiento fuera de la obra disposición final	Etapa en donde se somete el residuo a las alternativas de aprovechamiento fuera de la obra que mejor se acople a sus condiciones.	Etapa en donde se reincorpora el residuo tratado al mercado, para de esta manera complementar el proceso de la economía circular.	Etapa en donde se eliminan aquellos residuos que no poseen propiedades de valorización (considerándolos desechos), siguiendo los lineamientos de la normativa legal vigente.
ESTRATEGIAS	- Debe establecerse un acuerdo entre el proveedor y generador de residuos para establecer el manejo de los residuos que acompañan al material comprado, tales como bolsas, embalajes y similares.	- Se implementan buenas prácticas constructivas para minimizar lo máximo posible la generación.	- Separación en fuente. - Demolición selectiva.	- Almacenamiento en área - Almacenamiento puntual. - Almacenamiento mixto.	- Reutilización directa. - Reparar. - Renovar. - Recuperar	- Se debe presentar un oficio escrito, el cual plasme la transferencia de los residuos, y asegure el cumplimiento de la tarea del gestor. Debe firmarse por ambas entidades.		- Reciclar (planta de tratamiento). - Valorización energética (si aplica).	- Se le debe proporcionar al cliente una ficha técnica en donde se plasmen las recomendaciones de manejo del material suministrado.	- Vertederos. - Rellenos sanitarios. - Incineración. - El gestor de residuos debe emitir un oficio escrito en donde le plasme al generador que se ha dispuesto eficientemente los residuos transferidos.

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Cuadro 10. Protocolo para el manejo de los residuos de construcción peligrosos.

PROTOCOLO PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN PELIGROSOS									
	<i>Etapas realizadas dentro de la obra</i>				<i>Etapas realizadas fuera de la obra</i>				
	<i>Compra y recepción del material</i>	<i>Generación</i>	<i>Recolección</i>	<i>Acopio temporal</i>	<i>Transferencia</i>	<i>Transporte</i>	<i>Aprovechamiento</i>	<i>Posibles clientes</i>	<i>Disposición final</i>
DESCRIPCIÓN	Etapa en donde el proveedor le proporciona los materiales requeridos al encargado de la obra.	Etapa en donde se generan residuos provenientes de alguna actividad del proceso constructivo.	Etapa en donde clasifican y separan los residuos peligrosos de los no peligrosos.	Etapa en donde se almacenan temporalmente los residuos para su posterior aprovechamiento o disposición final. Debe restringirse el acceso únicamente al personal autorizado.	Etapa en donde el generador de residuos (encargado de la obra) le transfiere los residuos peligrosos al gestor competente y autorizado.	Etapa en donde se trasladan los residuos hacia los diferentes sitios que corresponden a su aprovechamiento fuera de la obra disposición final.	Etapa en donde se somete el residuo a las alternativas de aprovechamiento fuera de la obra que mejor se acople a sus condiciones.	Etapa en donde se reincorpora el residuo tratado al mercado, para de esta manera complementar el proceso de la economía circular.	Etapa en donde se eliminan aquellos residuos que no poseen propiedades de valorización (considerándolos desechos), siguiendo los lineamientos de la de la normativa legal vigente.
ESTRATEGIAS	<ul style="list-style-type: none"> - El proveedor debe proporcionar la ficha técnica en la que se plasmen los criterios de manejo, tratamiento e instrumentaria correspondiente al material entregado. - Debe establecerse un acuerdo entre el proveedor y generador de residuos para establecer el manejo de los residuos que acompañan al material comprado, tales como bolsas, embalajes y similares. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se debe realizar un rediseño de los materiales a emplear durante el proceso constructivo, asegurando la mínima generación posible de residuos peligrosos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Separación en fuente. - Demolición selectiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Almacenamiento de residuos peligrosos 	<ul style="list-style-type: none"> - Se debe presentar un oficio escrito, el cual plasme la transferencia de los residuos de naturaleza peligrosa, y asegure el cumplimiento de la tarea del gestor. Debe firmarse por ambas entidades. 		<ul style="list-style-type: none"> - Se disponen en plantas de tratamientos especializadas en el reciclaje de residuos peligrosos. 		<ul style="list-style-type: none"> - Incineración. - El gestor de residuos debe emitir un oficio escrito en donde le plasme al generador que se ha dispuesto eficientemente los residuos transferidos.

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

4.2.2.5 Shitsuke (disciplina)

En la etapa de shitsuke se determinan los procesos necesarios para generar una mejora continua de las fases anteriormente explicadas, por lo que se basa en la formulación de estrategias para aplicar, mantener y mejorar las buenas prácticas. Fue necesario la interpretación de esta etapa dentro de un sistema de gestión de residuos, ya que mediante ésta se busca el desarrollo de la responsabilidad, disposición y disciplina del personal involucrado por medio de técnicas que les permitan detectar las soluciones necesarias para efectuar una correcta gestión dentro del proceso constructivo de la obra de forma rápida y sin grandes complicaciones, es decir crearles la cultura de ser proactivos sin necesidad de ser controlados de manera constante, simplificando así la gestión. Es importante recalcar que la efectividad de cada una de las técnicas que se plantearon dependerá principalmente de las capacidades y destrezas de los trabajadores que las lleven a cabo, por lo que es indispensable la etapa de Shitsuke si se quiere tener éxitos en la gestión de los residuales generados en la obra. De esta manera se seleccionaron las siguientes estrategias para fomentar la autodisciplina y buenas prácticas:

- **Realizar jornadas de capacitación y participación de personal**

Hace referencia al diseño de protocolos destinados a la enseñanza de las normativas, legislaciones, lineamientos de seguridad y parámetros importantes que deben tomarse en cuenta durante las etapas de generación, separación, almacenamiento y tratamiento pertenecientes a un sistema de gestión de residuos en la construcción, para lo cual se seleccionaron las siguientes estrategias:

- Instrucción audiovisual: consiste en presentar la capacitación a través del uso de dispositivos electrónicos, ya sean videos, imágenes o texto.
- Conferencias: consiste en la intervención presencial de un especialista en la gestión de los residuos de construcción con el objetivo de exponer de forma oral, buenas prácticas para evitar, reducir y tratar los posibles residuos que se generen.

- Protocolos de modelamiento: consiste en la intervención presencial de un especialista en la gestión de residuos de construcción, con el objetivo de exponer de forma práctica, las técnicas recomendadas para evitar, reducir y tratar los posibles residuos que se generen. En estos protocolos los trabajadores observarán al capacitador ejecutando dichas técnicas para posteriormente repetirlos ellos mismos.
- Protocolos de seguridad: con el fin de resguardar la salud y el bienestar de los trabajadores y demás involucrados en el proceso constructivo que mantengan contacto con los residuos sólidos generados, se deberá capacitar y establecer al personal con charlas de informativas y educativas así como también proporcionarle la instrumentación adecuada como, botas de seguridad, guantes, lentes de seguridad, mascarillas y casco.

- **Plan de mejora**

Se refiere a establecer un plan con el objetivo de mejorar los resultados obtenidos, es decir analizar nuevamente la situación actual y determinar posibles oportunidades de mejora, perfeccionar las actividades para mejorarlas de manera continua.

De igual manera deben establecerse parámetros mínimos a cumplirse durante el procedimiento de gestión integral de residuos para facilitar y mejorar la eficiencia del mismo. Dichos lineamientos fueron pensados y establecidos para cada uno de las entidades involucradas en el plan de gestión, por lo que abarcan las acciones que deben tomar en cuenta tanto el proveedor, generador, transportista y gestor competente de los residuos de construcción y demolición, tales como los siguientes:

- **Para el proveedor de materiales:**

- Responder por el embalaje y sobrantes: en los casos que sea posible, el proveedor debe llegar a un acuerdo con el encargado de la obra para gestionar por sí mismo los residuos producidos por bolsas y empaques asociados a los materiales suministrados.

- Entregar fichas técnicas del material: todo material suministrado debe contar con su ficha técnica, especialmente en el caso de los residuos peligrosos, en las que se deben plasmar los criterios de almacenamiento, cuidado, indumentaria y medidas de seguridad correspondiente a los mismos. Ésta a su vez debe ser emitida por el proveedor y entregado al encargado de la obra en conjunto con el material o insumo solicitado.
- Proponer alternativas de aprovechamiento: en conjunto con la ficha técnica proporcionada, el proveedor debe plantear alternativas de aprovechamiento que se le puedan aplicar a los posibles residuos compuestos por el material suministrado y generado dentro de la obra, las que pueden servir como soluciones para mejorar las posibilidades de reducción, reutilización o reciclaje de los medios de construcción y de los sobrantes generados.
- **Para el generador de residuos**
 - Cumplir con la ficha técnica del proveedor: el personal de la obra debe seguir los lineamientos y criterios establecidos en la ficha técnica de los materiales empleados emitidos por el proveedor, tanto para el uso, almacenamiento y tratamiento de cada uno de éstos. Dicha ficha debe situarse en un sitio de fácil acceso y visibilidad para que cualquier personal involucrado pueda consultarla.
 - Mejorar la gestión de residuos: es obligación de cada uno de los generadores de residuos en las distintas etapas del proceso constructivo, participar activamente para la mejora de la gestión integral de los mismos. Dicho personal debe cumplir como mínimo con las normas establecidas, sin embargo, también deben ejercer buenas prácticas en cada campo de acción, de tal manera que la gestión de los residuos resulte más eficaz.
 - Evitar malas prácticas: al momento de realizar las actividades que conforman el proceso constructivo de la edificación se debe prever los posibles imprevistos que puedan presentarse, para de esta manera

establecer acciones capaces de contrarrestarlos, evitando así el derroche y malgasto de materiales, y por ende la reduciendo los residuos que se generan.

- Mantener en buenas condiciones los residuos generados: es importante asegurar las condiciones de orden, higiene y limpieza óptimas para cada uno de los residuos generados, ya que mientras éstos se mantengan dentro de las instalaciones de la obra, el generador es el responsable directo de éstos.

- **Para el transportista de residuos**

- Estar registrado: con el fin de ser un transportista autorizado por la entidad competente, obteniendo la validez y confiabilidad suficiente para recolectar y transportar los residuos provenientes de obras civiles.
- Emitir una acreditación: que contenga la información oportuna acerca del origen, naturaleza, tipología y destino final de los residuos que se transportarán. En la acreditación se recomienda tener: fecha, origen, nombre y firma del generador, destino, tipo de residuos, cuantificación, sello de recibido del sitio de tratamiento o disposición autorizados como destino final de ser el caso, al igual que el nombre y firma de la persona que los recibirá.
- Entregar los residuos de construcción y demolición recolectados en los sitios autorizados para su aprovechamiento o reutilización, ya sea en plantas de tratamiento o vertederos para su disposición final si es el caso.
- En caso de que los vehículos ocasionen dispersión, escape o pérdida de los residuos de construcción y demolición en áreas de espacio público, privado o de cualquier índole, estos deberán ser recogidos inmediatamente por el transportador.
- Mantener la separación y clasificación de los residuos realizada dentro de la obra para evitar mezclas o contaminación entre ellos.

- **Para el gestor de residuos**

- Controlar la calidad de los residuos: la entidad gestora debe verificar la calidad del material que constituye a los residuos generados, para así determinar cuál es la estrategia de aprovechamiento que mejor se acople a su condición.
- Mantener registros: los gestores son los encargados de rellenar y mantener al día los registros de las actividades correspondientes al procedimiento de gestión de los residuos dentro y fuera de la obra.
- Garantizar una adecuada gestión: deben proporcionar las medidas oportunas y necesarias para llevar a cabo una eficiente gestión de residuos tanto dentro de la obra, como fuera de ésta.
- Control de disposición final: las operaciones de disposición final de los residuos deberán respetar la normativa vigente, y a su vez es el gestor el que deberá verificar que las características del vertedero son adecuadas y que se admiten estrictamente los materiales específicos de las instalaciones de las cuales son responsables.
- Memoria de gestión: una vez finalizada la gestión de los residuos generados, el gestor a cargo del procedimiento debe acreditar ante la autoridad ambiental competente, un documento en donde se plasme datos de interés tales como la cantidad de residuos gestionados, sus orígenes, las estrategias de aprovechamientos empleadas, su disposición final y similares.
- Para residuos peligrosos: para el caso particular generarse residuos peligrosos, los gestores deben de cumplir con los lineamientos establecidos en la ficha técnica suministrada por el proveedor, al igual que aquellos planteados en las normativas vigentes de su competencia.

4.2.3 Relación entre la metodología de las 5S y la regla de las 7R

Una vez seleccionadas las técnicas que proporcionen mayor eficiencia para la gestión de residuos de construcción y demolición, resultó pertinente vincular las metodologías aplicadas para cumplir con tal objetivo. De esta manera, se planteó la relación existente entre la metodología de las cinco eses (5S) y la regla de las

siete erres (7R), ya que representaron el principal basamento para el análisis y escogencia de las técnicas ya mencionadas. Asimismo, ambos principios pueden vincularse al implementar las alternativas de gestión que proporcionan las 7R en cada una de las fases pertenecientes a las 5S, desarrollando así buenas prácticas que garanticen mayor eficiencia dentro del proceso para el manejo de residuales generados, de acuerdo a la fase que se encuentre.

- Seiri: es posible la aplicación de estrategias destinadas a la reducción y recuperación de aquellos residuos que se vayan a segregar y clasificar.
- Seiton: al igual que la etapa anterior, se busca reducir y recuperar los residuos que se vayan a almacenar.
- Seiso: se implementan las alternativas de aprovechamiento que brindan las 7R, priorizando el tratamiento de los residuos por medio de la reutilización, reparación, renovación, recuperación y reciclaje del material tanto fuera como dentro de la obra.
- Seiketsu: se implementan estrategias enfocadas a promover la máxima reducción de los residuos sólidos durante el proceso constructivo, aplicando igualmente lineamientos de rediseño de materiales durante la fase de diseño del proyecto.
- Shitsuke: se realizan protocolos para la mejora continua de toda entidad involucrada en el proceso de gestión de residuos de la obra, implementado cada una de las estrategias de las 7R para lograrlo.

Cuadro 11. Vinculación de las 5S con las 7R.

METODOLOGÍA DE LAS 5S	REGLA DE LAS 7R						
	<i>Rediseñar</i>	<i>Reducir</i>	<i>Reutilizar</i>	<i>Reparar</i>	<i>Renovar</i>	<i>Recuperar</i>	<i>Reciclar</i>
<i>Seiri</i>		X				X	
<i>Seiton</i>		X				X	
<i>Seiso</i>			X	X	X	X	X
<i>Seiketsu</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Shitsuke</i>	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

4.3 Fase III: Diseñar una referencia técnica para la gestión de residuos de materiales provenientes de la ejecución y demolición de obras civiles.

La presente fase metodológica se basó en el diseño de una referencia técnica en forma de manual, en la que se plasmaron aquellas estrategias y procedimientos descritos en las fases metodológicas anteriores, al igual que se presentaron propuestas de aquellos lineamientos necesarios para llevar a cabo una adecuada gestión de residuos sólidos generados dentro de los procesos constructivos de obras de edificaciones. De esta manera, para poder ejecutar dicha etapa fue necesaria la recopilación de datos documentales de acuerdo a lo observado anteriormente en el diagnóstico de la situación actual, y así poder ofrecer soluciones y buenas prácticas dentro del área de la construcción para afrontar aquellas problemáticas observadas en la generación y manejo de estos residuos. Es así que se busca que el material diseñado funcione como una herramienta para las empresas constructoras, contratistas y subcontratistas, capaz de permitirles tener una perspectiva completa del impacto ambiental negativo producido por el mal manejo de los residuos y de brindarles los parámetros necesarios para enfrentar y solucionar los problemas asociados no solo a la generación, sino al mal tratamiento y disposición final que se le aplican a los residuos en la actualidad.

En el mismo orden de ideas, para lograr la eficacia esperada con la creación de dicha referencia técnica, fue necesaria separarla en diferentes secciones, lo cual permitirá una mejor comprensión de cualquier usuario que necesite acudir a ella, considerando que pueda ser consultada por empresas constructoras, ingenieros particulares, trabajadores pertenecientes al gremio de la construcción, futuros investigadores, estudiantes y cualquier otra persona interesada en la problemática abarcada (ver apéndice F). Estas secciones se encontraran diferenciadas de acuerdo a lo plasmado en su contenido, siendo las siguientes:

4.3.1 Presentación

En esta sección se plasmó la finalidad que tiene la referencia técnica, pues se diseñó para ofrecerle al usuario que lo consulte, una breve síntesis de lo que se

encontrará plasmado en los capítulos posteriores. Asimismo se pretende introducir al tema tratado, al igual que al cómo se disponen cada uno de los elementos que conforman la referencia técnica encontrándose en éste los siguientes apartados:

- Identificación/Portada: se encuentra ubicada en las primeras páginas del material, en la cual se plasmó la identificación completa de los involucrados, tales como el emblema de la Universidad José Antonio Páez, nombres de los autores, y el título presentado junto con su fecha de publicación.
- Índice: en este apartado se presentó de manera sistemática el resto de puntos que constituyen la referencia técnica acompañado con el número de página en el que se encuentra, con la finalidad de proporcionar una mejor perspectiva al usuario que la consulte, facilitándole así un acceso rápido a cualquier tema de interés tratado en el material.
- Introducción: en éste se planteó brevemente la problemática asociada a los residuos de construcción generados en las obras de edificaciones civiles, con el propósito de dirigir al lector sobre el programa general del contenido tratado en el material, junto con la utilidad del mismo.
- Objetivos: este apartado contiene la explicación detallada del propósito general e idea central por la que se diseñó la referencia técnica; acompañado a su vez con una serie de objetivos específicos, en los cuales se detallaron los procedimientos necesarios para complementar el diseño del material.
- Alcance: se describió el ámbito de aplicación con el que cuenta el instrumento diseñado, es decir las áreas en las que el mismo puede ser empleado como herramienta para la gestión de residuos generados en la construcción de edificaciones.
- Definición de términos: se plasmaron brevemente las definiciones de aquellos términos de uso frecuente e indispensable para la ejecución de un plan de gestión de residuos, los cuales se representaron en forma de glosario para agilizar la comprensión del usuario que consulta el material.

4.3.2 Primera parte

En esta sección se plasmó la teoría central con la que se fundamentó la información descrita en la referencia técnica, la cual sirvió para establecer las relaciones causa-efecto de los procedimientos correspondientes a la gestión integral de los residuos de construcción generados dentro del proceso constructivo de las obras civiles, sirviéndole a su vez al usuario como una guía en la selección de los factores estudiados y evitando posibles confusiones que podrían generarse durante la consulta del material. De esta manera para el diseño de esta parte de la referencia técnica se agruparon los siguientes apartados:

- Normativa vigente: en este apartado se incluyeron los lineamientos y herramientas legales referente a la generación, tratamiento y aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición de obras civiles con las que se basó el diseño del material elaborado, las cuales se representaron tanto en carácter nacional, para establecer los parámetros que deben cumplirse con obligatoriedad al momento de realizar una gestión de residuos dentro del territorio venezolano; como de carácter internacional, que sirvieron como referencia para el diseño de los instrumentos y registros presentados en la referencia técnica, de acuerdo a los procedimientos y estrategias empleadas en países desarrollados.
- Principio rector: en este apartado se realizó una breve síntesis de las metodologías de las 5S y las 7R, las cuales sirvieron de punto de partida para el análisis de las estrategias correspondientes a la correcta gestión de los residuos de construcción, al igual que para diseño de las planillas de registro y fichas redactadas dentro de la referencia técnica.
- Generalidades: en este apartado se plasmaron algunos de los principios teóricos relacionados a la problemática de los residuos de construcción y demolición de obras civiles, tales como su generación, impacto ambiental, así como algunos de los posibles beneficios que aporta una correcta gestión integral de los mismos.

