

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“SITUACIÓN DE LA GESTIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL
SECTOR VIVIENDA EN LA CIUDAD DE LIMA Y CALLAO”**

Presentado por:

MARCIA ANDREA CARBAJAL SILVA

Trabajo Monográfico para Optar el Título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Lima - Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS
“SITUACIÓN DE LA GESTIÓN Y MANEJO DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL
SECTOR VIVIENDA EN LA CIUDAD DE LIMA Y CALLAO”

Presentado por:

MARCIA ANDREA CARBAJAL SILVA

Trabajo Monográfico para Optar el Título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Sustentada y aprobada por el siguiente Jurado:

Ph. D. Sergio Pacsi Valdivia
PRESIDENTE

Mg. Sc. Víctor Miyashiro Kiyan
MIEMBRO

Dra. Rosemary Vela Cardich
MIEMBRO

Ing. Lawrence Quipuzco Ushñahua
ASESOR

AGRADECIMIENTO

A Dios a quien todo lo Debo

A mis Padres y Hermanas que me motivan siempre

A mis amigos que me retan a ser alguien mejor

INDICE GENERAL

RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.1.1. Objetivo General.....	2
1.1.2. Objetivos Específicos.....	2
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN Y SUS IMPACTOS AMBIENTALES.....	3
2.2. RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	5
2.3. REAPROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN	7
2.4. MARCO LEGAL Y TÉCNICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. MATERIALES.....	16
3.2. MÉTODOS.....	16
3.2.1. Elaborar un diagnóstico de la gestión y manejo de los RCD del sector vivienda en Lima y Callao	17
3.2.2. Proponer alternativas de mejora para la gestión y manejo de los RCD del sector vivienda en Lima y Callao.	18
IV. DESARROLLO DEL TEMA.....	19
4.1. INCIDENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LA GENERACIÓN DE RCD A NIVEL NACIONAL.....	19
4.2. SITUACIÓN DEL MANEJO DE INFORMACIÓN SOBRE LA GESTIÓN DE RCD.....	20
4.3. IMPACTO DE LA INFORMALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS RCD	27
4.4. ANÁLISIS DEL MARCO LEGAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL PERÚ EN EL CONTEXTO DE LA GESTIÓN Y MANEJO ACTUAL	28
4.5. ANÁLISIS DEL NUEVO MARCO REGULATORIO Y PROYECCIONES FUTURAS PARA LA GESTIÓN DE RCD.....	34

4.6. SITUACIÓN DEL TRANSPORTE, REAPROVECHAMIENTO Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RCD	36
4.7. MANEJO DE RCD EN OBRA, TRASPORTE, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL.....	41
V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES.....	52
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
VIII. ANEXOS	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de RCD según su capacidad de reaprovechamiento	8
Tabla 2: Normas Legales Vigentes	10
Tabla 3: Normas Legales Próximas a Entrar en Vigencia	14
Tabla 4: Normas Técnicas Peruanas	15
Tabla 5: Coeficientes de generación de RCD por m ² construido	26
Tabla 6: Empresas registradas para el manejo de RCD	36
Tabla 7: Instalaciones autorizadas para disposición final de RCD	38
Tabla 8: RCD en espacios públicos	40
Tabla 9: Identificación de causas de generación de desperdicios materiales en obras de construcción	42
Tabla 10: Clasificación de Residuos Reaprovechables	45
Tabla 11: Código de Colores para Almacenamiento de Residuos	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo de Vida de una Edificación	4
Figura 2: Porcentaje en Volumen de RCD generado en cada etapa de obras respecto al volumen total de RCD.....	6
Figura 3: Distribución De Licencias De Edificación Otorgadas A Nivel Nacional en el Año 2015	19
Figura 4: Vista De La Primera Sección Del Aplicativo Virtual Del Ministerio De Vivienda	22
Figura 5: Licencias De Edificación Para Vivienda En Lima Metropolitana en el Año 2015.....	24
Figura 6: Distribución de edificaciones formales e informales en Lima y Callao.	27
Figura 7: Esquema de planteamiento de solución con instalaciones intermedias para el tratamiento de RCD en Lima y Callao	29
Figura 8: Distancia de la planta de ciclo a la zona de mayor concentración de edificaciones nuevas	31
Figura 9: Empresa Cajas Ecológicas	37
Figura 10: Ladrillo King Kong de 18 huecos fabricado con áridos reciclados por la empresa ciclo	37
Figura 11: Ubicación de las instalaciones de disposición final en Lima y Callao	39
Figura 12: Distribución geográfica de licencias de edificación de vivienda en el año 2015.....	40

