

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
**INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN**

**ANÁLISIS DEL CICLO DE RECICLAJE DE LOS MATERIALES DE
CONSTRUCCIÓN EN REFERENCIA AL PROCESO DE LA
EDIFICACIÓN**

**MASTER EN EDIFICACIÓN
TECNOLOGÍA DE LA EDIFICACIÓN**

AUTORA: INGENIERO PATRICIA SOLANIA FRANCHI LÓPEZ

TUTOR: DOCTOR FRANCISCO JAVIER CÁRCEL CARRASCO

VALENCIA, DICIEMBRE DE 2019

RESUMEN

ANÁLISIS DEL CICLO DE RECICLAJE DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN REFERENCIA AL PROCESO DE LA EDIFICACIÓN

El crecimiento de la industria de la construcción de edificaciones en las ciudades, ha evidenciado en los últimos años la necesidad de buscar mejorar los criterios y técnicas que se apliquen para el manejo de los residuos de la construcción y el uso eficiente de los mismos, encontrándose esta actividad entre una de las más complejas que confronta el hombre para manejar los recursos eficientemente.

El reciclado de los materiales de la construcción en las obras permite la reducción del consumo de los recursos naturales, haciendo esta actividad más eficiente, así mismo, disminuye el impacto ambiental y mejora la salud de las personas, ya que se tiene menos materia prima que recoger, transportar y transformar a un vertedero.

En la ejecución de las fases del proceso constructivo de la obra, al generarse muchos residuos se requiere de una clasificación para su correcto reciclaje donde se podrá clasificar los residuos de la construcción en peligrosos y no peligrosos; los primeros se podrán recuperar para aprovecharlos y darles una segunda vida, y los peligrosos se deben recoger y tratar por separado para enviarlos a los gestores autorizados para su correcta disposición.

En este trabajo de investigación de TFM, se analizarán los procesos de reciclaje de los materiales en la construcción y demolición de edificaciones, mediante el estudio de la bibliografía existente y los diferentes modelos o reglamentación a nivel europeo, revisando las diferentes fases donde se puede actuar y visualizando procesos de mejora, así como las ventajas e inconvenientes que se encuentran en el reciclado de material de la construcción.

El desarrollo de este trabajo se realizará para dar información importante a aquellas personas que trabajan en el área de la construcción y requieren operar residuos de materiales, de manera que puedan tener un mejor manejo y uso de los residuos no peligrosos, para lo cual se desarrollará una guía con diferentes potenciales usos y mecanismos de reciclaje que podrán ser aplicados a distintos materiales residuales. Esta guía permitirá que la persona que está trabajando en la construcción de edificaciones, pueda revisar información clave y tener una clara comprensión de todos los conceptos que conforman esta área, lo que les permitirá ejecutar un trabajo más eficiente.

PALABRAS CLAVE: Reciclaje; Materiales de construcción; Edificación; Construcción y demolición.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE RECYCLING CYCLE OF THE CONSTRUCTION MATERIALS IN REFERENCE TO THE BUILDING PROCESS

The growth of the construction industry of buildings in the cities, has shown in recent years the need to seek to improve the criteria and techniques applied to the management of construction waste and the efficient use thereof, being this activity among one of the most complex that confronts man to manage resources efficiently.

The recycling of construction materials in the works allows the reduction of the consumption of natural resources, making this activity more efficient, likewise, it improves the environmental impact and the health of the people, since there is less raw material to be collected, transports and transforms to a landfill.

In the execution of the phases of the construction process of the work, when many waste is generated, it is necessary to classify it for its correct recycling, where it will be possible to classify construction waste as hazardous and non-hazardous; the former can be recovered to take advantage of them and give them a second life, and the dangerous ones must be collected and treated separately to be sent to the authorized managers for their correct disposal.

In this research work of TFM, processes of recycling of materials in the construction and demolition of buildings will be analyzed, through the study of existing literature and different models or regulations at European level, reviewing the different phases where you can act and visualizing improvement processes, as well as the advantages and disadvantages found in the recycling of construction material.

The development of this work will be carried out to give important information to those people who work in the construction area and need to operate waste materials, so that they can have a better management and use of non-hazardous waste, for which it will be developed a guide with different potential uses and recycling mechanisms that may be applied to different waste materials. This guide will allow the person who is working in the construction of buildings, to review key information and have a clear understanding of all the concepts that make up this area, which will allow them to execute a more efficient work.

KEY WORDS: Recycling; Construction materials; Edification; Construction and demolition.

AGRADECIMIENTOS

Este agradecimiento, principalmente está dedicado a mi madre, por ser mi fuente de inspiración, apoyo y mentora en toda mi vida.

A mi padre por ser mi ejemplo de esfuerzo, constancia y disciplina.

A mi esposo por ayudarme, acompañarme y ser un modelo de perseverancia.

A toda mi familia, por ser mi fuerza para salir adelante.

A mi profesor, Francisco Cárcel, por darme un buen consejo cuando lo necesitaba, ser un ejemplo de rectitud y por ayudarme durante la redacción de mi trabajo final de máster.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Objetivos	9
1.1.1 Objetivo General	9
1.1.2 Objetivos Específicos	9
1.2 Marco Metodológico	10
1.2.1 Etapas de una Investigación	11
1.2.1.1 Etapa de Investigación Documental	12
1.2.1.2 Etapa de Propuesta	13
1.2.1.3 Etapa de Desarrollo	13
2.1 Legislaciones Relacionadas con Residuos de la Construcción	15
2.1.1 Leyes y Acuerdos Referentes a los Residuos de la Construcción en Edificaciones en España.	15
2.1.2 Leyes y/o Decretos Extranjeros	34
2.1.3 Levantamiento Fotográfico	44
CAPÍTULO 3	49
3 Guía para la gestión y tratamiento de residuos y desperdicios de proyectos de construcción y demolición	49
3.1 Elementos del ciclo de vida de los residuos de la construcción	49
3.2 Clasificación de residuos de construcción y demolición	50
3.3 Separación Selectiva de los Residuos de Construcción	51
3.4 Almacenamiento y Contenedores	52
3.5 Reducir, Reutilizar, Reciclar	55
3.5.1 Reducir	56
3.5.2 Reutilizar	57
3.5.3 Reciclar	60
3.5.4 Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de los RCD	60
3.5.4.1 Ciclo de Vida Útil del Material de Excavación	61
3.5.4.2 Ciclo de Vida Útil del Material de Concreto	62
3.5.4.3 Ciclo de Vida Útil del Material de Elementos Mezclados Prefabricados y Pétreos	62
3.5.5 Criterios de Priorización para Reducir, Reutilizar y Reciclar	63
3.5.6 Resumen de las Estrategias y Metas del Plan de Manejo de RCD	64

3.5.6.1	Identificación de los Residuos e Indicadores de Manejo	65
3.5.6.2	Generación y Minimización de los Residuos.	66
3.5.6.3	Separación de Residuos en Obra.....	67
3.5.6.4	Reúso y Reciclaje.....	68
3.5.6.5	Transporte de los Residuos	71
3.5.6.6	Disposición Final.	72
3.5.6.7	Proceso para la Aplicación de la Metodología de Incentivo de Reusó de los RCD	73
4.	Conclusiones y Recomendaciones.....	88
ANEXOS	95

INDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Etapas del Proyecto de Investigación	12
Figura 2:	Contenedores con los RCD	45
Figura 3:	Varios Desechos con los RCD en un Solo Contenedor.....	46
<i>Figura 4:</i>	<i>RCD Separados en Distintos Contenedores.....</i>	<i>47</i>
<i>Figuras 5:</i>	<i>RCD Separados en Distintos Contenedores, Según la Normativa Medioambiental Vigente en la Comunidad Valenciana.....</i>	<i>48</i>
Figura 6:	Ciclo de Vida de los RCD.....	50
Figura 7:	Ducto de Conducción de Escombros.....	53
Figura 8:	Contenedor de Escombros.....	53
<i>Figura 9:</i>	<i>Contenedor de Residuos Domésticos.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 10:</i>	<i>Jaula de Residuos Peligrosos.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 11:</i>	<i>Jaula de Residuos Reciclables.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 12:</i>	<i>Reducir, Reciclar, Reutilizar.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 13:</i>	<i>Estimación y Caracterización de los RCD.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 14:</i>	<i>ACV del Material de la Construcción de Excavación.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 15:</i>	<i>ACV del Material de Residuos de Concreto.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 16:</i>	<i>ACV Material de Elementos Mezclados Prefabricados y Pétreos.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 17:</i>	<i>Criterios de Priorización.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 18:</i>	<i>Estrategias para el Manejo Integral de los RCD.....</i>	<i>65</i>

Figura 19: Simbiosis Industrial	69
Figura 20: Plano de Instalación de Disposición de Residuos	71
Figura 21: Metodología para la Aplicación del Incentivo a Reusar los RCD ..	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de RCD y Demolición para las Etapas Constructivas	51
Tabla 2: Aplicaciones Destacadas para Materiales Reciclables en la Construcción	59
Tabla 3: Identificación de los RCD y Demolición	66
Tabla 4: Generación y Minimización Residuos e Indicadores de Manejo	67
Tabla 5: Separación de los RCD y Demolición en Obras	68
Tabla 6: Reúso y Reciclaje de los RCD en Obras	70
Tabla 7: Acopio y Transporte de los RCD en Obras	72
Tabla 8: Disposición Final de los RCD en Obras	72
Tabla 9: Reutilización de los RCD en Obra	77
Tabla 10: Factura a Transportistas que Mueven los RCD	78
Tabla 11: Consolidado Generación RCD Manejado en el Día	79
Tabla 12: Cuantificación Diaria / Mensual de RCD Procesados Obra	81
Tabla 13: Cuantificación Mensual / Anual de RCD Procesados Obra	83
Tabla 14: Metodología para el Cálculo de la Rebaja del Pago de Impuesto Anual en Base al Reúso de RCD	87

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El sector de la Construcción está formado por un conjunto de operaciones y actividades que se realizan en las edificaciones, que pueden ser pública, privadas, planta industrial o cualquier otra edificación en el campo de la Ingeniería.

La Construcción está ampliamente relacionada con el ámbito productivo, por su alta conexión con un gran número de actividades, que van desde la fabricación de materiales hasta trabajos con inmobiliarias o seguros.

El gran auge de la industria de la construcción de edificaciones en las ciudades, ha requerido en los últimos años la necesidad de buscar mejorar los criterios y técnicas que se apliquen para el manejo de los residuos de la construcción y el uso eficiente de los mismos, encontrándose esta actividad entre una de las más arduas que confronta el hombre para manejar los recursos eficientemente.

A nivel mundial el sector construcción tiene una alta participación en el total de residuos generados, con valores en torno al 35%. En algunos países industrializados, como Dinamarca, las cantidades varían de 25% a 50%, en Australia a 44%, Hong Kong 38%, Reino Unido 50% y EE.UU. 29%, sin embargo, en España es de 70% (Web 4, Web 12).

Los principales problemas para un correcto manejo de residuos durante la construcción o demolición de un inmueble están relacionados con el estudio de sus procesos para dar una solución sustentable, es por eso que cada vez más se habla del análisis del proceso de residuos de construcción.

Los residuos de la construcción son separados dependiendo de su capacidad de reaccionar con el medio ambiente, permitiendo la reducción del consumo de los recursos naturales, disminuyendo el impacto ambiental y mejorando la salud de las

personas, ya que se tiene menos materia prima que recoger, transporta y transforma a un vertedero.

Este trabajo de investigación se enfoca en el desarrollo de una guía, mediante el análisis de los procesos de reciclaje de los materiales no peligrosos de la construcción y demolición de edificaciones y el estudio de diferentes modelos y reglamentaciones a nivel de Europa, donde se presentará información importante con potenciales usos y mecanismos de reciclaje, para ser aplicados a varios materiales residuales, con los conceptos manejados en esta área, permitiendo a la persona que está trabajando en la construcción de edificaciones, pueda tener disponible información clave con una clara comprensión de todos los conceptos que conforman esta área, lo que les permitirá ejecutar un trabajo de forma más eficaz.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Establecer una guía para aquellas personas que trabajan en el área de la construcción y requieren operar residuos de materiales, para lo cual, se determinarán los diferentes potenciales usos y mecanismos de reciclaje que podrán ser aplicados a distintos materiales residuales de construcción, en referencia al proceso de la edificación en Europa e identificar medidas que incentiven a las empresas constructoras a incrementar el reciclaje de residuos de la construcción.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Conocer la reglamentación actual europea, responsables y directrices para la gestión de residuos de la construcción de edificios, según los procesos de generación, manejo, disposición y potenciales usos.
- Identificar los residuos de construcción según sus propiedades, acorde a la regulación vigente.
- Estudiar propuestas de reciclaje adaptables a los residuos de construcción, que estén siendo aplicadas en Europa.

- Presentar el diseño de un plan de residuos mediante el desarrollo de una metodología con la cual establecer e identificar los residuos generados en el proceso de construcción y demolición de una obra.
- Diseñar una metodología identificando los residuos generados en el proceso de construcción y demolición de una obra, así como, proporcionar medidas para la prevención, reutilización y reciclaje de los residuos.
- Desarrollar una guía para las personas que operan residuos de la construcción y demolición, con alternativas de manejo para el reciclaje y su reutilización. Identificar los procesos que rige el manejo de residuos actualmente, disposición final y sus usos posteriores.
- Identificar medidas que incentiven a las empresas constructoras a incrementar el reciclaje de residuos de la construcción y así disminuir los botes de residuos en vertederos.

1.2 Marco Metodológico

Basándose en los criterios que existen para clasificar el desarrollo de una metodología, este trabajo consiste en una investigación, ya que se plantea una revisión bibliográfica que permita conocer la normativa vigente que rige la disposición de residuos de construcción, su manejo, traslado, tratamiento y disposición final, para el desarrollo de una guía dirigida a aquellas personas que trabajan en el área de la construcción y requieren operar residuos de materiales de la construcción y demolición, así mismo, buscar la mejor manera de incentivar a las empresas de construcción a reciclar más los RCD. “Se dice que el proyecto es el conjunto de elementos o partes interrelacionados de una estructura diseñada para lograr objetivos específicos, o resultados proyectados con base en necesidades detectadas y que han sido diseñados como propuesta para presentar alternativas de soluciones a problemas planteados en él, por lo que en el proyecto se debe diseñar la estrategia metodológica a partir de la cual consideramos que podemos obtener el nuevo conocimiento como solución al problema”. (Tamayo, M. 2003).

Mediante esta metodología se podrá plantear una secuencia de actividades y acciones lógicas a considerar para la elaboración de la guía y el incentivo para el manejo de RCD, así como, la estructura organizada para la generación y procesamiento eficiente de la información que respalde este proceso. “Proyectos factibles, se caracterizan por tener, desde la partida, una respuesta afirmativa en cuanto a su concretización y donde los proyectos más bien se centrarán en la labor de establecer la mejor forma para que el resultado sea adecuado a la tarea propuesta, es decir, establecer los pasos necesarios para que los proyectos se logren materializar, optimizando así los medios disponibles y buscando la forma de obtener los elementos que falten.” (Díaz, P.2001).

1.2.1 Etapas de una Investigación

Las etapas lógicas a cumplir en este trabajo, para dar un aporte y lograr materializar la metodología propuesta en el mismo, se desarrollan en tres bloques. (Ver Figura N° 1). “En todo proyecto se detectan ciertas etapas lógicas que debe cumplir, para pretender así un real aporte al medio y que no se reduzca a una copia o un producto que nunca se verá materializado, debido al desconocimiento de ciertos tópicos claves para su desarrollo. Se pueden distinguir tres bloques concretos de desarrollo de un proyecto: a) Etapa de investigación, b) Etapa de propuesta, c) Etapa de desarrollo”. (Díaz, P.2001).

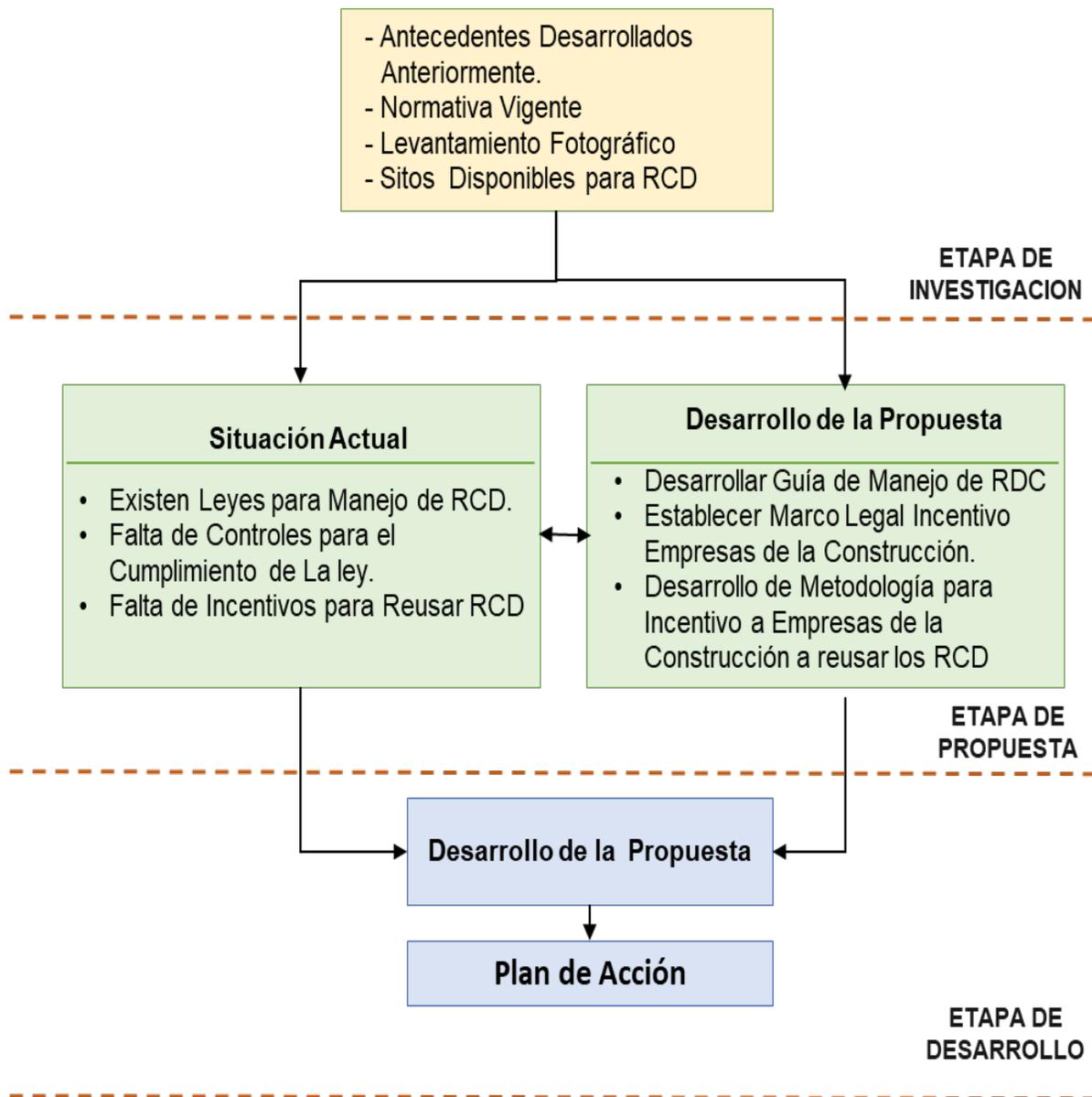


Figura 1: Etapas del Proyecto de Investigación

1.2.1.1 Etapa de Investigación Documental

Esta primera parte de la investigación permite definir los contenidos sobre los cuales se realizará el proyecto, así mismo, se definen los antecedentes ya desarrollados por otras personas u organizaciones. “Etapa de Investigación: es la etapa básica de todo proyecto, ella aporta los antecedentes sobre los cuales se justifican las etapas posteriores”. (Díaz, P.2001).

En esta fase se revisará una recopilación bibliográfica con las normativas vigentes del tratamiento de los residuos de la construcción aplicadas en América y Europa, entre las cuales podemos mencionar:

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero
- Decreto 200/2004, de 1 de octubre, de la Consell de la Generalitat.
- Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-200

Con la información obtenida de la primera fase de recopilación de antecedentes e investigación bibliográfica, podemos tener una aproximación mucho más clara a cada uno de los casos a analizar. Por lo que se procederá a realizar la inspección a obras de construcción. En esta fase de trabajo de campo se realizará el levantamiento fotográfico en obras con residuos de construcción que se manejaron en el sitio.

1.2.1.2 Etapa de Propuesta

Una segunda etapa donde se realiza la propuesta “Surge inmediatamente después del proceso de investigación y que tiene por meta plantear la forma como queremos que resulte el producto del proyecto”. (Díaz, P.2001). Es aquí, a través del Mejoramiento Integral de los Procesos donde se detecta la oportunidad de desarrollar una guía para aquellas personas que trabajan en el área de la construcción y requieren operar residuos de materiales, así mismo, se determina que no se cuenta con un incentivo, ni una metodología para aplicar el mismo a las empresas de construcción para incrementar el reuso de RCD. Por último, se analiza y propone una solución.