4.3.3 Segunda parte

La representación de esta sección se basó en el diseño de herramientas que les permitan a los usuarios que la consulten, identificar técnicas y procedimientos capaces de permitir que se lleve a cabo de manera eficiente una gestión integral de residuos de construcción de obras civiles, de acuerdo a los parámetros establecidos en las secciones anteriores de la referencia técnica. Es así como para la representación de dicho capítulo se diseñaron los siguientes instrumentos:

- Fichas: se realizaron pequeños pliegos en donde se plasmaron varias consideraciones y lineamientos relacionados al manejo de los residuos sólidos una vez generados durante el proceso constructivo de una edificación, en los que se incluyen las etapas del proceso constructivo en las que pueden ser generados dichos residuos, al igual que criterios para su separación en fracciones, almacenamiento temporal, alternativas de aprovechamiento tanto dentro como fuera de la obra, recolección, transporte, y buenas prácticas enfocadas en la minimización de los mismos.
- Planillas de registro: se diseñaron una serie de formatos en forma de planillas, mediante los cuales es posible el relleno manual del usuario para registrar el avance de las tareas correspondiente a los procedimientos de gestión integral de residuales y poder así llevar a cabo de manera eficiente la etapa de estandarización de la gestión integral de residuos.

4.3.4 Tercera parte

La tercera sección de la referencia técnica corresponde a la última, y en ésta se recopiló una serie de recomendaciones en forma de buenas prácticas dirigidas hacia los profesionales involucrados en la construcción de edificaciones, por lo que se dividieron en aquellas que deben tomarse en cuenta tanto para la fase de diseño, como la del proceso constructivo de la obra a ejecutar; al igual que también se incluyeron buenas prácticas específicas para algunas de las actividades correspondientes a la construcción de la edificación, tales como las fases de encofrado, colocación de acero estructural, albañilería, carpintería, de pintura e instalaciones tanto eléctricas como sanitarias. Igualmente, en este apartado se

representaron las conclusiones obtenidas por medio de la elaboración de la referencia técnica, finalizando así con el contenido plasmado en la misma.

CONCLUSIONES

Los residuos de construcción y demolición constituyen uno de los problemas ambientales más relevantes, a pesar de esto una de las principales limitaciones para la correcta gestión de residuos es la falta de concienciación ambiental, desinformación respecto al reciclado, escasa separación en origen de los posibles residuos aprovechables y ausencia de un mercado competitivo para los materiales recuperados. Por lo que la realización del presente trabajo buscó dar un aporte al desarrollo de nuevas estrategias para la óptima gestión de residuos en los procesos de construcción de edificaciones civiles.

Durante el desarrollo del presente trabajo de investigación se llevó a cabo un estudio sobre los factores y condiciones que presentan actualmente la industria de la construcción y de sus actividades en el proceso constructivo de edificaciones. De manera que, se obtuvo una visión del estado actual en cuanto al manejo, tratamiento y aprovechamiento que se está dando a los residuos sólidos de construcción y demolición de edificaciones en Venezuela, al igual que de los lineamientos pertinentes que deben tenerse en cuenta para un adecuado manejo de los mismos en la construcción de obras civiles de edificaciones.

Del mismo modo, se aplicaron encuestas a profesionales del gremio de la construcción y así poder concluir que la problemática más evidente que da origen a un mal manejo de los residuos sólidos en la industria de la construcción de obras civiles de edificaciones, es el hecho que, a pesar de poseer algunas normativas existentes que hacen mención al manejo de los residuos sólidos, no hay conocimiento suficiente respecto a la corresponsabilidad por parte de los involucrados en el proceso constructivo, en seguir a profundidad los lineamientos necesarios para la orientación de técnicas o estrategias que permitan llevar a cabo un sistema de gestión de residuos óptimos para dichos residuos en específico, pues a pesar de que éstos se encuentran clasificados en normativas vigentes no cuentan con una documentación legal que trate exclusivamente de ellos, trayendo como consecuencia que en múltiples ocasiones no se diferencien del resto de los

residuos generados en el entorno urbano del país, complicando así llevar a cabo las alternativas de aprovechamiento acorde a cada uno según su naturaleza.

Por otra parte, la implementación de las estrategias de las 5(S) en conjunto a la sistemática de las 7R como los principales rectores del trabajo de investigación fueron de gran relevancia, ya que se amoldaron a la importancia de promover acciones a fin de lograr un mayor conocimiento de la existencia de dichas prácticas y estrategias para el aprovechamiento los residuos con el propósito de orientar una economía circular dentro del proceso constructivo de edificaciones civiles, además de fomentar un cambio cultural en los actores involucrados. Las estrategias propuestas por medio de los principios rectores abordan la gestión de residuos a lo largo de todo el ciclo de vida de la construcción, desde el diseño, planificación y ejecución del proyecto, evidenciando de esta manera la posibilidad que existe para que los residuos generados en obra sean aprovechados.

Igualmente, para poder llevar a cabo el proyecto de investigación fue indispensable la recopilación bibliográfica, mediante la cual se logró conocer con mayor amplitud la realidad internacional en relación al tópico en estudio. Demostrando la gran importancia de contar con referencias técnicas que sirvan como herramientas para establecer las buenas prácticas por parte de todos los involucrados, desde proveedores, generadores, gestores y transportistas para el adecuado manejo de dichos residuos. Es de sumo interés para hacerle frente a la problemáticas planteada, pues permite llevar a cabo alternativas necesarias para mitigar el impacto ambiental negativo que viene asociado con ello.

Del mismo modo, la ingeniería civil tiene un importante impacto en la sostenibilidad, al contribuir con la calidad de vida humana y el ambiente. Buscar acciones o nuevas tecnologías que promuevan la economía circular dentro del campo constructivo evidencia la responsabilidad por parte de los involucrados que tienen sobre el entorno ambiental, siendo el manejo de los residuos de construcción un comienzo para fomentar la potencialidad que estos tienen al ser aprovechados, trayendo consigo una mejor optimización de los procesos

constructivos al favorecer el control y ahorro de los materiales empleados, reduciendo costos en su presupuestos puesto que al ser valorizados se economiza componentes como el uso excesivo de energía, agua y similares, trayendo consigo grandes beneficios, como reducción del impacto negativo en el ambiente al buscar utilizar todos estos componentes de una manera adecuada, consciente y responsable, conjuntamente aumentando la confianza de todos los participantes del proceso constructivo al observar cómo se benefician por ambas partes, siendo importante la estimación de los gastos, y dejar atrás el uso de la economía lineal que viene presentándose desde tiempos anteriores, en busca de una mejor calidad de vida y crear concientización a nivel nacional.

RECOMENDACIONES

Para las entidades gubernamentales competentes

- La participación activa y directa de todos y cada uno de las entidades competentes para la promulgación de una política pública de alcance nacional orientada específicamente a los residuos de construcción y demolición, en la cual se establezcan los lineamientos y estrategias para llevar a cabo una adecuada gestión integral de dichos residuos, ya que si bien es cierto que en la normativa vigente venezolana éstos se encuentran regulados, no se trata a profundidad su manejo, trayendo como consecuencia que tengan una disposición igual a los desechos urbanos en la mayoría de los casos del país.
- El diseño de una estrategia pública en donde se represente la relación entre las diferentes entidades involucradas en la gestión integral de residuos de construcción y demolición en Venezuela. Para dicha estrategia se debería considerar los diferentes actores pertenecientes tanto al sector público (representado por los entes municipales competentes para cada región), como al sector privado (referente a empresas constructoras, contratistas, subcontratistas y cualquier otra de organización privada que éste vinculada al gremio de la construcción de obras civiles).

Para los profesionales del gremio de la construcción

- El fomento de conciencia y corresponsabilidad ambiental de todas y cada una de las empresas y profesionales particulares vinculados al sector de la construcción, los cuales deben asumir una posición de responsabilidad ecológica para cada una de las actividades relacionadas a su ejercicio profesional.
- La implementación de metodologías de gestión tales como las 5S dentro de los lineamientos correspondiente a las fases de diseño y proceso constructivo de las obras civiles.

- Emplear las estrategias de las 7R para el aprovechamiento de los residuos generados durante la construcción de obras civiles.
- Priorizar los procedimientos asociados a un sistema de economía circular por encima de la economía lineal en el sector de la construcción, con el objetivo de impulsar medidas que disminuyan la demanda de recursos, la generación de residuos y por ende el impacto ambiental negativo asociado a las prácticas realizadas por las actividades de dicho sector.
- La aplicación de las buenas prácticas para la minimización de los residuos representadas en el presente trabajo de grado, durante el proceso de planificación y construcción de obras civiles.
- Incentivar y apoyar las investigaciones científicas acerca de la gestión y aprovechamiento de los residuos generados por las actividades del sector de la construcción, realizadas tanto fuera como dentro del país.
- El diseño e implementación de protocolos de carácter obligatorios para la capacitación y preparación del personal involucrado en la construcción de obras civiles, con relación a la gestión y tratamiento de los posibles residuos generados durante el proceso constructivo de las mismas.
- Considerar y tomar acciones referentes a la generación de residuos desde la fase de planificación y diseño de las obras civiles.

Para las escuelas de ingeniería civil

- Ampliar el alcance del presente trabajo de investigación en cuanto a la gestión de los residuos peligrosos que pueden generarse durante la construcción de las obras civiles.
- Igualmente se recomienda ampliar el alcance de la presente investigación en cuanto a la gestión de residuos no peligrosos y peligrosos que pueden generarse durante la construcción de obras civiles aparte de edificaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alan, D. y Cortez, L. (2017). **Procesos y fundamentos de la investigación científica**. Ecuador. Editorial UTMACH
- Ardila y Maldonado (2019). **Estrategias para el manejo de residuales de la construcción en las etapas de la gestión ambiental del proyecto**. Carabobo. Trabajo de grado de la Universidad José Antonio Páez.
- Arias, F. (2012). **El proyecto de investigación, Guía para su elaboración**. Caracas. 6ª Edición.
- Ayuso, J., Jiménez, R., Agrela, F., Pérez, A., López, M., Caballero, A., González, A., García, L., Sierra, J., Herrador, R., Pérez, P., Escribano, J., de Toro, P., Salas, M., Escriba, S., Jiménez, N. (2015). **Gestión y tratamiento de residuos de construcción y demolición (RCD)**. Andalucía. Editorial de la Universidad de Córdoba.
- Bavaresco, A (2013). **Proceso metodológico en la investigación (cómo hacer un diseño de investigación**. Maracaibo. 6ta Edición. Disponible: <https://gsosa61.files.wordpress.com/2015/11/proceso-metodologico-en-la-investigacion-bavaresco-reduc.pdf>. (Consulta: 2022, Marzo 06)
- Bustos, K. y Ortiz, M. (2018). **Análisis para la disposición final sostenible de residuos de construcción y demolición en Venezuela**. Caracas. Trabajo de grado de la Universidad Católica Andrés Bello. Disponible: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAT6535.pdf> . (Consulta: 2022, Febrero 18)
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (2011). **Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición**. México. Disponible: <https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf>. (Consulta: 2022, Febrero 19)

- Campos y Lule (2012). **La Observación, un método de estudio para la Realidad.** Universidad la Salle Pachuca, México. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3979972.pdf> (Consulta: 2022, Mayo 02)
- CAPRABO (2021). **Las siete erres ecológicas del consumidor.** Cataluña, España. Disponible: <https://www.caprabo.com/pdflink/es/67150b6b-663e-11eb-ba68-0a015e50794c/las-7-r-del-consumidor-ecologico.pdf>. (Consulta: 2022, Agosto 20)
- Chacón, M (2013) **Daño Ambiental.** Revista Judicial, Costa Rica. Disponible: <https://www.corteidh.or.cr/tablas/r31079.pdf>. (Consulta: 2022, Abril 13)
- Rojas Brenes (2018) “**Jerarquización de la Gestión Integral de Residuos Sólidos: rol activo de los gobiernos locales**”. Gestión Municipal de residuos, CEGESTI. Disponible en: https://municipal.cegesti.org/articulos/articulo_19_010518.pdf (Consulta: 2022, Mayo)
- Comisión Económica para América y el Caribe, y Ministerio del Desarrollo Social de Chile. (2016). **Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios.** Santiago de Chile.
- Constitución Nacional de la República Bolivariana de Venezuela (1999). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 36.860 de fecha 30 de Diciembre de 1999 (Venezuela).
- Coria, I (2008) **El estudio de Impacto Ambiental: Características y Metodologías.** Universidad del centro educativo Americano. Argentina. Pp 125-135. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/877/87702010.pdf>. (Consulta: 2022, Marzo 04)
- Corporación de Desarrollo Tecnológico (2020). **Plan de gestión de residuos en obra, paso a paso.** Chile. Disponible: <https://extension.cchc.cl/datafiles/44246-2.pdf>. (Consulta: 2022, Febrero 23)

- Cortez, J. (2017) **Plan de manejo integral de los desechos peligrosos de las facultades de la universidad de Carabobo**. Carabobo. Trabajo de grado de la Universidad de Carabobo. (Consulta: 2022, Febrero 18)
- De Santos, D. Moncerillo, B. y García, A. (2011). **Gestión de residuos en las obras de construcción**. Madrid. Madrid. Disponible: <http://libreria.fundacionlaboral.org/extpublicaciones/gestionresiduos2.pdf>. (Consulta: 2022, Febrero 20)
- Decreto 2216 (1992) “Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza, que no sean peligrosos”. Gaceta Oficial Extraordinaria de la República Bolivariana de Venezuela N°4.418 de fecha 23 de abril de 1992. (Venezuela).
- Durango, J. (2016). **Contribución de la Ingeniería Civil al Desarrollo Sostenible. Presente y futuro**. Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente. Madrid, España. Disponible: <https://docplayer.es/11480284-Contribucion-de-la-ingenieria-civil-al-desarrollo-sostenible-presente-y-futuro.html> (Consulta: 2022, Febrero 16)
- Fundación de Estudios Superiores Comfanorte. (2010). **Guía para la presentación de proyectos**. Colombia. 4ta Versión.
- Green Building Council España (2020). **Economía Circular en la edificación**. Madrid, España. Disponible: https://gbce.es/documentos/Informe_Economia-Circular.pdf. (Consulta: 2022, Abril 13)
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). **Metodología de la Investigación: Las rutas Cuantitativas, Cualitativas y Mixtas**. México. 2da Edición.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). **Metodología de la Investigación**. México. 6ta Edición.
- IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco (2004), **Monografía sobre residuos de construcción y demolición**. País Vasco.
- Jara, M. (2017), **Metodología de las 5S: su aplicación**. Ecuador. Disponible: <https://biblat.unam.mx/hevila/ResnonverbaGuayaquil/2017/vol7/no1/10.pdf>. (Consulta: 2022, Agosto 20)

- Jofra, M. (2016). **Metodología para la gestión ambiental de RCD en ciudades de América Latina**. Bogotá. Disponible: https://issuu.com/entmediambient/docs/libret_bogota_baixa. (Consulta: 2022, Febrero 19)
- Ley Orgánica del Ambiente (2006). Gaceta Oficial Extraordinaria de la República Bolivariana de Venezuela N°5.833 de fecha 22 de Diciembre del 2006 (Venezuela).
- Ley de Gestión Integral de la Basura (2010). Gaceta Oficial Extraordinaria de la República Bolivariana de Venezuela N° 6.017 de fecha 30 de diciembre de 2010 (Venezuela)
- Martínez, C. (2012) **Gestión de residuos de construcción y demolición (RCDS): importancia de la recogida para optimizar su posterior valorización**. Disponible: http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/CTs/2633_CMartinez.pdf#page10. (Consulta: 2022, Febrero 18)
- Martínez, J. (2005) **Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Fundamentos**. Disponible: https://www.cempre.org.uy/docs/biblioteca/guia_para_la_gestion_integral_residuos/gestion_respel01_fundamentos.pdf. (Consulta: 2022, Abril 07)
- Méndez, R. y Sandoval, F. (2011). **Investigación. Fundamentos y metodología**. México. Disponible: <https://josedominguezblog.files.wordpress.com/2015/06/investigacion-fundamentos-y-metodologia.pdf>. (Consulta: 2022, Marzo 13)
- Ministerio del Ambiente de Perú (2016). **Guía Metodológica para el desarrollo del plan de Manejo de Residuos Sólidos**. Disponible: <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302183324.pdf#page5>. (Consulta: 2022, Abril 15)
- Organización Internacional de Normalización (2010). Estándar internacional de gestión ambiental (ISO 14001) **Sistemas de gestión ambiental-Requisitos con orientación para su uso**. De fecha 15 de Septiembre del 2015.

- Palella, S y Couso, G. (2017) **Guía para la Elaboración de los Trabajos Especiales de Grado**. Caracas.
- Palella, S y Martins, F. (2012) **Metodología de la Investigación Cuantitativa**. Caracas.
- Pérez, A. (2009). **Guía Metodológica para Anteproyectos de Investigación**. Caracas. 3era Edición.
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat) (2016). **Urbanización y desarrollo: Futuros emergentes**. Disponible: <https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/Reportedelaciudades2016.pdf>. (Consulta: 2022, Abril 07)
- Ramírez, C. (2012) **Como Hacer un Proyecto de Investigación**. Caracas. Editor Tulio A. Ramírez C.
- Real Decreto 105/2008 de fecha 1 de febrero, Por el que se regula La producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Emitido por el Boletín Oficial de España. Disponible: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-2486> (Consulta: 2022, Abril 20)
- Red de Ingeniería en Saneamiento Ambiental. (2009) **Estudio comparativo de los aspectos técnicos entre la legislación de RCD en España y América Latina**. Barranquilla. Disponible: <http://www.redisa.net/doc/artSim2009/GestionYPoliticaAmbienta/Estudio%20comparativo%20de%20los%20aspectos%20t%C3%A9cnicos%20entre%20la%20legisla%20n%20de%20RCD%20en%20Espa%C3%B1a%20y%20Am%C3%A9rica%20Latina.pdf>. (Consulta: 2022, Febrero 20)
- Reguant, M., y Martínez-Olmo, F. (2014). **“Operacionalización de conceptos/variables”** Barcelona. Disponible: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/57883/1/Indicadores-Repository.pdf> (Consulta: 2022, Mayo 3)

- Silva y Ortiz (2018). **Análisis de opciones para la disposición sostenible de residuos de construcción y demolición en Venezuela.** Caracas. Trabajo de grado de la Universidad Católica Andrés Bello.
- Tapias, J. (2017). **Guía de intervención sostenible de los residuos de construcción**
Disponible:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10696/Guia%20de%20intervencion%20sostenible%20de%20los%20residuos%20de%20la%20construcci%C3%B3n-.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. (Consulta: 2022, Febrero 13)
- Tertre, J. (2016) **Residuos de Construcción y Demolición, RCD.** Disponible:
http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/STs%202016/1998972374_ppt_JITertre.pdf#page10. (Consulta: 2022, Febrero 22)
- Viamonte, C. y Evheverría, P. (2021). **Propuesta de una metodología para la elaboración de diseño de mezclas de concreto haciendo uso de adiciones de agregado grueso provenientes del concreto de desechos del laboratorio de materiales de la Universidad Católica Andrés Bello.** Caracas. Trabajo de grado de la Universidad Católica Andrés Bello. Disponible:
<http://catalogo-gy.ucab.edu.ve/documentos/tesis/36246.pdf>. (Consulta: 2022, Febrero 21)
- Villalba, V. Cepeda, E. Rodríguez, O. y Moreno, D. (2018). **Evaluación de los beneficios económicos y ambientales para la adecuada Gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Bogotá D.C.** Bogotá. Trabajo de grado de la Universidad Católica de Colombia. Disponible:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22403/1/EvaluacionGesti%C3%B3n%20RCD.pdf>. (Consulta: 2022, Febrero 19)

ANEXOS

Anexo A: Carta de validación del instrumento cuestionario de la encuesta para la elaboración del trabajo de grado.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Estimada Profesora Milbet Rodríguez,

Seguidamente se le presenta un modelo de cuestionario que va dirigida a distintos especialistas en la rama de ingeniería civil, encargados de los procesos constructivos de obras y activos de construcción, cuyas respuestas permitirán el desarrollo del diagnóstico, solución y valor a los propósitos específicos de la presente investigación titulado **“PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES”**. Por lo que, solicitamos a usted amablemente, dada su formación académica la validación del mismo.