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Entrevista a Roger Mori, Director Ejecutivo de CICLO	60
Anexo 2: Aplicativo Virtual de la Declaración Anual de Manejo de Residuos Sólidos de las Actividades de la Construcción y Demolición	64

GLOSARIO DE TÉRMINOS

MVCS:	Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento
MINAM:	Ministerio del Ambiente
RCD:	Residuos Sólidos de Construcción y Demolición
Escombrera:	Lugar especialmente habilitado para la disposición final de residuos sólidos de construcción y demolición no peligrosos.
Albañilería:	Técnica de construcción civil en donde se utiliza en piedras, ladrillos.
Hormigón:	Mezcla de piedras menudas, cemento, arena y agua (concreto).
Áridos:	Material rocoso usado para preparar hormigón.
Vivienda unifamiliar:	Edificación con fines residenciales de uno a tres pisos, diseñada para la vivienda de una sola familia.
Vivienda multifamiliar:	Edificación con fines residenciales de más de tres pisos compuesta por varios departamentos.

RESUMEN

La construcción es una de las actividades económicas que causa mayor impacto sobre el ambiente (Roodman, citado por Valdivia, 2009). Entre otros impactos, la industria de la construcción genera grandes cantidades de residuos sólidos (Ooshaksaraie y Mardookhpour., 2011). Algunos de estos son reaprovechables y otros no lo son (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C, 2014). En países industrializados, las tasas de reciclaje son altas, mientras que países no industrializados, estas son casi nulas (Valdivia, 2009). En el Perú contamos con el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de Construcción y Demolición que establece el marco regulatorio para la gestión y manejo de los residuos producidos en estas actividades. En él se establecen los lineamientos que deben seguirse en los procesos de generación, segregación, transporte, reaprovechamiento y disposición final de los residuos de la construcción y la demolición en el territorio nacional. Si bien existe una regulación para este tipo de residuos, la adecuada gestión de ellos en Lima y Callao es aún limitada. Debido a la falta de estadísticas en relación a los residuos de construcción y demolición no se puede determinar cuantitativamente los instrumentos necesarios para la gestión y manejo adecuados; tales como la cantidad y área de las instalaciones de disposición final, el volumen de residuos que puede ser reaprovechado, la cantidad de residuos cuya generación puede ser evitada, entre otros. Frecuentemente se hallan puntos dentro del espacio público de la ciudad donde los residuos de construcción y demolición han sido abandonados generando impacto al ambiente. Se propone mejorar la gestión de información de los RCD por parte de la autoridad competente a fin de obtener indicadores de generación de estos residuos, así como implementar planes de manejo de RCD en las obras de construcción con la intención de minimizar, segregar, transportar, reaprovechar y disponerlos adecuadamente.