1.2.1.3 Etapa de Desarrollo

Es la etapa en la cual se centra el proceso de materializar la propuesta para desarrollar una guía para aquellas personas que trabajan en el área de la construcción y requieren operar residuos de materiales y el desarrollo de la metodología de un incentivo a las empresas de construcción para incrementar el reuso de RCD.

En este proyecto la información recolectada tiene como objetivo obtener las bases teóricas que lo sustentan, así como proveer datos en los que se basarán los resultados del trabajo.

La recolección de los datos se obtuvo tanto de fuentes primarias como secundarias:

- Las fuentes primarias son las que implican las técnicas de recolección de información en forma directa como son la observación. La observación constituyó una herramienta en el análisis de la situación actual y en las subsiguientes fases del proyecto. Esta fue de forma participativa, ya que se llevó a cabo “con el único propósito de recoger la información para el trabajo propuesto”. (Méndez. 1988).
- Las fuentes secundarias implican la recolección de información almacenada en fuentes escritas como textos, revistas, trabajos de grado, enciclopedias y otros. Estas constituyeron una fuente de datos muy importantes para llevar a cabo el trabajo. En este apartado se investigó información de trabajos realizados en otros países, donde se cuantifican los residuos producidos en sus obras, abarcando desde la preparación del terreno, el tiempo de duración de la obra y su finalización. Teniendo en cuenta el volumen total de los residuos y de la composición del material que se reciclará. Por último, al tener las estadísticas de volumen total y la composición del material de los residuos, se pasará a ejecutar una guía de los usos que se pueden obtener del reciclaje de la construcción mediante la investigación bibliográfica, orientada a las técnicas de reciclaje implementadas en Europa, con mayor énfasis a las de España; donde los residuos finalizan su vida útil como material de relleno.
- Finalmente se diseñó la estrategia metodológica a partir de la cual se obtiene el nuevo conocimiento como solución al problema, donde se muestra el paso a paso del método para la aplicación de un incentivo que estimule a las empresas a esforzarse en incrementar el reuso de los RCD, siendo este, un nuevo aporte el cual no existe como propuesta en Valencia.

CAPÍTULO 2

2.1 Legislaciones Relacionadas con Residuos de la Construcción

En este capítulo se realiza la revisión de las leyes y normativas que regulan las constructoras de manejo de residuos, donde se estudia su almacenamiento, transporte y tratamiento, representando así leyes del extranjero que pudieran utilizarse en España, de igual forma, se realiza un levantamiento fotográfico de obras en construcción que facilitan visualizar el enfoque respecto a las disposiciones finales que tienen los Residuos Sólidos de Construcción.

2.1.1 Leyes y Acuerdos Referentes a los Residuos de la Construcción en Edificaciones en España.

Se realiza la revisión de acuerdos y leyes que rigen constructoras y empresas de manejo de residuos, su almacenamiento, transporte y tratamiento, lo que nos facilitan visualizar el enfoque del país respecto a las disposiciones finales que tienen los Residuos Sólidos de Construcción.

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, indicando en sus artículos:

Artículo 3. Ámbito de aplicación.

1. Este real decreto será de aplicación a los residuos de construcción y demolición definidos en el artículo 2, con excepción de:

- a) Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.
- b) Los residuos de industrias extractivas regulados por la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo.

c) Los lodos de dragado no peligrosos reubicados en el interior de las aguas superficiales derivados de las actividades de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigación de los efectos de las inundaciones o las sequías, reguladas por el Texto Refundido de la Ley de Aguas, por la Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general, y por los tratados internacionales de los que España sea parte.

2. A los residuos que se generen en obras de construcción o demolición y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les será de aplicación este real decreto en aquellos aspectos no contemplados en aquella legislación.

Artículo 4. Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición.

1. Además de los requisitos exigidos por la legislación sobre residuos, el productor de residuos de construcción y demolición deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

a) Incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.

2. Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.

3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.

4. Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
 5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
 6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
 7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.
- b) En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión a que se refiere la letra a) del apartado 1, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.
 - c) Disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en este real decreto y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
 - d) En el caso de obras sometidas a licencia urbanística, constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la

fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.

Artículo 5. Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición.

1. Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el artículo 4.1. Y en este artículo. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptada por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
2. El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.
3. La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

4. El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
5. Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón: 80 t.

Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t.

Metal: 2 t.

Madera: 1 t.

Vidrio: 1 t.

Plástico: 0,5 t.

Papel y cartón: 0,5 t.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

6. El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma en que se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.
7. El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el apartado 3, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

Artículo 14. Planificación sobre residuos de construcción y demolición.

Los planes sobre residuos de construcción y demolición o las revisiones de los existentes que, de acuerdo con los apartados 4 y 5 del artículo 5 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, aprueben las comunidades autónomas o las entidades locales, contendrán como mínimo:

- a) La previsión de la cantidad de residuos de construcción y demolición que se producirán durante el período de vigencia del plan, desglosando las cantidades de residuos peligrosos y de residuos no peligrosos, y codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya.
- b) Los objetivos específicos de prevención, reutilización, reciclado, otras formas de valorización y eliminación, así como los plazos para alcanzarlos.
- c) Las medidas a adoptar para conseguir dichos objetivos, incluidas las medidas de carácter económico.
- d) Los lugares e instalaciones apropiados para la eliminación de los residuos.
- e) La estimación de los costes de las operaciones de prevención, valorización y eliminación.
- f) Los medios de financiación.

g) El procedimiento de revisión.

Decreto 200/2004, de 1 de octubre, de la Consell de la Generalitat, donde se regula la utilidad que tienen los residuos inertes que son adecuados en las obras, indicando que:

La normativa comunitaria en la materia viene establecida en la Directiva 75/442/CEE, de 15 de julio, relativa a los residuos, modificada por la Directiva 91/156/CEE, de 18 de marzo, que proporciona el marco jurídico para la definición, prevención y gestión de residuos, y la Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril, que regula el vertido de residuos, entre otras.

Esta última directiva considera conveniente fomentar el reciclado y aprovechamiento de los residuos, así como la utilización de los materiales y energía recuperados, con el fin de no malgastar los recursos naturales. A su vez, considera que, con arreglo a la citada Directiva 75/442/CE, el aprovechamiento de residuos inertes o no peligrosos apropiados mediante su utilización en obras de restauración, acondicionamiento y colmatación o con fines de construcción no necesariamente constituye una actividad de vertido, quedando excluidas dichas actividades del régimen jurídico aplicable al vertido de residuos tal y como vino a establecer el artículo 54. b) de la Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana.

Artículo 3. Residuos inertes adecuados

1. Se consideran residuos inertes adecuados aquellos que revistan características que los hagan aptos para su utilización de acuerdo con lo establecido en el artículo 4 del presente decreto. A tal efecto se considerarán adecuados los siguientes:

- a) Los excedentes no aprovechados de tierras y piedras no contaminadas de excavación y desmonte, codificados de acuerdo con la Lista Europea de Residuos como LER 17 05 04, tierras y piedras que no contienen sustancias peligrosas, y LER 20 02 02, tierra y piedras, y los residuos inertes homogéneos generados en el desarrollo de obras de infraestructuras hidráulicas, de transporte, comunicaciones, suministro energético y eléctrico, cuando la

utilización prevista para estos tipos de residuos suponga el empleo de un volumen inferior a 50.000 m³.

- b) Residuos inertes procedentes de la prospección, extracción de minas y canteras y tratamientos físicos y químicos de minerales, incluidos en el capítulo 1 de la Lista Europea de Residuos, con un contenido en humedad inferior al 70% en peso.
 - c) Residuos que, de conformidad con la legislación sectorial aplicable a materiales de construcción, sean aptos para su utilización en obras de restauración, acondicionamiento y relleno, o con fines de construcción.
 - d) Aquellos otros residuos a los que se refiere el artículo 5 del presente decreto, cuando sean declarados como tales por la conselleria competente en medio ambiente, de acuerdo con el procedimiento establecido en los artículos 6 y siguientes.
2. La utilización de residuos inertes adecuados no se considerará operación de eliminación de residuos, de acuerdo con el artículo 54 de la Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana.

Artículo 4. Utilización de los residuos inertes adecuados

Además de los destinos previstos en la Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana, los residuos inertes adecuados podrán utilizarse en:

- a) Obras de restauración: se entiende como tales aquellas actuaciones encaminadas tanto a la restauración de actividades mineras, se encuentren en explotación o abandonadas, de conformidad con el Real Decreto 2994/1982, de 15 de octubre, sobre restauración de espacio natural afectado por actividades mineras, como a la restauración ambiental en la clausura y mantenimiento posterior de vertederos, de conformidad con el artículo 14 del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre.

- b) Obras de acondicionamiento: son aquellas actuaciones encaminadas a la regularización topográfica de superficies, con fines constructivos, urbanísticos o agropecuarios.
- c) Obras de relleno: son las actuaciones desarrolladas en el marco de obras públicas o privadas para la colmatación de zanjas o cualquiera otra excavación.
- d) Fines constructivos: son las actuaciones consistentes en la utilización de este tipo de materiales, realizada bajo la supervisión de técnico competente, en aquellas obras en las que pudieran aprovecharse estos residuos, y en aquellos otros usos que se determinen de acuerdo con la legislación sectorial sobre materiales de construcción.

Artículo 7. Inicio y tramitación del procedimiento

1. El procedimiento de declaración de residuo inerte adecuado para su utilización concreta en obras de restauración, acondicionamiento y relleno o con fines constructivos se iniciará a solicitud del titular del residuo.
2. El titular del residuo, bien sea su productor, poseedor o gestor, que pretenda llevar a cabo la utilización del mismo, dirigirá su solicitud a la conselleria competente en medio ambiente, que podrá presentar en los registros de los servicios centrales o territoriales de dicho departamento o en cualquiera de las formas previstas en el artículo 38.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.
3. Además de cumplir los requisitos que se especifican en el artículo 70 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, la solicitud deberá acompañarse de la siguiente documentación:
 - a) Identificación del solicitante y, en su caso, acreditación de la representación que ostenta.
 - b) Fuente y origen del residuo.

- c) Código conforme a la Lista Europea de Residuos (Orden 304/2002, de 8 de febrero, del Ministerio de Medio Ambiente).
- d) Información sobre el proceso de producción que genera el residuo (descripción y características de las materias primas y de los productos).
- e) Cantidades previstas a generar del residuo.
- f) Utilización prevista del residuo, indicando además ubicación (referencia catastral y coordenadas UTM), duración de la actuación, volúmenes y cantidades de residuo a emplear.
- g) Autorizaciones o licencias urbanísticas que sean de aplicación en la utilización prevista.
- h) Estudio del emplazamiento de la actuación: afección a espacios naturales, vías pecuarias, clasificación y calificación del suelo afectado, inundabilidad, cuencas drenantes, afección al Dominio Público Hidráulico, geología e hidrogeología local, geomorfología y paisajismo.
- i) Datos sobre la composición del residuo y el comportamiento de lixiviación conforme a los valores límite establecidos en el apartado 2.1.2 del anexo de la Decisión 2003/33/CE, del Consejo, de 19 de diciembre de 2002, por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31/CE, del Consejo, de 26 de abril.
- j) Contenido de humedad expresado en porcentaje sobre el peso total del residuo. Densidad.
- k) Aspecto del residuo (color, forma física).
- l) Justificación firmada por técnico competente, acerca de la aptitud geotécnica del residuo para la utilización solicitada.
- m) Precauciones adicionales que deben tomarse en la utilización del residuo.

- n) Comprobación de la imposibilidad de reciclado o valorización del residuo de acuerdo con las mejores técnicas disponibles.
4. No será obligatoria la presentación de los datos establecidos en el inciso i) del apartado anterior en las solicitudes relativas a la utilización de los residuos indicados en el artículo 5.a) del presente decreto.
 5. Los documentos previstos en la letra a) del número 3 anterior, deberán presentarse en copias auténticas, expedidas por fedatario público o por los funcionarios encargados de la recepción de las solicitudes, previa presentación del documento original.
 6. Si la solicitud o la documentación aportada resultara incompleta o no reuniera los requisitos establecidos o la administración considerase necesaria la ampliación de datos obrantes en ella, conforme a lo establecido en el artículo 71 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, se requerirá al interesado para que en el plazo de 10 días subsane la falta o aporte los documentos pertinentes, con indicación de que si así no lo hiciese, se le tendrá por desistido de la petición, previa resolución que deberá ser dictada en los términos previstos en el artículo 42 de la mencionada ley.
 7. Durante la instrucción del procedimiento la conselleria competente en medio ambiente podrá recabar de los solicitantes cuanta información considere necesaria y realizar cuantos actos de comprobación estime oportunos para emitir una resolución sobre el fondo del asunto.

Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006.

El Consejo de Ministros, en su reunión de 1 de junio de 2001, adoptó, entre otros, un Acuerdo por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006.

Con el fin de asegurar la efectividad de su publicidad, esta Secretaría General de Medio Ambiente ha resuelto disponer la publicación en el "Boletín Oficial del Estado" del citado Acuerdo, como anexo a la presente Resolución.

- **Situación Actual**

Los residuos de construcción y demolición (RCDs), código C.E.R. proceden en su mayor parte de derribos de edificios o de rechazos de los materiales de construcción de las obras de otros de nueva planta y de pequeñas obras de reformas en viviendas o urbanizaciones. Se conocen habitualmente como "escombros". Con arreglo a la legislación española -Ley 10/1998, de Residuos- la competencia sobre su gestión corresponde a las Comunidades Autónomas, a excepción de los RCD procedentes de obras menores domiciliarias.

- **Datos Estadísticos**

Aunque hay varias Comunidades Autónomas que dedican un apartado específico a este tipo de residuos en sus respectivos Planes de Residuos Urbanos, hasta la fecha sólo se ha dispuesto de escasos datos cuantitativos sobre el volumen de RCDs generados en nuestro país, a menudo referidos a la primera mitad de la década de los noventa donde la situación de crecimiento de la economía, y más en concreto en el sector inmobiliario, era muy distinta a la de los dos o tres últimos años.

En la Comunidad Autónoma de Cataluña, en documentos y publicaciones de los años 1995-1997, que se refieren a datos de los años inmediatamente anteriores, se calculó el ratio RCDs/hab./año para dos ámbitos diferentes:

- A) Área metropolitana de Barcelona, con una producción anual estimada de 375 kilogramos por habitante.
- B) Otras comarcas de la misma Comunidad, con una recogida media de 275 kilogramos por habitante y año.

En el Programa de Residuos de la Construcción en Cataluña, editado por la Junta de Residuos, se estimaba la producción por habitante y año, en el quinquenio 1995-

1999, en 235 kilogramos/hab./año. Sin embargo, de acuerdo con los datos de gestión de RCDs a través de plantas de reciclaje y vertederos, controlados, han sido gestionados correctamente 4.000.000 de toneladas en 1999.

Estas cifras son sensiblemente coincidentes con las que figuran en el Plan Director de Gestión de RSUs del País Vasco, de 294,5 kilogramos, Plan en el que también se baraja la hipótesis de 1 kilogramo/hab./día.

Posibilidades Tecnológicas de Reutilización y Valorización de Rcds

1.3.1 Tipos de RCDs.

La mayor parte de los residuos procedentes de la construcción o demolición de los edificios se pueden calificar como inertes, a excepción de una pequeña proporción de peligrosos y no inertes como, por ejemplo, el amianto, fibras minerales, los disolventes y algunos aditivos del hormigón, ciertas pinturas, resinas y plásticos.

Además, en los escombros de demolición pueden aparecer otros como CFCs de los conductos de refrigeración, PCBs de transformadores, compuestos halogenados para protección del fuego y luminarias de mercurio, sodio o níquel-cadmio.

Hay un segundo grupo de residuos que no son tóxicos en sí mismos, pero que pueden sufrir reacciones en las que se produzcan sustancias tóxicas. Aquí se podrían incluir las maderas tratadas, que pueden desprender gases tóxicos al valorizarlas energéticamente, o algunos plásticos no valorizables.

Principios de Gestión De Los RCD Como Objetivos Ecológicos

- **Principios de Gestión**

Es obligado en todo Plan de Gestión de Residuos respetar el llamado principio de jerarquía, contemplado en el artículo 1.1 de la Ley 10/1998, de Residuos. Se trata, por tanto, de prevenir en la medida de lo posible, reutilizar lo que se pueda, reciclar lo que no se pueda reutilizar, mediante la recuperación selectiva en origen con vistas a su posterior tratamiento tanto de los materiales reciclables mixtos como de

materiales destinados a plantas de tratamiento, y valorizar energéticamente todo lo que no se pueda reutilizar o reciclar. El depósito final en vertedero es la última opción, la menos satisfactoria. Este principio de orden general puede ser matizado en razón de los condicionantes tecnológicos y económicos que se den en cada caso.

- **Instrumentos**

Para el logro de estos objetivos se proponen las siguientes medidas instrumentales:

- a) Elaboración de una normativa específica para la gestión de los RCDs basada en los principios de jerarquía, recogido en el artículo 1.1 de la Ley 10/1998, de Residuos, y en el de responsabilidad del productor. Todo ello considerando la cadena completa de agentes que intervienen en el ciclo integral del residuo, desde su origen hasta un destino y gestión final. En esta norma se tendrá en cuenta la posibilidad de ligar las licencias de obra, a la correcta gestión de los RCDs y se exigirá que los RCDs sean clasificados y descontaminados, en la medida de lo posible, "in situ", en las obras mismas, para facilitar su posterior gestión.
- b) Redacción de una norma técnica de calidades de los materiales reutilizables o reciclables procedentes de los RCDs.
- c) Reducción de la eliminación de RCDs mediante tasas, cánones o precios desincentivadoras de vertido.

Imposición de una tasa mínima de vertido. En todo caso, las anteriores medidas se configuran con carácter opcional y para ser articuladas por parte de las Administraciones competentes.

- d) Suscripción de Acuerdos Voluntarios con los sectores empresariales con vistas al logro de los objetivos del presente Plan.
- e) Ayudas a la elaboración de un inventario o listado, por Comunidades Autónomas, de los vertederos de inertes existentes, detallando su estado actual y las

posibilidades de recuperación. Clausura de los que no sean adaptables a las nuevas exigencias de la Directiva de Vertido, D.99/31/CE.

- f) Ayudas a la adaptación de los vertederos existentes y a la recuperación ambiental de los clausurados por irrecuperables.
- g) Ayudas a Programas I+D tendentes a la mejora de la gestión de los RCDs, incluidas las técnicas de demolición, y a la búsqueda de nuevas posibilidades de reutilización o reciclaje.
- h) Ayudas a la construcción de plantas de tratamiento de RCDs reutilizables o reciclables.
- i) Ayudas a la creación de depósitos y vertederos de RCDs que cumplan las nuevas exigencias y las condiciones del presente Plan.
- j) Ayudas a la elaboración de un Inventario, sistema informativo y bases de datos sobre la generación y gestión de los RCDs, con vistas a su incorporación al Inventario Nacional de Residuos.
- k) Ayudas a la realización de programas de divulgación y concienciación ciudadana tendentes al logro de los objetivos del Plan.
- l) Ayudas a los programas de formación de personal especializado.

- **Financiación de las Inversiones**

A los efectos previstos en el apartado anterior, el Ministerio de Medio Ambiente, para aquellas actuaciones que teniendo en cuenta su "capacidad de generación de ingresos" hagan necesario para su viabilidad aportaciones adicionales a las que los responsables de la correcta gestión de los residuos y las Administraciones públicas competentes puedan realizar, impulsará la utilización del Fondo de Cohesión y del Fondo FEDER como instrumentos de apoyo a la financiación de éstas, de acuerdo con los siguientes criterios:

1. Dentro del marco financiero establecido en el Consejo de Política Fiscal y Financiera y de la Comisión Nacional de Administración Local, se maximizará la

cuantía del Fondo de Cohesión que se destine a financiar las actuaciones del Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición.

2. El Ministerio de Medio Ambiente priorizará todas las propuestas de financiación de actuaciones de iniciativa pública que se vayan a cofinanciar con cargo al Fondo de Cohesión (Comunitarios) y que sean presentadas por las Comunidades Autónomas y Corporaciones Locales y que estén incluidas en el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición.
3. En la financiación de las actuaciones previstas en el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición y que se vayan a cofinanciar con Fondos Comunitarios tendrá en cuenta las normas y reglamentos específicos que soportan la aplicación de dichos Fondos, en especial:
 - a) Aplicación del principio "quien contamina paga", tal y como recoge el apartado 1 del artículo 7 del Reglamento (CE) número 1264/1999 del Consejo, que modifica el Reglamento (CE) número 1164/1994, por el que se crea el Fondo de Cohesión, y la letra c) del artículo 29 del Reglamento (CE) número 1260/1999 del Consejo, por el que se establecen las disposiciones generales sobre los Fondos Estructurales.
 - b) Capacidad de generación de ingresos o ingresos estimados generados por el proyecto tal como se recoge en el artículo 7 del Reglamento (CE) número 1264/1999 del Consejo, por el que se crea el Fondo de Cohesión, y el apartado 4 del artículo 29 del Reglamento (CE) número 1260/1999 del Consejo, por el que se establecen las disposiciones generales sobre los Fondos Estructurales.