Investigadores:

Alirio Antonio Morillo Capodicasa

Gabriela Del Carmen Martínez Sarria

Tutor académico:

Ing. Luis Rodríguez

Validación del instrumento (Ítems de Cuestionario)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.


Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	✓			✓		
2	✓			✓		
3	✓			✓		
4	✓			✓		
5	✓			✓		
6	✓			✓		
7	✓			✓		
8	✓			✓		
9	✓			✓		
10	✓			✓		
11	✓			✓		
12	✓			✓		

Descripción del especialista: Dra. Milbet Rodríguez.


 Milbet Rodríguez


APÉNDICES

Apéndice A: Modelo de cuestionario de la encuesta

	PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES		
ENCUESTA			
OBRA N°			
DATOS GENERALES			
Autores de la encuesta	Alirio Morillo Capodicasa, Gabriela Martínez Sarria		
Ingeniero a cargo		Cédula de identidad	
Descripción de la obra			
PREGUNTAS			
1.- ¿Dentro de los lineamientos de diseño establecidos para el proceso constructivo de la obra existen los relacionados con la gestión de residuales?			
Nunca		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre	
2.- ¿La generación de residuos sólidos y su posible impacto ambiental son aspectos que se consideran desde la etapa de diseño de la obra?			
Nunca		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre	
3.- ¿Cuánta importancia se le atribuye a la gestión de los residuos sólidos generados dentro de la obra?			
No es importante		Poco importante	
Importante		Muy importante	
4.- ¿Qué clase de residuos sólidos se generan dentro del proceso constructivo de la obra?			
Pétreos	Plásticos	Residuos vegetales	
Metálicos	Maderas	Residuos peligrosos	
Papel y cartón	Vidrio	Otros	
5.- ¿Qué criterios se utilizan dentro de la obra para poder distinguir lo que es desecho de lo que es residuo?			
6.- ¿Los residuos sólidos generados dentro de la obra son clasificados de acuerdo a su naturaleza?			
Nunca		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre	


7.- ¿Dentro de la obra se aplica la separación selectiva de los residuos sólidos generados?	
Nunca Regularmente	Algunas veces Siempre
8.- ¿Dentro de la obra se cuenta con sitio de acopio para el almacenamiento de los residuos generados?	
Nunca	Algunas veces
Casi siempre	Siempre
9.- ¿Dentro de la obra se emplean estrategias de gestión de residuales relacionadas a las 7R?	
Nunca	Algunas veces
Casi siempre	Siempre
10.- ¿Qué estrategias para la disposición final se le aplican a los residuos generados dentro de la obra?	
11.- ¿Se realizan actividades de formación, información y concientización para el personal en relación a la gestión de residuos dentro de la obra?	
Nunca Esporádico	Una vez Frecuente
12.- ¿Dentro del proceso constructivo de la obra existe un protocolo de capacitación de los trabajadores para la clasificación de los residuos generados?	
Nunca X	Una vez
Esporádico	Frecuente

Apéndice B: Respuestas obtenidas por los encuestados

	PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES		
	ENCUESTA		
OBRA N° 1			
DATOS GENERALES			
Autores de la encuesta	Alirio Morillo Capodicasa, Gabriela Martínez Sarria		
Ingeniero a cargo	Ing. Jorge Rebolleda	Cédula de identidad	5.220.569
Descripción de la obra	Remodelación de una edificación residencial a una edificación comercial de 2 plantas		

PREGUNTAS		
1.- ¿Dentro de los lineamientos de diseño establecidos para el proceso constructivo de la obra existen los relacionados con la gestión de residuales?		
Nunca Casi siempre	Algunas veces Siempre X	
2.- ¿La generación de residuos sólidos y su posible impacto ambiental son aspectos que se consideran desde la etapa de diseño de la obra?		
Nunca Casi siempre	Algunas veces Siempre X	
3.- ¿Cuánta importancia se le atribuye a la gestión de los residuos sólidos generados dentro de la obra?		
No es importante Importante	Poco importante Muy importante X	
4.- ¿Qué clase de residuos sólidos se generan dentro del proceso constructivo de la obra?		
Pétreos X Metálicos X Papel y cartón X	Plásticos X Maderas X Vidrio X	Residuos vegetales Residuos peligrosos Otros
5.- ¿Qué criterios se utilizan dentro de la obra para poder distinguir lo que es desecho de lo que es residuo?		
Depende del estado del material que conforma el residuo generado se determina si puede aprovecharse o no.		
6.- ¿Los residuos sólidos generados dentro de la obra son clasificados de acuerdo a su naturaleza?		
Nunca Casi siempre	Algunas veces Siempre X	
7.- ¿Dentro de la obra se aplica la separación selectiva de los residuos sólidos generados?		
Nunca Casi siempre	Algunas veces Siempre X	
8.- ¿Dentro de la obra se cuenta con sitio de acopio para el almacenamiento de los residuos generados?		
Ninguno Uno variable	Uno permanente Más de uno X	
9.- ¿Dentro de la obra se emplean estrategias de gestión de residuales relacionadas a las 7R?		


Nunca	Algunas veces X
Casi siempre	Siempre
10.- ¿Qué estrategias para la disposición final se le aplican a los residuos generados dentro de la obra?	
Se contrata un personal externo para que los transporte a vertederos / rellenos sanitarios	
11.- ¿Se realizan actividades de formación, información y concientización para el personal en relación a la gestión de residuos dentro de la obra?	
Nunca Esporádico X	Una vez Frecuente
12.- ¿Dentro del proceso constructivo de la obra existe un protocolo de capacitación de los trabajadores para la clasificación de los residuos generados?	
Nunca X Esporádico	Una vez Frecuente

	PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES		
	ENCUESTA		
	OBRA N° 2		
	DATOS GENERALES		
Autores de la encuesta	Alirio Morillo Capodicasa, Gabriela Martínez Sarria		
Ingeniero a cargo	Ing. Brigabriel Contreras	Cédula de identidad	24.474.771
Descripción de la obra	No fue posible suministrar información		
	PREGUNTAS		
1.- ¿Dentro de los lineamientos de diseño establecidos para el proceso constructivo de la obra existen los relacionados con la gestión de residuales?			
	Nunca X	Algunas veces	
	Casi siempre	Siempre	
2.- ¿La generación de residuos sólidos y su posible impacto ambiental son aspectos que se consideran desde la etapa de diseño de la obra?			
	Nunca X	Algunas veces	
	Casi siempre	Siempre	
3.- ¿Cuánta importancia se le atribuye a la gestión de los residuos sólidos generados dentro de la obra?			
	No es importante	Poco Importante X	


Importante	Muy importante
4.- ¿Qué clase de residuos sólidos se generan dentro del proceso constructivo de la obra?	
Pétreos X Metálicos X Papel y cartón X	Plásticos X Maderas X Vidrio X
Residuos vegetales Residuos peligrosos Otros	
5.- ¿Qué criterios se utilizan dentro de la obra para poder distinguir lo que es desecho de lo que es residuo?	
De acuerdo al estado y en que propiedades se encuentre el sobrante se determina si es desecho o residuo.	
6.- ¿Los residuos sólidos generados dentro de la obra son clasificados de acuerdo a su naturaleza?	
Nunca X	Algunas veces
Casi siempre	Siempre
7.- ¿Dentro de la obra se aplica la separación selectiva de los residuos sólidos generados?	
Nunca	Algunas veces
Casi siempre X	Siempre
8.- ¿Dentro de la obra se cuenta con sitio de acopio para el almacenamiento de los residuos generados?	
Ninguno	Uno permanente X
Uno variable	Más de uno
9.- ¿Dentro de la obra se emplean estrategias de clasificación y gestión de residuales relacionadas a las 7R?	
Nunca X	Algunas veces
Casi siempre	Siempre
10.- ¿Qué estrategias para la disposición final se le aplican a los residuos generados dentro de la obra?	
Se contrata a terceros para que dispongan de ellos	
11.- ¿Se realizan actividades de formación, información y concientización para el personal en relación a la gestión de residuos dentro de la obra?	
Nunca X	Una vez
Esporádico	Frecuente

12.- ¿Dentro del proceso constructivo de la obra existe un protocolo de capacitación de los trabajadores para la clasificación de los residuos generados?

Nunca X	Una vez
Esporádico	Frecuente

	PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES		
	ENCUESTA		
OBRA N° 3			
DATOS GENERALES			
Autores de la encuesta	Alirio Morillo Capodicasa, Gabriela Martínez Sarria		
Ingeniero a cargo	Ing. Marisol Martínez	Cédula de identidad	9.259.132
Descripción de la obra	No fue posible suministrar información		
PREGUNTAS			
1.- ¿Dentro de los lineamientos de diseño establecidos para el proceso constructivo de la obra existen los relacionados con la gestión de residuales?			
Nunca X		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre	
2.- ¿La generación de residuos sólidos y su posible impacto ambiental son aspectos que se consideran desde la etapa de diseño de la obra?			
Nunca X		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre	
3.- ¿Cuánta importancia se le atribuye a la gestión de los residuos sólidos generados dentro de la obra?			
No es importante		Poco importante X	
Importante		Muy importante	
4.- ¿Qué clase de residuos sólidos se generan dentro del proceso constructivo de la obra?			
Pétreos X Metálicos X Papel y cartón X	Plásticos X Maderas X Vidrio X	Residuos vegetales Residuos peligrosos Otros	
5.- ¿Qué criterios se utilizan dentro de la obra para poder distinguir lo que es desecho de lo que es residuo?			
De acuerdo al material			
6.- ¿Los residuos sólidos generados dentro de la obra son clasificados de acuerdo a su naturaleza?			
Nunca		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre X	
7.- ¿Dentro de la obra se aplica la separación selectiva de los residuos sólidos generados?			

Nunca	Algunas veces X
Casi siempre	Siempre
8.- ¿Dentro de la obra se cuenta con sitio de acopio para el almacenamiento de los residuos generados?	
Ninguno	Uno permanente
Uno variable X	Más de uno
9.- ¿Dentro de la obra se emplean estrategias de clasificación y gestión de residuales relacionadas a las 7R?	
Nunca X	Algunas veces
Casi siempre	Siempre
10.- ¿Qué estrategias para la disposición final se le aplican a los residuos generados dentro de la obra?	
Se disponen en sistemas de rellenos sanitarios o botaderos.	
11.- ¿Se realizan actividades de formación, información y concientización para el personal en relación a la gestión de residuos dentro de la obra?	
Nunca X	Una vez
Esporádico	Frecuente
12.- ¿Dentro del proceso constructivo de la obra existe un protocolo de capacitación de los trabajadores para la clasificación de los residuos generados?	
Nunca X	Una vez
Esporádico	Frecuente

	PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES		
	ENCUESTA		
OBRA N° 4			
DATOS GENERALES			
Autores de la encuesta	Alirio Morillo Capodicasa, Gabriela Martínez Sarria		
Ingeniero a cargo	Ing. Yismalín Daza	Cédula de identidad	12.594.535
Descripción de la obra	Edificación comercial		
PREGUNTAS			
1.- ¿Dentro de los lineamientos de diseño establecidos para el proceso constructivo de la obra existen los relacionados con la gestión de residuales?			
Nunca		Algunas veces X	
Casi siempre		Siempre	
2.- ¿La generación de residuos sólidos y su posible impacto ambiental son aspectos que se consideran desde la etapa de diseño de la obra?			
Nunca		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre X	
3.- ¿Cuánta importancia se le atribuye a la gestión de los residuos sólidos generados dentro de la obra?			
No es importante		Poco importante	
Importante X		Muy importante	
4.- ¿Qué clase de residuos sólidos se generan dentro del proceso constructivo de la obra?			
Pétreos X	Plásticos X	Residuos vegetales	
Metálicos X	Maderas X	Residuos peligrosos	
Papel y cartón X	Vidrio	Otros	
5.- ¿Qué criterios se utilizan dentro de la obra para poder distinguir lo que es desecho de lo que es residuo?			
Si el elemento tiene propiedades de reutilización se considera residuo, si no posee estas propiedades se considerará desecho			
6.- ¿Los residuos sólidos generados dentro de la obra son clasificados de acuerdo a su naturaleza?			
Nunca		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre X	
7.- ¿Dentro de la obra se aplica la separación selectiva de los residuos sólidos generados?			

Nunca		Algunas veces	
Casi siempre X		Siempre	
8.- ¿Dentro de la obra se cuenta con sitio de acopio para el almacenamiento de los residuos generados?			
Ninguno		Uno permanente	
Uno variable		Más de uno X	
9.- ¿Dentro de la obra se emplean estrategias de clasificación y gestión de residuales relacionadas a las 7R?			
Nunca		Algunas veces X	
Casi siempre		Siempre	
10.- ¿Qué estrategias para la disposición final se le aplican a los residuos generados dentro de la obra?			
No se tiene información			
11.- ¿Se realizan actividades de formación, información y concientización para el personal en relación a la gestión de residuos dentro de la obra?			
Nunca X		Una vez	
Esporádico		Frecuente	
12.- ¿Dentro del proceso constructivo de la obra existe un protocolo de capacitación de los trabajadores para la clasificación de los residuos generados?			
Nunca X		Una vez	
Esporádico		Frecuente	



PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

ENCUESTA

OBRA N° 5

DATOS GENERALES

Autores de la encuesta	Alirio Morillo Capodicasa, Gabriela Martínez Sarria		
Ingeniero a cargo	Arq. Victor Rivera	Cédula de identidad	5.796.177
Descripción de la obra	Remodelación de vivienda antigua con estructura metálica.		

PREGUNTAS

1.- ¿Dentro de los lineamientos de diseño establecidos para el proceso constructivo de la obra existen los relacionados con la gestión de residuales?

Nunca X	Algunas veces X
Casi siempre	Siempre

2.- ¿La generación de residuos sólidos y su posible impacto ambiental son aspectos que se consideran desde la etapa de diseño de la obra?

Nunca X	Algunas veces
Casi siempre	Siempre

3.- ¿Cuánta importancia se le atribuye a la gestión de los residuos sólidos generados dentro de la obra?

No es importante	Poco importante
Importante X	Muy importante

4.- ¿Qué clase de residuos sólidos se generan dentro del proceso constructivo de la obra?

Pétreos X	Plásticos X	Residuos vegetales
Metálicos X	Maderas X	Residuos peligrosos
Papel y cartón X	Vidrio	Otros

5.- ¿Qué criterios se utilizan dentro de la obra para poder distinguir lo que es desecho de lo que es residuo?

Depende del material y la longitud del residuo
--


6.- ¿Los residuos sólidos generados dentro de la obra son clasificados de acuerdo a su naturaleza?

Nunca	Algunas veces
Casi siempre	Siempre X


7.- ¿Dentro de la obra se aplica la separación selectiva de los residuos sólidos generados?

Nunca	Algunas veces
-------	---------------


Casi siempre	Siempre X
8.- ¿Dentro de la obra se cuenta con sitio de acopio para el almacenamiento de los residuos generados?	
Ninguno	Uno permanente
Uno variable X	Más de uno
9.- ¿Dentro de la obra se emplean estrategias de clasificación y gestión de residuales relacionadas a las 7R?	
Nunca X	Algunas veces
Casi siempre	Siempre
10.- ¿Qué estrategias para la disposición final se le aplican a los residuos generados dentro de la obra?	
Se contrata un camión encargado de su disposición final.	
11.- ¿Se realizan actividades de formación, información y concientización para el personal en relación a la gestión de residuos dentro de la obra?	
Nunca	Una vez
Esporádico X	Frecuente
12.- ¿Dentro del proceso constructivo de la obra existe un protocolo de capacitación de los trabajadores para la clasificación de los residuos generados?	
Nunca X	Una vez
Esporádico	Frecuente

	PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES		
	ENCUESTA		
OBRA N° 6			
DATOS GENERALES			
Autores de la encuesta	Alirio Morillo Capodicasa, Gabriela Martínez Sarria		
Ingeniero a cargo	Ing. Carlos Renaud	Cédula de identidad	21.532.095
Descripción de la obra	Construcción de edificación de 6 pisos + 2 sótanos, destinado a uso de centro comercial.		
PREGUNTAS			
1.- ¿Dentro de los lineamientos de diseño establecidos para el proceso constructivo de la obra existen los relacionados con la gestión de residuales?			
Nunca		Algunas veces X	
Casi siempre		Siempre	
2.- ¿La generación de residuos sólidos y su posible impacto ambiental son aspectos que se consideran desde la etapa de diseño de la obra?			
Nunca X		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre	
3.- ¿Cuánta importancia se le atribuye a la gestión de los residuos sólidos generados dentro de la obra?			
No es importante		Poco importante	
Importante X		Muy importante	
4.- ¿Qué clase de residuos sólidos se generan dentro del proceso constructivo de la obra?			
Pétreos X	Plásticos X	Residuos vegetales	
Metálicos X	Maderas X	Residuos peligrosos	
Papel y cartón X	Vidrio	Otros	
5.- ¿Qué criterios se utilizan dentro de la obra para poder distinguir lo que es desecho de lo que es residuo?			
Si el material tiene una potencial reutilización para las actividades necesarias en la obra se considera residuo, de no ser de utilidad próximamente, se desecha.			
6.- ¿Los residuos sólidos generados dentro de la obra son clasificados de acuerdo a su naturaleza?			
Nunca		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre X	
7.- ¿Dentro de la obra se aplica la separación selectiva de los residuos sólidos generados?			