Palabras clave: RCD, residuos de construcción, construcción civil, no municipales

ABSTRACT

Construction is one of the economic activities that causes the biggest environmental impact (Roodman, cited by Valdivia, 2009). Among other impacts, the building industry generates a large amount of solid waste (Ooshaksaraie and Mardookhpour, 2011). Some of them are recyclable and some of them are not (Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C, 2014). In industrialized countries the recycling rates are high while in non-industrialized countries they are almost zero (Valdivia, 2009). In Peru we have the “Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de Construcción y Demolición” that establishes the regulatory frame for the construction waste management. In that regulation are stated the guidelines that are to follow in the processes of generation, segregation, transport, recycling and final disposal of the construction and demolition wastes inside the country . Even though there is a regulation for these type of wastes, the correct management of them is still very limited. Due to the lack of statistics in relation with the construction and demolition waste it is not possible to determine quantitatively the instruments that are needed to an adequate management, such as the amount and measures of the facilities for solid waste disposal and the volume of wastes that can be recycled, the amount of wastes that can be avoided and others. It is frequent to find spots inside public places of the city were construction and demolition wastes have been abandoned, generating environmental impacts. The document proposes to improve the information management of the CDW in order to obtain indicators of the generation of this kind of wastes and to develop CDW management plans in construction sites with the intention to reduce, segregate, transport, recycle and dispose correctly.

Key words: CDW, construction waste, building, non-municipal.

I. INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción fue uno de los que tuvo más crecimiento durante la década pasada (2001-2011) con una tasa de crecimiento promedio anual de 8,3% (Medina y Vera Tudela, 2012). Aunque en los últimos años el sector sufrió una desaceleración de la que aún no se recupera, la expectativa es que hacia fines de este año las operaciones crezcan en 2.9%, siendo el sector inmobiliario el que tiene la mayor expectativa de crecimiento con un 5.91% (CAPECO, 2017).

El crecimiento del sector construcción tiene un impacto positivo en la economía nacional. Sin embargo, en términos ambientales, esto significa el aumento de la explotación de recursos, la generación de emisiones, el incremento en el consumo energético, el aumento de la generación de residuos, entre otros aspectos que son consecuencia de esta industria. Uno de los problemas ambientales derivado de las actividades de construcción es la generación de residuos de construcción y demolición, los que ocupan volúmenes particularmente grandes y que en algunos casos pueden llegar a ser peligrosos.

Las regulaciones en cuanto a los RCD en el Perú son recientes así como los mecanismos para la gestión de ellos. Sin embargo, se generan grandes cantidades de estos residuos diariamente. Por este motivo, se considera de gran importancia estudiar la dinámica de la generación de los RCD, así como proponer alternativas para la minimización, reaprovechamiento y reciclaje de los mismos.

En Lima y Callao es posible encontrar puntos donde estos residuos han sido abandonados sin considerar ningún criterio de protección ambiental. Además, en gran número de ocasiones los RCD son llevados a las orillas del mar o las riveras de los ríos, en donde son eliminados generando gran contaminación.

El presente estudio hace énfasis en los residuos generados a partir de la construcción de viviendas debido a que ellas representan el porcentaje más importante del mercado de edificaciones a nivel nacional. Asimismo, este documento presenta una evaluación de las posibilidades para mejorar la gestión y manejo de los RCD en Lima y Callao.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

- a. Analizar la gestión y manejo actual de residuos de las actividades de construcción civil del sector vivienda en Lima y Callao.

1.1.2. Objetivos Específicos

- a. Elaborar un diagnóstico de la gestión y manejo de los RCD del sector vivienda en Lima y Callao.
- b. Proponer alternativas de mejora para la gestión y manejo de los RCD del sector vivienda en Lima y Callao.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN Y SUS IMPACTOS AMBIENTALES

La construcción es una de las actividades económicas que causa mayor impacto sobre el ambiente. Las estimaciones del Worldwatch Institute señalan que la industria de la construcción es responsable del consumo de 40% de arena y piedras, el 25% de madera virgen, el 16% del agua y el 40% de la energía del mundo (Roodman, citado por Valdivia, 2009).

De acuerdo con Valdivia (2009), los impactos ambientales de este tipo de industria son diversos y dependen de la fase en la que se encuentre el proyecto.

