

Anexo 4. Gestión de Residuos de Construcción y Demolición

Todos los planes de manejo ambiental deben dar respuesta a la matriz de aspectos e impactos del proyecto. Ver *anexo 2*.

Objetivo:

El objetivo del plan gestión de RCD es establecer el procedimiento en obra para gestionar residuos sólidos de tipo doméstico y de construcción y demolición (RCD) desde su recolección, pasando por su separación, hasta su reutilización, reciclaje o disposición.

Por otro lado, el alcance del plan no se debería limitar al cumplimiento de la normativa ambiental local, sino también a la realización de buenas prácticas definidas por la empresa para cumplir con sus metas de sostenibilidad.

Responsables:

Es importante que se definan los responsables de cada actividad de gestión de residuos y cuál es su rol en la actividad para que todos los actores estén enterados de la cadena de valor de la gestión de suministro, adquieran un mayor nivel de compromiso y se pueda llevar un mejor control en la ejecución. Algunos roles son:

- Contratista general
- Subcontratistas
- Proveedores de material
- Gestores
- Empresa local de recolección de residuos encargada del sector.
- Cuadrilla o brigada de aseo

Elaboración:

El plan de manejo debe contener por lo menos las siguientes secciones:

- Identificación de residuos

Si bien no hay una única nomenclatura universal ni nacional establecida para codificar los materiales RCD y llevar control sobre ellos, se recomienda que cada empresa establezca su propio sistema para que puedan identificar y reportar fácilmente los RCD. En la Tabla 1, se muestra una clasificación de RCD que se puede usar como referencia, la cual fue adaptada de la guía para elaboración del Plan de Gestión de RCD en obra desarrollada por la Secretaría de Ambiente de Bogotá (2015) a partir de los decretos 838 de 2005, 4741 de 2005, 2981 de 2013:

Tabla 1. Clasificación de Residuos de Construcción y Demolición (RCD). Adaptación de: (Secretaría de Ambiente, 2015)

Categoría	Grupo	Clase	Componentes
Aprovechables	I: Granular grueso (No pasan tamiz #200)	1. Pétreos	Agregados
			Cerámicos
			Concreto
			Mortero
			Otros granulares gruesos
	II: Granular fino (Pasa tamiz #200)	1. Finos no expansivos	Arcillas (caolín)
			limos
		2. Finos expansivos	Otros residuos inertes, poco o no plásticos
			Arcillas (montmorillonita)
	III: Granular orgánico	1. Tierra negra	Suelo que por su riqueza orgánica y mineral es apto para el cultivo o germinación.
		2. Bióticos	Vegetales y especies bióticas
	IV: No granular	1. Metálicos	Acero
			Hierro
			Cobre
			Aluminio
			Estaño
			Zinc
			Otros
		2. Otros	Plástico
PVC			
Madera			
Silicona			
Vidrio			
Caucho			
Espuma de Poliuretano			
Espuma de Poliestireno			
Drywall			
Llantas			
Otros			
No Aprovechables	V: Peligrosos	1. Residuos corrosivos, reactivos, radioactivos.	Desechos químicos, emulsiones, aceites, derivados de petróleo y los incluidos en el Anexo I y Anexo II o que presenten las características de

Categoría	Grupo	Clase	Componentes
		explosivos, tóxicos, patógenos (biológicos)	peligrosidad descritas en el Anexo III del Decreto 4741 de 2005.
	VI: Contaminados	1. RESPEL	Cualquier material que se encuentre contaminado por residuos peligrosos
		2. No RESPEL	Materiales deteriorados por su contacto con la intemperie o con otros materiales.
	VII: Otros	1. No aptos para reúso	Otros materiales que no puedan ser reusados porque no cumplen con especificaciones técnicas exigidas.

Un ejemplo de uso de esta nomenclatura puede ser el código RCD-A-03-02 que haría alusión a los RCD de categoría Aprovechables, grupo de granulares orgánicos (03) y clase de especies bióticas (02). Así mismo las empresas pueden adaptar la tabla a su conveniencia y nombrar cada uno de los residuos que se pueden encontrar en sus obras.

Por otro lado, se recomienda que se clasifiquen los residuos sólidos domésticos que no sean generados directamente de la construcción y/o demolición de acuerdo con la Guía Técnica Colombiana 24 (GTC-24) y con una simbología que dé a entender lo que se puede botar en cada caneca (Ilustración 1). De igual manera es importante que se capacite a todo el personal para que realicen debidamente la separación en la fuente de estos residuos:



Ilustración 1. Clasificación de residuos sólidos domésticos de la obra

Así mismo, se debe planear la gestión de los residuos peligrosos (RESPEL) de acuerdo con la norma colombiana y separarlos en canecas color rojo.