Hasta tanto no se dicten las normas de desarrollo para la aplicación del principio "quien contamina paga", las Comunidades Autónomas estarán obligadas a presentar, con carácter previo a cualquier solicitud de ayuda del Fondo de Cohesión, un calendario gradual de introducción del mencionado principio en el ámbito de los residuos contemplados en este Plan y que incluya los siguientes criterios:

Fomento de un sistema en virtud del cual, por medio de porcentajes de ayuda diferentes, los costes medioambientales relacionados con el tratamiento de la contaminación y/o las medidas preventivas sean sufragados por quienes provocaron la contaminación.

La aplicación del principio de "quien contamina paga" deberá ser compatible con los objetivos de la cohesión económica y social.

Su desarrollo deberá ser progresivo y afectar al conjunto de sectores de infraestructuras cubiertos por la financiación comunitaria.

Deberá tenerse en cuenta la aceptación social del principio de tarificación.

Deberán tenerse en cuenta las disposiciones del Tratado relativas a la utilización prudente y racional de los recursos.

El Ministerio de Medio Ambiente evaluará todas las solicitudes de financiación que sean presentadas para ser financiadas mediante el Fondo de Cohesión, para garantizar la correcta aplicación y destino de dichos fondos desde el punto de vista ambiental, así como para comprobar la necesidad de aportación de Fondos Comunitarios considerando la capacidad de generación de ingresos de la actuación, graduando, en su caso, la aportación.

A efectos de la citada evaluación y graduación de la ayuda, teniendo en cuenta la introducción del principio "quien contamina paga", se considerarán como prioritarias las iniciativas dirigidas a:

- a) La prevención de la generación de residuos, entendiendo como tal el conjunto de medidas destinadas a conseguir la reducción de la generación de residuos, así como de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos. La prevención puede comportar la sustitución de equipos y la modificación de procesos, así como la revisión en el diseño de los productos, la sustitución de materias primas y las mejoras en el mantenimiento y control de existencias. Las actuaciones descritas en el apartado d) resultan de capital importancia para atender esta prioridad.

Se primarán igualmente aquellas medidas tendentes a repercutir el coste de la gestión y tratamiento de los residuos a los poseedores o productores de los mismos mediante el establecimiento de medidas de carácter económico y/o fiscales progresivas en función de la cantidad de residuos generada.

b) Reutilización y reciclaje: Las acciones que permitan recuperar residuos generados dentro del propio proceso productivo, externamente, a través de empresas especializadas, unidas a las actuaciones de reducción en origen mencionadas en el punto anterior, las cuales comportan una menor necesidad de tratamiento externo de los residuos generados, una "minimización" de los mismos, con evidentes ventajas ambientales y económicas para las empresas afectadas y para el conjunto de la sociedad.

c) Infraestructura de tratamiento: Vertederos de rechazos e instalaciones de valorización. Todos los residuos que no hayan podido ser minimizados, reutilizados, reciclados o recuperados deben ser tratados o depositados en las infraestructuras adecuadas. Las Administraciones Públicas competentes cooperarán en la identificación de los emplazamientos aptos desde el punto de vista ambiental.

- **Inversiones de Iniciativa Privada en Prevención e Infraestructuras.**

Las actuaciones de iniciativa privada en infraestructuras que se desarrollen al amparo de este Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición, se financiarán con cargo a las contribuciones de los agentes, organizaciones o personas legalmente responsables del coste de la correcta gestión ambiental de los residuos y, en su caso, con apoyo de las aportaciones presupuestarias de las administraciones Públicas competentes, y de cualesquiera otras ayudas que concede el Estado para fomentar la actividad empresarial y/u orientar su localización hacia zonas previamente determinadas para reducir las diferencias de situación económica en el territorio nacional.

No obstante lo anterior, con sujeción a la normativa de la Unión Europea de apoyo a empresas, respetando el principio de "quien contamina paga" y teniendo en cuenta

la capacidad de generación de ingresos, para aquellas actuaciones cuya viabilidad precise la aportación de ayudas adicionales, el Ministerio de Medio Ambiente, previa evaluación de la adecuación de la inversión al Plan y los principios anteriormente indicados, contribuirá financieramente, de acuerdo con sus disponibilidades presupuestarias y en colaboración con las Comunidades Autónomas, hasta los porcentajes que se indican en la tabla número 5 y, en todo caso, sin superar el importe de ayuda que a cada actuación realice la propia Comunidad Autónoma, en las líneas que en esa misma Tabla se indican.

- **Inversiones de investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I).**

Las medidas de Investigación, Desarrollo e Innovación tendentes a potenciar y mejorar el conocimiento de la situación de los residuos, impulsar las más avanzadas técnicas en su gestión, la prevención, la reutilización y reciclaje, así como la búsqueda de salidas y usos comerciales de los materiales reciclables procedentes de los residuos incluidos en el presente Plan, se financiarán, con una inversión máxima de 1.000 millones de pesetas (6.010.121,04 Euros), con cargo a las contribuciones de los agentes, organizaciones o personas legalmente responsables del coste de la correcta gestión ambiental de los residuos, a las aportaciones de las Administraciones públicas competentes y, en su caso, con el apoyo de las Comunidades Autónomas y de la Administración General del Estado.

- **Actuaciones de Concienciación Ciudadana, Control Estadístico y Formación de Personal Especializado.**

Las medidas y programas de concienciación y divulgación ciudadana, formación de personal especializado, así como los estudios para la elaboración de inventarios, bases de datos, sistemas de información y verificación de la calidad de datos de producción y gestión de residuos incluidos en el presente Plan, se financiarán con cargo a las contribuciones de los agentes, organizaciones o personas legalmente responsables del coste de la correcta gestión ambiental de los residuos, a las aportaciones de las Administraciones públicas competentes y, en su caso, con el apoyo de las Comunidades Autónomas y de la Administración General del Estado.

El Ministerio de Medio Ambiente, colaborará en las campañas de concienciación ciudadana que realicen las Administraciones competentes, mediante iniciativas que se enmarcarán en las Campañas de Comunicación sobre Desarrollo Sostenible que, en su caso y dentro de sus disponibilidades presupuestarias, promueva.

Igualmente, se promoverá el desarrollo e implantación de un Sistema de Información, homogéneo e interconectado, sobre la producción y gestión de residuos, accesible a las administraciones y agentes sociales, con la inversión máxima prevista.

El Ministerio de Medio Ambiente promoverá la realización de cursos específicos de formación de personal especializado en la gestión de los residuos incluidos en el presente Plan, mediante iniciativas que se enmarcarán en los Programas de Educación Ambiental que, en su caso y dentro de sus disponibilidades presupuestarias, pueda realizar, por sí mismo o a través de otras entidades.

2.1.2 Leyes y/o Decretos Extranjeros

En este aparte se presenta algunas normativas y leyes que rigen a constructoras y empresas de manejo de residuos en el extranjero, sobre su almacenamiento, transporte y tratamiento. A demás se presentan otros textos que facilitan visualizar el enfoque en el extranjero respecto a las disposiciones finales que tienen los Residuos Sólidos de Construcción (Gestión de residuos de construcción y demolición en la UE, mayo del 2018, pág. 32).

AUSTRIA

Según la norma Austriaca ONORM B3151, se elaboró una lista de materiales la cual debe eliminarse de la edificación antes de la demolición ya que representan o contienen sustancias peligrosas (**Web 13**):

- Fibras minerales artificiales sueltas (si son peligrosas).
- Componentes o piezas que contienen aceites minerales (por ejemplo, un tanque de aceite); detectores de humo que tienen componentes radiactivos.
- Chimeneas industriales (por ejemplo, cajas refractarias, ladrillo o material de

revestimiento).

- Material de aislamiento fabricado a partir de elementos que contienen clorofluorocarbonos (CFC) (como por ejemplo paneles sándwich).
- Escoria (por ejemplo, escoria utilizada en falsos techos).
- Suelos contaminados por aceites u otros productos.
- Escombros de incendios o contaminados por otros motivos.
- Materiales aislantes que contienen policlorobifenilos (PCB).
- Equipamiento o elementos eléctricos que contienen sustancias contaminantes (por ejemplo, lámparas de descarga que contienen mercurio, tubos fluorescentes, lámparas de bajo consumo, condensadores que contienen PCB, otros equipamientos eléctricos que contienen PCB, cables que contienen líquidos aislantes).
- Líquido refrigerante y elementos aislantes de dispositivos de refrigeración o de aparatos de aire acondicionado que contienen clorofluorocarbonos (CFC).
- Materiales que contienen hidrocarburo aromático policíclico (HAP) (por ejemplo, betún asfáltico, cartón asfaltado, bloques de corcho, escoria).
- Elementos que contienen o están impregnados con sal, aceite, alquitrán, fenol (por ejemplo, madera impregnada, cartón, traviesas ferroviarias, postes).
- Elementos que contienen amianto (por ejemplo, cemento de amianto, amianto pulverizado, acumuladores nocturnos, suelos de amianto).
- Otros materiales peligrosos.

BELGICA

Tracimat es una organización independiente (Web 14) sin fines de lucro de gestión de demolición, que emite un “certificado de demolición selectiva” para un material concreto de construcción y demolición. El certificado de demolición muestra al responsable del procesamiento si puede aceptarse el material de construcción y demolición como “material con riesgos medioambientales reducidos”, lo que significa que el comprador (centro de reciclaje) puede estar bastante seguro de que

dicho material cumple los criterios de calidad para ser procesado en el centro de reciclaje. Por consiguiente, el “material con riesgos medioambientales reducidos” puede procesarse separado del “material con riesgos medioambientales elevados”. Debido a su origen o calidad desconocidos, el “material con riesgos medioambientales elevados” debe controlarse de forma más estricta que el “material con riesgos medioambientales reducidos”, de modo que el procesamiento resultará más costoso. Todo esto potenciará la confianza en los contratistas de demolición y en el producto reciclado, generando así una comercialización mejor y más extendida de materiales reciclados de construcción y demolición. En el futuro, las autoridades públicas competentes pueden reconocer otras organizaciones de gestión de residuos de demolición.

Tracimat solo expide un certificado de demolición selectiva una vez que los residuos han pasado por el sistema de trazabilidad. El proceso de trazabilidad empieza con la elaboración de un inventario de demolición y de un plan de gestión de residuos por parte de un experto antes de la demolición selectiva y de las labores de desmantelamiento.

BRUSELAS

El proyecto OPALIS es una página web (Web 15) que pone en contacto a los comerciantes de segunda mano con comisionistas, como los arquitectos y contratistas de obras, al proporcionarles un inventario en línea del sector profesional de materiales de construcción recuperados. De esta forma, aumenta el potencial, tanto de la recogida de materiales recuperados como de la oferta de estos materiales para la venta.

El sitio web contiene información detallada y fotografías de todos los comerciantes de una zona de un radio de una hora en coche desde Bruselas (pero también proporciona nombres de empresas situadas en Francia y Países Bajos), así como datos sobre los distintos tipos de materiales. Dado el carácter local del proyecto, el sitio web está disponible en francés y neerlandés.

FRANCIA

La normativa francesa para la construcción y los proyectos inmobiliarios especifica cómo identificar los residuos procedentes de la demolición y restauración de edificios (Web 16). Los edificios a los que atañe son aquellos cuyos pisos tengan una superficie superior a 1000 (mil) metros cuadrados (m²) o instalaciones agrícolas, industriales o comerciales que hayan estado expuestas a sustancias peligrosas. Las obras implican la reconstrucción o la demolición de gran parte de la estructura del inmueble. La entidad contratante tiene que llevar a cabo la identificación antes de ejecutar el permiso de demolición y antes de aceptar los presupuestos para la contratación.

La identificación debe incluir la naturaleza, la cantidad y la ubicación de materiales y residuos y sus medios de gestión, especialmente para aquellos que se reutilicen in situ, se recuperen o eliminen. Esta lista se proporciona a cualquiera que trabaje en las obras de demolición.

Cuando finalizan las obras, la autoridad contratante redacta una evaluación de las obras en la que indica la naturaleza y la cantidad de los materiales que finalmente se han reutilizado in situ y las de los residuos recuperados o eliminados. La entidad contratante envía el formulario a la Agencia francesa de Medio Ambiente y Control de la Energía, que cada año presenta un informe al ministerio que se ocupa del sector de la construcción.

Ivestigigo es un software de trazabilidad para residuos de construcción y demolición (Web 17). Fue creado por la Asociación francesa de Demolición (SNED) y es una plataforma en línea cuyo fin es facilitar la trazabilidad y respetar las normativas francesas de residuos aplicables a las empresas. Más concretamente, un usuario puede crear, editar e imprimir formularios de rastreo de residuos para todos los residuos de construcción y demolición (ya sean inertes, no peligrosos, peligrosos o amianto) y mantener un registro de los residuos para cada obra de demolición conforme a las normativas francesas. Un panel y varios indicadores permiten que las empresas realicen un seguimiento exhaustivo de los residuos que producen y

mejoren la comunicación con los clientes. Por último, Ivestigigo es gratuito para los miembros de la Asociación francesa de Demolición.

El sistema francés de auditoría y gestión voluntario, QUALIRECYCLE BTP (bâtiments et travaux publics/edificios y obras públicas), es un sistema de gestión desarrollado por el sindicato de empresas de reciclaje de BTP (SR BTP) para que las empresas de gestión de residuos evalúen, notifiquen y mejoren su desempeño en los ámbitos del cumplimiento, el medio ambiente y la seguridad y para que demuestren su compromiso con los problemas de la recuperación.

El marco del sistema consta de cinco secciones con parámetros obligatorios y recomendados para evaluar el nivel de (Web 18):

- Gobernanza y transparencia.
- Cumplimiento de la normativa.
- Supervisión de las repercusiones medioambientales de la actividad.
- Seguridad del personal y condiciones laborales.
- Desempeño en términos de índices de clasificación y recuperación.

La etiqueta la concede el comité de seguimiento del Syndicat des Recycleurs du BTP (organización profesional relacionada con la asociación de constructores francesa), tras superar una auditoría específica para obtenerla llevada a cabo por un consultor independiente.

En particular, participa en el apoyo al diseño y despliegue de herramientas de implementación y monitoreo para la secuencia ERC (evitar, reducir, compensar) y contribuye al Programa francés de evaluación de ecosistemas y servicios de los ecosistemas (EFESE), así como metodologías relacionadas con el daño ecológico.” que cuenta con (Web 19):

- “Brindar apoyo al estado y los territorios en el desarrollo y despliegue de políticas públicas para la gestión del agua y los ambientes acuáticos .”
- “Emprender acciones para apoyar a las autoridades locales y los actores económicos en el campo de la economía circular. particularmente en el sector de la construcción, que es un gran consumidor de recursos minerales

primarios y un productor de desechos al trabajar en beneficio de materiales alternativos, comisiones públicas, experimentación y diseño ecológico.”

- El enfoque seleccionado en el marco de la Decisión 2003/33/CE de la Comisión Europea, que ha permitido crear un proceso y almacenamiento europeos armonizados.

Este enfoque se ha aplicado a tres fuentes de residuos: residuos de demolición, cenizas de fondo de horno obtenidas a partir de residuos no peligrosos y residuos de escoria de acería. Actualmente se aplica a los sedimentos dragados, la arena de fundición y las cenizas de plantas de energía térmica.

HOLANDA

El BRL SVMS-007 es un instrumento voluntario (no es jurídicamente vinculante) para fomentar la calidad en el proceso de demolición. A los clientes que se ciñen a este sistema de certificación de la contratación y licitación se les garantiza una demolición in situ segura y ecológica. El sistema está controlado por terceros y por el Consejo de Acreditación. El proceso de demolición certificado sigue cuatro fases (*Web 20*):

- **Fase 1 Auditoría previa a la demolición:** El contratista de demolición lleva a cabo una inspección detallada del proyecto de demolición y elabora un inventario de los materiales (tanto peligrosos como no peligrosos) para conocer la naturaleza, la cantidad y cualquier posible contaminación de los materiales de demolición obtenidos. Se realiza un inventario de los riesgos que supone para la seguridad en el trabajo y de los riesgos para la seguridad en el entorno.
- **Fase 2 Plan de gestión de residuos:** Se elabora un plan de gestión de residuos que incluya una descripción del método de demolición selectiva y ecológica, el procesamiento o la retirada de flujos de materiales obtenidos, las medidas de seguridad que deben tomarse y los requisitos que debe aplicar el cliente.
- **Fase 3 Ejecución:** La ejecución de la demolición tiene lugar de acuerdo con el plan de gestión de residuos. Participan expertos del ámbito de la seguridad y la

demolición ecológica y los contratistas de demolición certificados trabajan con equipamiento aprobado. El contratista de demolición debe garantizar que el emplazamiento de demolición es seguro y está bien organizado y que los flujos de material obtenidos no contaminan el suelo ni el entorno.

- **Fase 4 Informe final:** La ejecución del proyecto se realiza en consulta con las partes implicadas. El contratista de demolición elabora el informe final de los materiales de demolición obtenidos y lo proporciona al cliente previa solicitud.

El reciclaje de residuos de construcción y demolición en los Países Bajos comenzó en la década de 1980 (Web 21). El principal factor determinante fue la contaminación del suelo debido a la descarga en vertederos. Como respuesta a este problema, los Países Bajos elaboraron su propia jerarquía de residuos. La aplicación de la nueva política consistía en prohibiciones de descarga en vertederos y objetivos de reciclaje. Se elaboró un plan nacional para los residuos de construcción y demolición que debían aplicar todas las partes interesadas y que asignaba tareas y responsabilidades a cada una de ellas. Una de las labores concretas del sector del reciclaje era desarrollar sistemas de garantía de calidad.

El reciclaje comenzó mediante una trituración relativamente sencilla de los residuos inertes de construcción y demolición para formar áridos reciclados. Estos se utilizaban para diferentes aplicaciones, incluida la que ahora se conoce como «relleno». La trituración de residuos inertes de construcción y demolición ha sido la principal actividad durante muchos años. Puesto que también se prohibió la descarga en vertederos de residuos mixtos de construcción y demolición, se pusieron en marcha nuevos centros para clasificar este material. Dichos centros recuperan materiales como madera, metales, plásticos y materiales inertes.

Reciclar otros materiales ha resultado más complicado. Estos materiales constituyen proporciones más reducidas de los residuos de construcción y demolición y normalmente su reciclaje requiere mayores aportaciones. Otros materiales que cada vez se reciclan más son, por ejemplo:

- ✓ Vidrio plano: existe un sistema de recogida de vidrio plano puesto en marcha

por el sector del vidrio y este material puede llevarse gratuitamente a puntos de recogida; ventanas de PVC: existe un sistema de recogida de ventanas de PVC y estas también pueden llevarse gratuitamente a puntos de recogida;

- ✓ Yeso: hace unos años el gobierno y el sector llegaron a un acuerdo para intentar que los Países Bajos fueran líderes en reciclaje de yeso. El yeso se almacena por separado, principalmente para evitar que afecte a la calidad del reciclaje de los residuos inertes de construcción y demolición;
- ✓ Tuberías de PVC: uno de los responsables del reciclaje ha desarrollado un proceso de reciclaje para las tuberías de PVC. El PVC se microniza para que cumpla los requisitos para ser utilizado en nuevas tuberías de PVC;
- ✓ Materiales de cubierta: el material de cubierta asfáltico puede recuperarse y procesarse para después ser utilizado parcialmente en nuevas construcciones de cubiertas y parcialmente en asfalto.

INGLATERRA

La Olympic Delivery Authority (ODA) estableció objetivos ambiciosos de sostenibilidad para la demolición del Parque Olímpico de Londres, que incluían un objetivo general de reutilización o reciclaje de al menos el 90 % del peso total del material de demolición. El objetivo general de la ODA se superó en un 8,5 %, con menos de 7 000 toneladas de residuos depositadas en vertederos. Algunas de las lecciones aprendidas de este proyecto son (Web 22):

- 1) Llevar a cabo una auditoría previa a la demolición e incluir una encuesta de reclamación.
- 2) Utilizar estos datos, así como las consultas con especialistas en regeneración, para establecer objetivos prioritarios de reutilización y regeneración de materiales clave antes de convocar licitaciones, que en circunstancias ideales deben estar vinculados a los objetivos de emisiones de carbono.
- 3) Incluir objetivos de reutilización y regeneración claros como elementos independientes y complementarios al objetivo de reciclaje general y explicarlos

claramente en el proceso y en los contratos de licitación; explicitar la responsabilidad de la demolición.

- 4) Incentivar el uso de contratistas especializados y el cumplimiento de los objetivos de reutilización.
- 5) Exigir que el proyecto mida la huella de carbono total del proceso de demolición y de la nueva construcción en el emplazamiento.
- 6) Exigir que la reutilización se introduzca en una base de datos de materiales y en los planes de gestión de residuos del emplazamiento.
- 7) Se recomienda diseñar talleres e iniciativas de comunicación en equipo con otros proyectos locales de regeneración; las visitas periódicas a la obra son fundamentales.
- 8) Incluir el uso de materiales reutilizados y obtenidos en el emplazamiento en el diseño y los contratos de construcción del nuevo proyecto de construcción.
- 9) Disponer de espacio de almacenamiento suficiente para reutilizar los productos de construcción.