Nunca Casi siempre	Algunas veces X Siempre
8.- ¿Dentro de la obra se cuenta con sitio de acopio para el almacenamiento de los residuos generados?	
Ninguno	Uno permanente X
Uno variable	Más de uno
9.- ¿Dentro de la obra se emplean estrategias de clasificación y gestión de residuales relacionadas a las 7R?	
Nunca	Algunas veces X
Casi siempre	Siempre
10.- ¿Qué estrategias para la disposición final se le aplican a los residuos generados dentro de la obra?	
Se tiene contratado una empresa encargada para el bote de los desechos, esta empresa carga semanalmente los residuos y los lleva al lugar designado por las autoridades municipales y estatales.	
11.- ¿Se realizan actividades de formación, información y concientización para el personal en relación a la gestión de residuos dentro de la obra?	
Nunca Esporádico	Una vez X Frecuente
12.- ¿Dentro del proceso constructivo de la obra existe un protocolo de capacitación de los trabajadores para la clasificación de los residuos generados?	
Nunca X	Una vez
Esporádico	Frecuente

	PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES		
	ENCUESTA		
OBRA N° 7			
DATOS GENERALES			
Autores de la encuesta	Alirio Morillo Capodicasa, Gabriela Martínez Sarria		
Ingeniero a cargo	Ing. Marisela Linares	Cédula de identidad	9.004.347
Descripción de la obra	Edificación residencial		
PREGUNTAS			
1.- ¿Dentro de los lineamientos de diseño establecidos para el proceso constructivo de la obra existen los relacionados con la gestión de residuales?			
Nunca X		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre	
2.- ¿La generación de residuos sólidos y su posible impacto ambiental son aspectos que se consideran desde la etapa de diseño de la obra?			
Nunca X		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre	
3.- ¿Cuánta importancia se le atribuye a la gestión de los residuos sólidos generados dentro de la obra?			
No es importante Importante		Poco importante X Muy importante	
4.- ¿Qué clase de residuos sólidos se generan dentro del proceso constructivo de la obra?			
Pétreos X Metálicos X Papel y cartón X	Plásticos X Maderas X Vidrio	Residuos vegetales Residuos peligrosos Otros	
5.- ¿Qué criterios se utilizan dentro de la obra para poder distinguir lo que es desecho de lo que es residuo?			
No se tiene información			
6.- ¿Los residuos sólidos generados dentro de la obra son clasificados de acuerdo a su naturaleza?			
Nunca		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre X	
7.- ¿Dentro de la obra se aplica la separación selectiva de los residuos sólidos generados?			

Nunca	Algunas veces
Casi siempre X	Siempre
8.- ¿Dentro de la obra se cuenta con sitio de acopio para el almacenamiento de los residuos generados?	
Ninguno	Uno permanente
Uno variable	Más de uno X
9.- ¿Dentro de la obra se emplean estrategias de clasificación y gestión de residuales relacionadas a las 7R?	
Nunca X	Algunas veces
Casi siempre	Siempre
10.- ¿Qué estrategias para la disposición final se le aplican a los residuos generados dentro de la obra?	
La constructora tiene un encargado que dispone el bote de los escombros	
11.- ¿Se realizan actividades de formación, información y concientización para el personal en relación a la gestión de residuos dentro de la obra?	
Nunca	Una vez X
Esporádico	Frecuente
12.- ¿Dentro del proceso constructivo de la obra existe un protocolo de capacitación de los trabajadores para la clasificación de los residuos generados?	
Nunca X	Una vez
Esporádico	Frecuente

	PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES		
	ENCUESTA		
OBRA N° 8			
DATOS GENERALES			
Autores de la encuesta	Alirio Morillo Capodicasa, Gabriela Martínez Sarria		
Ingeniero a cargo	Arq. Antonio Morillo Capodicasa	Cédula de identidad	26.350.719
Descripción de la obra	Edificación comercial		
PREGUNTAS			
1.- ¿Dentro de los lineamientos de diseño establecidos para el proceso constructivo de la obra existen los relacionados con la gestión de residuales?			
Nunca X		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre	
2.- ¿La generación de residuos sólidos y su posible impacto ambiental son aspectos que se consideran desde la etapa de diseño de la obra?			
Nunca		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre X	
3.- ¿Cuánta importancia se le atribuye a la gestión de los residuos sólidos generados dentro de la obra?			
No es importante		Poco Importante X	
Importante		Muy importante	
4.- ¿Qué clase de residuos sólidos se generan dentro del proceso constructivo de la obra?			
Pétreos	Plásticos X	Residuos vegetales	
Metálicos X	Maderas X	Residuos peligrosos	
Papel y cartón X	Vidrio X	Otros	
5.- ¿Qué criterios se utilizan dentro de la obra para poder distinguir lo que es desecho de lo que es residuo?			
No se tiene información			
6.- ¿Los residuos sólidos generados dentro de la obra son clasificados de acuerdo a su naturaleza?			
Nunca X		Algunas veces	
Casi siempre		Siempre	
7.- ¿Dentro de la obra se aplica la separación selectiva de los residuos sólidos generados?			

Nunca Casi siempre	Algunas veces X Siempre
8.- ¿Dentro de la obra se cuenta con sitio de acopio para el almacenamiento de los residuos generados?	
Ninguno	Uno permanente
Uno variable X	Más de uno
9.- ¿Dentro de la obra se emplean estrategias de clasificación y gestión de residuales relacionadas a las 7R?	
Nunca X	Algunas veces
Casi siempre	Siempre
10.- ¿Qué estrategias para la disposición final se le aplican a los residuos generados dentro de la obra?	
Relleno sanitario	
11.- ¿Se realizan actividades de formación, información y concientización para el personal en relación a la gestión de residuos dentro de la obra?	
Nunca X	Una vez
Esporádico	Frecuente
12.- ¿Dentro del proceso constructivo de la obra existe un protocolo de capacitación de los trabajadores para la clasificación de los residuos generados?	
Nunca X	Una vez
Esporádico	Frecuente

Apéndice C: Cálculo de confiabilidad del instrumento del cuestionario por medio del método del alfa de Cronbach

ENCUESTADOS	ITEMS									SUMATORIA
	1	2	3	6	7	8	9	11	12	
Obra N°1	4	4	4	4	4	4	2	3	1	30
Obra N°2	1	1	2	1	3	2	1	1	1	13
Obra N°3	1	1	2	4	2	3	1	1	1	16
Obra N°4	2	4	3	4	3	4	2	1	1	24
Obra N°5	1	1	3	4	4	3	1	3	1	21
Obra N°6	2	1	3	4	4	2	2	2	1	21
Obra N°7	1	1	2	4	3	4	1	2	1	19
Obra N°8	1	4	2	1	2	3	1	1	1	16
VARIANZA	0.984	2.109	0.484	1.687	0.609	0.609	0.234	0.68	0	
SUMATORIA DE VARIANZAS (St2)	0.740625									
VARIANZA DE LA SUMA DE ITEMS (ST2)	25									

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \times \left[1 - \frac{St^2}{ST^2} \right]$$

K =	Número de items del cuestionario	9
St2 =	Sumatoria de la varianzas de los items	7.40625
ST2 =	Varianza total del instrumento	25

α =	Coficiente de confiabilidad	0.7917188
------------	------------------------------------	------------------

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 o menor	Nula
0.54 a 0.59	Baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente
1	Perfecta

El valor de alfa del alfa de Cronbach (α) calculado es de 0.79, es decir que el instrumento posee una confiabilidad excelente.

Apéndice D: Propuesta de formato de registro para la identificación de los residuos sólidos generados durante una fase del proceso constructivo.

REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS

Información general de la inspección

Encargado de la inspección:

Fecha de la inspección:

Fase del proceso constructivo:

Descripción de la fase del proceso constructivo:

Ubicación:

Identificación de los residuos generados

Naturaleza pétreo	SI	NO
--------------------------	-----------	-----------

Hormigón

Ladrillos

Tejas / Cerámicos

Naturaleza no peligrosa	SI	NO
--------------------------------	-----------	-----------

Envases metálicos

Elementos de hierro

Elementos de acero

Elementos de cobre

Elementos de bronce y latón

Elementos de aluminio

Envases de papel y cartón

Elementos de papel y cartón

Envases de plásticos

Elementos de plásticos

Envases de madera

Elementos de madera

Vidrio

Naturaleza peligrosa	SI	NO
-----------------------------	-----------	-----------

(especificar)

Otros	SI	NO
--------------	-----------	-----------

(especificar)

ACLARACIONES AL REGISTRO DE CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS

- La presente planilla hace referencia a la identificación de los residuos generados en una fase específica del proceso constructivo, por lo que deben llenarse tantas como etapas con la que cuente la obra.
- Para la descripción de la fase del proceso constructivo se deben mencionar aquellas actividades realizadas para la elaboración de la misma.
- Para las casillas con (especificar) se debe mencionar el tipo de residuo generado de acuerdo a la naturaleza mencionada.

Apéndice E: Propuesta de formato de registro para la cuantificación de los residuos sólidos generados durante una fase del proceso constructivo.

REGISTRO DE CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS

Información general de la inspección

Encargado de la inspección:

Fecha de la inspección:

Fase del proceso constructivo:

Descripción de la fase del proceso constructivo:

Ubicación:

Cuantificación total de los residuos generados en la fase del proceso constructivo

Volumen total de residuos generados (m3)

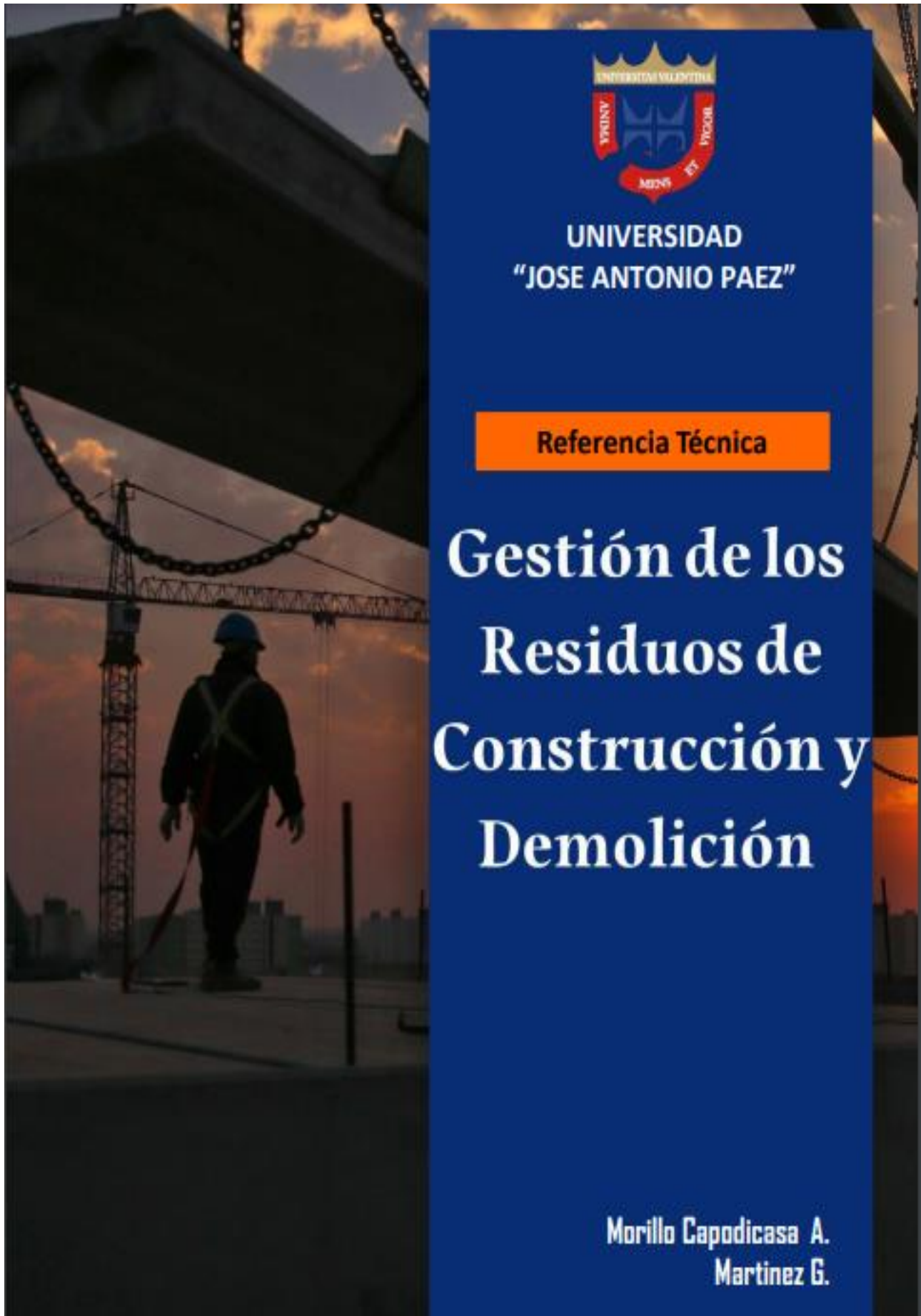
Masa total de residuos generados (t)

Composición de los materiales que conforman los residuos generados

Naturaleza pétreo	Volumen parcial (m3)	Masa parcial (t)
Hormigón	%	%
Tejas / cerámicos	%	%
Naturaleza no peligrosa	Volumen parcial (m3)	Masa parcial (t)
Metálicos	%	%
Papel/Cartón	%	%
Plásticos	%	%
Maderas	%	%
Vidrios	%	%
Naturaleza peligrosa	Volumen parcial (m3)	Masa parcial (t)
(especificar)	%	%
Otros	Volumen parcial (m3)	Masa parcial (t)
(especificar)	%	%

ACLARACIONES AL REGISTRO DE CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS

- La presente planilla hace referencia a la cuantificación de los residuos generados en una fase específica del proceso constructivo, por lo que deben llenarse tantas como etapas con la que cuente la obra.
- Para la descripción de la fase del proceso constructivo se deben mencionar aquellas actividades realizadas para la elaboración de la misma.
- Para las casillas con (%) se debe colocar el porcentaje que representa el residuo de dicha naturaleza con respecto al volumen y masa de residuos totales generados.
- Para las casillas con (especificar) se debe mencionar el tipo de residuo generado de acuerdo a la naturaleza mencionada.





Universidad
"José Antonio Páez"

Referencia Técnica para

La Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición

**Morillo Capodicasa A.
Martinez G.**



ÍNDICE

Presentación.....	4
Objetivos.....	5
Alcance.....	6
Definición de Términos.....	7
PRIMERA PARTE.....	9
Normativa Vigente.....	10
Principio Rector.....	13
Generalidades.....	16
SEGUNDA PARTE.....	24
Estrategias para la Gestión Integral de Residuos de Construcción.....	25
Registros para una buena estandarización.....	39
TERCERA PARTE.....	57
Buenas prácticas.....	58
Conclusión.....	67

PRESENTACIÓN

La industria de la construcción genera grandes cantidades de residuos sólidos y, en la mayoría de los casos, a pesar del gran impacto ambiental negativo asociado a éstos, los encargados de dichas industrias no les proporcionan una adecuada gestión, afectando así el bienestar y calidad del ambiente. Es por esta razón que en la actualidad, países desarrollados y en vías de desarrollo se han enfocado en la creación de lineamientos y alternativas de manejo eficiente de residuales, y que a su vez contribuyan con el desarrollo y sostenibilidad de las ciudades y áreas suburbanas del mundo.

Asimismo, un sistema enfocado en la implementación de una adecuada gestión no sólo es capaz de prevenir y minimizar los impactos producidos por estos residuos, sino que también genera oportunidades de revalorización y aprovechamiento de los mismos, promoviendo así los principios de economía circular en aquellos países en los que el sector de la construcción se encuentra en crecimiento o pleno auge.

El desarrollo del presente material se fundamenta en las bases y conceptos de aquellos autores e investigadores citados en el trabajo de grado titulado **“PROPUESTA DE UNA REFERENCIA TÉCNICA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES”**, el cual obtuvo como resultado la creación de este documento, por lo que se espera que el mismo sirva como herramienta para promover las buenas prácticas y aquellas acciones necesarias para la implementación de un sistema eficiente de gestión de residuos para el sector de la construcción, y por ende contribuir al desarrollo sostenible de las áreas urbanas.

OBJETIVOS

Proponer un instrumento con lineamientos y estrategias necesarios para el manejo adecuado de los residuos sólidos generados en la fase de construcción de obras civiles, dirigido a profesionales, contratistas y a la sociedad civil en general, con el fin de lograr un desempeño y desarrollo ambiental sostenible, la reducción, reutilización, reciclado y valorización de los mismos, en la ejecución de proyectos constructivos y demás afines.

Objetivos específicos de la guía

- Definir y determinar las acciones que generan residuos sólidos en todas las fases de la ejecución de obras civiles.
- Desarrollar estrategias y acciones técnicas y ambientales para la reducción, separación, clasificación, almacenamiento, aprovechamiento, recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos producidos en obra.
- Ayudar a particulares y desarrolladores del sector constructor en el manejo adecuado de los residuos sólidos, para minimizar el impacto ambiental que genera, contribuyendo al desarrollo sostenible del municipio y del país.

ALCANCE

La referencia técnica se enmarca únicamente desde una visión general a una específica, en las acciones estratégicas que los involucrados en una construcción puedan tomar sobre la generación de los diferentes residuos sólidos generados en las diferentes fases de la ejecución de una obra civil.

Aplicando de manera correcta buenas prácticas sostenibles que son necesarias para establecer un buen manejo de la gestión de los residuos sólidos de construcción en el espacio urbano, pasando por la separación en fuente, la limpieza y clasificación de los mismos, así como su almacenamiento para luego ser reutilizados, reciclados y aprovechados de manera que el ciclo se cierre, y a su vez se pueda contar con un adecuado plan de gestión integral de los residuos dentro de cada obra de construcción

DEFINICIÓN

DE TÉRMINOS

- **Acopio:** acción de reunir residuos sólidos en un lugar determinado y apropiado para su posterior tratamiento o disposición final.
- **Aprovechamiento:** actividad o conjunto de operaciones dirigidas a la obtención de recursos por medio de los residuos una vez separados, recolectados y almacenados en fuente, a través de la reutilización, reciclaje o valorización
- **Economía circular:** modelo que utiliza la mínima cantidad de recursos naturales necesarios, incluidos el agua y la energía, para satisfacer las necesidades requeridas en cada momento. También, selecciona de forma inteligente los recursos, minimizando los no renovables y las materias primas críticas, y favoreciendo el uso de materiales reciclados siempre sea posible.
- **Gestión ambiental:** conjunto de operaciones técnicas y actividades gerenciales que tienen como objetivo asegurar que el proyecto, obra o actividad opere dentro de las regulaciones jurídicas, técnicas y ambientales vigentes.
- **Gestión de residuos sólidos:** conjunto de actividades necesarias para el tratamiento de los residuales, desde su generación, hasta su aprovechamiento o disposición final. Incluyendo su previa separación, clasificación, almacenamiento y transporte.

- **Impacto ambiental:** efecto que una actividad, obra o proyecto, o alguna de sus acciones y componentes tiene sobre el ambiente o sus elementos constituyentes. Por lo general es del tipo negativo y el mismo puede ser directo o indirecto, acumulativo o no, reversible o irreversible, extenso o limitado, entre otras características.
- **Plan de manejo de residuos:** hace referencia a un documento de trabajo en donde se deben incluir cada uno de los aspectos y lineamientos relacionados a la generación, almacenamiento, transporte y transporte de los residuos que se generan en una obra civil, al igual que se deben plasmar todas aquellas entidades involucradas en dichos procedimientos.
- **Plantas de tratamiento:** son aquellas instalaciones encargadas de llevar a cabo los procesos de tratamiento de los materiales que conforman los residuales aprovechables, para que así puedan volver a emplearse por medio del reciclado. También pudiera hablarse de plantas recicladoras.
- **Proceso constructivo:** se refiere al conjunto de fases, consecutivas o separadas en espacios de tiempo, necesarias para la materialización de un proyecto.
- **Residuos de construcción:** conjunto de residuos, que por lo general son sólidos y que proceden de las actividades que forman parte de las fases correspondientes al proceso constructivo de una obra civil.
- **Sostenibilidad:** hace referencia al principio de gestionar eficientemente los recursos naturales en toda actividad productiva, permitiendo su preservación para las necesidades futuras, permitiendo asegurar así la calidad de vida de los seres vivos y planeta en general.