Si se trata de un proyecto que requiera de demolición de estructuras preexistentes, el primer paso es inspeccionar superficialmente el edificio a demoler junto con expertos que determinen el nivel de riesgo que tiene ingresar a la estructura para estudiar la técnica más apropiada de demolición, y realizar un inventario de los materiales que se convertirán en RCD.

Si la estructura es inestable y se corre un gran riesgo por el ingreso, se pueden plantear alternativas como el uso de drones que de manera cuidadosa ingresen al lugar y capten la información necesaria para tomar el inventario de materiales y determinar el método óptimo para demoler. De lo contrario, es preferible realizar el estudio hasta donde se considere seguro y hacer el inventario con los datos que se puedan recolectar de esta manera.

- Caracterización de residuos

La cantidad de Residuos de Construcción (RC) puede ser estimada cuando se calculan las cantidades de material para los Análisis de Precios Unitarios (APU) y se les asigna un porcentaje de desperdicios a cada uno, teniendo en cuenta que se debe hacer conversión a un sistema consistente de unidades en volumen o peso, usando el peso unitario de cada material.

$$Volumen (m^3) = \frac{Peso (kg)}{Peso Unitario \left(\frac{kg}{m^3}\right)} \quad (1)$$

Por otro lado, los Residuos de Demolición (RD) pueden ser estimados idealmente con los planos record de la estructura preexistente y cuantificándolos. En caso de no disponer de estos, se puede hacer un estimado inspeccionando el lugar y realizando un análisis de los materiales presentes y los espacios. Cabe aclarar que el estado de estos materiales es densificado, por lo que hay que tener en cuenta que su volumen aumenta debido a los factores de expansión de cada material luego de demolerlos.

Es importante que se haga una tabla con los residuos que se identificó que se generan en la etapa de demolición y construcción de acuerdo con la clasificación de la Tabla 1 y sus respectivas cantidades de generación pronosticadas para la selección posterior de los materiales aprovechables.

- Selección de materiales a aprovechar

A continuación, se muestra un esquema de la jerarquía que existe para la gestión eficiente de recursos: Prevenir-reducir, reutilizar y reciclar.



Ilustración 2. Jerarquía en el manejo eficiente de residuos. Adaptada de: (Secretaría de Ambiente, 2015)

Siguiendo la jerarquía, se tendría en el plan:

- (1) Prevención y reducción. Estrategias encaminadas a optimizar el diseño con materiales más eficientes y a mejorar la coordinación de actores para evitar pérdidas y maximizar el valor, usando metodologías como las colaborativas. Adicional a las metodologías colaborativas, hay tipos de residuos que se pueden minimizar como el embalaje, empaques de alimentos, plásticos de un solo uso. En cuanto al embalaje, se pueden considerar proveedores de materiales “en granel” o que se hagan cargo de recoger los empaques, por ejemplo, existen cementeras que recogen los sacos de cemento de sus compradores para fabricar fibrocemento o compañías de pintura que se hacen cargo de los recipientes para reciclaje. En cuanto a empaques de alimentos o plásticos de un solo uso se pueden minimizar con el uso de platos, vasos y cubiertos de un material que permita su lavado y reúso todos los días o implementar como política el uso de “porta comidas”, termos y vasos que permitan la reutilización diaria por parte de sus empleados (marcados con su nombre o ID) como parte de su dotación.
- (2) Reutilización y reciclaje. Una vez se conocen las cantidades de residuos discriminadas por su tipo de la sección anterior, se puede evaluar el aprovechamiento comenzando por los tipos de residuo que más se están generando en volumen y peso. A continuación, se muestran algunos de los aprovechamientos más habituales que se le hace a cada RCD:

Una vez se conocen las cantidades de residuos discriminadas por su tipo de la sección anterior, se puede evaluar el aprovechamiento comenzando por los tipos de residuo que más se están generando en volumen y peso. A continuación, se muestran algunos de los aprovechamientos más habituales que se le hace a cada RCD:

Tabla 2. Aprovechamiento de RCD. Adaptada de (Secretaría de Ambiente, 2015) y (Ihobe S.A., 2018)