ITALIA

En Italia la aplicación de impuestos a la arena, la grava y los materiales rocosos son descentralizados y se aplica desde principios de los años noventa. No se aplica ningún tipo impositivo común a nivel nacional (Web 23). Al contrario, cada región aplica tipos diferentes a nivel provincial y municipal, por metro cúbico de arena, grava y materiales rocosos obtenidos. Los ingresos procedentes de los impuestos son recaudados por los municipios y la legislación establece obligatoriamente que se destinen a «inversiones compensatorias» en las localidades en las que se explotan canteras. En Italia, los impuestos aplicables a los áridos constituyen solo uno de los elementos de un sistema de planificación, autorización y regulación muy complejo de las actividades de explotación de canteras.

Los impuestos de extracción no van destinados principalmente a reducir la cantidad extraída ni a promover el reciclaje. Su fin es contribuir a los costes externos

relacionados con las actividades de explotación de canteras mediante la financiación de inversiones de conservación de tierras realizadas por los municipios y otras instituciones que comparten los ingresos, que en su mayor parte asumen los municipios. Los resultados del análisis sugieren que el efecto del impuesto aplicable a la extracción ha sido muy limitado. El nivel de dicho impuesto en general es demasiado reducido (alrededor de 0,41-0,57 EUR/m³) para que ejerza ningún impacto real sobre la demanda.

POLONIA

El *Ministerio de Medio Ambiente de Polonia en el año 2016* expuso que los objetivos del programa de reducción del amianto en Polonia (2009-2032) son los siguientes (*Web 24*):

- a) Retirada y eliminación de los productos que contienen amianto.
- b) Minimización de los efectos nocivos para salud causados por la presencia de amianto en Polonia.
- c) Eliminación de los efectos perjudiciales del amianto sobre el medio ambiente.

Las actividades grupales del programa previstas para su ejecución a nivel central, regional y local se centran en cinco ámbitos temáticos:

- a) Actividades legislativas.
- b) Actividades informativas y educativas dirigidas a niños y jóvenes, formación para empleados de administraciones gubernamentales y autonómicas, elaboración de material de formación, fomento de tecnologías para la destrucción de las fibras de amianto, organización de actividades de formación, seminarios, conferencias y congresos a escala nacional e internacional y participación en los mismos.
- c) Actividades relacionadas con la eliminación del amianto y de los productos que lo contienen de los inmuebles, instalaciones públicas y obras de los antiguos productores de productos de amianto, mediante la limpieza de las instalaciones y la construcción de vertederos.

- d) Supervisión de la ejecución del programa mediante un sistema electrónico de información espacial.
- e) Actividades en el ámbito de la evaluación de la exposición al amianto y de la protección de la salud.

SUECIA

La Federación de Construcción de Suecia (Sveriges Byggindustrier) en el año 2016 publicó por primera vez las directrices para el manejo de recursos y residuos en la construcción y demolición en 2007. Donde contiene textos normativos del sector para los siguientes procesos (Web 25):

- Auditoría previa a la demolición y contratación.
- Listas de ejemplos y directrices para materiales concretos, que se encuentran a menudo en la demolición, que deben especificarse en la documentación de la auditoría previa a la demolición.
- Reutilización, clasificación de residuos en origen y gestión de residuos, junto con la contratación de contratistas de demolición.
- Clasificación de residuos en origen y gestión de residuos, junto con la contratación de contratistas de construcción.

2.1.3 Levantamiento Fotográfico

Para el desarrollo del levantamiento fotográfico se realizan visitas a obra, para observar las construcciones y conocer los procesos para el manejo de residuos; existen contratistas de escombros y de materiales peligrosos que se encargan del manejo y disposición.

Para determinar los volúmenes de los residuos sólidos generados en obras y su composición, se recurre a las constructoras, donde es muy difícil obtener los volúmenes exactos de cada material, ya que sólo requiere separar los residuos peligrosos y es trabajo que ocuparía mucho tiempo y recursos.

Otro de los problemas con los que deben lidiar las constructoras, es el espacio, ya que existen proyectos con emplazamientos pequeños por lo que es un reto de logística el manejar el espacio destinado a las oficinas, maquinaria, despacho de los camiones, acopio de materiales, grupos de trabajo y contenedores de residuos. Entre las obras visitadas para realizar el levantamiento fotográfico está una empresa, donde la obra se encuentra en Denia (Ver figura 2).



Figura 2: Contenedores con los RCD

Fuente: Diseño del Autor

España no cumple con los requisitos de separar los residuos de la construcción en diferentes contenedores, aunque tengan el espacio disponible en la obra, sin embargo, esta es una obra como muchas, que hay en toda Valencia, que, aunque cuente con el espacio disponible no lo hacen ya que carecen de incentivo o también

es posible que contraten una empresa que se encargue de llevarse los contenedores y luego separarlos para su reciclaje.

En esta imagen se puede ver materiales de distintos tipos desechados en un solo contenedor. (Ver figura 3)



Figura 3: Varios Desechos con los RCD en un Solo Contenedor.

Fuente: Diseño del Autor

En la siguiente obra (Ver figura 4), que se encuentra en Patraix en Valencia, España, se puede observar que tienen un poco más de control a la hora de separar los residuos, donde se observa el ladrillo cerámico y el bloque de hormigón en distintos contenedores. Al ser una obra de gran magnitud donde trabajan diferentes empresas en distintos sectores de la obra, se tiene más control en la planificación de los desechos de la construcción y así hacer un trabajo más eficiente aun teniendo el espacio mucho más reducido que en la obra anterior.



Figura 4: RCD Separados en Distintos Contenedores

Fuente: Diseño del Autor

Por último, en la obra de la avenida El Puerto en Valencia, España, como en la anterior, es una obra donde trabajan varias constructoras y al ser de gran escala y tener muy poco espacio para varios contenedores, decidieron contratar a una empresa “GALAN S.L.” que se encarga de gestionar cualquier tipo de residuo no peligroso procedente de obras e industrias, haciendo propuesta económica basada en el análisis detallado del vertido y su posterior gestión, valorización o eliminación, garantizando la gestión de los residuos no peligrosos, según la normativa medioambiental vigente en la Comunidad Valenciana (Ver figuras 5).



Figuras 5: RCD Separados en Distintos Contenedores, Según la Normativa Medioambiental Vigente en la Comunidad Valenciana

Fuente: Diseño del Autor

CAPÍTULO 3

3 Guía para la gestión y tratamiento de residuos y desperdicios de proyectos de construcción y demolición

Esta Guía tiene como objetivo orientar a profesionales, contratistas y personas ligadas al área de la construcción en el manejo y gestión de residuos de construcción y demolición, la cual plantea estrategias de fácil manejo y comprensión, para ser aplicadas al momento de ejecutar actividades encaminadas a la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición. Muestra especial énfasis en el alto potencial que tienen los Residuos de Construcción y Demolición de ser reciclados, y consecuentemente, conduce a evidenciar los beneficios económicos de implementar estas prácticas.

3.1 Elementos del ciclo de vida de los residuos de la construcción

El estudio del ciclo de vida de los residuos permite identificar cada etapa y proceso que conforman un sistema de gestión de residuos (Ver figura 6), estos son:

- 1. Generación:** Es la transformación de un elemento en un producto inútil para su dueño, del que tiene la obligación de deshacerse. Los mayores esfuerzos se deben ejecutar en esta etapa, procurando evitar la generación de los residuos y minimizando los volúmenes y la peligrosidad de aquellos que no se lograron evadir.
- 2. Recolección:** Es el retiro del residuo desde el sitio en que se genera hasta un lugar de almacenamiento, en los límites de la obra.
- 3. Almacenamiento:** Sitio de depósito destinado para la acumulación de los residuos.
- 4. Traspaso:** Es la colocación de los residuos entre los distintos puntos al interior de la obra.
- 5. Transporte:** Es el retiro de los residuos desde el interior de la obra, hasta el sitio

de destino final, como un vertedero o un lugar de reciclaje.

6. Disposición final: Sitio diseñado para el depósito de residuos, sobre o bajo el nivel de tierra. En su diseño y construcción se determinan las características de los residuos a depositar, medidas de higiene y seguridad y estabilidad estructural adecuada. En el actual escenario nacional los tipos de vertederos que ofrecen una alternativa de disposición para los residuos generados en la construcción son los siguientes:

- Rellenos Sanitarios o Vertederos.
- Depósitos de Escombros.
- Rellenos de Seguridad.
- Instalaciones de Reciclaje.

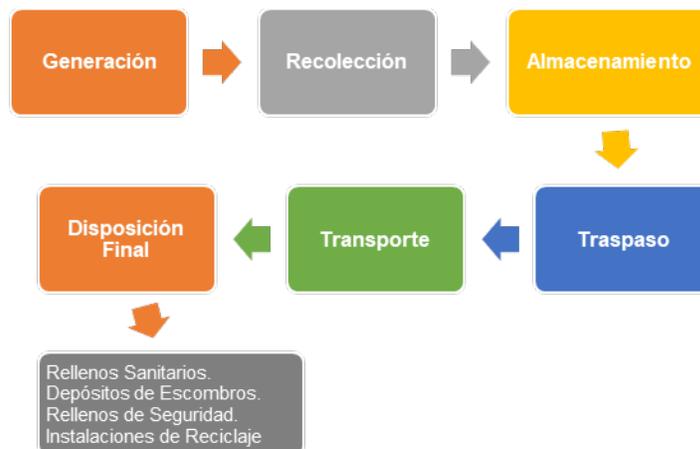


Figura 6: Ciclo de Vida de los RCD

Fuente: Adaptada por el Autor. Plan de Manejo de Residuos de la RCD.

3.2 Clasificación de residuos de construcción y demolición

Los sobrantes de las actividades de demolición, excavación, construcción y/o reparaciones de las obras civiles, tiene su clasificación y son conocidos como los Residuos de la Construcción o Demolición (RCD) (Ver Tabla 1)

Tabla 1: Clasificación de RCD y Demolición para las Etapas Constructivas

Clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición para las Etapas Constructivas			
Categoría	Grupo	Clase	Elementos
Residuos aprovechables	Residuos comunes inertes mezclados	Residuos pétreos	Concretos cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, piedras, bloques, fragmentos de roca, baldosa, mortero y materiales inertes menores al tamiz #200.
	Residuos comunes inertes de material fino	Residuos finos no expansivos	Arcillas (caolin), limo, residuos inertes poco plástico o no plástico, residuos expansivos mayor que el tamiz #200.
		Residuos finos expansivos	Arcillas (montmorillonita), lodos inertes que tenga mayor cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sean mayor del tamiz #200.
	Residuos comunes no inertes	Residuos no pétreos	Plásticos PVC, maderas, cartones, papel, silicones, vidrios y cauchos.
	Residuos metálicos	Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, estaño, aluminio y zinc.
	Residuos orgánicos	Residuos de materia orgánica	Residuos de tierra negra.
		Residuos de plantas	Residuos vegetales y otras especies bióticas.
Residuos no aprovechables	Residuos contaminantes	Residuos peligrosos	Desechos de productos químicos, pinturas, aceites, emulsiones, alquitrán, disolventes orgánicos, asfalto, resinas, plastificantes, betunes, tintas, barnices, asbesto, escorias, plomo, cenizas volantes, luminarias convencionales y fluorescentes, desechos explosivos, entre otros elementos peligrosos.
		Residuos especiales	Poliestireno expandido, pladur, lodos residuales de compuestos.
		Residuos contaminados	Materiales que pertenecen a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos y especiales.

Fuente: Adaptado por el Autor, Decreto 838 del 2005 y Decreto 4741 del 2005

3.3 Separación Selectiva de los Residuos de Construcción

El aprovechamiento de RCD se fundamenta en las tres actividades básicas de la gestión tradicional: almacenamiento temporal, transporte y disposición final. Para lograr un grado de aprovechamiento de RCD se agregan actividades indispensables como la separación selectiva en obra, la transformación de los materiales y su reutilización. Cada una de estas actividades debe estar soportada por normativas y parámetros legales que regulen su correcta ejecución. Actualmente se encuentra el

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, que reúne todas las medidas y parámetros para regular la gestión integral tradicional de RCD y el Decreto 200/2004, de 1 de octubre, de la Consell de la Generalitat, de Valencia, donde se regula la utilidad que tienen los residuos inertes que son adecuados en las obras.

3.4 Almacenamiento y Contenedores

Teniendo en cuenta la tipificación de los RCD del proyecto, se debe establecer una zona para los materiales reciclables como concreto, bloques y ladrillos de mampostería, elementos cerámicos, entre otros. El número y tamaño de dichos contenedores será proporcional al volumen de RCD generados y al tamaño del proyecto.

Otra consideración importante es que cada contenedor debe estar construido con materiales adecuados para que puedan resistir los esfuerzos a los que serán sometidos durante su manipulación y a las características de los residuos que serán depositados en su interior.

Los contenedores más comunes son los siguientes:

- **Contenedores de Escombros:** Se caracterizan por ser de gran tamaño (de 2 a 9 m³), fabricados con estructuras metálicas, algunos diseños disponen de elementos de enganche que les permiten ser auto cargados por camiones con levante hidráulico.
- En la construcción de edificios, para facilitar el sistema de recolección de residuos, se debe ubicar el contenedor directamente bajo un ducto de conducción de escombros (Ver Figuras 7 y 8).



Figura 7: Ducto de Conducción de Escombros



Figura 8: Contenedor de Escombros

Contenedores de residuos domésticos: Es recomendable el uso de contenedores de polietileno de alta densidad, con tapa y ruedas. Existen en una variedad de tamaños entre 90 y los 110 litros. Para su uso al interior de las obras, se recomiendan modelos de tamaño intermedio (260 litros aprox.), para permitir el traslado de los residuos desde el sitio destinado para la colación de los trabajadores, hasta su punto de recolección. Es importante, para permitir el retiro específico de estos desechos, que no se encuentren mezclados con otro tipo de residuos. (Ver Figura 9).



Figura 9: Contenedor de Residuos Domésticos.

Contenedores para residuos peligrosos: Para garantizar que durante el almacenamiento de los residuos peligrosos no se produzca contaminación, estos se deben colocar en contenedores adecuados que estén bajo techo y sobre suelo protegido. El contenedor debe estar siempre en buenas condiciones, también cada contenedor debe ser compatible con el material, es decir, que no tenga reacción química con el material que contiene; no se pueden mezclar en un mismo contenedor los residuos peligrosos incompatibles que puedan reaccionar entre ellos, el contenedor se debe mantener cerrado después de su uso (Ver Figura 10).

Cuando se almacenen residuos en un contenedor, este debe tener una etiqueta al menos con la siguiente información:

- Identificación del generador
- Identificación del proceso donde se genera
- Identificación del residuo y fecha de almacenamiento
- Distintivo de seguridad que comunica el riesgo asociado al residuo



Figura 10: Jaula de Residuos Peligrosos.

Contenedores para residuos reciclables: Para definir el tipo adecuado de contenedor, debe considerarse la composición y tamaño del residuo que se pretende reciclar. Dentro de la gran variedad de contenedores existente una alternativa, la de utilizar paredes de mallas metálicas que permitan un control visual de los residuos que se depositan en su interior (Ver Figura 11).



Figura 11: Jaula de Residuos Reciclables.

3.5 Reducir, Reutilizar, Reciclar

Para llevar una gestión eficiente de los residuos de la construcción se debe contemplar: la reducción, reutilización, reciclado y otras formas de revalorización. Los residuos de construcción y la demolición son materiales con un alto potencial de ser reciclados; los cuales al ser poco aprovechados generan problemáticas ambientales, como la inadecuada disposición, la reducción de la vida útil de rellenos sanitarios y sitios de disposición final de RCD (Ver Figura 12).

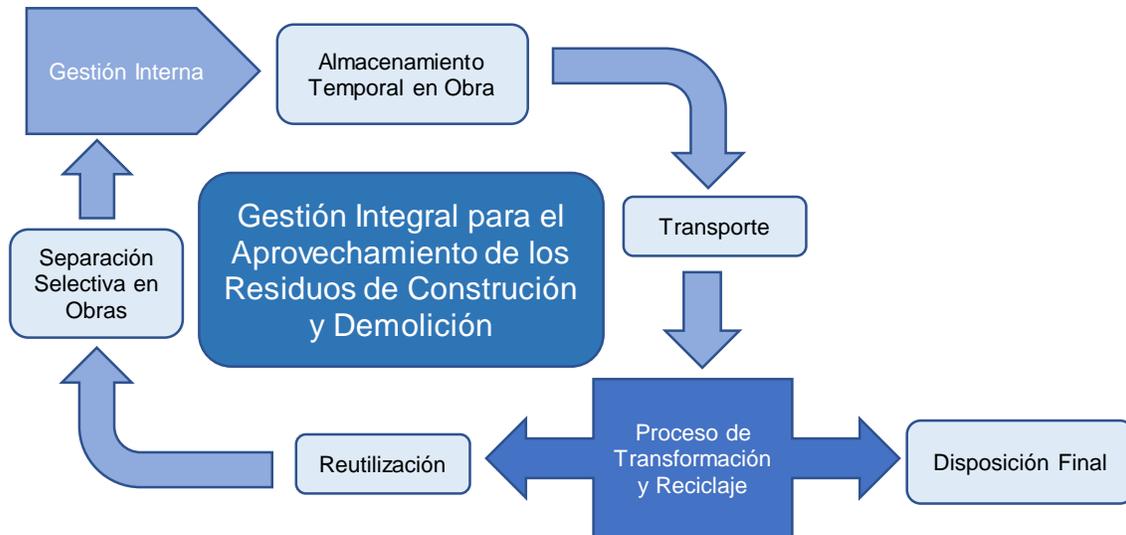


Figura 12: Reducir, Reciclar, Reutilizar.

Fuente: Adaptado por el Autor, Gestión Integral para el aprovechamiento de RCD.

3.5.1 Reducir

La gestión de los residuos se debe realizar desde la fase de planeación de la obra, en esta etapa se proponen estrategias que permitan establecer las metas de reuso, reciclaje y aprovechamiento de los residuos según el tipo de obra y los residuos que se generen. Dentro de los aspectos a evaluar para reducir los RCD están los siguientes:

1. **Reducción de Desperdicio Desde las Fases de Diseño:** En esta etapa las constructoras o empresas que realicen actividades constructivas podrán entre otras cosas, implementar medidas arquitectónicas para diseñar los espacios de forma que se ajusten a los tamaños preestablecidos de las materias primas, para evitar cortes y ajustes que generan desperdicios.
2. **Separación y Recolección Selectiva:** Al realizarse una separación selectiva en la obra almacenando temporalmente los RCD separados por tipo en contenedores específicos como se especificó anteriormente, se le da un valor agregado al residuo de manera que las o la empresa recolectora que participa del plan de gestión integral puede recolectar los materiales y transportarlos directamente a una instalación de procesamiento, al lograr una recolección

selectiva de los residuos se evita que la empresa de tratamiento y/o aprovechamiento incurra en costos adicionales, por lo tanto este ahorro puede llegar a beneficiar a los constructores que entreguen sus residuos adecuadamente separados, al negociarse tarifas más bajas de recolección.

3. Implementación de Instrumentos Económicos: Los instrumentos económicos son de vital importancia para instaurar una política de construcción sostenible. Por un lado, los instrumentos económicos pueden ser un medio de presión hacia el cumplimiento y participación de políticas ambientales, pero por otro lado pueden beneficiar económicamente a las empresas que participen activamente en pro de un desarrollo sostenible de la ciudad. Los beneficios pueden cuantificarse en forma de reducciones tributarias y subsidios, mientras que los incentivos económicos generalmente pueden ser multas por no cumplir con la participación en ciertos porcentajes de utilización de materiales reciclados. En sistemas de calificación internacionales como LEED (Líder en Eficiencia Energética y Diseño sostenible), el porcentaje de actividades eco amigables en los proyectos es directamente proporcional a reducciones tributarias que ascienden hasta un 12% del total de la contribución tributaria del proyecto.

4. Aprovechamiento: Es la utilización de nuevas materias primas recicladas de RCD o prefabricados con estos materiales, como parte de los materiales usados en la construcción de las edificaciones, esto puede significar una reducción de costos para el proyecto dependiendo de lo exitoso que pueda ser el proceso industrial y la gestión que encierra la producción de estas nuevas materias.

3.5.2 Reutilizar

Debe existir un programa de segregación e Identificación del Uso Potencial de los Residuos de la Construcción y Demolición en otras actividades productivas. En el sector de la construcción se genera una gran cantidad de residuos de diferentes tipos, pero es sólo una parte de estos, que puede ser aprovechada para el mismo objetivo constructivo del sector de la construcción, ya sea reusándolos o reciclándolos. Básicamente deben ser materiales totalmente inertes y no

contaminados que se estima son el 80 % de los residuos de construcción y demolición que abarca materiales como ladrillos o bloques, concreto, roca, material de excavación, acero, madera y otros (Botero, 2003). El 20% restante que no es aprovechable en el sector de la construcción puede ser llevado a plantas de reciclaje específicas o dispuesto en escombreras y rellenos sanitarios; estos comprenden materiales como maderas, plásticos, embalajes y materiales inertes con algún contenido de materia orgánica (Pérez, 1996).