Tanto Valdivia (2009) como Alavedra *et al.* (1997) resaltan la importancia de considerar los impactos ambientales de la extracción de los recursos naturales así como de la generación de residuos, emisiones y otros contaminantes durante la actividad constructiva. Consecuentemente, se indica que para evaluar el impacto ambiental de una construcción, es necesario calificar y cuantificar los impactos asociados durante todo el ciclo de vida del mismo, desde la extracción de materias primas hasta el final de su vida (Moch, citado por Alavedra *et al.* 1997).

Entonces, si bien Valdivia (2009) expone dos grupos de impactos diferenciándolos según la fase del proyecto en el que se generan, los que se producen durante la fase de extracción de materiales y los que se producen durante la fase de construcción del edificio; podemos agregar dos grupos de impactos adicionales, los que se producen durante la ocupación del edificio y los que se producen durante la demolición del mismo.

Las figura 1 muestra el ciclo de vida de un proyecto de construcción civil. Cada etapa de este ciclo de vida tiene impactos asociados a ella.

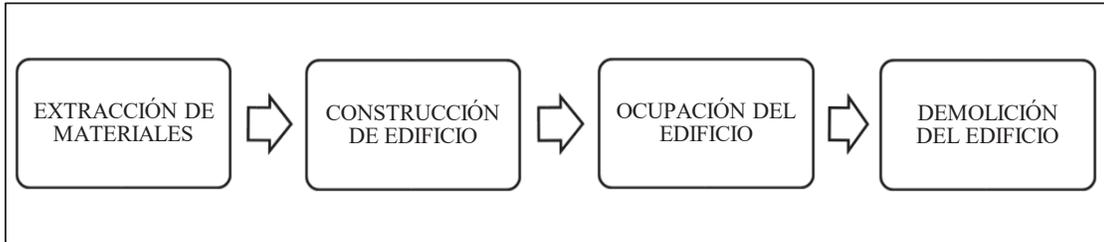


Figura 1: Ciclo de Vida de una Edificación

FUENTE: Elaboración propia.

Valdivia (2009) señala que los aspectos ambientales durante la fase de construcción son los siguientes:

- Combustibles usados en la generación de energía
- Consumo de agua
- Piedras y arena
- Fracciones minerales inorgánicas
- Manejo de residuos y sustancias peligrosas
- Residuos no peligrosos
- Materiales para disposición final (Residuos no peligrosos, residuos peligrosos y materiales inertes)
- Emisiones a la atmósfera
- Polvos y olores
- Ruido
- Vibraciones
- Transporte

A escala global los materiales utilizados en la construcción provocan los siguientes efectos principales sobre el Medio Ambiente:

- Consumo energético
- Producción de residuos sólidos
- Incidencia en el efecto invernadero
- Incidencia en la capa de ozono

- Otros factores de contaminación ambiental (Casado, citado por Alavedra *et al.* 1997).

2.2. RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Un aspecto importante a considerar en las actividades de construcción, es la generación de residuos sólidos.

La industria de la construcción genera grandes cantidades de residuos, lo cual provoca impactos significativos al ambiente (Ooshaksaraie, y Mardookhpour., 2011). Alrededor del 15% al 30% de los residuos sólidos urbanos son derivados a partir de la industria de la construcción (Kibert, citado por Ooshaksaraie y Mardookhpour, 2011).

Según Shen, citado por Ooshaksaraie y Mardookhpour (2011), los residuos de las actividades de construcción contribuyen significativamente con el ambiente contaminado. Por un lado, se debe al gran consumo de materiales que puede generar el agotamiento de los mismos; por otro, se debe al riesgo de polución en vista que comúnmente se transportan residuos contaminados (Bossink y Brouwers, 1996).

Durante la construcción, algunas de las causas de generación de residuos son: Errores en el suministro de los materiales, errores de los proveedores, daños a los materiales ocurridos durante el transporte, almacenamiento incorrecto (causando deterioro o daño del material), errores de los obreros y operarios, funcionamiento incorrecto de los equipos, inclemencias del clima, accidentes, uso incorrecto de materiales teniendo que hacer reemplazos, corte de material, retazos de material, restos del proceso constructivo, embalaje, falta de control del material en el sitio (Bossink y Brouwers, 1996).