RESIDUO	APROVECHAMIENTO	ALTERNATIVA
Concreto limpio o combinado con otros pétreos	Reutilización	Masa para rellenos
		Suelos para pavimentos
	Reciclaje	Grava suelta
		Producción de morteros y cemento
		Material granular
Cerámicos	Reciclaje	Adoquines
		Fachada
		Como material puzolánico en concreto
		Acabados
Concreto asfáltico	Reutilización	masa para rellenos
	Reciclaje	Láminas de asfalto para impermeabilización
		Asfalto
Metales Varios	Reutilización	Aplicación en otros productos
	Reciclaje	Aleación
Acero de refuerzo	Reutilización	Acero de refuerzo
	Reciclaje	Fabricación de Acero nuevo
Madera	Reutilización	Encofrados, vallados y linderos
		Puertas
	Reciclaje	Mobiliario urbano, sillas, papeleras y jardineras
		Senderos y puentes peatonales
		Composites de madera y plástico para mueblería y revestimientos
		Campamento, puntos de acopio, casino y obras provisionales
		Tableros y aglomerados
Vidrio	Reciclaje	Vidrio
		Fibras de vidrio para lana de vidrio (aislante)
		Fibras de vidrio para concreto reforzado con fibras
Pétreos	Reutilización	Áridos finos y gruesos

RESIDUO	APROVECHAMIENTO	ALTERNATIVA
	Reciclaje	Restaurar suelos afectados por minería
Plásticos	Reciclaje	Fibras de plástico para concreto reforzado con fibras
		Bloques plásticos para divisiones
		Composites de madera y plástico para mueblería y revestimientos
		Plásticos
Telas, bloques, entre otros	Reciclaje	Base para nuevos productos
Residuos de excavación	Reutilización	Si contiene tierra negra, se puede usar para la implementación de jardines
		Relleno y estabilización de taludes
		Si son áridos gruesos: para adecuar vías provisionales de movilización de personal y maquinaria
		Rellenos para urbanismo, pisos no estructurales y "poyos"
		Estabilización de suelos
Cartón	Reutilización	Aislar acústicamente actividades ruidosas (Corte o esmerilado)
Espumas de Poliestireno y Poliuretano	Reutilización	Casetón para placa con sistema de viguetas
		Aislar acústicamente actividades ruidosas (Corte o esmerilado)
Llantas	Reutilización	Elemento arquitectónico
		Estabilización de taludes
	Reciclaje	Fibras de acero reciclado para concreto reforzado con fibras
		Como reemplazo de agregado fino (arena) en el concreto/mortero
PVC	Reciclaje	Láminas de PVC para impermeabilización

Para determinar el aprovechamiento, se recomienda tener en cuenta estos criterios:

- El costo logístico y operacional de reutilización o reciclaje
- El tiempo de personal, de equipo y de maquinaria para el transporte y aprovechamiento
- El espacio de almacenaje que requiere
- Las medidas de protección y los insumos necesarios para ello
- El proceso de demolición o deconstrucción que requiere para preservar su utilidad

- En cuanto a los residuos de demolición, se deben tener las precauciones necesarias durante el desmantelamiento, separación y almacenamiento para que el material conserve sus propiedades de utilidad para el aprovechamiento.
- Se deben tener las precauciones necesarias durante la demolición, separación y almacenamiento para que el material conserve sus propiedades de utilidad para el aprovechamiento.

Una vez se seleccionen los materiales aprovechables, los que se van a vender, los que se van a donar y los que se dispondrán a gestores autorizados, se pueden resumir en una tabla con su identificación, la gestión que se les dará y las cantidades de acuerdo al *Anexo 4.a*.

- Selección de proveedores de material posconsumo y gestores de RCD

Es recomendable realizar un estudio de mercado de entidades con plantas de transformación o reciclaje y a otras obras de construcción para el aprovechamiento de RCD y que estén dispuestas a comprarlo o adoptarlo. Luego, se analizarían las alternativas de gestión interna o externa del material y se tomaría la decisión que más convenga en términos de sostenibilidad económica, ambiental y social para la empresa.

En lo posible, el proveedor debe encargarse de recoger los residuos de embalaje de forma oportuna, tal como pasa con baldes de pintura o bolsas de cemento.

Por último, si existe la disponibilidad, se puede contratar un auditor experto en técnicas de demolición selectiva, tratamiento de materiales, procesamiento de RCD y mercados locales para este material.