1

**PRIMERA
PARTE**

NORMATIVA VIGENTE

Los aspectos contenidos en este documento técnico tienen como base la normativa ambiental vigente en Venezuela en materia de gestión de residuos, la cual es de obligatorio cumplimiento a nivel nacional. Así pues se presenta en la referencia, la normativa local de algunos municipios en el país. Se consideraron varios documentos legales a nivel Internacional que incluyen contenidos específicos en relación al sector construcción y que ayudan a enriquecer el objetivo del presente trabajo. Se muestran a continuación:

INTERNACIONAL

País	Normativa	Descripción
España	Real Decreto 105/2008	Establece el régimen jurídico de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.
Colombia	Resolución 0472 (2017)	Establece las disposiciones para la gestión integral de los Residuos de Construcción y Demolición y aplica a todas las personas naturales y jurídicas que generen, recolecten, transporten, almacenen, aprovechen y dispongan Residuos de Construcción y Demolición de las obras civiles o de otras actividades conexas en el territorio nacional.
Brasil	Resolución 307/2002	Emitido por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) estableció la logística que se debe aplicar a la gestión de los RCD en Brasil comprendido en función del tipo de generador, ya sea, pequeño o grande, en las etapas prevención, minimización, separación, almacenamiento y disposición final.

NACIONAL

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
“Ley Orgánica del Ambiente” (2006)	Establece las disposiciones y los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta, en interés de la humanidad. De igual forma, establece las normas que desarrollan las garantías y derechos constitucionales a un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.
“Ley Orgánica de la Basura” (2010)	Contiene las disposiciones regulatorias para la gestión integral de la basura, con el fin de reducir su generación y garantizar que su recolección, aprovechamiento y disposición final sea realizada en forma sanitaria y ambientalmente segura.
“Ley Sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos” (2001)	Esta Ley tiene por objeto regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de las sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación que los involucre con el fin de proteger la salud y el ambiente.
Decreto 2216 “Normas para el Manejo de los Desechos Sólidos de Origen Domestico, Comercial, Industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos” (1992)	Tiene por Objeto regular las operaciones de manejo de los desechos sólidos de origen domestico Comercial, Industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos, con el fin de evitar riesgos de salud y al ambiente.
Decreto 2635 “Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos” (1998)	Tiene por objeto regular la recuperación de materiales y el manejo de desechos, cuando los mismos presenten características, composición o condiciones peligrosas representando una fuente de riesgo a la salud y al ambiente.

ORDENANZAS MUNICIPALES			
<i>MUNICIPIO</i>	<i>ORDENANZA</i>	<i>ARTICULADO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
EL HATILLO	Reforma parcial de la Ordenanza Ecológica sobre el Aseo Urbano y Rural, Domiciliario, Comercial e Industrial	Artículo 58 numeral 3	Con la finalidad de garantizar la limpieza de las zonas urbanas y rurales se prohíbe terminantemente: El depósito en la vía pública de escombros y demás desechos y/o residuos sólidos generados por las actividades de construcción. En este caso, los desechos y/o residuos sólidos deberán ser acarreados desde el interior del inmueble hasta la unidad recolectora especial, para transportarlo hasta su disposición final autorizada. Una vez acarreados, se deberá realizar la limpieza del lugar empleado para depositar el material o desecho de la construcción así como espacio recorrido para su acarreo.
SAN DIEGO	Ordenanza sobre la protección del ambiente y de los servicios de cooperación con el saneamiento ambiental	Artículo 49	Se prohíbe depositar en la vía pública toda clase de escombros o desechos provenientes de obras de construcción y remodelación de edificios para viviendas unifamiliares y multifamiliares. La recolección y el transporte de residuos y desechos sólidos, escombros, materiales de construcción se efectuara en vehículos debidamente provistos para impedir que el contenido ensucie o dañe las vías y demás lugares públicos.
BARINAS	Ordenanza del Servicio Público Municipal de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos	Artículo 110	El Municipio Barinas, haciendo uso del control urbanístico, fomentará la demolición selectiva de edificaciones, a fin de lograr la separación de elementos arquitectónicos recuperables, como rejas, puertas y balastradas entre otros, la recuperación de materiales reciclables de origen no pétreo; la separación de materiales tóxicos o contaminantes, y finalmente los materiales de origen pétreo, El Municipio podrá contar con una planta de tratamiento de residuos de la construcción y demolición, a fin de aprovechar los recursos contenidos en ellos. En los contratos que celebre el Municipio o sus entes descentralizados para ejecutar, reparar o demoler obras, se establecerá una cláusula que señale de manera expresa la obligación del contratado a retirar los residuos generados al concluir la actividad en un lapso no mayor de cinco días.
VALENCIA	Ordenanza sobre la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente y la calidad de vida	Artículo 35	Se prohíbe depositar o arrojar en la vía pública materiales de construcción, mercancías de todo tipo y toda clase de escombros o desechos provenientes de: obras en construcción, demolición o remodelación de edificios para viviendas unifamiliares y multifamiliares, civiles, industriales o comerciales, desechos de podas o talas o de cualquier naturaleza y cauchos.

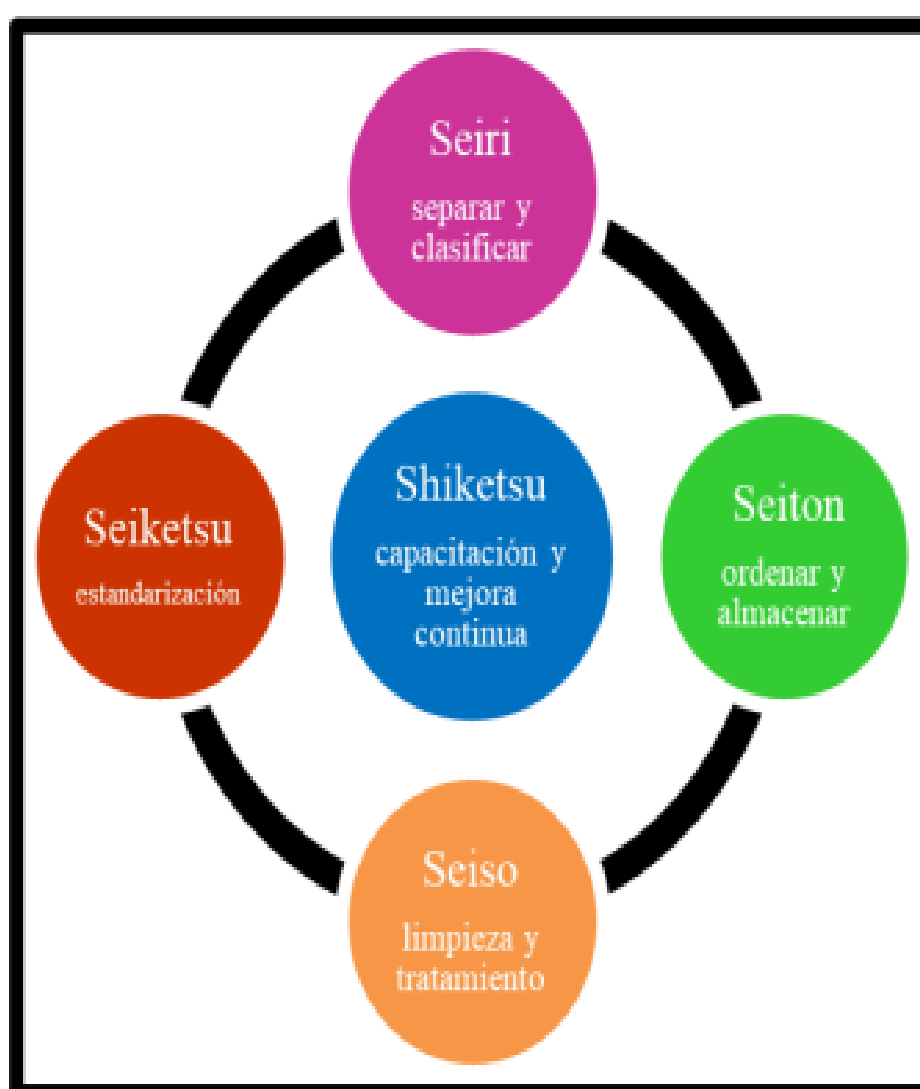
PRINCIPIO RECTOR

Metodología de las 5s

El principio de las 5S es una estrategia de gestión de origen japonés que se desarrolló con el objetivo de establecer una herramienta para llevar a cabo procedimientos de gestión en diversas áreas, bajo la misión de fomentar la mejora continua de las prácticas profesionales y optimizar el estado del entorno de trabajo para facilitar la labor de trabajadores, los cuales sean capaces de potenciar sus capacidades para la detección de problemas. Se le conoce como 5S porque dispone de cinco fases bien delimitadas, cuyos nombres en japonés comienzan con esa letra (Seiri, Seiton, Seiso, Seiktzu y Shitzuke).

La aplicación de este principio permite desarrollar estrategias o técnicas acordes a cada una de las fases de la metodología que aporten la eficiencia deseada y permita a su vez el uso racional de los materiales de construcción, priorizando de esta manera la prevención y reducción de los residuos, seguidamente de la gestión integral de los mismos, considerando la separación, almacenamiento y tratamientos de los residuales, en conjunto con la estandarización y capacitación del personal de la obra.

Asimismo, los residuos de construcción se encuentran compuestos por materiales que en su mayoría, cuentan con un alto potencial de aprovechamiento (excluyendo los de naturaleza peligrosa), por lo que es fundamental contar con principios que permitan orientar el tratamiento de los mismos bajo parámetros de orden y jerarquía específicos, tal como lo es la metodología de las 5S. Ya que si se emplean técnicas no óptimas, se producen problemáticas ambientales asociadas a la inadecuada gestión de éstos, representado por impactos ambientales negativos en medios paisajísticos, socioculturales, en el aire, suelo, fuentes hídricas y medio biótico en general.



Las 7R

La aplicación de la sistemática de las 7R surge de la necesidad de crear una vinculación con la preservación del ambiente en busca de la sustentabilidad y desarrollar una economía circular. Principalmente esta sistemática estaba formada con sólo 3R (Reducir, Reutilizar, Reciclar), sin embargo el avance de los años, la elaboración en prácticas tecnológicas y en la evolución de la vida cotidiana demostró la prioridad de replantear conceptos, actividades, métodos y modelos de sustentabilidad, así pues pasando de 3R a 7R.

Las 7R, las cuales son: Rediseñar, Reducir, Reutilizar, Reparar, Renovar, Recuperar, Reciclar, funcionan como otro de los principios rectores para la gestión de los residuos de construcción y demolición en obras civiles, ya que permiten diseñar tácticas por cada una de sus R, con la finalidad de minimizar y aprovechar la utilización de estos residuos, iniciando un nuevo ciclo para el mismo con la propuesta de la economía circular



GENERALIDADES

¿Qué son los Residuos de Construcción y Demolición?

Los residuos de construcción son todos aquellos considerados como restos de cualquiera de los materiales utilizados en la ejecución de la obra constructiva. La mayoría de sus características y componentes son básicamente inertes, constituidos por: tierras y áridos mezclados, piedras, restos de concreto, residuos metálicos, ladrillos, cristal, vidrios, plásticos, yesos, maderas, papel y cartón, material orgánico. La generación de estos residuos suele darse en las actividades de desmonte, excavaciones, explanaciones, demoliciones, levantamiento de estructuras y obra negra, instalaciones, obra gris, acabados, limpieza en áreas de trabajo y almacenamiento, en general, todas las fases que conformen el desarrollo de la obra.



Clasificación de los residuos

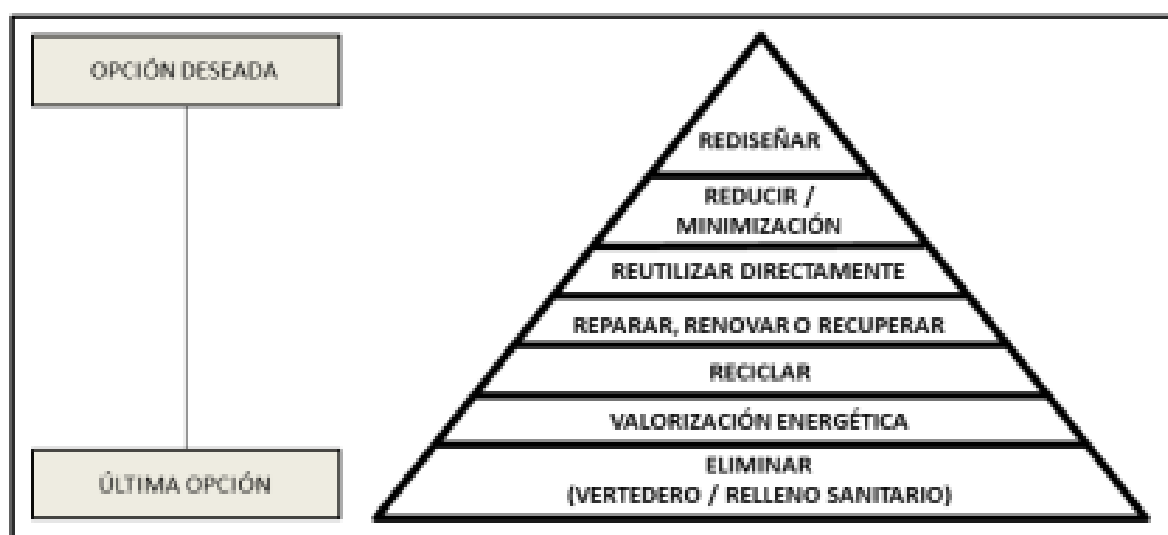
Cada uno de los residuos generados en el proceso constructivo de una obra civil posee características y propiedades diferentes, debido a ésto, para una correcta gestión y tratamiento de los mismos, se clasificarán a continuación:

CLASIFICACIÓN DEL RESIDUO	NATURALEZA DEL RESIDUO	TIPO DE RESIDUO GENERADO
Aprovechables	Inertes	Pétreos
	No peligrosos	Metálicos
		Papel/Cartón
		Plásticos
		Maderas
		Vidrios
No aprovechables	Peligrosos	Materiales tóxicos
		Residuos contaminados

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Jerarquización aplicada

Al generarse residuos de construcción y demolición, existen múltiples alternativas que deben tomarse en cuenta antes que eliminarlos por medio de vertederos o rellenos sanitarios autorizados, pues la aplicación de estrategias de aprovechamiento sobre éstos representan no sólo beneficios ambientales al reducir el impacto asociado a su disposición final, sino que se reflejan igualmente desde el punto de vista económico, ya que al reutilizar en obra los residuos generados que cuenten con las características óptimas, es posible reducir los costos que se dedican a la compra de nuevos materiales o elementos para la construcción; igualmente al aplicarle las estrategias pertenecientes a las siete erres (7R), es posible reusar residuos que no cumplan en un principio con las condiciones necesarias para su reutilización directa, pudiendo incluso proporcionarles otros destinos fuera de la obra al venderlos o donarlos. Es así como se puede visualizar el procedimiento por el cual se emplean las siete erres (7R) por medio de una nueva jerarquización propuesta:



Fuente: Morillo y Martínez (2022), con base en Comisión Económica para América Latina y el Caribe, y el Ministerio de Desarrollo Social de Chile (2016).

Beneficios de la Reducción de los Residuos de Construcción y Demolición.

Como ya se planteó anteriormente, el descuido e incorrecto manejo atribuidos a los residuos de construcción dan origen a numerosos daños que se reflejan como impactos ambientales negativos, por lo que una óptima gestión de éstos, acompañado por la implementación de técnicas para su aprovechamiento representan prácticas de construcción eficientes e inteligentes, aportando a su vez grandes beneficios no sólo ambientales, sino que también proporciona notables mejoras económicas y sociales, tales como los siguientes:

Ambiental

Como ya se planteó anteriormente, el descuido e incorrecto manejo atribuidos a los residuos de construcción dan origen a numerosos daños que se reflejan como impactos ambientales negativos en el ambiente, por lo que una óptima gestión de éstos, acompañado por la implementación de técnicas para su aprovechamiento representan prácticas de construcción eficientes e inteligentes, aportando a su vez grandes beneficios no sólo ambientales, sino que también proporciona notables mejoras económicas y sociales, tales como los siguientes:

Económico

El aprovechamiento de los residuos de construcción puede producir un ahorro económico, pues representa una reducción de los gastos por disposición final de éstos, que va acompañado con la opción de poder generar ganancias a través del reciclaje, reúso y recuperación de los materiales que los conforman, pues se ahorran costos con el mayor control de materias primas y energías utilizadas.

Sociocultural

Como ya se planteó anteriormente, el descuido e incorrecto manejo atribuidos a los residuos de construcción dan origen a numerosos daños que se reflejan como impactos ambientales negativos en el ambiente, por lo que una óptima gestión de éstos, acompañado por la implementación de técnicas para su aprovechamiento representan prácticas de construcción eficientes e inteligentes, aportando a su vez grandes beneficios no sólo ambientales, sino que también proporciona notables mejoras económicas y sociales, tales como los siguientes:

Impacto ambiental asociado a la gestión de residuos de construcción.

Uno de los principales problemas ambientales producidos durante cualquier proceso constructivo es la generación de los residuos sólidos, representados bien sea por demolición de estructuras, sobrante de material utilizado, afectación de elementos estructurales y no estructurales, entre otros, los cuales si no se les tratan adecuadamente producen daños ambientales significativos, que se traducen en contaminación del entorno.

Asimismo, para minimizar los impactos ambientales asociados a éstos es necesario incursionar en temas como el control y aprovechamiento de los recursos empleados, la reducción de emisiones y contaminantes, y la correcta gestión de los residuos una vez se generen dentro del proceso constructivo.

A su vez se conoce que la construcción es una de las industrias que mayores residuos sólidos producen, y éstos al tener origen en diferentes actividades, es necesario conocer las consecuencias y medios que se encuentran afectados por los mismos para poder implementar prácticas que puedan minimizarlos.

ACTIVIDADES ASOCIADAS A LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS	COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO						
	<i>Socio cultural</i>	<i>Paisaje</i>	<i>Biótico</i>	<i>Agua</i>	<i>Geomorfología y suelo</i>	<i>Aire</i>	<i>Clima</i>
Movimientos de tierras							
Demolición de estructuras existentes							
Transporte de los residuos							
Tratamiento de los residuos							
Disposición final de los residuos no aprovechables							

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

SOCIOCULTURAL

El medio sociocultural se ve afectado más que todo por la exposición de trabajadores a actividades relacionadas con la gestión de residuos peligrosos, o por la manipulación de maquinaria pesada, para la que se necesita protocolos de capacitación previa. Así pues, también el riesgo de afectación a la salud y proliferación de plagas por el manejo inadecuado de los distintos residuales.

PAISAJE

La generación de los residuos en la construcción afecta al paisaje por medio del impacto visual producido en los sitios de disposición final de los escombros, por la maquinaria para manejo y transporte de los residuos y por la acumulación en los sitios de acopio temporal de éstos dentro o fuera de la obra.

BIÓTICO

Los daños del medio biótico debido a la generación de residuos en la construcción se producen tanto sobre la vegetación como sobre la fauna y la microbiota, manifestándose en pérdida de masa vegetal, afectación de hábitats, migración de especies, contaminación y degradación de la capa vegetal, entre otros múltiples efectos.