El aprovechamiento de los residuos de la construcción, dependerá de la correcta separación de los mismos. De acuerdo a los residuos que se obtengan en esta separación, se tiene una lista con tipos de residuos que pueden ser separados y el uso que puede dársele a los mismos.

A continuación, se muestra en la Tabla 2, el resumen de las aplicaciones más destacadas según la cantidad de estudios y resultados comunes encontrados en la revisión bibliográfica.

Tabla 2: Aplicaciones Destacadas para Materiales Reciclables en la Construcción.

Aplicaciones mas Destacadas			
Residuos de Construcción y Demolición	Agregado	Aplicación	Sugerencias
Materiales Cerámicos y ladrillos	Agregados finos y gruesos debido a la separación y trituración de residuos de ladrillos, materiales cerámicos y mortero; sin materia orgánica, metales o residuos peligrosos.	Ladrillos de hormigón prefabricado	Mezclas de hormigón para estos materiales, con un 55% y 20% de agregados finos y gruesos reciclados.
			Es necesario tener relaciones mas bajas de agua cemento (a/c) que en las mezclas que contienen agregado natural, para lograr resistencias a la compresión que cumplan con los estándares de la normas europea.
			Usar aditivos plastificantes para disminuir la porosidad, mejorar la durabilidad y aumentar la densidad.
		Bases y subbases granulares para pavimentos	Dependiendo del porcentaje de agregados reciclados que se le incluyan a la mezcla de ladrillo cerámico o hormigón; la densidad seca de la mezcla puede bajar hasta un 19% y la humedad optima de compactación puede aumentar hasta un 200%.
Rellenos, terraplenes y nivelaciones topográficas	Puede disminuir el CBR (California Bearing Ratio) dependiendo de la cantidad de agregado incluida en la mezcla, por lo tanto, se debe generar porcentajes que cumpla con las normas establecidas de la Union Europea, tanto para bases y subbases granulares.		
		Adecuadas condiciones de compactación, composición y porcentajes de finos y gruesos, que deben cumplir con las normas especificadas.	
Vidrio	Vidrio pulverizado (similar a la arena)	Concreto hidráulico	Reemplazo parcial del agregado fino natural en concreto hidráulico (presenta cambios en la mezcla).
Neumáticos	Llantas y/o neumaticos procesados para obtener partículas de cauchos o migas pulverizadas	Mézcra asfáltica	Sello asfáltico.
Hormigón	Agregado fino o grueso procesado para obtener residuos triturados de concreto y mortero, sin contenido de materia organica y/o residuos peligrosos	Concreto hidráulico	Mezclas donde el 100% puede ser agregado reciclado.
			Maximo 20% de la sustitución del agregado para elementos estructurales.
			Para evitar que absorba mucha agua y disminuya la manejabilidad de la mezcla se debe saturar por completo de agua.
			Se puede variar el porcentaje de agregados finos y gruesos, sin embargo, los agregados finos en las mezclas implica menor resistencia y mayor retracción.
			La relación a/c deben ser bajas para obtener buenos resultados.
			Aditivos plastificantes para una mejor manejabilidad y menor retracción por secado.
		Ladrillos de hormigón prefabricado	Mezclas de hormigón para estos materiales, con un 55% y 25% de agregados finos y gruesos reciclados.
Aditivos plastificantes para disminuir la porosidad, mejorar la durabilidad y aumentar la densidad de la mezcla.			

Fuente: Adaptado por el Autor, Plan de Manejo de RCD CMIC

3.5.3 Reciclar

Dentro de los grupos principales que componen los residuos de la construcción y demolición, se tiene entre los tres primeros los más importantes de acuerdo a su caracterización:

- Material de Excavación (Arcillosos, Granulares y Tepetatosos).
- Concreto (Simple, Armado, Asfálticos).
- Elementos Mezclados Prefabricados y Pétreos (Fragmentos de Block, Tabique, Adoquín, Tubos, Ladrillos, Piedras, etc.).
- OTROS (Madera, Cerámica, Plásticos y Plafón, Yeso, Muros Falsos, Materiales Ferrosos, Residuos Orgánicos Producto del Despalme

3.5.4 Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de los RCD

Tomando en cuenta que el material de excavación, concreto y elementos prefabricados, son los residuos de mayor cantidad en las construcciones, de acuerdo estudios y resultados encontrados en la revisión bibliográfica, por consiguiente, los que pueden aportar más beneficios en su reutilización, se realiza el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de los tres principales. A continuación, se muestra las estadísticas de estudios revisados donde se puede observar que la mayor cantidad de RCD corresponde a los materiales de excavación, lo sigue los residuos de concreto y por último los escombros. (Ver Figura 13).

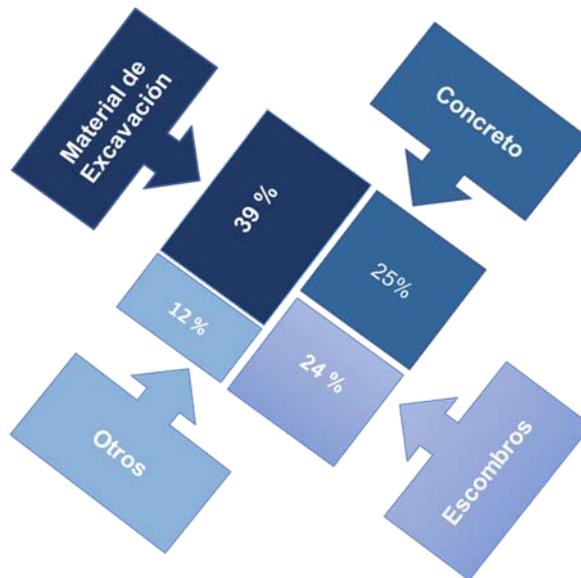


Figura 13: Estimación y Caracterización de los RCD.

Fuente: Adaptado por el Autor: Plan de manejo de RCD CMIC, 2013

3.5.4.1 Ciclo de Vida Útil del Material de Excavación

Del estudio del Ciclo de Vida del Material de la Excavación, se estima que el 40% es reusado: un 20% en la misma obra y el otro 20% va a otras obras. El 60% es enviado a los Centros de Transferencia: de éstos el 20%, se envía para reúso en otras obras y 40% a sitios de disposición final. Se tiene un beneficio del 60% del material RCD (Ver Figura 14).

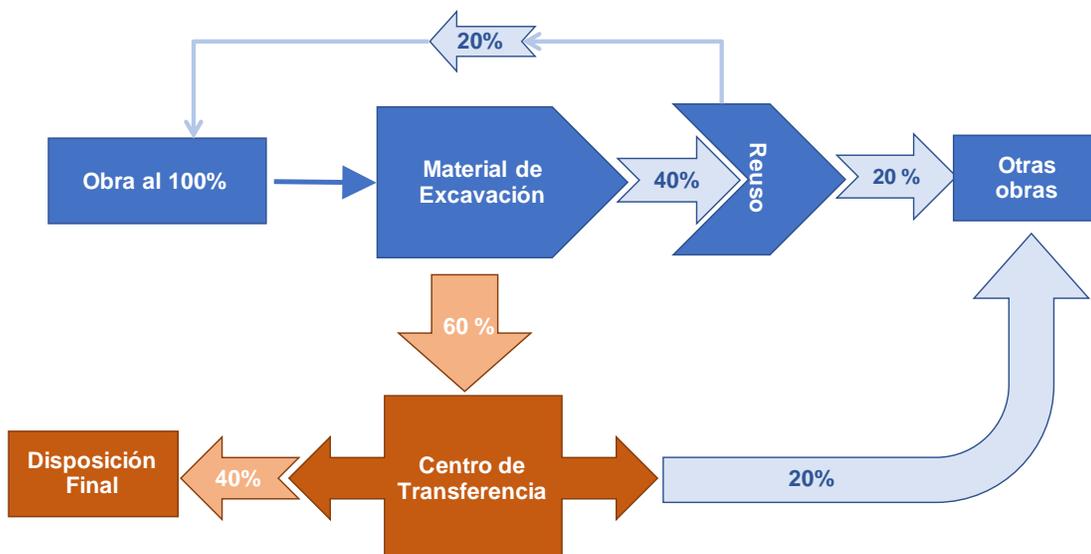


Figura 14: ACV del Material de la Construcción de Excavación.

Fuente: Adaptado por el Autor: Plan de manejo de RCD

3.5.4.2 Ciclo de Vida Útil del Material de Concreto

Los residuos generados a partir de elementos de concreto, se estima que el 10% de éstos es reciclado en la misma empresa y el 8% es enviado a otros almacenes. El 90% restante es enviado a los centros de transferencia, de este porcentaje el 10% es reciclado y enviado a almacén y el 80% es enviado a disposición final. Lo que indica que se tiene un beneficio del 20% del material RCD (Ver Figura 15).

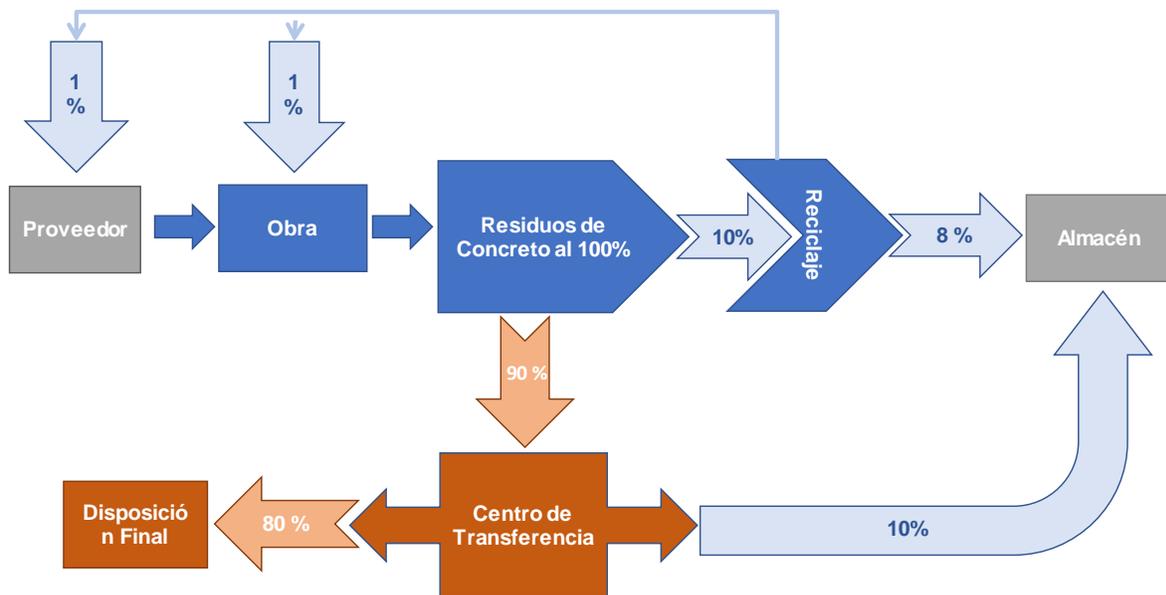


Figura 15: ACV del Material de Residuos de Concreto.

Fuente: Adaptado por el Autor: Plan de manejo de RCD

3.5.4.3 Ciclo de Vida Útil del Material de Elementos Mezclados Prefabricados y Pétreos

Para el material de los elementos mezclados prefabricados y pétreos se tiene que un 22% se reusará en la misma obra, un 8% se reusará en otras obras y el 70% será enviado al centro de transferencia, del cual el 60% va a disposición final y el 10% será reusado en otras obras, lo que indica que se obtiene un beneficio del 40% del material reusado de RCD (Ver Figura 16).

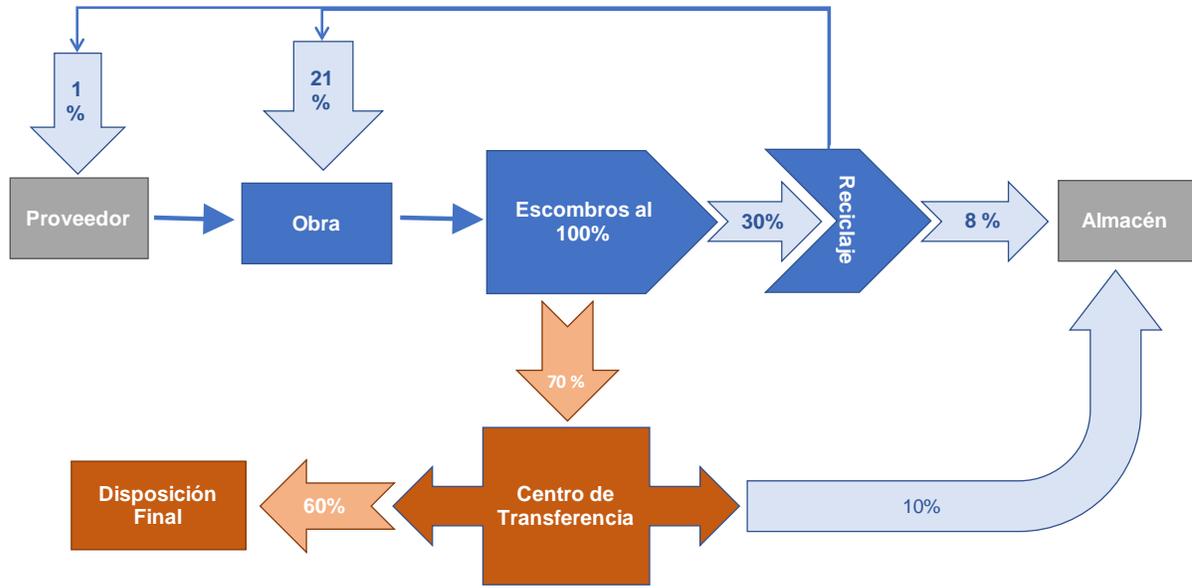


Figura 16: ACV Material de Elementos Mezclados Prefabricados y Pétreos

Fuente: Adaptado por el Autor: Plan de manejo de RCD y la demolición.

3.5.5 Criterios de Priorización para Reducir, Reutilizar y Reciclar

No siempre es técnicamente posible ni económicamente viable ejecutar cada una o varias de las actuaciones de las 3R (Reducir, Reutilizar, Reciclar). En cada caso elegimos las más apropiadas. Para facilitar estas decisiones, es conveniente seguir esta breve secuencia de presuntas que, en forma simple, nos ayudará a determinar la decisión más beneficiosa (Ver Figura 17).

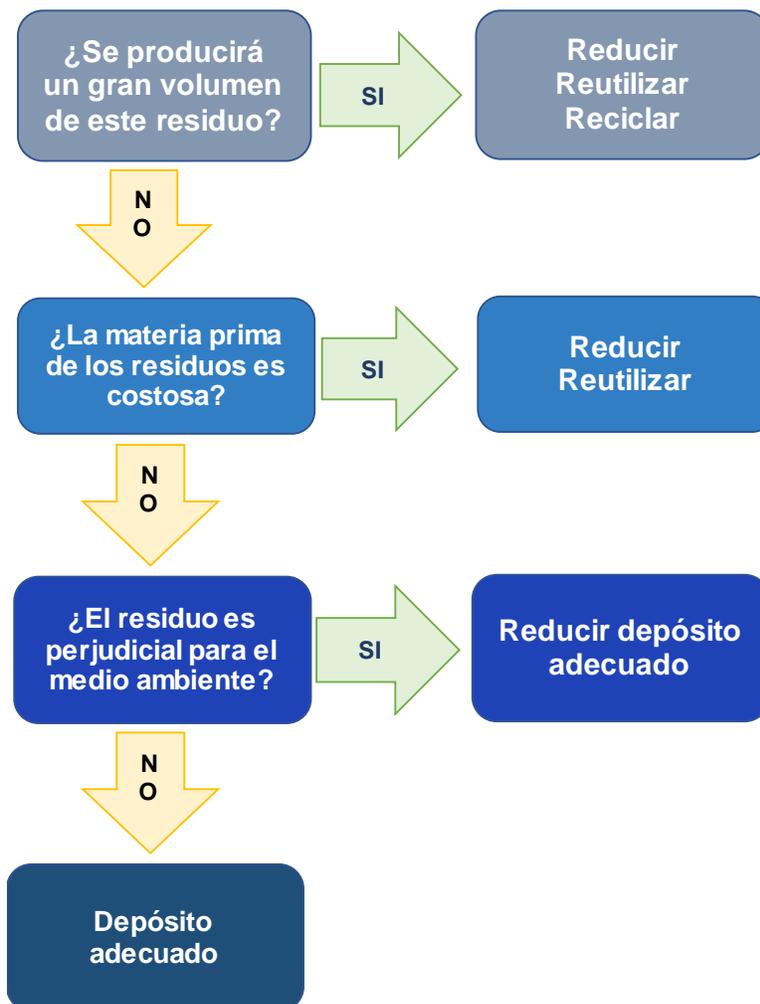


Figura 17: Criterios de Priorización.

Fuente: Diseño del Autor

3.5.6 Resumen de las Estrategias y Metas del Plan de Manejo de RCD.

Para mostrar las etapas más representativas en cuanto a un posible beneficio económico en los consumidores de materias primas, de forma que se incentive el uso de materiales reciclados y la implementación de medidas para la construcción más limpia, se plantean las siguientes estrategias: (Ver Figura 18).

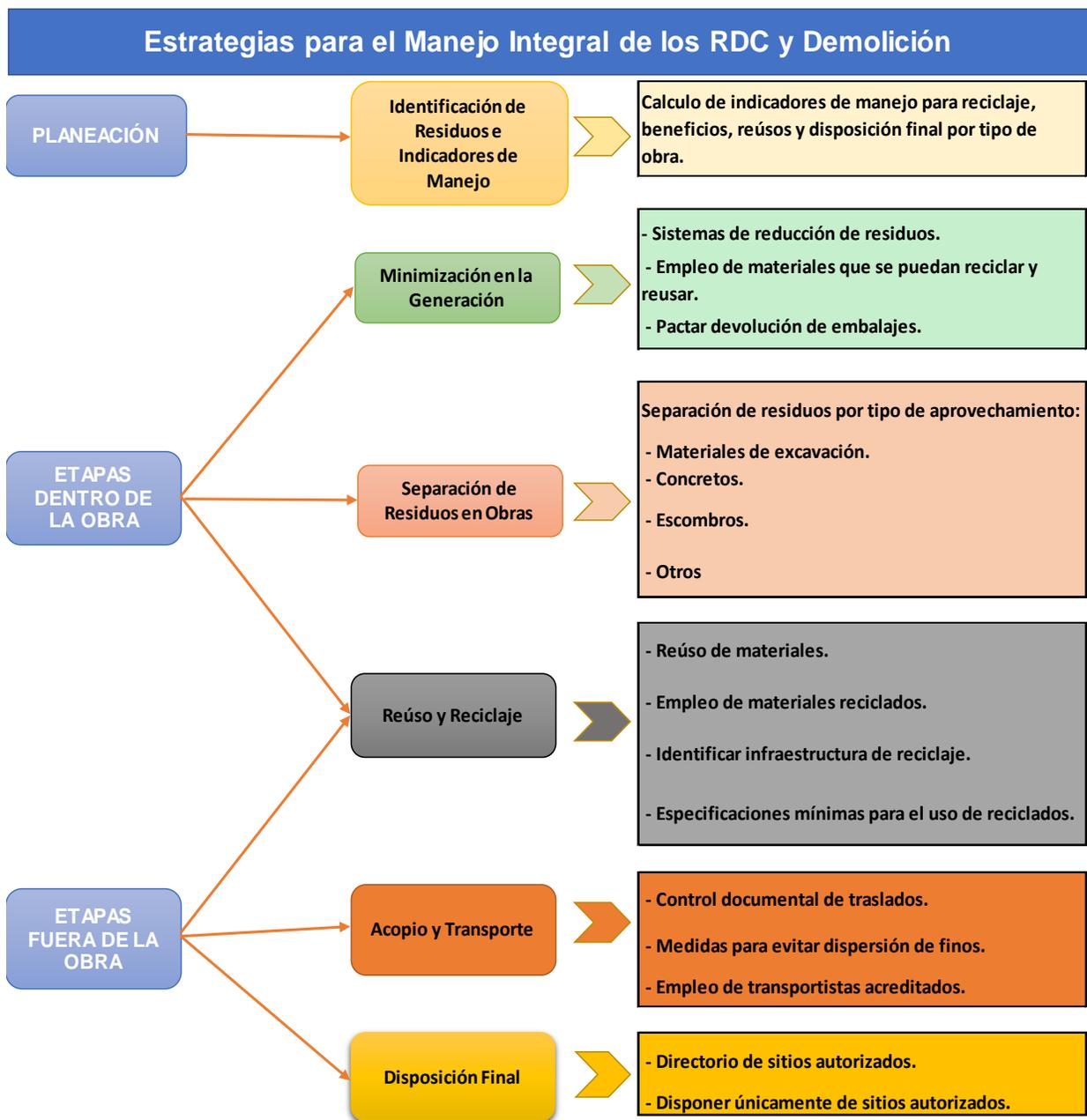


Figura 18: Estrategias para el Manejo Integral de los RCD

Fuente: Diseño del Autor

3.5.6.1 Identificación de los Residuos e Indicadores de Manejo

La manera más apropiada para obtener la información del cálculo de los residuos, es cuando se generen mediante la cuantificación de los mismos y la implementación de un método establecido en obra (Ver Tabla 3).