Si definitivamente no se pudo reutilizar o reciclar en obra, se debe buscar un gestor autorizado de la región que pueda reciclar estos materiales o disponerlos de forma responsable. Se debe procurar que este se encuentre lo más cercano posible al proyecto (idealmente a menos de 35 km).

- Almacenamiento, señalización y las rutas de acarreo
 - Sitios de almacenamiento y separación de RCD

Una vez se establezcan los materiales de aprovechamiento y disposición, se deben definir los sitios de acopio donde se van a verter estos materiales, los cuales deben estar debidamente separados y aislados de la intemperie que los puede contaminar o dispersar. Todos los materiales tienen un cuidado diferente, por lo que se recomienda plantear estrategias con el fin de preservar la usabilidad de cada uno de ellos.

Se recomienda adecuar lugares para la separación de residuos con un espacio no menor a 12 m² y que cuenten con los implementos necesarios para separar cada material.

Es necesario que se prioricen las fotografías, imágenes y/o la simbología sobre las letras en las señalizaciones, para dar la idea a los trabajadores sobre lo que debería ir en cada caneca.

- Ubicación de puntos ecológicos para residuos domésticos

Los puntos ecológicos que comprenden las canecas mostradas en la ilustración 1, deberían distribuirse en la sala de ventas, al lado de los baños, en el casino y en sitios cercanos a las actividades que se estén realizando en cada etapa, de manera que al personal no le tome mucho esfuerzo realizar una buena disposición de los residuos.

- Gestión de residuos peligrosos.

Realizar un plan de gestión de residuos peligrosos que incluya los siguientes puntos. El plan debe estar disponible en la obra para los responsables y en caso que se realicen actividades de control y seguimiento ambiental. Debe contener, pero no se reduce a:

- Origen de los residuos peligrosos.
- Cantidades (peso o volumen) de los residuos peligrosos.
- Características de peligrosidad.
- Manejo que se dé a los residuos peligrosos.
- Almacenamiento: donde se garantiza que el envasado o empaçado, embalado y etiquetado se realice conforme a la normatividad vigente. El tiempo de almacenamiento máximo de los residuos peligrosos es de 12 meses.
- Capacitación del personal donde se eduque a aquellas personas que manipularán los residuos peligrosos sobre el riesgo para la salud humana y el ambiente.
- Planes de contingencia para atender cualquier accidente o eventualidad que se presente y contar con personal preparado para su implementación.
- Contratación de gestores para aprovechamiento, recuperación, tratamiento o disposición final con instalaciones que cuenten con las licencias, permisos, autorizaciones o demás instrumentos de manejo y control ambiental a que haya lugar, de conformidad con la normatividad ambiental vigente.

Toda la certificación de almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento o disposición final que emitan los receptores debe conservarse por un lapso de 5 años.

- Rutas de acarreo

Se deben definir las rutas que seguirá la maquinaria y los vehículos de transporte que trasladarán los residuos desde el lugar de su generación hasta el sitio de separación, y desde la separación hasta el acopio. Estas deben definirse de manera que traten de interferir en lo mínimo con las actividades constructivas que se lleven a cabo en cada etapa, lo cual se logra analizando el cronograma de gestión de residuos y el flujo de trabajo de las actividades de construcción.

- Señalización

Es muy importante que los puntos limpios, puntos ecológicos, sitios de separación y de acopio, y las rutas de acarreo estén correctamente señalizadas, es decir que cualquier persona pueda percatarse de las actividades que se están llevando en cada lugar y así evitar accidentes tanto laborales como ambientales. En este documento se deben definir claramente cuáles van a ser los símbolos, fotografías y colores que se van a manejar, así como la ubicación de la señalización que se va a tener en la obra. Los trabajadores a su vez deben conocer el significado de la señalización mediante las charlas preoperativas y las capacitaciones.

- Presupuesto

Se recomienda hacer un presupuesto para la gestión de residuos que incluya tanto los costos logísticos y de transporte incurridos por la disposición de estos o por el procesamiento para reciclarlos, así como los beneficios obtenidos por el aprovechamiento y utilización en el proyecto de construcción respecto a la línea base de haber utilizado materiales vírgenes.