Asimismo se sabe que un porcentaje importante del material adquirido para la construcción termina convirtiéndose en desperdicio (Bossink y Brouwers, 1996). Este porcentaje varía de un país a otro en función de su tecnología, idiosincrasia, nivel cultural de los trabajadores, etc (Aldana y Serpell, 2012). Otro factor que influye en estas variaciones son los materiales usados (Aguilar, 1997). En Brasil, por ejemplo, el porcentaje fluctúa entre 20%-30% (Pinto y Agopyan, citado por Aldana y Serpell, 2012) mientras que en Holanda, ya para el año

1996, este porcentaje variaba entre el 1%-10% (Bossink y Brouwers, 1996).

La bibliografía señala que existen métodos para cuantificar el volumen en m³ de residuos generados en el proceso constructivo en función de los m² construidos (Aldana y Serpell, 2012). Por ejemplo, en Castilla y León (España) el Coeficiente de Generación de Residuos para una obra nueva es 0.12m³/m² construido, además la densidad media de estos residuos en dicho país es de 1,4 t/m³ (Moran de Pozo *et al.* 2011), en tanto en Hong Kong este ratio es de 0.175 m³/m² construido para obras públicas y 0.250 m³/m² construido para obras privadas (Poon *et al.*, citado por Villoria *et al.*, 2013) y en Taiwan es de 0.85 m³/m² construido para obras no residenciales y 0.54-0.66 m³/m² construido para edificios residenciales (Lin, citado por Villoria *et al.*, 2013).

La investigación de Villoria *et al.* (2013), luego de evaluar 7 obras civiles, demuestra que el 30% de los residuos generados durante la construcción de un edificio se generan durante las actividades de albañilería y acabados. Además señala que entre el 60% y el 80% de residuos se generan durante la etapa media de la obra como se puede ver en la figura 2, en donde se muestra el porcentaje de residuos generados en cada una de las obras en cada etapa del proceso constructivo. En la figura 2, la columna del lado izquierdo enumera cada una de las obras según la codificación presentada por los autores.

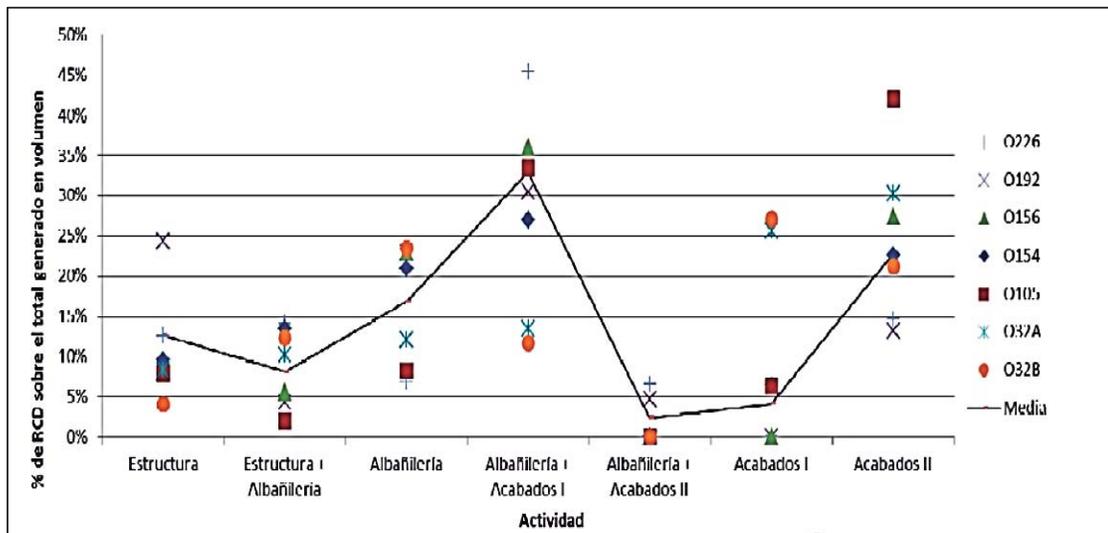


Figura 2: Porcentaje en Volumen de RCD generado en cada etapa de obras respecto al volumen total de RCD

FUENTE: Villoria *et al.* (2013).