Tabla 3: Identificación de los RCD y Demolición.

Identificación de los Residuos de Construcción y Demolición		
Estrategias	Objetivo	Encargados
Identificar los conceptos de trabajo donde se va a emplear los materiales que se van a reutilizar y reciclar; y los tipos de residuos que se generarán en el proceso de la obra.	Determinar los indicadores de manejo por cada obra y/o proyecto, su aplicación y verificación del cumplimiento.	Empresas constructoras.
Cálculo de indicadores de reúso, reciclaje dentro y fuera de la obra, y su disposición final.		Empresas constructoras.
Tener un acuerdo con el propietario para emplear los materiales reutilizados y reciclados.		Empresas constructoras.

Fuente: Adaptado por el Autor: Plan de manejo de RCD.

3.5.6.2 Generación y Minimización de los Residuos.

Para la gestión integral de residuos como se ha propuesto en el contenido del documento, es necesario minimizar la generación de los mismos y como ya se estableció en la estrategia anterior, en la etapa de planeación, identificamos los procesos constructivos e insumos que generen el mayor volumen, derivado de esto se proponen estrategias que permitan su disminución significativa (Ver Tabla 4).

Tabla 4: Generación y Minimización Residuos e Indicadores de Manejo

Generación y Disminución de los Residuos de Construcción y Demolición		
Estrategias	Objetivos	Encargados
Desarrollar leyes donde se minimice los residuos de las empresas constructoras, donde sea parte de las políticas operativas, incluyendo: 1ro. Aplicación de buenas prácticas para reducir la generación de los residuos. 2do. Incrementar el empleo de los materiales que se puedan reciclar. 3ro. Evitar el uso de materiales donde los residuos sean tóxicos. 4to. Devolver el embalaje usado a los proveedores.	Implementar leyes para minimizar los residuos en las obras de construcción donde requiera un PM-RCD (Plan de Manejo de los Residuos de Construcción y Demolición).	Empresas constructoras.
Establecer convenios con proveedores de materiales e insumos de la construcción, con el fin de que estos sean suministrados con la menor cantidad de embalaje y empaque, para que luego sean devueltos para su manejo, incluyendo los sobrantes para el caso de materiales pétreos.	Minimizar los residuos de la construcción disminuyendo el embalaje y empaque y maximizar el reciclaje	Empresa Constructora

Fuente: Adaptado por el Autor: Plan de manejo de RCD

3.5.6.3 Separación de Residuos en Obra.

Al realizarse una separación selectiva en la obra almacenando temporalmente los RCD separados por tipo en contenedores específicos, se le da un valor agregado al residuo de manera que las empresas recolectoras que participa del plan de gestión integral pueden recolectar los materiales y transportarlos directamente a una instalación de procesamiento.

Con la finalidad de potencializar su aprovechamiento los residuos deberán identificarse y separarse dentro de la obra, además el transportista deberá respetar dicha separación hasta su disposición ya sea en plantas de reciclaje, transferencia o en sitios de disposición final autorizados (Ver Tabla 5).

Tabla 5: Separación de los RDC y Demolición en Obras.

Separación de los Residuos de Construcción y Demolición en Obras		
Estrategias	Objetivos	Encargados
Los residuos deben separarse, como: 1ro. Material de Excavación (arcillosos, granulares, rocosos). 2do. Concreto (simple, armado, asfáltico). 3ro. Escombros (tabique, adoquín, tubos, ladrillos, piedra entre otros). 4to. Otros (madera, cerámica, plásticos, yesos, muros falsos, materiales ferrosos, suelos orgánicos). En ningún momento debe mezclarse con residuos urbanos ni peligrosos.	Todas las obras deben estar sujetas al PM-RCD, donde se deben separar los residuos según la Tabla Nro.1 Clasificación de los Residuos de Construcción y Demolición para las Etapas Constructivas	Empresas constructoras.

Fuente: Adaptado por el Autor: Plan de Manejo de RCD

3.5.6.4 Reúso y Reciclaje.

El Reciclaje y reuso de los residuos de la construcción permitirá el desarrollo de mayor infraestructura de reciclaje con una amplia cobertura nacional, con lo que se evite elevar los costos por traslados.

Así también, se incorpora el esquema impulsado por la SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México) para el aprovechamiento de los residuos mediante su intercambio con otras empresas o industrias, en una plataforma vía web denominada Simbiosis Industrial, en la cual participan los generadores de residuos y aquellas empresas que pueden aprovecharlos y convertirlos en insumos de sus procesos productivos, con la finalidad de impulsar la generación de nuevos mercados (Ver Figura 19).

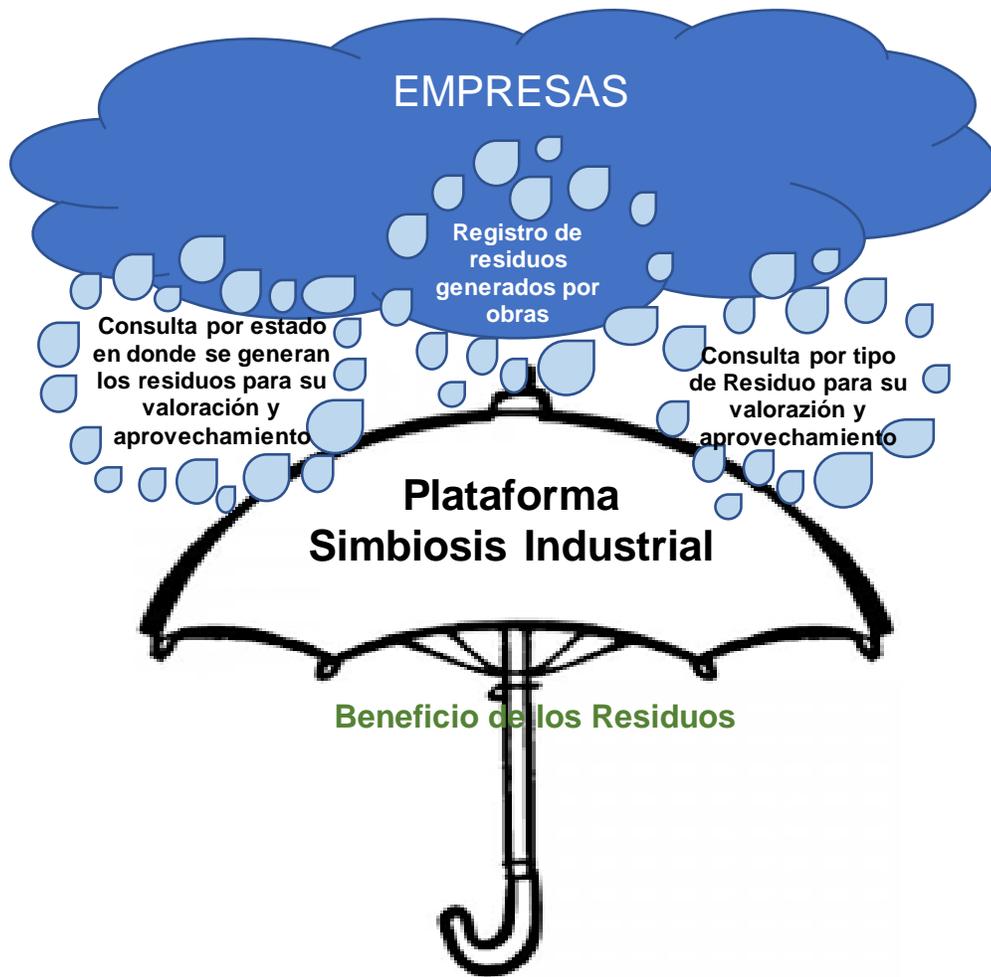


Figura 19: Simbiosis Industrial

Fuente: Diseño del Autor

Las estrategias que se presentan consideran las acciones necesarias para incrementar el volumen de residuos reusados ya sea dentro de la misma obra o fuera de ésta (Ver Tabla 6).

Tabla 6: Reúso y Reciclaje de los RCD en Obras.

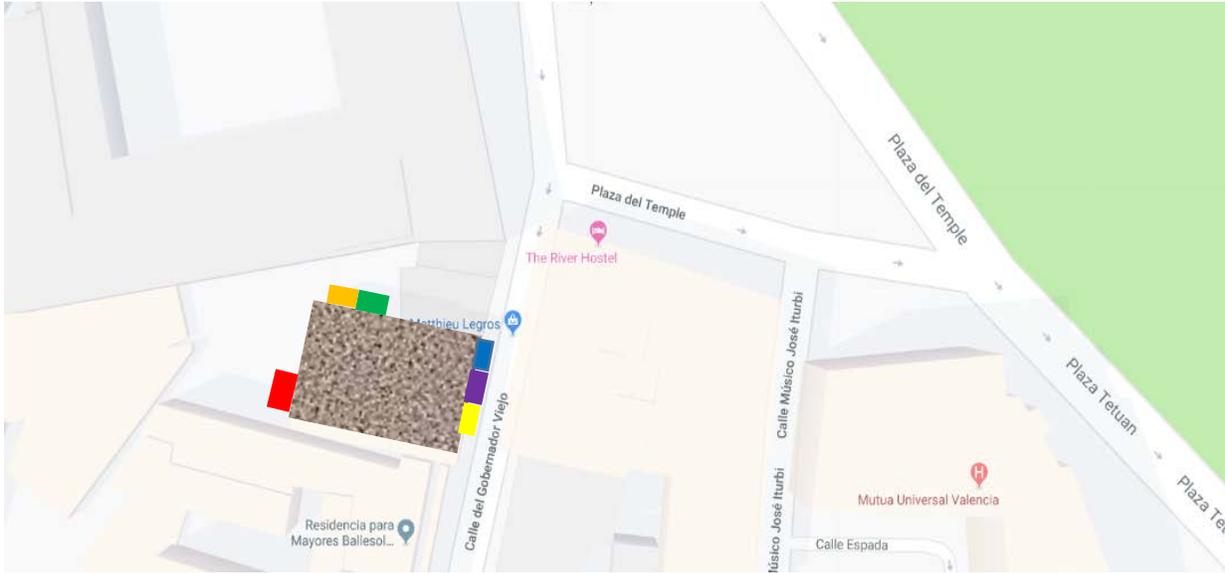
Reúso y Reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición en Obras		
Estrategias	Objetivos	Encargados
<p>Generar demanda de materiales reciclados o para reutilizar, en obras privadas y públicas; se debe incorporar este tema como un requisito desde el proyecto ejecutivo.</p>	<p>Hacer acuerdos con el propietario de la obra donde se apliquen los procesos de reutilización y reciclaje en la obra, para asegurar la calidad, vida útil y viabilidad económica de la misma.</p>	<p>Empresas Constructoras.</p>
	<p>Reciclar y reutilizar la mayoría de los residuos de la obra considerando las recomendaciones de la Tabla Nr.3 Identificación de los Residuos de Construcción y Demolición.</p>	<p>Empresas Constructoras.</p>
	<p>Promover el mayor número de licitaciones de obras de construcción públicas posible, así como en reglamentos de obras locales donde se agregue requerimientos para reutilizar y reciclar los materiales en las obras de construcción.</p>	<p>Secretaria de Medio Ambiente de los Estados.</p>
	<p>Creación de una pagina web de las empresas de construcción donde se pueda intercambiar los residuos mediante la compra y venta.</p>	<p>Empresas Constructoras.</p>

Fuente: Adaptado por el Autor: Plan de Manejo de RCD

Acopio de los Residuos

De acuerdo con lo establecido en las estrategias de separación y con la finalidad de potencializar el aprovechamiento y reciclaje de los residuos, éstos deberán tener un espacio adecuado para acopio dentro de la obra y almacenarse el menor tiempo posible y de tal forma que se respete su separación y se reduzca la dispersión de finos, para lo cual es importante disponer de los planos de instalaciones dispuestas para el almacenamiento, manejo y separación de residuos.

De manera clara y sencilla se debe aportar un plano de instalaciones de los medios auxiliares donde se proponga los lugares previstos para el almacenamiento, manejo y otras operaciones de gestión en la obra, especificando el sitio y dimensiones aproximadas de los contenedores que se utilizarán en la obra (Ver Figura 20).



- Zona de almacenamiento para residuos peligrosos.
- Zona de almacenamiento para residuos no peligrosos.
- Zona de almacenamiento para residuos sobrantes.
- Zona de separación para residuos no peligrosos.
- Zona de almacenamiento para residuos no peligrosos.
- Zona de separación para residuos reutilizables.

Figura 20: Plano de Instalación de Disposición de Residuos.

Fuente: Diseño del Autor

3.5.6.5 Transporte de los Residuos

Para el traslado de los residuos deberán contratarse servicios formales que eviten la dispersión de finos y que garanticen el traslado a centros autorizados de reciclaje, transferencia o disposición final (Ver Tabla 7).

Tabla 7: Acopio y Transporte de los RCD en Obras.

Acopio y Transporte de los Residuos de Construcción y Demolición en Obras		
Estrategias	Objetivos	Encargados
Control documental de cada traslado, esto tiene como propósito comprobar que la colocación de los residuos se hizo de manera correcta.	El destino de todos los residuos generados en la obra deberá estar mediante un formato de control de volumen, bien sea por transporte a centro de reciclaje o de disposición final autorizados.	Empresas constructoras.
Se deben establecer formas en el acopio y traslado de los residuos en la obra, donde se minimice la dispersión de finos y en general los residuos de la obra	Desarrollar e implementar procedimientos que mejoren las prácticas en el acopio, almaenamiento y transporte de los residuos.	Camara de Comercio de España
Disminuir el almacenamiento temporal de materiales.		

Fuente: Adaptado por el Autor: Plan de Manejo de RCD

Es importante mencionar que para que sea posible disponer el total de los residuos en sitios, autorizados para reciclaje y disposición final, se deberá contar con el apoyo de las autoridades en la promoción de estos sitios, así como para la acreditación de los transportistas.

3.5.6.6 Disposición Final.

Debido a que no todos los residuos que se generan de un proceso constructivo son reusables o reciclables, aquellos que no puedan ser aprovechados, deberán ser dispuestos en sitios especializados, con el documento de control correspondiente (Ver Tabla 8).

Tabla 8: Disposición Final de los RCD en Obras.

Disposición Final de los Residuos de Construcción y Demolición en Obras		
Estrategias	Objetivos	Encargados
Cuando no sea posible utilizar los residuos se deben utilizar unicamente los sitios autorizados para su disposición final.	Colocar el 100% de los residuos no reciclables en sitios de disposición final autorizados.	Empresas constructoras.

Fuente: Adaptado por el Autor: Plan de Manejo de RCD

3.5.6.7 Proceso para la Aplicación de la Metodología de Incentivo de Reusó de los RCD

Para una mejor comprensión de esta metodología se realizó un diagrama con el proceso planteado, donde se muestra el paso a paso del método para la aplicación de un incentivo que estimule a las empresas a esforzarse en incrementar el reuso de los RCD. (Ver Figura 21).

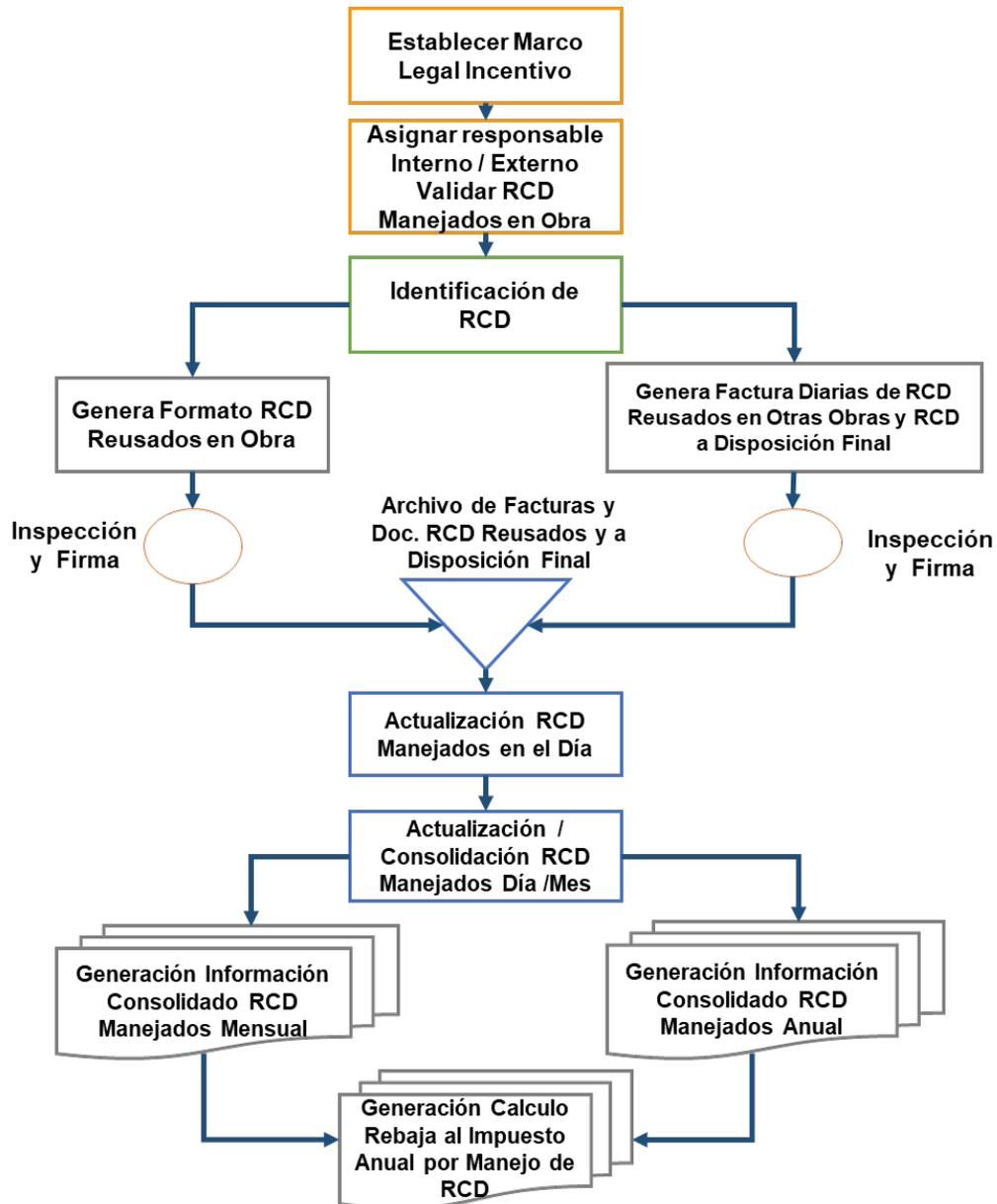


Figura 21: Metodología para la Aplicación del Incentivo a Reusar los RCD.

Fuente: Diseño del Autor

Para el desarrollo de esta metodología se identificaron los residuos de la construcción manejados en las obras, posteriormente, se determinó cómo cuantificar la cantidad de residuos de la construcción manejados en el proyecto, diarios, mensuales y por último cuantificando toda la información anual. La base para esta herramienta fue un archivo Excel con diez y siete (17) hojas automatizadas con los cálculos y ponderación para la obtención de los datos relacionados con el manejo de los RCD.

Se diseñaron las tablas para procesar los datos manejados en el proyecto y su automatización, con información precisa para determinar el porcentaje de RCD reciclados y los de disposición final.

Para una mejor visualización de toda la información contenida en las tablas de este capítulo, las mismas se incluirán con todos sus detalles en la sección de “ANEXOS”.

A continuación, se explica el método para la consolidación de la información y el cálculo del incentivo, que permitirá a la empresa a optar por la aplicación del descuento anual del impuesto a pagar al incrementar el reuso de los RCD.

1. Establecer un Marco Legal

El incentivo que se propone en este trabajo, para motivar a las empresas a realizar o incrementar el reciclaje o reuso de los RCD, está basado en otorgar un descuento o un incremento (premio/castigo) de los impuestos anuales que deben pagar las empresas de construcción a la entidad gubernamental, el cual debe estar asociado al porcentaje de RCD reciclados o reusados durante el año de ejecución del proyecto. Mientras mayor sea el porcentaje de RCD reutilizados, mayor debe ser el descuento, para lo cual se debe establecer un marco legal de incentivo para motivar a las empresas a incrementar el reciclaje o reuso de los RCD.

2. Asignar Responsable Interno y Externo para Validar RCD Manejados en Obra

Se debe acordar con los entes gubernamentales la asignación de un responsable Interno (representante de la Obra) y un responsable Externo (representante de la entidad gubernamental) para inspeccionar y avalar los RCD manejados en obra, así mismo, establecer un plan para monitorear, controlar y verificar los residuos manejo dentro y fuera de la obra.

El crear un responsable externo en los ajuntamientos, generaría nuevos puestos de empleo, ayudando a la comunidad al dar trabajo a las personas. Esta sería una ventaja positiva de este método.

3. Identificación de los RCD

Como está planteado en el punto 3.2 del capítulo 3, un factor clave para el desarrollo de esta metodología es hacer una identificación y separación correcta de los RCD.

4. Generar Formato de los RCD Reusados Dentro de la Obra

Con el propósito de generar elementos de control de la gestión de los residuos a objeto del plan, se deben establecer formatos, que permitan llevar un control por el responsable de la aplicación del Plan de Manejo (PM) de residuos.