Control y seguimiento

En esta sección se recomienda fijar una meta de reducción en la generación de residuos con respecto a una línea base de acuerdo con el promedio de lo que se haya hecho en la empresa históricamente y en caso de no tener esa información se pueden consultar fuentes secundarias de proyectos de similar envergadura. Así mismo, es importante que se midan mensualmente los índices presentados a continuación:

Usando la cantidad de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y el área total a construir se puede calcular el Índice de Generación de RCD para el proyecto:

$$\text{Índice de Generación de RCD (IGR)} = \frac{\text{Cantidad RCD producida (m}^3 \text{ o Kg)}}{\text{Área construida (m}^2\text{)}} \quad (2)$$

Este índice de generación se debe medir por cada tipo de residuo, incluyendo a los residuos peligrosos que tendrán un manejo distinto.

El Índice de aprovechamiento (3) es un indicador de eficacia en el aprovechamiento de materiales en la obra y al igual que el IGR servirá en un futuro para comparar obras de similares características y llevar un control sobre la producción y el aprovechamiento de residuos.

$$\text{Índice de aprovechamiento} = \frac{\text{Cantidad aprovechada (m}^3 \text{ o Kg)}}{\text{Cantidad total usada en obra (m}^3 \text{ o Kg)}} \quad (3)$$

Donde la cantidad reutilizada hace referencia a los residuos desviados de botaderos que se aprovechan en la obra (reutilización y reciclaje), así como los materiales con contenido reciclado utilizados como materia prima en la construcción. Por otro lado, la cantidad total usada en obra a la cantidad total generada en la obra.

Aunque se sabe que la naturaleza técnica de cada proyecto de construcción es diferente y esto hace que cambie su intensidad en el uso de materiales, se puede tener como objetivo en construcciones de similares condiciones reducir el IGR, lo cual indicaría un uso más eficiente de los materiales. De igual manera, se busca incrementar el índice de aprovechamiento que no solo tiene en cuenta los residuos desviados de botaderos, sino también a los que se usan para reemplazar materia prima de la construcción.

Se recomienda que este plan incluya fechas con metas de reutilización, reciclaje y disposición en términos de la medida de cantidad definida (volumen o peso) y de los índices de seguimiento (2), (3), (4), (5) y (6) para que se pueda contrastar y ajustar conforme a como se vaya avanzando en la obra.

$$\text{Índice de reutilización} = \frac{\text{Cantidad reutilizada (m}^3 \text{ o Kg)}}{\text{Cantidad RCD producida (m}^3 \text{ o Kg)}} \quad (4)$$

$$\text{Índice de reciclaje} = \frac{\text{Cantidad reciclada en obra (m}^3 \text{ o Kg)}}{\text{Cantidad RCD producida (m}^3 \text{ o Kg)}} \quad (5)$$

$$\text{Índice de disposición} = \frac{\text{Cantidad dispuesta a gestores (m}^3 \text{ o Kg)}}{\text{Cantidad RCD producida (m}^3 \text{ o Kg)}} \quad (6)$$

Por otro lado, se recomienda que se tenga un registro de los responsables y los gestores de los residuos, así como un formato de gestión de residuos que incluya el destino que tendrá cada uno, los materiales para su protección en el almacenamiento, los equipos y maquinaria necesarios para transportarlo y tratarlo, y las fechas de generación y gestión. Esto evitará el sobre-almacenamiento o que el material pierda sus propiedades de aprovechamiento, como también que la gestión de los residuos esté sincronizada con las actividades constructivas, de manera que tanto los trabajadores como los responsables directos de la implementación PGRS estén entrenados y preparados para ello. Adicionalmente, se sugiere llevar un formato de cantidades de todos los residuos que incluya la cantidad generada, desviada del botadero y la no aprovechable, las cuales deben ser retroalimentadas a medida que se generen o gestionen los residuos.

Se recomienda usar como base el registro del *Anexo 4.a*, al cual se le pueden agregar los aspectos de caracterización o medición que se consideren necesarias para hacer un mejor seguimiento o las que solicite la autoridad ambiental para su reporte como de dónde vienen los residuos o los costos o beneficios obtenidos por la gestión de residuos y su correspondiente porcentaje con respecto a los costos directos de obra.

Así como también se recomienda que se realice seguimiento al presupuesto del PGRS con los gastos mensuales usando la ecuación (7) de eficiencia (Secretaría de Ambiente, 2015):

$$\text{Índice de eficiencia} = \frac{\text{Gastos mensuales de implementación}}{\text{Presupuesto planeado para el PGRS}} \quad (7)$$

El registro se debe acompañar del soporte o justificantes de recepción del destino final.