Aunque el contenido de los residuos de construcción varía, por lo general, estos están compuestos por:

- Asfaltos; restos de membranas aislantes, pavimentos pinturas asfálticas, utilizadas como impermeabilizantes de superficie.
- Ladrillos: restos de ladrillos rotos, descartes, losetas cerámicas.
- Hormigón simple (sin acero)
- Teja cerámica
- Vidrios: espejos, ventanas, vidrios decorativos.
- Tierra limpia, polvo, suelo.
- Porcelanas, incluyendo artefactos de baño.
- Metales ferrosos: despuntes de hierro, cañería de hierro para electricidad.
- Metales no ferrosos: perfiles de bronce, cables de cobre, tubos galvanizados; aluminio, acero.
- Maderas: restos de encofrados, restos de pisos, machimbres, restos de vigas, marcos, puertas.
- Plásticos: cañería, envoltorios, guardacantos, envases, láminas de polietileno, pisos de vinílico.
- Techados: aislantes (poli estireno expandido, lana de vidrio, membranas) tejas cerámicas.
- Revestimientos: cerámicos, calcáreos.
- Papel: cartón corrugado, envoltorios.
- Restos de hormigón mezclas de cemento y cal.
- Residuos Especiales:
 - Excedente de materiales usados en construcción: pinturas y envases, adhesivos.
 - Aceites residuales, grasas y fluidos: lubricante, líquido de frenos, aceites varios.
 - Residuos puntuales: baterías, tubos fluorescentes.
 - Constituyentes inseparables: madera tratada, formaldehído de las alfombras (Oficina de Residuos Sólidos EPA, citado por Mercante, 2007).

2.3. REAPROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

Durante la ejecución de obras civiles se generan residuos que son reaprovechables y residuos que no lo son. Estos últimos serán derivados a un lugar de disposición final. La Tabla 1,

elaborado por el municipio de Bogotá, Colombia muestra cómo se clasifican los RCD según su capacidad de ser reutilizados:

Tabla 1: Clasificación de RCD según su capacidad de reaprovechamiento

Categoría	Grupo	Clase	Componentes
RCD aprovechables	Residuos comunes inertes mezclados	Residuos Pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes que no sobrepasen el tamiz #200 de granulometría.
		Residuos finos no expansivos	Arcillas (caolín), limo y residuos inertes, poco o no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz #200 de granulometría.
RCD aprovechables	Residuos comunes inertes de material fino	Residuos finos expansivos	Arcillas (montmorillonitas) y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz #200 de granulometría.
		Residuos no pétreos	Plásticos, PVC, maderas, cartones, papel, siliconas, vidrios, cauchos.
	Residuos metálicos	Residuos de carácter metálico	Acero, hierro, cobre, aluminio, estaño y zinc
	Residuos orgánicos	Residuos de pedones Residuos de cespedones	Residuos de tierra negra. Residuos vegetales y otras especies bióticas.

...continuación

RCD no aprovechables	Residuos contaminantes	Residuos peligrosos	Desechos de productos químicos, emulsiones, alquitrán, pinturas, disolventes orgánicos, aceites, asfaltos, resinas, plastificantes, tintas, bitúmenes, barnices, tejas de asbesto, escorias, plomo, cenizas volantes, luminarias convencionales y fluorescentes, desechos explosivos y otros elementos peligrosos.
		Residuos especiales	Poliestireno -Icopor, drywall, lodos residuales de compuestos.
		Residuos contaminados	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos peligrosos especiales.

FUENTE: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C (2014).