AGUA

El impacto ambiental en este medio es producido por la alteración u obstrucción de los sistemas de drenaje natural o cuerpos de agua en general, los cuales se ven afectados por los vertidos de escombros u otros residuos (incluyendo peligrosos) en éstos; igualmente el inadecuado manejo y disposición de residuos puede generar pérdida de la calidad del agua tanto superficial como sub-superficial por las descargas de elementos contaminantes, siendo peligroso para este medio.

GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS

La alteración y vertido de los residuos de construcción contribuye con numerosos efectos negativos, tales como cambios geomorfológicos de la topografía, aumento de los procesos erosivos del terreno, pérdida de la capa fértil, aumento del riesgo de deslizamientos y derrumbes por inestabilidad de taludes, y cambios de la composición del suelo debido a la contaminación.

AIRE

La afectación de este componente se encuentra asociada principalmente a la generación de polvos y gases como el dióxido de carbono (CO₂) producidos por la desintegración de residuos de naturaleza pétreo, movimientos del terreno de trabajo y emisiones de combustión por los equipos y transportes de residuos empleados; exposición al ruido extremo producto de la operación de maquinarias y equipos que son capaces de alterar tanto al equipo de trabajo como al entorno y comodidad del entorno directo de la obra.

CLIMA

El proceso constructivo de una edificación tiene una incidencia directa sobre el incremento de la temperatura. Del mismo modo, la descomposición de los residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos), al igual que los diferentes procesos dedicados a su tratamiento, producen la emisión de altas cantidades de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera, afectando directamente el componente del clima.

2

**SEGUNDA
PARTE**

Estrategias

Para la Gestión Integral de los Residuos

La adecuada gestión de los residuos en una construcción se ve reflejada desde su inicio por la intervención de todas las funciones involucradas en el proyecto de una obra civil, abarcando a su vez todos los aspectos técnicos, ambientales, económicos y legales que le son afines; por lo que para seleccionar las estrategias que brindan la mejor solución ante los problemas ambientales y el impacto negativo que los residuos sólidos provenientes de la industria de la construcción, se tomaron en cuenta las posibles alternativas que contribuyen a su máxima valorización, y que a su vez no afectan negativamente con la eficacia del proceso constructivo de la obra a ejecutar.

A continuación se plantean una serie de medidas estratégicas para la adecuada gestión integral de los residuos, a través de fichas técnicas en las que se especifican acciones para el manejo de cada posible residuo que puedan generarse dentro del proceso constructivo de una obra civil, a su vez las mismas fueron vinculadas con la metodología de las 5S como de la sistemática de la 7R.

Residuo Generado:		Hormigón	Naturaleza del Residuo		Inerte/Pétreo	
Fase de la construcción asociada	Obras preliminares	Movimiento de tierra	Estructuras	Obras arquitectónicas	Instalaciones eléctricas	Instalaciones sanitarias y especiales
	X		X	X	X	X
Objetivo	Proponer las prácticas necesarias para la recolección, reducción, reutilización, aprovechamiento, y minimización de los residuos generados en la construcción y demolición de edificaciones.					
Parámetros de gestión integral						
Fracciones de separación	- Los residuos de hormigón deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de ciento sesenta toneladas. (Según el Real Decreto 105/2008)					
Almacenamiento temporal	<ul style="list-style-type: none"> - Deben almacenarse en áreas cerradas para evitar el arrastre de vientos que puedan emitir polvillo. - Se prohíben zonas verdes como áreas de almacenamiento de residuos pétreos. - Se aconseja situarlos sobre una base dura. 					
Tratamiento / Aprovechamiento	<p>Dentro de la Obra: no se recomienda la reutilización de residuos de hormigón dentro de la misma obra.</p> <p>Fuera de la obra: se trasladan a plantas de tratamiento para fabricar nuevos productos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Árido reciclado: empleado como material granular para rellenos de suelos, carreteras y fabricación de morteros para revestimientos y trabajos de albañilería. - Concreto reciclado: para elementos no estructurales y elementos estructurales de baja resistencia. 					
Recolección y transporte	<ul style="list-style-type: none"> - Los residuos de hormigón deben recolectarse de forma individual al resto de los residuos generados en obra. - El encargado de la obra debe verificar que los transportistas contratados sean autorizados y que cumplan con la función de entrega de residuos de gestores correspondientes. 					
Buenas prácticas a implementar						
Prevención y reducción	<ul style="list-style-type: none"> - Hacer uso de hormigón prefabricado. - Asegurar la calidad de molde y sistema de encofrado para el vaciado del hormigón, evitando así derrames del mismo. - Adecuada demarcación y señalización en el sitio de acopio o almacenamiento temporal y de identificación de recipientes de almacenamiento 					

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Residuo Generado:		Maderas	Naturaleza del Residuo		No Peligroso	
Fase de la construcción asociada	Obras preliminares	Movimiento de tierra	Estructuras	Obras arquitectónicas	Instalaciones eléctricas	Instalaciones sanitarias y especiales
	X	X	X	X		
Objetivo	Proponer las prácticas necesarias para la recolección, reducción, reutilización, aprovechamiento, y minimización de los residuos generados en la construcción y demolición de edificaciones.					
Parámetros de gestión integral						
Fracciones de separación	Los residuos de madera deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de dos toneladas. (Según el Real Decreto 105/2008)					
Almacenamiento temporal	<ul style="list-style-type: none"> - Deben almacenarse en áreas cerradas y ventiladas, en las que no se alcancen temperaturas extremas ni se acumule humedad. - Mantener fuera del alcance de insectos, roedores u hongos. 					
Tratamiento / Aprovechamiento	<p>Dentro de la Obra: Se pueden realizar las siguientes prácticas.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Reutilizar en encofrados, ya que pueden reutilizarse varias veces siempre se encuentren en un estado óptimo. -Reutilizar en paletas de madera. -Reutilizar en elementos arquitectónicos: reutilizarse para revestimientos, ornamentación y elementos de fachada que no formen parte del sistema estructural siempre y cuando estén en buenas condiciones. -Marcos y Puertas: Siempre que estén en buen estado, reutilizar marcos y puertas de madera. -Envases de madera: Convertir la madera restante en envases de madera, ayuda a la organización y almacenamiento dentro de la obra. <p>Fuera de la Obra: Se trasladan a plantas de tratamientos para hacer nuevos productos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tableros de aglomerados de madera reciclada. -Puertas de madera reciclada -Mobiliario urbano de madera reciclada <p>Revalorización energética: La madera al ser una gran fuente de energía y electricidad puede aprovecharse para dicho fin por medio de la incineración o gasificación para la generación de energía eléctrica cuando las propiedades de ésta no posean las características óptimas para su reutilización o reciclaje.</p>					
Recolección y transporte	<ul style="list-style-type: none"> -En la recolección de los residuos de madera se deben mantener los lineamientos de separación evitando contaminarse con otros residuos. -El encargado de la obra debe de verificar que los transportistas contratados sean autorizados y que cumplan con la función de entrega de residuos de gestores correspondientes. 					

Buenas prácticas a implementar	
Prevención y reducción	<ul style="list-style-type: none">-Realizar los cortes de la madera con precisión para maximizar su uso.- Cumplir con los parámetros de almacenamiento y tratamiento de los elementos de madera para evitar su deterioro y contacto con la humedad.-Adecuada demarcación y señalización en el sitio de acopio o almacenamiento temporal y de identificación de recipientes de almacenamiento

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Residuo Generado:		Vidrios	Naturaleza del Residuo		No Peligroso	
Fase de la construcción asociada	Obras preliminares	Movimiento de tierra	Estructuras	Obras arquitectónicas	Instalaciones eléctricas	Instalaciones sanitarias y especiales
	X			X	X	X
Objetivo	Proponer las prácticas necesarias para la recolección, reducción, reutilización, aprovechamiento, y minimización de los residuos generados en la construcción y demolición de edificaciones.					
Parámetros de gestión integral						
Fracciones de separación	Los residuos de vidrio deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de dos toneladas. (Según el Real Decreto 105/2008)					
Almacenamiento temporal	- El área de almacenamiento puede o no estar en contacto con la intemperie.					
Tratamiento / Aprovechamiento	<p>Dentro de la Obra: Una vez generado, separado y almacenado el residuo de vidrio dentro de la obra se procede a transportarlos a plantas de tratamiento por medio de los gestores competentes se obtienen:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Fibras de vidrio: para fabricar mallas de fachadas, material aislante, revestimientos de suelos y/o recubrimiento de tanques de agua, al igual que puede emplearse como material complementario para asfaltar carreteras. -Elementos arquitectónicos: se fabrican ventanas, elementos de fachada, cobertura de paredes y techos, acabados y decoración en general. -Luminarias de vidrio reciclado. -Envases de vidrio reciclado: la aplicación más común del material. 					
Recolección y transporte	<ul style="list-style-type: none"> -En la recolección de los residuos de vidrio se deben mantener los lineamientos de separación evitando contaminarse con otros residuos. -El encargado de la obra debe de verificar que los transportistas contratados sean autorizados y que cumplan con la función de entrega de residuos de gestores correspondientes. 					
Buenas prácticas a implementar						
Prevención y reducción	<ul style="list-style-type: none"> -Planear adecuadamente la ejecución de la obra, que incluya el correcto cálculo de las cantidades a usar, de tal manera que no se solicite más material del necesario. -Realizar los cortes de la vidrio con precisión para maximizar su uso. -Tener cuidado al utilizarlo, ya que el material por ser frágil puede ocasionar accidentes en el personal. -Si se considera en la fase de diseño, solicitar el material cortado al proveedor. Para evitar realizar cortes en obra, se han de tomar las medidas exactas de los marcos donde se instalará el vidrio. - Cumplir con los parámetros de Almacenamiento y tratamiento de los elementos de vidrio. -Adecuada demarcación y señalización en el sitio de acopio o almacenamiento temporal y de identificación de recipientes de almacenamiento. 					

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Residuo Generado:		Tejas/ Residuos Cerámicos		Naturaleza del Residuo		Pétreos/Inertes	
Fase de la construcción asociada	Obras preliminares	Movimiento de tierra	Estructuras	Obras arquitectónicas	Instalaciones eléctricas	Instalaciones sanitarias y especiales	
		X	X	X	X		X
Objetivo	Proponer las prácticas necesarias para la recolección, reducción, reutilización, aprovechamiento, y minimización de los residuos generados en la construcción y demolición de edificaciones.						
Parámetros de gestión integral							
Fracciones de separación	-Los residuos de ladrillos, tejas, cerámicas y similares deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de ochenta toneladas. (Según el Real Decreto 105/2008)						
Almacenamiento temporal	<ul style="list-style-type: none"> - Deben almacenarse en áreas cerradas para evitar el arrastre de vientos que puedan emitir polvillo. - Se prohíben zonas verdes como áreas de almacenamiento de residuos pétreos. - Se aconseja situarlos sobre una base dura. 						
Tratamiento / Aprovechamiento	<p>Dentro de la obra: Se utilizan en mayor proporción para los trabajos de albañilería y acabados arquitectónicos dentro del proceso constructivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Elementos arquitectónicos: para revestimientos, ornamentación y elementos de fachada que no formen parte del sistema estructural. -Trabajos de albañilería: recuperarse y reutilizarse como ladrillos sin revestimiento, tejas, adoquines y similares. <p>Fuera de la obra: Los residuos constituidos por materiales cerámicos no pueden ser utilizados para crear un elemento nuevo, se pueden reusar como:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Rellenos y terraplenes -Material estabilizante para carreteras. -Elaboración de concreto no estructural. -Elaboración de morteros para trabajos de revestimientos y de albañilería en general. -Producción de conglomerantes como el cemento Portland 						
Recolección y transporte	<ul style="list-style-type: none"> -En la recolección de los residuos de tejas y cerámicos se deben mantener los lineamientos de separación evitando contaminarse con otros residuos. -El encargado de la obra debe de verificar que los transportistas contratados sean autorizados y que cumplan con la función de entrega de residuos de gestores correspondientes. 						
Buenas prácticas a implementar							
Prevención y reducción	<ul style="list-style-type: none"> -Realizar los cortes de estos materiales con precisión para maximizar su uso y evitar pérdidas. - Cumplir con los parámetros de almacenamiento y tratamiento de los elementos. -Usar técnicas de demolición de la mampostería u otras estructuras sin afectar integridad de sus elementos, de tal forma que se prolongue la vida útil de estos elementos. -Adecuada demarcación y señalización en el sitio de acopio o almacenamiento 						

Residuo Generado:		Tierra, Capa Vegetal, similares		Naturaleza del Residuo		No peligrosos	
Fase de la construcción asociada	Obras preliminares	Movimiento de tierra	Estructuras	Obras arquitectónicas	Instalaciones eléctricas	Instalaciones sanitarias y especiales	
	X	X	X				
Objetivo	Proponer las prácticas necesarias para la recolección, reducción, reutilización, aprovechamiento, y minimización de los residuos generados en la construcción y demolición de edificaciones.						
Parámetros de gestión integral							
Fracciones de separación	-Los residuos de tierra, capa vegetal y similares deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de dos toneladas. (Según el Real Decreto 105/2008)						
Almacenamiento temporal	<ul style="list-style-type: none"> -Almacenar los residuos dentro de la obra, en lo posible, en no más de 24 h de su generación. -Establecer un sitio dentro del perímetro del proyecto destinado al almacenamiento de la capa orgánica de suelo, de tal manera que se proteja para una posterior utilización. -Cubrir el material o pila de tierra negra con un material impermeable que evite el lavado de los finos presentes 						
Tratamiento / Aprovechamiento	<p>Dentro de la obra:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Troncos: se podrán usar como fuentes de madera para obra falsa o construcciones provisionales. -Pasto o grama verde: se podrán reutilizar cortados en rectángulos para la restauración de las áreas del proyecto donde se hayan terminado operaciones. -Utilizar la tierra retirada en la restauración de las áreas del proyecto donde se hayan terminado operaciones, tales como corte, rellenos, restauración de taludes, entre otros. <p>Fuera de la obra:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Trasladar los residuos de material vegetal a centros de aprovechamiento (plantas de compostaje) para producir abono orgánico y sustrato orgánico. -Traslado a centros de acopio para utilizar la capa orgánica de suelo en obras posteriores. 						
Recolección y transporte	<ul style="list-style-type: none"> - En la recolección de los residuos de tierra, capas vegetales y similares se deben mantener los lineamientos de separación evitando contaminarse con otros residuos. - El encargado de la obra debe verificar que los transportistas contratados sean autorizados y que cumplan con la función de entrega de residuos a los gestores competentes. 						
Buenas prácticas a implementar							
Prevención y reducción	<ul style="list-style-type: none"> -Impedir que el material generado se mezcle con otros residuos especialmente peligrosos. -Determinar el área donde se realizará la obra, de tal manera que se generen los procedimientos solo en la superficie necesaria. -Contar con la autorización del ente ambiental en caso de requerirse la tala de 						

	<p>árboles y similares.</p> <ul style="list-style-type: none">-Mantener los residuos vegetales dentro del área de la obra para su posterior utilización de ser requerido.-Asignar zonas determinadas para el paso de maquinaria, de tal manera que se evite la compactación excesiva del terreno.-Adecuada demarcación y señalización en el sitio de acopio o almacenamiento temporal y de identificación de recipientes de almacenamiento.
--	---

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Residuo Generado:		Metálicos		Naturaleza del Residuo		No peligrosos	
Fase de la construcción asociada	Obras preliminares	Movimiento de tierra	Estructuras	Obras arquitectónicas	Instalaciones eléctricas	Instalaciones sanitarias y especiales	
	X		X	X	X	X	X
Objetivo	Proponer las prácticas necesarias para la recolección, reducción, reutilización, aprovechamiento, y minimización de los residuos generados en la construcción y demolición de edificaciones.						
Parámetros de gestión integral							
Fracciones de separación	Los residuos metálicos deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de cuatro toneladas. (Según el Real Decreto 105/2008)						
Almacenamiento temporal	<ul style="list-style-type: none"> - Deben almacenarse en zonas cubiertas, evitando la exposición de los efectos perjudiciales de la lluvia y humedad. - Evitar el acopio directamente en el suelo. - Deben separarse los residuos de metales férricos de los de metales no férricos, ya que sus propiedades de aprovechamiento varían de acuerdo a este parámetro. 						
Tratamiento / Aprovechamiento	<p>Dentro de la obra: dentro de la obra se pueden reparar, renovar, recuperar o reutilizar directamente residuos metálicos tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hierro: elementos de herrería. - Acero: Armaduras de refuerzo y elementos estructurales. - Cobre: Cubiertas para instalaciones eléctricas (cables y tuberías). - Aluminio: elementos arquitectónicos y tuberías. - Bronce / Latón: elementos de cerrajería, latas y empaques no contaminados. <p>Fuera de la obra: se trasladan a plantas de tratamiento para fabricar nuevos productos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elementos estructurales - Elementos arquitectónicos. 						
Recolección y transporte	<ul style="list-style-type: none"> - En la recolección de los residuos metálicos se debe mantener los lineamientos de separación entre los residuos férricos y no férricos, al igual que deben recolectarse de forma individual al resto de los residuos generados en obra. - El encargado de la obra debe verificar que los transportistas contratados sean autorizados y que cumplan con la función de entrega de residuos a los gestores correspondientes. 						
Buenas prácticas a implementar							
Prevención y reducción	<ul style="list-style-type: none"> - Optimizar la cantidad de materiales y elementos metálicos a emplear, ajustándose estrictamente a las necesarias durante la ejecución de la obra. - Cumplir con los parámetros de almacenamiento y tratamiento de los materiales metálicos emitidos por el fabricante, evitando así su deterioro. - Realizar con precisión los cortes de elementos metálicos para evitar el mayor sobrante posible. -Adecuada demarcación y señalización en el sitio de acopio o almacenamiento temporal y de identificación de recipientes de almacenamiento. 						

Residuo Generado:	Papel/Cartón		Naturaleza del Residuo		No peligrosos	
Fase de la construcción asociada	Obras preliminares	Movimiento de tierra	Estructuras	Obras arquitectónicas	Instalaciones eléctricas	Instalaciones sanitarias y especiales
	X		X	X	X	X
Objetivo	Proponer las prácticas necesarias para la recolección, reducción, reutilización, aprovechamiento, y minimización de los residuos generados en la construcción y demolición de edificaciones.					
Parámetros de gestión integral						
Fraciones de separación	Los residuos de papel y cartón deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de una tonelada. (Según el Real Decreto 105/2008)					
Almacenamiento temporal	- Deben protegerse de las lluvias, humedad y temperaturas elevadas.					
Tratamiento / Aprovechamiento	<p>Dentro de la obra: dentro de la obra se pueden reparar, renovar, recuperar o reutilizar directamente residuos de papel y cartón tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bolsas, cajas y sistemas de empaque/embalaje. - Cubierta protectora de piso y otras superficies <p>Fuera de la obra: se trasladan a plantas de tratamiento para fabricar nuevos productos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fibra de celulosa de papel reciclado como material aislante - Paneles de papel reciclado para revestimientos internos. - Bolsas y empaques de papel y cartón reciclado para disponer de materiales, herramientas y similares. 					
Recolección y transporte	<ul style="list-style-type: none"> - Los residuos de papel y cartón deben recolectarse de forma individual al resto de los residuos generados en obra. - El encargado de la obra debe verificar que los transportistas contratados sean autorizados y que cumplan con la función de entrega de residuos a los gestores correspondientes. 					
Buenas prácticas a implementar						
Prevención y reducción	<ul style="list-style-type: none"> - Comprar materiales y herramientas que no necesiten envases ni envoltorio en exceso. - Comprar materiales a granel para reducir los embalajes innecesarios y generar menos residuos asociados a éstos. - Cumplir con los parámetros de almacenamiento y tratamiento de los materiales de papel/cartón emitidos por el fabricante, evitando así su deterioro. - Adecuada demarcación y señalización en el sitio de acopio o almacenamiento temporal y de identificación de recipientes de almacenamiento. 					