La constructora debe llevar un registro diario de los RCD manejados en obra. Estos formatos deben estar firmados por el responsable interno (representante de la obra) y el responsable externo (representante de la entidad gubernamental).

Para la validación de los RCD, en las pequeñas Empresas, al tener menor tráfico de residuos, pueden planificar con anticipación la firma del inspector externo y de esa forma se haga la verificación de la cantidad de residuos manejados.

Para grandes Empresas, que manejan muchos residuos por día, el inspector externo puede permanecer diariamente en la obra y en caso que tengan poco

manejo de residuos, de la misma forma que la empresa anterior, mediante la planificación se puede obtener la verificación del inspector externo.

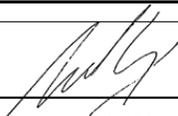
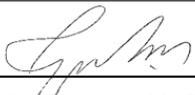
Otra alternativa para el manejo de los datos de residuos, es el Libro de Obra que se lleva en las construcciones, donde se deja constancia de todas las actividades ejecutadas y este es un documento de validez jurídica.

Así mismo, otra propuesta de planificación sería mediante un documento físico que se envíe semanalmente a los ayuntamientos donde se especifique el día y la hora que llegarán los camiones para transportar los residuos.

Para iniciar el proceso, se comienza con el formato para cuantificar los RCD diarios reusados en la obra (Ver Tabla 9), esta tabla permite cuantificar la cantidad de RCD que se reúsan diariamente en obra, donde se identifique claramente el tipo de material, los m³ reusados y cuál fue su uso. Este formato debe ser firmado tanto, por el inspector de obra asignado por el ente gubernamental como, por el encargado de la obra, para inspeccionar y avalar los RCD manejados en obra.

Tabla 9: Reutilización de los RCD en Obra

Empresa Constructora

Cuantificación de RCD Reutilizados Diariamente en obra		
Fecha del movimiento de RCD:		martes, 01 de enero de 2019
TIPO DE MATERIAL	m ³	USO
RDC EXCAVACION		
Material Reusado en Obra	6,00	Pisos
Material Reusado en Obra	2,00	Nivelacion
TOTAL	8,00	
RDC CONCRETO		
Material Reusado en Obra	3,00	Relleno
Material Reusado en Obra	1,50	Deposito en Obra
TOTAL	4,50	
RDC ESCOMBROS Y OTROS		
Material Reusado en Obra	2,00	Relleno
Material Reusado en Obra	1,80	Deposito en Obra
TOTAL	3,80	
TOTAL RDC RECICLADOS/REUSADOS	16,30	
Total Facturas		
		
Firma del Responsable Obra Nombre:	Fecha	Firma del Responsable Externo Nombre:

Fuente: Diseño del Autor

5. Generar Facturas de RCD Reusados en Otras Obas y RCD a Disposición Final

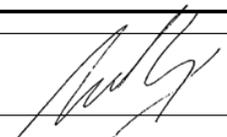
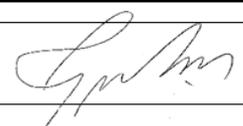
Continuando con el proceso, para la movilización de los RCD fuera de obra, se utilizará como garantía de los RCD trasladados fuera de obra, la factura usada para pagar los camiones que realizaran el movimiento de los RCD que van a otras obras o a disposición final. Este formato debe ser firmado tanto, por el inspector de obra autorizado por el ente gubernamental como, por el encargado obra, quienes dan garantía de la validez de la información. (Ver Tabla 10).

Tabla 10: Factura a Transportistas que Mueven los RCD

Empresa Constructora

FACTURACION DE ENVIO DE RCD A DESTINO

Fecha del movimiento de RCD: martes, 01 de enero de 2019

TIPO DE MATERIAL	m ³	DESTINO	COSTO (€)
RDC EXCAVACION			
Material Reciclado Fuera de Obra	2,00	Las Marianas	5,00
Material a Disposición Final			
TOTAL RDC	2,00		5,00
RDC CONCRETO			
Material Reciclado Fuera de Obra	1,50	Deposito	5,00
Material a Disposición Final	4,00		5,00
TOTAL RDC	5,50		10,00
RDC ESCOMBROS Y OTROS			
Material Reciclado Fuera de Obra	4,20	Deposito	5,00
Material a Disposición Final	4,00		7,00
TOTAL RDC	8,20		12,00
TOTAL RDC RECICLADOS FUERA DE OBRA	7,70	Destino	15,00
TOTAL RDC DISPOSICIÓN FINAL	8,00	Vertedero	12,00
Total Facturas			27,00
			
Firma del Responsable Obra Nombre:	Fecha	Firma del Responsable Externo Nombre:	

Fuente: Diseño del Autor

6. Archivo de Facturas y Documentos de RCD Diarios Reusados y RCD Enviados a Disposición Final

El informe de RCD reusados en la obra y Factura de RCD enviados fuera de obra deben ser archivados correctamente, bien sea en físico o electrónicamente, para lo cual se debe acordar con el ente gubernamental el tipo de archivo válido para el proceso de Control de estos Documentos, tomando en cuenta que los Informes y Facturas manejados anualmente, serán el respaldo para que el ente gubernamental aplique el % de descuento por RCD manejados.

Para la cuantificación diaria de toda esta información y su validación, en cuanto a que esté aprobada y firmada por los responsables acreditados para el manejo

de los RCD, debe asignársele a un responsable, siendo el más adecuado, un personal del área de la unidad de planificación y control de proyectos, quien debe cuantificar y consolidar el respaldo anual a ser llevado a las autoridades que van a dar el descuento del impuesto, en base a esta información.

7. Actualización de RCD Manejados Diariamente en Obra

Tomando en cuenta que la empresa puede hacer varios envíos de RCD, tanto para su reuso en otras obras como para su disposición final, se debe cuantificar el total de residuos, manejados diariamente y consolidar la información obtenida en cada factura (Tabla 10), en un formato, que permitirá sumar los datos totales manejados en un día (Ver Tabla 11).

Tabla 11: Consolidado Generación RCD Manejado en el Día

Empresa Constructora					
CONSOLIDADO DIARIO DE RCD MANEJADOS AL: 01-01-2019					
	Facura N° 1	Facura N° 2	Facura N° 3	Facura N° 4	
TIPO DE MATERIAL	m ³	m ³	m ³	m ³	TOTAL DIA
RDC EXCAVACION					
Material Reusado en Obra	8,00				8,00
Material Reciclado Fuera de Obra	2,00		1,00		3,00
TOTAL	10,00		1,00		11,00
Material a Disposición Final		4,00		8,00	12,00
TOTAL RDC	10,00	4,00	1,00	8,00	23,00
RDC CONCRETO					
Material Reusado en Obra	4,50				4,50
Material Reciclado Fuera de Obra	1,50		2,00		3,50
TOTAL	6,00		2,00		8,00
Material a Disposición Final	4,00	4,00			8,00
TOTAL RDC	10,00	4,00	2,00		16,00
RDC ESCOMBROS Y OTROS					
Material Reusado en Obra	3,80				3,80
Material Reciclado Fuera de Obra	4,20		4,00		8,20
TOTAL	8,00		4,00		12,00
Material a Disposición Final	4,00				4,00
TOTAL RDC	12,00		4,00		16,00
REUSADO EN OBRA	16,30				16,30
REUSAO FUERA DE OBRA	7,70		7,00		14,70
TOTAL RDC DISPOSICIÓN FINAL	8,00	8,00		8,00	24,00

Fuente: Diseño del Autor

8. Actualización Y Consolidación De RCD Manejados Diaria Y Mensual En Obra

Las cantidades diarias de RCD de reciclaje, reuso en obra, como la enviada a disposición final, registrada en el formato de la Tabla 11, una vez actualizado el total día, esta información se registra o actualiza en el control mensual de RCD, en el formato (Ver Tabla 12). Hasta este paso la actualización es manual, de aquí en adelante toda esta información se actualiza automáticamente. Este formato permitirá obtener los totales diarios de RCD reutilizado y los RCD que son llevados a disposición final.

Con esta información automáticamente, siempre se tiene disponible el porcentaje diario real de RCD reusados, comparados con el porcentaje de RCD enviados a disposición final. Así mismo, se puede tener el volumen total manejado en el mes y visualizar el avance mensual que se logra cada día, al actualizar la tabla.

Cada mes del año tiene una hoja de Excel, con los datos que se van generando día a día y cada una de estas hojas está conectada a la hoja de información anual y de esta manera obtener de forma automatizada la información de los porcentajes anuales de RCD manejados.

Tabla 12: Cuantificación Diaria / Mensual de RCD Procesados Obra.

Conteo de Material Residuos de la Construcción

RCD MES: 1 de enero de 2019

EXCAVACION	%	%													TOTAL MES
	Estimado	REAL	1-1	2-1	3-1	4-1	5-1	6-1	1	27-1	28-1	29-1	30-1	31-1	
Material Reusado en Obra	20%	17%	6	5,2	4,3	2,4	0,5	0,8	5	2	4	8,1	2,4	3,2	54,25
Material Reciclado Fuera de Obra	20%	42%	3	3,1	4,5	2,3	8,5	4,6	4	1,4	2,1	3,8	4,2	1,3	133,6
TOTAL	40%	60%	9	8,3	8,8	4,7	9	5,4	5	3,4	6,1	11,9	6,6	4,5	187,85
Material a Disposición Final	60%	40%	12	5,8	10,5	11,2	4,3	2,5	3	8,1	2,3	11,4	3,2	4,3	127,4
TOTAL RCD	100%	100%	21	14,1	19,3	15,9	13,3	7,9	85	11,5	8,4	23,3	9,8	8,8	315,25

CONCRETO	%	%													TOTAL MES
	Estimado	REAL	1-1	2-1	3-1	4-1	5-1	6-1	1	27-1	28-1	29-1	30-1	31-1	
Material Reusado en Obra	2%	13%	3	2	2,1	3,2	0,5	0,8	5	1	2,1	3,1	0,6	0,4	34,15
Material Reciclado Fuera de Obra	18%	33%	4	1,5	2,1	2,5	2,1	3,2	5	0,8	0,4	2,1	3,1	1,5	84,7
TOTAL	20%	47%	7	3,5	4,2	5,7	2,6	4	5	1,8	2,5	5,2	3,7	1,9	118,85
Material a Disposición Final	80%	53%	4	5,8	10,5	11,2	4,3	2,5	3	8,1	2,3	5	3,2	4,3	134,5
TOTAL RCD	100%	100%	11	9,3	14,7	16,9	6,9	6,5	5	9,9	4,8	10,2	6,9	6,2	253,35

ESCOMBROS Y OTROS	%	%													TOTAL MES
	Estimado	REAL	1-1	2-1	3-1	4-1	5-1	6-1	1	27-1	28-1	29-1	30-1	31-1	
Material Reusado en Obra	22%	28%	5	4,5	2,3	8,2	6,2	0,9	2	3,2	2,4	6,4	3,4	8,2	72
Material Reciclado Fuera de Obra	18%	26%	8	2,2	2,3	5,1	3,1	1,5	4	3,1	2,1	1,5	2,1	1,3	67,2
TOTAL	40%	55%	13	6,7	4,6	13,3	9,3	2,4	6	6,3	4,5	7,9	5,5	9,5	139,2
Material a Disposición Final	60%	45%		5,8	10,5	11,2	4,3	2,5	3	8,1	2,3	11,4	3,2	4,3	115,4
TOTAL RCD	100%	100%	13	12,5	15,1	24,5	13,6	4,9	9	14,4	6,8	19,3	8,7	13,8	254,6

TOTAL RECIKLADO RCD	29,0	18,5	17,6	23,7	20,9	11,8			9	11,5	13,1	25,0	15,8	15,9	445,9
DISPOSICIÓN FINAL RCD	16,0	17,4	31,5	33,6	12,9	7,5			9	24,3	6,9	27,8	9,6	12,9	377,3
Total RCD	45,0	35,9	49,1	57,3	33,8	19,3			8	35,8	20,0	52,8	25,4	28,8	823,2

% TOTAL RECIKLADO RCD	3,5%	2,2%	2,1%	2,9%	2,5%	1,4%			%	1,4%	1,6%	3,0%	1,9%	1,9%	54,2%
% TOTAL DISPOSICIÓN FINAL RCD	1,9%	2,1%	3,8%	4,1%	1,6%	0,9%			%	3,0%	0,8%	3,4%	1,2%	1,6%	45,8%
Total RCD	5%	4%	6%	7%	4%	2%			%	4%	2%	6%	3%	3%	100%

Fuente: Diseño del Autor

9. Generación de Información Consolidada de RCD Manejados Mensual

El archivo general de Excel para consolidar la información de los RCD manejados por la empresa, contienen una hoja para cada mes, donde se podrá ver toda la información correspondiente a cada mes del año. En cualquier momento, la empresa tendrá disponible la información de los % de RCD reusados y los de disposición final manejados a la fecha, con el % de Reciclados y el % de RCD a

disposición final, esta información es la base para la obtención consolidada de la información anual de los RCD.

10. Generación de Información Consolidada de RCD Manejados Anual

Una vez que se tenga la información mensual de los RCD procesados en obra, la información se incluye de forma automática al formato de control anual (Ver tabla 13). Donde se tiene el % de estimados anuales que se manejan a nivel internacional de RCD (este dato puede ser sustituido por % estadísticos operados por la empresa) y el % Real de RCD manejados en la empresa, el cual se obtiene de la siguiente formula:

$$\% \text{ Real} = \sum \text{RCD (ENE: DIC)}$$

Los RCD mensual se obtienen al vincular la hoja de control anual a la hoja de control mensual, de la siguiente forma:

$$=+'Control Mes Enero'!AL5$$

El total de material reusado se obtiene al sumar el material reusado en obra, más el material reciclado, su fórmula es:

$$\% \text{ Real} = \sum \text{RCD (reusado en obra: reciclado fuera de obra)}$$

El total de material a disposición final se obtiene mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ Real} = \sum \text{RCD disposición final (excavación + concreto + otros)}$$

Finalmente se obtiene los totales mensuales para cada mes de los RCD reciclado y los RCD de disposición final (Ver Tabla 12).

Tabla 13: Cuantificación Mensual / Anual de RCD Procesados Obra.

EXCAVACION	% Estimado	% REAL			OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL AÑO
			ENE	FEB.				
Material Reusado en Obra	20%	23%	54,25	50,55	27,85	35,35	35,35	615,4
Material Reciclado Fuera de Obra	20%	40%	133,6	129,1	77,8	63,3	63,3	1060,6
TOTAL	40%	63%	187,85	179,65	105,65	98,65	98,65	1676
Material a Disposición Final	60%	37%	127,4	101,3	72,8	72,8	70	1002,6
TOTAL RDC	100%	100%	315,25	280,95	178,45	171,45	168,65	2678,6

CONCRETO	% Estimado	% REAL			OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL AÑO
			ENE	FEB.				
Material Reusado en Obra	2%	16%	34,15	32,15	11,95	15,85	15,85	328,7
Material Reciclado Fuera de Obra	18%	25%	84,7	54,6	41,5	49	1,5	527,1
TOTAL	20%	41%	118,85	86,75	53,45	64,85	17,35	855,8
Material a Disposición Final	80%	59%	134,5	134,8	118,8		4,3	1232,5
TOTAL RDC	100%	100%	253,35	221,55	172,25	64,85	21,65	2088,3

ESCOMBROS Y OTROS	% Estimado	% REAL			OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL AÑO
			ENE	FEB.				
Material Reusado en Obra	22%	39%	72	73,3	121,2	101,7	91,5	1060,8
Material Reciclado Fuera de Obra	18%	19%	67,2	49,2	34,6	33,1	33,1	502,9
TOTAL	40%	58%	139,2	122,5	155,8	134,8	124,6	1563,7
Material a Disposición Final	60%	42%	115,4	119,7	84,4	82	77,2	1153,8
TOTAL RDC	100%	100%	254,6	242,2	240,2	216,8	201,8	2717,5

TOTAL RECLADO RDC	445,9	388,9	314,9	298,3	240,6	4095,5
DISPOSICIÓN FINAL RDC	377,3	355,8	276,0	154,8	151,5	3388,9
Total RDC	823,2	744,7	590,9	453,1	392,1	7484,4

% TOTAL RECLADO RDC	6,0%	5,2%	4,2%	4,0%	3,2%	54,7%
% TOTAL DISPOSICIÓN FINAL RDC	5,0%	4,8%	3,7%	2,1%	2,0%	45,3%
Total RDC	11%	10%	8%	6%	5%	100%

Fuente: Diseño del Autor

11. Generación Cálculo de Rebaja al Impuesto Anual por Reuso de RCD

Para determinar el incentivo al impuesto anual por reuso de RCD, se propone una metodología donde se realiza la ponderación en base a la importancia relativa de las magnitudes de RCD manejados y su destino final.

La construcción de los pesos y cuantificación del avance físico ponderado se realiza por el método de Índices Complejos Ponderados: “Son aquellos que tienen en cuenta la importancia relativa de cada una de las magnitudes dentro del conjunto de todas ellas, por lo que a cada una se le asigna una ponderación” (Montiel, A.M., Rius, F., Barón F. (1997).

El manejo de los datos para cuantificar la información que se usará para el cálculo del monto de descuento por manejo de RCD, se obtiene de las tablas explicadas anteriormente, donde la tabla con la información de los RCD manejados por la empresa en el año (Tabla 13) contiene los datos que permita cuantificar a las empresas la cantidad exacta de RCD, para comprobar ante las autoridades, el volumen de residuos manejados y con base a esta información, se determine el impacto en incentivo anual de impuesto a pagar por la empresa a las entidades gubernamentales, el cual consta de un premio o un castigo, dependiendo del manejo de RCD reusados en el año, como se describe a continuación:

- La empresa que recicle un porcentaje igual o mayor al 40% de sus residuos, se le rebajará del impuesto a pagar anualmente, el porcentaje determinado en este método, de acuerdo al cálculo del incentivo de rebaja por residuos reciclados durante el año.

Cabe mencionar que para que esta metodología sea eficiente. El estado debe aplicar las leyes y controles que existen para el manejo de los residuos, porque mientras las empresas no se vean obligadas a cumplir la ley, no tendrán motivación a utilizar más recursos en el manejo de sus residuos. Para ellos es más fácil botar sus residuos en un vertedero que realizar el proceso de reuso y reutilización de los mismos.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, se deben aplicar el mecanismo de “Premio y Castigo” demostrando que, cuando los incentivos naturales a cumplir son bajos como sucede con el reuso de residuos, es necesario crear incentivos paralelos.

Adicional a la aplicación de la ley y los controles que debe aplicar los entes gubernamentales, y tomando en cuenta que el objetivo marcado por la Unión Europea de cara a 2020 que aspira a que el 70% de los residuos de construcción y demolición sean valorizados (Web 4), se propone un castigo a la empresa constructora que no se esfuerza por reusar sus residuos, el cual consiste en:

- La empresa que recicle menos del 40% de sus residuos, se le incrementará el impuesto total a pagar anualmente, en el porcentaje determinado en este método, de acuerdo al cálculo del incentivo de rebaja por residuos reciclados durante el año.

El método para el cálculo del monto a descontar del impuesto anual que se propone, se realiza a manera de ejemplo (Ver Tabla 14) con cuatro empresas, donde se tiene que:

Monto Pago de Impuestos (a): Es el monto de impuestos anuales a pagar por la empresa.

% de RCD Utilizados (b): Calculo % de RCD reutilizados por la empresa en el año, cuantificados por el método propuesto en este trabajo. Para motivar a reusar mayor cantidad de RCD.

Monto para Aplicar La Rebaja (c): Monto del impuesto anual, al cual se le aplicará el incentivo (rebaja o incremento) por reuso de RCD. Este se calcula mediante la siguiente formula:

$$=SI (E35>0,4;-G35*I35; G35*I35)$$

% Rebaja de Impuesto Anual (d): % acordado con la entidad gubernamental para ser aplicado al monto del impuesto anual a pagar por la empresa, sujeto a la rebaja, el cual es calculado en base al esfuerzo realizado por la empresa en reusar RCD.

Rebaja al Impuesto Anual (e): Parte del impuesto anual que se rebaja por el beneficio del esfuerzo realizado al reusar más RCD o se incrementa al monto total a pagar en el año, por el castigo de no esforzarse en reusar más sus residuos.

En función del porcentaje que la empresa de construcción logre reciclar y reusar en el año, mayor será el beneficio económico, al obtener un mayor descuento del impuesto anual y viceversa si no reusa los residuos. Este cálculo se realiza mediante la siguiente formula:

$$=SI (b>40\%;- c*d; c *d)$$

% Rebaja en Función del RCD (f): Porcentaje real de rebaja del monto anual a pagar por impuestos, en base al incentivo propuesto. Aquí se observa el % de descuento asociado al monto anual de impuestos a pagar por la empresa.

$$f = e*a$$

Tabla 14: Metodología para el Cálculo de la Rebaja del Pago de Impuesto Anual en Base al Reúso de RCD

Fuente: Diseño del Autor

EMPRESA MARIANA C.A.