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Residuo Generado:		Plásticos		Naturaleza del Residuo		No peligrosos	
Fase de la construcción asociada	Obras preliminares	Movimiento de tierra	Estructuras	Obras arquitectónicas	Instalaciones eléctricas	Instalaciones sanitarias y especiales	
	X		X	X	X	X	
Objetivo	Proponer las prácticas necesarias para la recolección, reducción, reutilización, aprovechamiento, y minimización de los residuos generados en la construcción y demolición de edificaciones.						
Parámetros de gestión integral							
Fracciones de separación	Los residuos de plásticos, polietileno, anime y similares deberán separarse en fracciones, cuando la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere la cantidad de una tonelada. (Según el Real Decreto 105/2008)						
Almacenamiento temporal	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar exposición a temperaturas por debajo de los 5°C y por encima de los 45°C. - Deben protegerse de la lluvia, la humedad y el sol para evitar su deterioro. 						
Tratamiento / Aprovechamiento	<p>Dentro de la obra: dentro de la obra se pueden reparar, renovar, recuperar o reutilizar directamente residuos de distintos plásticos, polietileno, anime y similares tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PVC: elementos de instalaciones como tuberías, accesorios sanitarios y elementos arquitectónicos. - PEAD: cañerías, tuberías de agua y gas. - Envases y bolsas generalmente compuestas por policarbonato, polietileno o polietileno. - Elementos de poliestireno expandido, anime o ICOPOR. <p>Fuera de la obra: se trasladan a plantas de tratamiento para fabricar nuevos productos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Materiales de construcción con plástico reciclado. - Moquetas/Alfombrado de nailon reciclado. - Láminas de PVC reciclado para revestimiento. - Tuberías y accesorios sanitarios. - Bolsas y empaques. <p>Revalorización energética: poseen alto poder calorífico, por lo que pueden ser aprovechados como fuente de energía alternativa.</p>						
Recolección y transporte	<ul style="list-style-type: none"> - Los residuos de plásticos, polietileno, anime o similares deben recolectarse de forma individual al resto de los residuos generados en obra. - El encargado de la obra debe verificar que los transportistas contratados sean autorizados y que cumplan con la función de entrega de residuos a los gestores correspondientes. 						
Buenas prácticas a implementar							
Prevención y reducción	<ul style="list-style-type: none"> - Comprar materiales y herramientas que no necesiten envases ni envoltorios plásticos en exceso. - Comprar materiales a granel para reducir los embalajes plásticos innecesarios y generar menos residuos asociados a éstos. - Realizar con precisión los cortes de elementos plásticos tales como tuberías y 						

	<p>similares para evitar el mayor sobrante posible.</p> <ul style="list-style-type: none">- Prestar especial atención al almacenamiento, manipulación, corte y colocación de los elementos de poliestireno expandido, a fin de evitar el desprendimiento de las perlas componentes y su dispersión dentro y fuera del sitio de la obra.- Cumplir con los parámetros de almacenamiento y tratamiento de los materiales de plásticos emitidos por el fabricante, evitando así su deterioro.-Adecuada demarcación y señalización en el sitio de acopio o almacenamiento temporal y de identificación de recipientes de almacenamiento.
--	---

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Residuo Generado:		Peligrosos		Naturaleza del Residuo		Peligrosos	
Fase de la construcción asociada	Obras preliminares	Movimiento de tierra	Estructuras	Obras arquitectónicas	Instalaciones eléctricas	Instalaciones sanitarias y especiales	
	X	X	X	X	X	X	X
Objetivo	Proponer las prácticas necesarias para la recolección, reducción, reutilización, aprovechamiento, y minimización de los residuos generados en la construcción y demolición de edificaciones.						
Parámetros de gestión integral							
Fracciones de separación	NO APLICA						
Almacenamiento temporal	<ul style="list-style-type: none"> - Se debe contar con la ficha técnica correspondiente al manejo y almacenamiento emitidos por el proveedor de materiales peligrosos. - El almacenamiento de los residuos peligrosos debe permanecer separado del correspondiente al resto de residuos no peligrosos. - Deben permanecer protegidos de los efectos de la intemperie. - Deben estar demarcado e identificado con acceso restringido únicamente al personal capacitado y autorizado, haciendo para esto, uso de los símbolos de peligro establecidos por las normativas COVENIN 3060 y COVENIN 2670. 						
Tratamiento / Aprovechamiento	Fuera de la obra: se transfieren a gestores altamente calificados y autorizados para su tratamiento correspondiente en plantas de aprovechamiento especializadas.						
Recolección y transporte	<ul style="list-style-type: none"> - Los residuos peligrosos deben ser recolectados por personal altamente capacitado, contando con la indumentaria de seguridad acorde y haciendo uso de los lineamientos establecidos en la ficha técnica emitida por el proveedor. - El encargado de la obra debe verificar que los transportistas contratados sean autorizados y que cumplan con la función de entrega de residuos a los gestores correspondientes. 						
Buenas prácticas a implementar							
Prevención y reducción	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar la construcción de la obra con la menor cantidad posible de químicos, solventes y pinturas tóxicas. - Proteger los residuos de naturaleza no peligrosa para evitar su contaminación. - Evitar el uso de materiales y elementos de naturaleza peligrosa dentro de lo posible. -Adecuada demarcación y señalización en el sitio de acopio o almacenamiento temporal y de identificación de recipientes de almacenamiento. -Importante estar atentos al uso de la indumentaria adecuada para la manipulación de los residuos peligrosos así como de las medidas preventivas en caso de contacto y accidentes con ellos. 						

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Registros

para una adecuada estandarización

Es fundamental que el sistema de gestión de residuales cuente con formatos consistentes en los que se plasme el avance de cada una de las tareas y procedimientos correspondientes a dicho sistema; pues el orden y la planificación son los pilares fundamentales para llevar a cabo la fase de estandarización contemplada en la metodología de las 5S correctamente. En otras palabras, consiste en una serie de planillas o registros que reflejen las condiciones logradas por medio de las prácticas aplicadas anteriormente, al igual que permita la continuidad de las mismas ante cualquier situación de contingencia que pueda presentarse durante la obra.

Así pues, estos registros permiten tomar decisiones en cuanto a mejoras o modificaciones en las prácticas diarias, por lo que es importante verificar el mantenimiento cotidiano de las condiciones de la obra, ya que no sólo es necesaria la implementación de actividades de organización, sino que también se requiere chequear la efectividad de las decisiones tomadas para el manejo de los residuos. Para lograrlo se recomienda la implementación de listas de chequeo y formatos de planillas adaptados específicamente para cada una de las fases del proceso constructivo de la obra, a continuación se plantean algunos:

REGISTRO DE DESCRIPCIÓN DE LA OBRA		
Información general de la obra		
Descripción de la obra		
Dirección de la obra		
Fecha de inicio		
Plazo de ejecución		
Localidad		
Actividades que se realizarán durante el proceso constructivo de la obra		
Obras preliminares	SI	NO
Instalaciones provisionales		
Limpiezas provisionales		
Demolición de estructuras existentes		
Remociones		
Movimientos de tierra	SI	NO
Excavaciones		
Terraplenes		
Construcción de relleno compactado		
Muros		
Movimientos de tierra	SI	NO
Obras preparatorias		
Infraestructuras de concreto		
Superestructura de concreto		
Encofrados		
Armaduras de refuerzo		
Estructuras metálicas		
Estructuras de madera		
Cubiertas de techo		
Obras arquitectónicas	SI	NO
Albañilería		
Herrería		
Carpintería		
Acabados con pintura		
Instalaciones eléctricas	SI	NO
Tuberías		
Cables		
Cajas de conexión y tableros eléctricos		
Tomas y controles		
Luminarias		
Instalaciones eléctricas	SI	NO
Tuberías		
Artefactos sanitarios		
Entidades encargadas del sistema de gestión de residuales generados		
Cargo	Nombres y apellidos	Teléfono de contacto
Contratante		
Contratista (generador)		
Gestor de residuos		
Transportista		
Dirección de obra		
Otros (especificar)		

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS		
Información general de la inspección		
Encargado de la inspección:		
Fecha de la inspección:		
Fase del proceso constructivo:		
Descripción de la fase del proceso constructivo:		
Ubicación:		
Identificación de los residuos generados		
Naturaleza pétreo	SI	NO
Hormigón		
Ladrillos		
Tejas / Cerámicos		
Naturaleza no peligrosa	SI	NO
Envases metálicos		
Elementos de hierro		
Elementos de acero		
Elementos de cobre		
Elementos de bronce y latón		
Elementos de aluminio		
Envases de papel y cartón		
Elementos de papel y cartón		
Envases de plásticos		
Elementos de plásticos		
Envases de madera		
Elementos de madera		
Vidrio		
Naturaleza peligrosa	SI	NO
(especificar)		
Otros	SI	NO
(especificar)		

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

REGISTRO DE CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS		
Información general de la inspección		
Encargado de la inspección:		
Fecha de la inspección:		
Fase del proceso constructivo:		
Descripción de la fase del proceso constructivo:		
Ubicación:		
Cuantificación total de los residuos generados en la fase del proceso constructivo		
Volumen total de residuos generados (m ³)		
Masa total de residuos generados (t)		
Composición de los materiales que conforman los residuos generados		
Naturaleza pétreo	Volumen parcial (m³)	Masa parcial (t)
Hormigón	%	%
Tejas / cerámicos	%	%
Naturaleza no peligrosa	Volumen parcial (m³)	Masa parcial (t)
Metálicos	%	%
Papel/Cartón	%	%
Plásticos	%	%
Maderas	%	%
Vidrios	%	%
Naturaleza peligrosa	Volumen parcial (m³)	Masa parcial (t)
(especificar)	%	%
Otros	Volumen parcial (m³)	Masa parcial (t)
(especificar)	%	%

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

REGISTRO SOLICITUD DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS PELIGROSOS				
Datos generales del punto de generación del residuo				
Descripción de la obra generadora de residuo:				
Dirección de la obra:				
Localidad:				
Encargado (generador):			C.I	
Teléfono de contacto:				
Correo electrónico:				
Identificación del residuo peligroso a gestionar				
Descripción del residuo:		Naturaleza de riesgo del residuo:		
Actividad en la que fue generado:				
Cuantificación del residuo a gestionar:		Volumen (m3):		Peso (t):
Propiedades Físico Química:		Densidad:		pH:
		Inflamable:		Poder calórico:
		Otras propiedades:		
Generalidades del residuo		Razón por la que debe ser gestionado:		
		Componentes que le otorgan propiedades peligrosas:		
		Características de peligrosidad:		
		Otras generalidades:		
Información de la recogida:				
Forma de la recogida:				
Plazo y frecuencia de la recogida:				
Observaciones:				
Firma y sello:				

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

REGISTRO DE SEGUIMIENTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS			
Datos generales del punto de generación del residuo			
Descripción de la obra generadora de residuo:			
Dirección de la obra:			
Localidad:			
ACCIONES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS	CUMPLIMIENTO		
	SI	NO	NO APLICA
COMPRA DE LOS MATERIALES			
Se compran materiales a granel para reducir los residuos provenientes de envases.			
Se optimiza la cantidad de materiales comprados de acuerdo a los parámetros estrictamente necesarios del proyecto.			
Se compran materiales con altas propiedades de reciclaje y que sea capaz de cumplir con los aspectos plasmados en los planos, normas y referencias técnicas del proyecto.			
RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES			
Los materiales recibidos cuentan con certificado ambiental.			
Se comprueba que los materiales recibidos son los establecidos en la fase de diseño del proyecto.			
Se comprueba el buen estado del material recibido.			
Se protegen los materiales almacenados de acuerdo a las especificaciones del fabricante.			
DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA			
Se realizan actividades de formación e información respecto a los posibles residuos generados y sus alternativas de aprovechamiento			
Se cuenta con protocolos previamente diseñados que abarquen las diversas fases para la gestión de los residuos generados de acuerdo a la metodología de las 5S.			
Se cuentan con criterios para diferenciar entre los desechos y residuos generados dentro de la obra.			
Se emplean buenas prácticas durante el proceso constructivo de la obra que permita una mayor eficiencia en el mismo y minimización de los residuos generados.			
En el caso de demoler estructuras ya existentes dentro del área de trabajo, se lleva a cabo la estrategia de demolición selectiva.			
Se lleva a cabo la estrategia de separación en fuente en cada uno de los puntos generadores de residuos sólidos.			
Los residuos se clasifican de acuerdo a su naturaleza.			
Se identifican y cuantifican los residuos sólidos generados en cada una de las actividades que constituyen el proceso constructivo de la obra.			

Se cuentan con señalizaciones en aquellas zonas de generación, separación, acarreo, almacenamiento y tratamiento de los residuos.			
Durante el transporte interno de los residuos se emplean medidas para evitar pérdidas y vertidos en los trayectos recorridos.			
Se realizan constantemente inspecciones para asegurar el cumplimiento de las acciones que conforman la gestión integral de residuos generados en la obra.			
Se emplean planillas que permitan el registro y orden de las actividades relacionadas a la gestión integral de los residuos generados en la obra.			
ACOPIO TEMPORAL DE LOS RESIDUOS GENERADOS			
Dentro de la obra se cuenta con un área de almacenamiento temporal de residuos generados.			
Los sitios de acopio temporal se ubican en zonas de fácil acceso y cercano a los puntos de generación de los residuos pertinentes.			
Se emplea la estrategia de almacenamiento en área.			
Se emplean contenedores.			
Se emplea la estrategia de almacenamiento mixto.			
Los sitios de acopio cuentan con señalizaciones tanto informativas como preventivas a modo de que el personal de la obra tenga conocimiento de la función y finalidad de los mismos.			
Los residuos almacenados se encuentran separados en función del tratamiento que recibirán (reutilizar, reparar, renovar, recuperar, reciclar, valorización energética, eliminar).			
Los residuos almacenados temporalmente se cubren con lonas o similares, con el fin de evitar su deterioro.			
RESIDUOS PELIGROSOS			
Se cuentan con sitios de acopio temporal exclusivos para los residuos peligrosos generados dentro de la obra.			
Los materiales y residuos peligrosos se disponen en bidones y contenedores adecuados a su naturaleza peligrosa.			
Los sitios de acopio temporal de residuos peligrosos se encuentran debidamente demarcados e identificados con acceso restringido únicamente al personal capacitado y autorizado.			
Se emplean los símbolos de peligro establecidos por las normativas COVENIN 3060 y COVENIN 2670 para la identificación de los sitios de acopio temporal.			
Se cuentan con fichas técnicas para el manejo de residuos peligrosos, teniendo en cuenta las especificaciones y recomendaciones emitidas por los fabricantes.			
Se cuenta con personal altamente preparado para la gestión integral de los residuos peligrosos generados durante el proceso constructivo de la obra.			

TRANSFERENCIA DE LOS RESIDUOS GENERADOS			
Los residuos se entregan a un manejador autorizado quien se hace cargo de su traslado, manejo y disposición final fuera de la obra, generalmente reducidos en incineradores.			
Se contrata una entidad transportista autorizada para la recolección y posterior transporte de los residuales transferidos fuera de la obra.			
Se verifica el cumplimiento de la tarea del gestor de residuos contratado, asegurando que el proceso se haya llevado a cabo de acuerdo a lo establecido en el documento firmado.			
OTRAS ACCIONES NO MENCIONADAS			
(especificar)			
(especificar)			
(especificar)			
(especificar)			
(especificar)			

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Etiqueta para residuos no peligrosos e inertes

ETIQUETA DE RESIDUOS	
IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO Residuo: Material que lo constituye: Naturaleza del residuo:	Observaciones:
DATOS DEL RESPONSABLE DEL RESIDUO Nombre: Dirección: Teléfono: Correo electrónico:	
FECHA DE ENVASADO (día/mes/año). Inicio: Fin:	

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Etiqueta para residuos peligrosos

ETIQUETA DE RESIDUOS		
IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO Residuo: Material que lo constituye: Naturaleza del residuo:	<p style="text-align: center;"><i>INSERTE SÍMBOLO DE MATERIAL PELIGROSO (CONVENIN 3060:2002)</i></p>	Observaciones:
DATOS DEL RESPONSABLE DEL RESIDUO Nombre: Dirección: Teléfono: Correo electrónico:		
FECHA DE ENVASADO (día/mes/año). Inicio : Fin:	NATURALEZA DE PELIGRO	

Fuente: Morillo y Martínez (2022).