				% Aplicado = 22%		Premio o Castigo > 40% < 40%	
		a	b	c = a*b	d	si b>39% e = - c*d si b<40% e = c*d	f = e/a
EMPRESA	MONTO PAGO DE IMPUESTOS (€)	% DE RCD UTILIZADO	MONTO PARA APLICAR LA REBAJA	% REBAJA DE IMPUESTOS ANUALES	REBAJA AL IMPUESTO ANUAL (€)	IMPUESTO REAL A PAGAR (€)	% REBAJA EN FUNCION DEL RCD
EMPRESA "A"	100	54,7%	54,7	22%	-12	88	-12%
EMPRESA "B"	200	30,0%	60,0	22%	13	213	7%
EMPRESA "C"	500	55,0%	275,0	22%	-61	440	-12%
EMPRESA "D"	1500	20,0%	300,0	22%	66	1566	4%



Incentivo al Incrementar el Uso de los RCD



Impuesto Marco Legal



Impuesto Real Aplicado por Uso de

Este último cálculo se realizó con varias empresas, para demostrar que, a mayor porcentaje de RCD reusados, mayor es el benéfico. La empresa A y C son las que mayor cantidad de RCD reúsan, por lo tanto, son las que tienen el mayor porcentaje de descuento, obtienen (12%). Mientras que las empresas B y D, son las que menor esfuerzo hacen para reusar los RCD, con un porcentaje menor al 40%, por lo tanto, tiene el castigo de pagar un impuesto adicional del 7% y 4%.

CAPÍTULO 4

4. Conclusiones y Recomendaciones

Aunque España está cubierta por diferentes leyes y normativas que enmarcan la gestión integral de RCD, para su correcto manejo y disposición de forma legal y adecuada, hay una falta de control por parte de las autoridades ambientales para que los lineamientos impuestos se cumplan.

Hay falta de incentivos en las empresas de la construcción para incrementar los recursos en mejorar la separación de los RCD y así tener un mejor aprovechamiento de ellos, al reusarlos en sus obras o venderlos como material reciclado a otras empresas que los requieran y así disminuir los residuos que van a disposición final.

Basado en esta investigación, se recomienda establecer una política de aprovechamiento de los RCD en la ciudad de Valencia, que utilice las formas de aplicación de materiales reciclados descritas en este trabajo, generando una demanda mayor de materiales reciclados y así reducir los volúmenes de RCD que van a disposición final.

Se recomienda a las empresas de construcción usar la guía desarrollada en este trabajo, para que tengan disponible información clara, sencilla, lógica, coherente y bien estructurada con todo el proceso, para las personas que manejan los RCD.

Una de las fases importantes en la gestión de aprovechamiento de los RCD es la separación selectiva en sitio, ya que estos residuos se valorizan al tener la capacidad de ser aprovechados en instalaciones industriales adecuadas.

Entre los RCD más aprovechados están los materiales de excavación, concreto y escombros, lo que indica que una adecuada metodología en la gestión de los residuos permite una correcta separación de ellos, aumentando los porcentajes que pueden ser reutilizados y reciclados.

Se recomienda instaurar el incentivo que se propone en este trabajo, para motivar a las empresas a incrementar el reciclaje o reuso de los RCD, basado en otorgar un descuento a los impuestos anuales que deben pagar las empresas de construcción a la entidad gubernamental, el cual debe estar asociado al porcentaje de RCD reciclados o reusados durante el año de ejecución del proyecto. Mientras mayor sea el porcentaje de RCD reutilizados, mayor debe ser el descuento.

El estado debe aplicar las leyes y controles que existen para el manejo de los residuos, porque mientras las empresas no se vean obligadas a cumplir la ley, no tendrán motivación a utilizar más recursos en el manejo de sus residuos.

Una vez establecida la metodología propuesta, para cuantificar el porcentaje del impuesto anual a pagar por las empresas, se debe asignar un responsable del manejo de esta información, siendo el más adecuado, un personal del área de planificación y control de proyectos, que no incrementará los costos de la empresa, por ser esta persona el responsable de la información manejada en el proyecto.

Para lograr el aprovechamiento de los RCD, se requiere de un sistema que ejecute y aplique correctamente todos los factores involucrados en una gestión integral de RCD, este deberá funcionar como un solo ente que gestione, provea y controle el ciclo de vida de estas materias primas con el único fin de lograr un grado de aprovechamiento de las mismas, de forma que se disminuya el impacto ambiental generado por el mal manejo y finalmente disminuir los volúmenes en escombreras y rellenos sanitarios.

Se recomienda establecer un marco legal de adhesión al plan de manejo, que permita identificar los participantes en este plan, la elaboración de indicadores de RCD, implementación de una estrategia que incentiva a las empresas a reciclar y reusar más RCD.

Se debe implantar un plan para monitorear y controlar el cumplimiento del plan de manejo de RCD, mediante un enlace entre la empresa constructora y la entidad

gubernamental encargada de hacer efectivo el beneficio o incentivo otorgado a la empresa constructor.

En Bélgica la empresa Tracimat se encarga de emitir un “certificado de demolición selectiva” a las obras, este procedimiento se debería implementar en España, pero de manera gratuita en los ayuntamientos donde pertenece cada construcción, también se podría proponer una correspondencia dentro del ayuntamiento donde trabaje como la empresa Tracimat de Bélgica.

Bruselas (capital de Bélgica) tiene un sitio web donde contiene información detallada y fotografías de todos los comerciantes de una zona (de un radio de una hora en coche desde Bruselas), también proporciona nombres de empresas situadas en Francia y Países Bajos, así como datos sobre los distintos tipos de materiales; España podría ser parte de esta página web teniendo así otra entrada económica y ayudar a mejorar el medio ambiente.

En Francia; cuando finalizan las obras, la autoridad contratante redacta una evaluación de las obras en la que indica la naturaleza y la cantidad de los materiales que finalmente se han reutilizado in situ y las de los residuos recuperados o eliminados. La entidad contratante envía el formulario a la Agencia francesa de Medio Ambiente y Control de la Energía, que cada año presenta un informe al ministerio que se ocupa del sector de la construcción; esta normativa se debería usar en España y que ese informe se presente para los premios de construcción y arquitectura en España y que en una competencia sea presentar el mayor porcentaje de residuos reciclados, en diferentes categorías.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias, F. (1999).** El Proyecto de Investigación, Guía para su Ejecución y Elaboración. Primera edición. Editorial Ipisteme. Caracas. Venezuela.
- Bisquerra, R. (1989).** Métodos de Investigación educativa. Guía práctica. Ediciones CEAC. Barcelona. España.
- Cerda, H. (1997).** Cómo Elaborar un Proyecto. Primera edición. Editorial Magisterio. Bogotá. Colombia.
- Chávez, N. (1994).** Introducción a la Investigación Educativa. Primera edición. Sin editorial. Maracaibo. Venezuela.
- Días, P. (2001).** Guía para Propuesta de Proyecto.
<http://www.uniweb.cl/tdu/titulo/2001/metodologia.htm>
- Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, P. (1998).** Metodología de la Investigación. Segunda edición. Editorial Mc Graw – Hill. México.
- Irwin, R. (1992).** Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Prentice-Hall Hispanoamérica, S.A. México.
- Méndez, C. (1999).** Metodología de la Investigación. McGraw-Hill. Bogotá. Colombia.
- Méndez, Carlos E. (2001).** Metodología Diseño y desarrollo del proceso de investigación. Tercera edición. Editorial Mc Graw – Hill. Colombia.
- Montiel, M, Rius, F., Barón, F. (1997).** Elementos básicos de ESTADISTICA Económica y Empresarial. Primera edición. PRENTICE may Internacional (UK). España. Instituto Nacional de Estadística, www.ine.es
- Palmer, A. Jiménez. Rubí, A. (S/Año).** Uso de tablas estadísticas en Internet II: Cálculo de probabilidades para un conjunto de distribuciones utilizadas en Estadística.
- Sabino, C. (1994).** Como hacer una Tesis, Guía para elaborar y redactar trabajos científicos. Primera edición. Editorial Panapo. Venezuela.
- Sánchez, B, y Guarisma, J. (S/Año).** Métodos de Investigación. Ediciones Universidad Bicentenario de Aragua. Edo. Aragua. Venezuela.
- Secretaria Distrital de Ambiente (SDA). (2014).** Guía para la elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición (RCD) en obra. Bogotá, Colombia.

Spiegel, M.R. (1991). Teoría y problemas de estadística. Segunda edición. Editorial Mc Graw – Hill. Madrid.

Tamayo y Tamayo, Mario (2003). El Proceso de la Investigación Científica. Cuarta Edición. Editorial Limusa, S.A. México.

Webster, Allen L. Estadística aplicada a los negocios y la economía. Tercera edición.

ONU, (2019). Gestión de residuos - Jordi Pon ONU. Costa Rica

Web 1: BOE-A-2008-2486-consolidado - Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero
<https://www.boe.es/buscar/pdf/2008/BOE-A-2008-2486-consolidado.pdf>

Web 2: DECRETO 200/2004, de 1 de octubre, del Consell de la Generalitat
https://www.dogv.gva.es/portal/ficha_disposicion_pc.jsp?sig=4505/2004&L=1

Web 3: Protocolo de gestión de residuos de la construcción en la UE
[file:///C:/Users/Owner/Downloads/ES-TRA-01%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Owner/Downloads/ES-TRA-01%20(1).pdf)

Web 4: Informe 2017 REV1 - W 22. Informe de Producción y Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en España
<http://www.rcdasociacion.es/images/documents/Informe-RCDA-11-15.pdf>

Web 5. El mercado de gestión de residuos en Australia
https://www.icex.es/icex/wcm/idc/groups/public/documents/documento/mde5/ode3/~edisp/doc2019817497.pdf?utm_source=RSS&utm_medium=ICEX.es&utm_content=28-03-2019&utm_campaign=Estudio%20de%20mercado.%20El%20mercado%20de%20a%20gesti%C3%B3n%20de%20residuos%20en%20Australia%202019

Web 6: Asociación Española del Reciclaje de RCD
<http://www.rcdasociacion.es/>

Web 7: Directiva (UE) 2018_ del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018
<https://www.boe.es › doue › 2018>

Web 8: PLAN NACIONAL INTEGRADO DE RESIDUOS (PNIR) 2008 2015 ANEXO 6
www.cepcos.es › Uploads › docs › ISA_PNIR_26_11_2007

Web 9: Ley 10200 de 12 de diciembre de Residuos de la Comunitat Valenciana

<https://www.boe.es/buscar/pdf/2001/BOE-A-2001-425-consolidado.pdf>

Web 10: La regulación jurídica de los residuos de construcción demolición (RCD) en España. El caso de la Comunidad de Madrid

<https://core.ac.uk/download/pdf>

Web 11: Plan de manejo de residuos de la construcción y demolición México

<https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente>

Web12: Sector construcción intenta resolver su gestión de residuos de Construcción

<https://www.dconstruccion.cl>

Web 13: [https://shop.austrian-standards.at/action/en/public/details/532055/OENORM B 3151 2014 12 01](https://shop.austrian-standards.at/action/en/public/details/532055/OENORM_B_3151_2014_12_01)

Web 14: <http://hiserproject.eu/index.php/news/80-news/116-tracimat-tracing-construction-and-demolition-waste-materials>

Web 15: <http://opalis.be/>

Web 16: <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2011/5/31/DEVL1032789D/jo> y <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000025145228>

Web 17: <http://www.investigo.fr/>

Web 18: <http://www.seddre.fr/qualirecycle.pdf> y <http://www.seddre.fr/>

Web 19: <https://www.cerema.fr/fr/activites/environnement-ressources-naturelles>

Web 20: www.veiliglopen.nl/en/home

Web 21: <http://www.fir-recycling.com/>

Web 22: <http://www.bioregional.com/wp-content/uploads/2015/05/Reuse-and-recycling-on-London-2012-olympic-park-Oct-2011.pdf>

Web 23: https://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_2

Web 24: http://www.mr.gov.pl/media/15225/PROGRAM_ENG.pdf

Web 25:

https://publikationer.sverigesbyggindustrier.se/Userfiles/Info/1094/160313_Guidelines_.pdf

Web Figura N°6: <http://leon.bajantedeescombros.es/>

Web Figura N°7: <https://www.contenedoresmata.es/contenedores/contenedor-5-m3-para-escombros-limpio/>

Web Figura N°8:

<https://racnet.opentiempos.com/tienda/contenedores/contenedores-urbanos/contenedor-basura-360-l>

Web Figura N°9: <https://3dwarehouse.sketchup.com/model/bd2c2112-8000-48c9-a56e-da3ec0155d24/Vista-preliminar-Jaula-Residuos-Peligrosos?hl=hu>

Web Figura N°10: <https://www.logismarket.es/comansa/contenedor-de-malla-de-gran-volumen/1324966825-p.html>

ANEXOS

Empresa Constructora

Cuantificación de RCD Reutilizados Diariamente en obra

Fecha del movimiento de RCD:

martes, 01 de enero de 2019

TIPO DE MATERIAL	m ³	USO
RDC EXCAVACION		
Material Reusado en Obra	6,00	Pisos
Material Reusado en Obra	2,00	Nivelacion
TOTAL	8,00	

RDC CONCRETO		
Material Reusado en Obra	3,00	Relleno
Material Reusado en Obra	1,50	Deposito en Obra
TOTAL	4,50	

RDC ESCOMBROS Y OTROS		
Material Reusado en Obra	2,00	Relleno
Material Reusado en Obra	1,80	Deposito en Obra
TOTAL	3,80	

TOTAL RDC RECICLADOS/REUSADOS	16,30	
Total Facturas		

Firma del Responsable Obra Nombre:	Fecha	Firma del Responsable Externo Nombre:

Factura a Transportistas que Mueven los RCD

Empresa Constructora

Fecha del movimiento de RDC: martes, 01 de enero de 2019

TIPO DE MATERIAL	m ³	DESTINO	COSTO (€)
RDC EXCAVACION			
Material Reusado en Obra	6,00		4,00
Material Reciclado Fuera de Obra	2,00	Las Marianas	5,00
TOTAL	8,00		9,00
Material a Disposición Final			
TOTAL RDC	8,00		9,00

RDC CONCRETO			
Material Reusado en Obra	3,00		5,00
Material Reciclado Fuera de Obra	1,50	Deposito	5,00
TOTAL	4,50		10,00
Material a Disposición Final	6,00		5,00
TOTAL RDC	10,50		15,00

RDC ESCOMBROS Y OTROS			
Material Reusado en Obra	4,00		
Material Reciclado Fuera de Obra	4,20	Deposito	5,00
TOTAL	8,20		5,00
Material a Disposición Final			7,00
TOTAL RDC	8,20		12,00

TOTAL RDC RECICLADOS/REUSADOS	20,70	Las Marianas	24,00
TOTAL RDC DISPOSICIÓN FINAL	6,00	Vertedero	12,00
Total Facturas			36,00

Firma del Responsable/Custodio	Revisado por:	Autorizado por:

Consolidado Diario de RCD Manejado en el Día

Empresa Constructora

CONSOLIDADO DIARIO DE RDC MANEJADOS EL: 01-01-2019

TIPO DE MATERIAL	Facura Nº 1 m³	Facura Nº 2 m³	Facura Nº 3 m³	Facura Nº 4 m³	TOTAL DIA
Material Reusado en Obra	3,00		3,00		6,00
Material Reciclado Fuera de Obra	2,00		1,00		3,00
TOTAL	5,00	0,00	4,00	0,00	9,00
Material a Disposición Final		4,00		8,00	12,00
TOTAL RDC	5,00	4,00	4,00	8,00	21,00
Material Reusado en Obra	2,00		1,00		3,00
Material Reciclado Fuera de Obra	2,00		2,00		4,00
TOTAL	4,00	0,00	3,00	0,00	7,00
Material a Disposición Final		4,00			4,00
TOTAL RDC	4,00	4,00	3,00	0,00	11,00
Material Reusado en Obra	2,00		3,00		5,00
Material Reciclado Fuera de Obra	4,00		4,00		8,00
TOTAL	6,00	0,00	7,00	0,00	13,00
Material a Disposición Final					0,00
TOTAL RDC	6,00	0,00	7,00	0,00	13,00
TOTAL RDC RECICLADOS/REUSADOS	15,00	0,00	14,00	0,00	29,00
TOTAL RDC DISPOSICIÓN FINAL	0,00	8,00	0,00	8,00	16,00

Cuantificación Mensual / Anual de Residuos los RCD Procesados Obra

EXCAVACION	% Estimado	% REAL	REAL MES (m³)												TOTAL AÑO	
			ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.		
Material Reusado en Obra	20%	23%	54,25	50,55	50,55	68,65	68,65	68,65	61,45	64,65	68,65	29,45	27,85	35,35	35,35	615,4
Material Reciclado Fuera de Obra	20%	40%	133,6	129,1	85,8	85,8	85,8	79,2	81,4	85,8	89,7	77,8	105,65	63,3	63,3	1060,6
TOTAL	40%	63%	187,85	179,65	136,35	154,45	154,45	140,65	146,05	154,45	119,15	105,65	98,65	98,65	1676	
Material a Disposición Final	60%	37%	127,4	101,3	86,4	69,5	83,8	81	81	83,8	72,8	72,8	70	70	1002,6	
TOTAL RDC	100%	100%	315,25	280,95	222,75	223,95	238,25	227,05	221,65	238,25	191,95	178,45	171,45	168,65	2678,6	

CONCRETO	% Estimado	% REAL	REAL MES (m³)												TOTAL AÑO
			ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	
Material Reusado en Obra	2%	16%	34,15	32,15	32,15	63,65	28,75	27,95	25,55	11,95	11,95	15,85	15,85	15,85	328,7
Material Reciclado Fuera de Obra	18%	25%	84,7	54,6	54,6	54,6	35,7	35,2	31	49	41,5	49	1,5	1,5	527,1
TOTAL	20%	41%	118,85	86,75	86,75	118,25	64,45	63,15	56,55	60,95	53,45	64,85	17,35	17,35	855,8
Material a Disposición Final	80%	59%	134,5	134,8	134,8	111,3	118,8	118,8	118,8	118,8	118,8	4,3	4,3	1232,5	
TOTAL RDC	100%	100%	253,35	221,55	221,55	229,55	183,25	181,95	175,35	179,75	172,25	64,85	21,65	21,65	2088,3

ESCOMBROS Y OTROS	% Estimado	% REAL	REAL MES (m³)												TOTAL AÑO
			ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	
Material Reusado en Obra	22%	39%	72	73,3	73,3	80,3	80,3	73,9	69,3	143,7	121,2	101,7	91,5	91,5	1060,8
Material Reciclado Fuera de Obra	18%	19%	67,2	49,2	49,2	49,2	39	35,6	34,6	39,1	34,6	33,1	33,1	33,1	502,9
TOTAL	40%	58%	139,2	122,5	122,5	129,5	119,3	109,5	103,9	182,8	155,8	134,8	124,6	124,6	1563,7
Material a Disposición Final	60%	42%	115,4	119,7	111,9	81,9	106,9	98,7	84,4	84,4	84,4	82	77,2	77,2	1153,8
TOTAL RDC	100%	100%	254,6	242,2	234,4	211,4	226,2	208,2	188,3	267,2	240,2	216,8	201,8	201,8	2717,5

TOTAL RECICLADO RDC			445,9	388,9	345,6	402,2	338,2	318,7	301,1	362,9	314,9	298,3	240,6	240,6	4095,5
DISPOSICIÓN FINAL RDC			377,3	355,8	333,1	262,7	309,5	298,5	284,2	276,0	276,0	154,8	151,5	151,5	3388,9
Total RDC			823,2	744,7	678,7	664,9	647,7	617,2	585,3	638,9	590,9	453,1	392,1	392,1	7484,4
% TOTAL RECICLADO RDC			6,0%	5,2%	4,6%	5,4%	4,5%	4,3%	4,0%	4,8%	4,2%	4,0%	3,2%	3,2%	54,7%
% TOTAL DISPOSICIÓN FINAL RDC			5,0%	4,8%	4,5%	3,5%	4,1%	4,0%	3,8%	3,7%	3,7%	2,1%	2,0%	2,0%	45,3%
Total RDC			11%	10%	9%	9%	9%	8%	8%	9%	8%	6%	5%	5%	100%

Metodología para el Cálculo de la Rebaja del Pago de Impuesto Anual en Base al Reúso de RCD

EMPRESA MARIANA C.A.

EMPRESA	a	b	% Aplicado =		Premio o Castigo		f = e/a
			c = a*b	d	> 40%	< 40%	
	MONTO PAGO DE IMPUESTOS (€)	% DE RCD UTILIZADO	MONTO PARA APLICAR LA REBAJA	% REBAJA DE IMPUESTOS ANUALES	REBAJA AL IMPUESTO ANUAL (€)	IMPUESTO REAL A PAGAR (€)	% REBAJA EN FUNCION DEL RCD
EMPRESA "A"	100	54,7%	54,7	22%	-12	88	-12%
EMPRESA "B"	200	30,0%	60,0	22%	13	213	7%
EMPRESA "C"	500	55,0%	275,0	22%	-61	440	-12%
EMPRESA "D"	1500	20,0%	300,0	22%	66	1566	4%

Incentivo al Incrementar el
Uso de los RCD

Impuesto
Marco
Legal

Impuesto
Real Aplicado
por Uso de