SÍMBOLOS DE MATERIALES PELIGROSOS

De acuerdo a la normativa COVENIN 3060:2002, se establece una calificación de materiales en relación a su clase y categorías de peligro, apropiadas, representadas en nueve (9) grupos, en los cuales algunos se subdividen a su vez, siendo la clasificación representada de la siguiente manera:




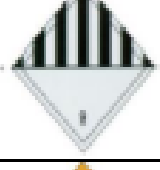

CLASE	DIVISIÓN	DESCRIPCIÓN
1. Materiales explosivos	1.1	Explosivo con riesgo de explosión en masa.
	1.2	Explosivo con riesgo de proyección.
	1.3	Explosivo con riesgo predominante de incendio.
	1.4	Explosivo sin riesgo de explosión.
	1.5	Explosivo muy insensibles; agentes explosivos.
	1.6	Materiales detonantes extremadamente insensibles.
2. Gases	2.1	Gases inflamables.
	2.2	Gases comprimidos no inflamables.
	2.3	Gases tóxicos por inhalación.
	2.4	Gases corrosivos.
3. Líquidos inflamables		
4. Sólidos inflamables	4.1	Sólidos inflamables.
	4.2	Materiales espontáneamente combustibles.
	4.3	Materiales peligrosos al humedecerse.
5. Oxidantes y peróxidos orgánicos	5.1	Oxidantes.
	5.2	Peróxidos orgánicos.
6. Materiales tóxicos y sustancias infecciosas	6.1	Materiales tóxicos.
	6.2	Sustancias infecciosas.
7. Materiales radioactivos		
8. Materiales corrosivos		
9. Materiales peligrosos misceláneos		

Fuente: Norma COVENIN 3060:2002

Por otra parte, para una mejor identificación del material o producto peligrosos se incluye, de acuerdo a su clase y división, la etiqueta y símbolos correspondiente a la siguiente tabla:

CLASE / DIVISIÓN	COLOR		ETIQUETA	LEYENDA
	Fondo	Símbolo Leyenda Números		
1 / 1.1; 1.2; 1.3	Anaranjado	Negro Negro Negro		EXPLOSIVO
1 / 1.4	Anaranjado	Negro Negro Negro		EXPLOSIVO Se debe reemplazar el asterisco (*) por: GRUPO DE COMPATIBILIDAD
1 / 1.5	Anaranjado	Negro Negro Negro		AGENTE DETONANTE Se debe reemplazar el asterisco (*) por: GRUPO DE COMPATIBILIDAD
1 / 1.6	Anaranjado	Negro Negro Negro		EXPLOSIVO Se debe reemplazar el asterisco (*) por: GRUPO DE COMPATIBILIDAD
2 / 2.1	Rojo	Blanco Blanco Blanco		GAS INFLAMABLE
2 / 2.2	Verde	Blanco Blanco Blanco		GAS NO INFLAMABLE
2 / 2.3	Blanco	Blanco Negro Negro		PELIGRO POR INHALACIÓN

3	Rojo Blanco Blanco Blanco		LÍQUIDO INFLAMABLE
4 / 4.1	Blanco con líneas rojas Negro Negro Negro		SÓLIDO INFLAMABLE
4 / 4.2	Superior blanco e inferior rojo Negro Negro Negro		ESPONTÁNEAMENTE COMBUSTIBLE
4 / 4.3	Azul Blanco Blanco Blanco		PELIGROSO AL HUMEDECERSE
5 / 5.1	Amarillo Negro Negro Negro		OXIDANTE
5 / 5.2	Amarillo Negro Negro Negro		PERÓXIDO ORGÁNICO
6 / 6.1	Blanco Blanco Negro Negro		PELIGRO POR INHALACIÓN
6 / 6.1	Blanco Negro Negro Negro		VENENO
6 / 6.1	Blanco Negro Negro Negro		PERJUDICIAL, MANTENGA ALEJADOS DE ALIMENTOS

6 / 6.2	Blanco Negro Negro Negro		SUSTANCIA INFECCIOSA
7	/		RADIOACTIVO
8	Superior blanco e inferior negro Negro Blanco Blanco		CORROSIVO
9	Blanco con parte superior con franjas negras - Negro Negro		/
Riesgo subsidiario o secundario	Anaranjado Negro Negro -		Se deben reemplazar los asteriscos (*) por: - NÚMERO DE DIVISIÓN - COMPATIBILIDAD

Fuente: Norma COVENIN 3060:2002

3

**TERCERA
PARTE**

Buenas Prácticas

BUENAS PRÁCTICAS PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

ETAPA DE PRE - CONSTRUCCIÓN	Emplear materiales de origen reciclado para la construcción de la edificación.
	Hacer uso de sistemas constructivos que permitan una fácil segregación de sus elementos y materiales al momento de finalizar su vida útil.
	Emplear sistemas constructivos de elementos prefabricados que cumplan con las exigencias mínimas para evitar la generación de residuos.
	Optimizar las secciones resistentes para reducir la cantidad de material a utilizar.
	Prever los sobrantes de tierra proveniente de las excavaciones para reutilizarlos como relleno dentro del mismo proceso de movimiento de tierra de la obra.
	Dar preferencia al uso de materiales con propiedades que les permitan ser reutilizados varias veces.
	Planificar las cantidades de los materiales necesarios para la ejecución de la obra, ajustándolos al uso final según las mediciones y la experiencia para evitar los excedentes.
	Detectar aquellas partidas que pueden admitir materiales reutilizables de la propia obra.
	Elaborar un estudio de impacto ambiental en conjunto con un estudio de gestión integral de residuos.
	Especificar los lineamientos necesarios que se emplearán para la separación en fuente de los posibles residuos generados
	Especificar los lineamientos necesarios que se emplearán para la demolición selectiva en caso de necesitar la remoción de estructuras dentro del terreno de trabajo.
	Especificar los espacios de acopio temporal adecuados dentro de la obra, considerando los posibles residuos que pueden generarse.
Proponer aquellas operaciones de aprovechamiento o eliminación a los que se le someterán los posibles residuos generados.	

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

BUENAS PRÁCTICAS DE ACUERDO A LA FASE DE LA OBRA	
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	Planificar el número de contenedores de residuos necesarios de acuerdo a la estimación de posibles residuos generados en cada actividad del proceso constructivo.
	Comprar materiales y herramientas que no necesiten envases ni envoltorio en exceso.
	Comprar materiales a granel para reducir los embalajes innecesarios y generar menos residuos.
	Contratar con proveedores o empresas autorizadas para la gestión de los residuos.
	Evitar mantener excedentes de materiales en obra
	Llevar a cabo inspecciones visuales de los materiales antes de su recepción en la obra para garantizar que lleguen en condiciones adecuadas.
	Hacer énfasis y respetar las indicaciones de almacenamiento y uso del material sugeridas por el fabricante para evitar su deterioro.
	Cumplir con las indicaciones plasmadas en las normas, planos y referencias técnicas del proyecto para así evitar desperdicio de materiales y por ende la generación de residuales.
	Disponer en el área de trabajo solo del material necesario en cada etapa del proceso constructivo.
	Realizar la separación selectiva de cada residuo generado en el origen de la obra.
	Realizar los procedimientos correspondientes a la demolición selectiva en vez de demolición intensiva tradicional.
	Tomar las mediciones de los materiales y elementos que se necesitan con exactitud para evitar sobrantes.
	Realizar los cortes de materiales como metales o madera con precisión para poder reutilizar ambos lados de las piezas.
	Contar con pequeños contenedores en las diferentes zonas del proceso constructivo para disponer temporalmente los residuos generados en fuente previos a su acopio temporal.
	Establecer un contenedor para cada tipo de residuo y respetar su uso.
	Contar con registros que recojan instrucciones relativas a los diferentes procesos que generan residuos para asegurar que cada tarea esté bien definida.
	Cuantificar la masa y el volumen de residuos que se generan en total y en cada etapa del proceso constructivo de la obra.
Contar con un registro de los residuales generados durante cada etapa del proceso constructivo de la obra, al igual que la cuantificación de los mismos.	

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

Buenas prácticas a realizar de acuerdo a la actividad

EQUIPO ENCOFRADOR	
Buenas prácticas	
Proteger el suelo del vertido de desencofrante	
Limpiar tablonos sucios, asegurándose de que se encuentren en óptimas condiciones para su posible reutilización.	
Recoger y separar residuos de maderas producidos.	
Recoger y separar residuos de hormigón producido.	
Recoger y separar los envases de materiales o sustancias tóxicas, al igual que trapos contaminados, considerándolo como un residuo peligroso.	
Retirar los residuos que generen en sus respectivos contenedores	
Almacenar correctamente los materiales sobrantes evitando la exposición a la intemperie para que no se mojen o estropeen	
Solicitar a los suministradores de materiales que usen la menor cantidad de embalaje posible.	
Perfeccionar los trabajos de corte de maderas y tablonos para reducir los residuos y facilitar el aprovechamiento de los que se generan.	
POSIBLES RESIDUOS GENERADOS	
<i>No peligrosos</i>	<i>Peligrosos</i>
Hormigón fresco.	Envases metálicos o plásticos donde se disponen los desencofrantes y demás aditivos.
Hormigón y mortero endurecido.	Tierra contaminada por el vertido de sustancias tóxicas.
Sacos y envoltorios de papel, cartón y/o plástico.	Trapos sucios o contaminados por residuos tóxicos.
Restos metálicos correspondiente al sistema de encofrado.	
Restos por los cortes de madera y tablonos.	
Tablonos de madera estropeados.	

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

EQUIPO DE CABILLEROS	
Buenas prácticas	
Perfeccionar los trabajos de armado del acero de refuerzo para la elaboración y colocación del acero corrugado y mallas estructurales, para así reducir los residuos y facilitar el aprovechamiento de los que se generan.	
Realizar los cortes de cabillas con precisión para poder aprovechar las piezas resultantes.	
Evitar la soldadura de materiales impregnados con sustancias tóxicas.	
Recoger y separar residuos metálicos generados en la instalación del acero de refuerzo.	
Separar los diferentes tipos de residuos metálicos de acuerdo a si son férricos o no férricos, ya que de acuerdo a ese parámetro dependen sus alternativas de valorización.	
Recoger y separar los envases de materiales o sustancias tóxicas, al igual que trapos contaminados, considerándolo como un residuo peligroso.	
Asegurarse de que los trabajadores no mezclen los residuos de distinta naturaleza	
Retirar los residuos que generen en sus respectivos contenedores.	
Para el acopio de los residuos metálicos se deben emplear plásticos o pales para evitar que se apoyen directamente sobre el suelo.	
Solicitar a los suministradores de materiales que usen la menor cantidad de embalaje posible.	
POSIBLES RESIDUOS GENERADOS	
<i>No peligrosos</i>	<i>Peligrosos</i>
Restos metálicos provenientes de alambres, acceros estructurales y similares.	Restos de soldaduras.
Embalajes de papel, cartón y/o plásticos.	Botellas y bombonas de gas u oxígeno
Restos de maderas usadas como apoyo para barras de acero.	Envases metálicos y plásticos donde se disponen sustancias tóxicas.
	Trapos sucios o contaminados por residuos tóxicos.

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

EQUIPO DE PREPARACIÓN Y VACIADO DE LA ESTRUCTURA	
<i>Buenas prácticas</i>	
Maximizar el uso de concreto o mortero en el vaciado, a fin de aprovechar todo el material.	
Tener un plan de control de derrames de concreto en caso de ocurrir, para poder valorizar su uso y no desperdiciar material.	
Realizar el mortero cerca del elemento a vaciar, con el objetivo de evitar pérdidas en el momento del traslado.	
Utilizar algunas lonas de plásticos en lugares oportunos al vaciado del concreto, con el objetivo de recuperar el material si este cae al suelo.	
Asegurarse de que los trabajadores no mezclen los residuos de concreto con otros residuos generados.	
Capacitar a todo el personal que vaciará los elementos estructurales de tal manera de que se evite la mayor pérdida de material posible, y que los residuos generados deban ser separados y clasificados adecuadamente.	
En caso de trabajar con poliestireno, icopor o anime para el vaciado de ciertos elementos estructurales, pedir a los proveedores las dimensiones requeridas a modo de que no se corten los materiales en la obra y evitar residuos al momento del vaciado.	
En caso de generarse residuos de mortero concreto y residuos de icopor, anime o poliestireno expandido, separarlos adecuadamente para poder ser reutilizados en otros casos.	
En el caso de trabajar con anime o poliestireno expandido se debe prestar mucha atención en la colocación y manejo de éstos, a fin de evitar el desprendimiento de las perlas componentes y su dispersión dentro y fuera del sitio de la obra.	
POSIBLES RESIDUOS GENERADOS	
<i>No peligrosos</i>	<i>Peligrosos</i>
Restos de cemento o mortero endurecido correspondiente a los diferentes vaciados a realizar.	Restos de aditivos tóxicos utilizados en el endurecimiento del concreto.
Bolsas de papel, cartón y/o plásticos.	Envases metálicos y plásticos donde se disponen aditivos y demás sustancias tóxicas.
Restos de maderas, correspondientes a los encofrados.	Trapos sucios o contaminados por residuos tóxicos.
Restos metálicos provenientes de alambres, aceros estructurales, cabillas, clavos y similares.	Restos de elementos que contengan amianto o fibrocemento.
Icopor, poliestireno expandido, anime provenientes de vaciado de placas y demás elementos que lo necesiten.	
Restos de lonas de plástico.	

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

EQUIPO DE ALBAÑILERÍA	
Buenas prácticas	
Establecer el paso de instalaciones al momento de levantar la tabiquería, dejando el espacio correspondiente para evitar el repicado del material cerámico y generación de residuos.	
Observar detalladamente las dimensiones de las superficies sobre las cuales se trabajará para reducir el número de cortes de los ladrillos y de las piezas cerámicas respectivamente.	
Recoger y separar residuos de mortero seco y otras pastas empleadas.	
Recoger y separar los restos cerámicos, de hormigón, tejas y otros inertes similares.	
Recoger y separar los envases de materiales o sustancias tóxicas, al igual que trapos contaminados, considerándolo como un residuo peligroso.	
Asegurarse de que los trabajadores no mezclen los residuos de distinta naturaleza	
Retirar los residuos que generen en sus respectivos contenedores.	
Almacenar correctamente los materiales sobrantes evitando la exposición a la intemperie para que no se mojen o estropeen	
Solicitar a los suministradores de materiales que usen la menor cantidad de embalaje posible.	
Perfeccionar los trabajos de corte de bloques y demás piezas cerámicas para reducir los residuos y facilitar el aprovechamiento de los que se generan.	
POSIBLES RESIDUOS GENERADOS	
<i>No peligrosos</i>	<i>Peligrosos</i>
Restos de morteros y otras pastas similares	Restos de elementos que contengan amianto o fibrocemento.
Restos de yeso, cal, arena y similares de origen pétreo.	Envases metálicos o plásticos donde se disponen aditivos, desengrasantes, aceites y similares.
Restos de hormigón endurecido.	Tierras contaminadas por el vertido de sustancias tóxicas.
Restos de bloques de cemento.	Trapos sucios o contaminados por residuos tóxicos.
Restos de ladrillos, tejas y similares cerámicos.	
Sacos y embalajes de papel, cartón.	
Restos de lonas de plásticos.	
Restos de tablones o paletas de madera.	
Restos de vidrios correspondientes a ventanas.	

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

EQUIPO DE CARPINTERÍA	
Buenas prácticas	
Recoger y separar residuos de madera voluminosa.	
Recoger y separar residuos metálicos correspondiente cantoneras y discos de cierra usados.	
Recoger y separar los restos de aserrín de madera generado.	
Recoger y separar los envases de materiales o sustancias tóxicas, al igual que trapos contaminados, considerándolo como un residuo peligroso.	
Asegurarse de que los trabajadores no mezclen los residuos de distinta naturaleza	
Retirar los residuos que generen en sus respectivos contenedores.	
Almacenar correctamente los materiales sobrantes evitando la exposición a la intemperie para que no se mojen o estropeen.	
Solicitar a los suministradores de materiales que usen la menor cantidad de embalaje posible.	
Perfeccionar los trabajos de corte de maderas para reducir los residuos y facilitar el aprovechamiento de los que se generan.	
POSIBLES RESIDUOS GENERADOS	
<i>No peligrosas</i>	<i>Peligrosas</i>
Restos de madera no impregnada de sustancias tóxicas.	Restos de madera impregnada por sustancias tóxicas como barnices, conservante, aglomerante, aditiva y similar.
Aserrín de madera.	Envases metálicos o plásticos donde se disponen aditivos, disolventes y demás sustancias tóxicas.
Embalajes de papel, cartón y/o plástico.	Trapos sucios o contaminados por residuos tóxicos.
Restos metálicos proveniente de acabados, elementos de andamio y de discos de lijado.	

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

EQUIPO PARA INSTALACIONES SANITARIAS Y ELÉCTRICAS	
<i>Buenas prácticas</i>	
Recoger y separar residuos de yeso resultante de los orificios para el paso de las instalaciones.	
Recoger y separar residuos metálicos correspondientes a recortes de bridas, cables y tuberías empleadas.	
Procurar que los trabajadores que fijen instalaciones por medio de bridas lleven consigo una bolsa de plástico para los pequeños recortes de material.	
Recoger y separar los envases de materiales o sustancias tóxicas, al igual que trapos contaminados, considerándolo como un residuo peligroso.	
Asegurarse de que los trabajadores no mezclen los residuos de distinta naturaleza	
Retirar los residuos que generen en sus respectivos contenedores.	
Almacenar correctamente los materiales sobrantes evitando la exposición a la intemperie para que no se mojen o estropeen.	
Solicitar a los suministradores de materiales que usen la menor cantidad de embalaje posible.	
Perfeccionar los trabajos de corte de tuberías y cables a emplear para reducir los residuos y facilitar el aprovechamiento de los que se generan.	
Evitar la colocación de tuberías de elementos tóxicos como asbesto, fibrocemento o plomo.	
POSIBLES RESIDUOS GENERADOS	
<i>No peligrosos</i>	<i>Peligrosos</i>
Restos de yeso y cerámico correspondiente al repicado de orificios para el paso de las instalaciones.	Restos de elementos tóxicos como tuberías de fibrocemento, amianto, asbesto y similares.
Embalajes de papel, cartón y/o plásticos.	Envases metálicos y plásticos donde se disponen adhesivos, desengrasantes, aditivos y demás sustancias tóxicas.
Restos de plásticos correspondientes al recorte de tuberías de PVC.	Trapos sucios o contaminados por residuos tóxicos.
Restos metálicos correspondientes a tuberías de acero, aluminio, cables de cobre, al igual que elementos de fijación como tornillería y anclajes.	Restos de lámparas fluorescentes con mercurio correspondiente a las instalaciones eléctricas.
Restos metálicos o de plásticos procedentes de accesorios de las instalaciones, tales como griferías, válvulas, restos de calentadores, tableros de electricidad y similares.	
Restos de vidrio correspondiente a elementos de aislantes (fibras de vidrio).	

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

PINTORES	
Buenas prácticas	
Proteger las superficies que no van a ser pintadas para evitar deterioros de los elementos.	
Recoger y separar residuos papel y cartón	
Recoger y separar residuos plásticos de embalaje.	
Recoger y separar los envases de materiales o sustancias tóxicas, al igual que trapos contaminados, considerándolo como un residuo peligroso.	
Evitar que los residuos generados no peligrosos se manchen de pinturas u otras sustancias empleadas.	
Asegurarse de que tus trabajadores no mezclen los residuos separados.	
Retirar los residuos que generen en sus respectivos contenedores.	
Almacenar correctamente los materiales sobrantes evitando la exposición a la intemperie para que no se mojen o estropeen.	
Limpiar las brochas, pinceles, rodillos, espátulas, y demás herramienta después ser usadas sin esperar a que se seque la pintura.	
Solicitar a los suministradores de materiales que usen la menor cantidad de embalaje posible.	
POSIBLES RESIDUOS GENERADOS	
<i>No peligrosos</i>	<i>Peligrosos</i>
Restos de cemento o yeso pertenecientes del proceso de pulido de las superficies a tratar.	Envases metálicos y plásticos de pinturas, barnices y similares.
Embalajes de papel, cartón, metal y plásticos.	Polvos metálicos provenientes del pulido de las superficies a tratar.
Restos de tablonos o pallets de madera no contaminados por sustancias peligrosas.	Herramientas de trabajo contaminadas con pintura u otras sustancias tóxicas
	Trapos, guantes y aplicadores impregnados del material o sustancia peligrosa

Fuente: Morillo y Martínez (2022).

CONCLUSIÓN

La mala gestión de los residuos de construcción y demolición se ha convertido en uno de los problemas ambientales más relevantes a nivel mundial, siendo uno de los principales factores de ello, la poca importancia que se le atribuye a dichos residuos al momento de su generación, manejo y disposición final. Así mismo, contribuir con la mejora ambiental a través del manejo adecuado de los residuos generados en todas las fases de construcción de una obra civil, es un avance para adquirir una cultura sostenible tanto en la industria de la construcción como en el entorno social en general, por lo que es de suma importancia el desarrollo de nuevas prácticas y tecnologías capaces de mejorar las posibilidades de aprovechamiento y valorización de los mismos.

De este modo, la implementación de las estrategias de las 5(S) en conjunto a la sistemática de las 7R como los principales rectores de la referencia técnica fueron acertadas, ya que se amoldaron a cada una de las prácticas implementadas a modo de darle importancia a promover acciones sostenibles a fin de lograr un mayor conocimiento de la existencia de dichas estrategias para el aprovechamiento de residuos.

De igual manera todas las buenas prácticas y demás estrategias propuestas en la referencia técnica van de la mano con el cuidado especial de todas las personas involucradas en el proceso constructivo de edificaciones y obras civiles en general, puesto que es responsabilidad compartida el promover, apoyar y contribuir con la valorización de los residuos generados con el fin de cambiar la cultura venezolana a una más consciente, en donde predomine la corresponsabilidad social y ambiental.