En países industrializados, principalmente de la región europea, los porcentajes de reciclaje de RCD son bastante altos; tal es el caso de Holanda, Suecia y Alemania donde los porcentajes son de 85%, 50% y 60% respectivamente; en cambio, los países no industrializados las cuotas de reciclaje son casi nulas (Valdivia, 2009).

Con la finalidad de encontrar la viabilidad de utilizar RCD reciclado, se han realizados pruebas técnicas para medir la calidad de productos a partir de concreto reciclado y se ha encontrado que es viable fabricar hormigón estructural que tenga un contenido parcial de áridos reciclados de granulometría gruesa (Sánchez, 2004). Los áridos finos, en cambio, no

son aptos para la fabricación de nuevos hormigones; sin embargo pueden utilizarse en la fabricación de morteros para revestimientos interiores, en la mejora de las propiedades mecánicas de suelos cohesivos y arenas limosas, en la mejora de la granulometría del suelo, entre otras opciones (Villoria, 2014).

En congruencia, los reglamentos técnicos alemanes clasifican los residuos según la exigencia de calidad requerida para las obras de construcción. De esta manera las edificaciones requieren el mayor nivel de exigencia mientras que las carreteras requieren el nivel de exigencia más bajo (Valdivia, 2009).

La capacidad de aprovechamiento de un RCD es mayor cuando mayor es la pureza del mismo y menor la presencia de elementos indeseables (Aguilar, 1997).

2.4. MARCO LEGAL Y TÉCNICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ

A continuación, la Tabla 2 muestra el marco normativo vigente en relación al manejo de los residuos sólidos en el Perú:

Tabla 2: Normas Legales Vigentes

Item	Norma	Descripción
3.5.1 Normas Generales		
3.5.1.1	Ley N° 28611 Ley General del Ambiente	Establece los principios que rigen el cuidado del ambiente a nivel nacional. Establece el marco regulatorio principal sobre el que se dictan todas las otras leyes y normas que regulan la gestión ambiental. Define el rol del estado como responsable de diseñar y aplicar políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones en la materia.

...continuación

3.5.1.2	Ley N° 27446	Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental y su Reglamento	Crea el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) como un mecanismo transversal a los sectores productivos que permite identificar, evaluar, prevenir y mitigar los impactos ambientales antes de dar inicio a los proyectos. Permite tener control sobre la gestión de los mismos. Facilita el rol del estado como supervisor y fiscalizador de la gestión ambiental.
3.5.1.3	Ley N° 28245	Ley Marco de Sistema Nacional de Gestión Ambiental y su Reglamento	Establece un sistema coordinado e integrado entre las diferentes oficinas y niveles del gobierno para asegurar el eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales. Facilita la transectorialidad de la gestión ambiental a través de la definición de las funciones de la autoridad ambiental nacional y de las autoridades sectoriales en materia ambiental.

3.5.2 Planes y Normas sobre Residuos Sólidos en General

3.5.2.1	RM N° 191 – 2016-	MINAM Aprueban el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PLANARES 2016-2024	Surge como necesidad a dar continuación a la gestión de residuos sólidos a nivel nacional iniciada el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) a través de la creación del Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2005-2014. El plan presenta un diagnóstico de la situación actual de la gestión de residuos sólidos en el Perú, plantea los objetivos a cumplir y su relación con el desarrollo sostenible, las metas referenciadas a cada objetivo y finalmente propone las estrategias a seguir para el logro de lo formulado.
---------	-------------------	--	--

- 3.5.2.2 Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos y su Reglamento (*próximos a derogarse*) Formulada en el año 2001, representa una de las primeras acciones para ordenar la gestión ambiental. Establece las obligaciones, derechos y responsabilidades tanto del estado como de la sociedad civil en cuanto a los residuos sólidos. Diferencia los residuos generados en las actividades domésticas de los generados por actividades productivas. Regula todas las actividades del manejo de los residuos desde su generación hasta su disposición final.
- 3.5.2.3 Ley N° 29419 Ley que Regula la Actividad de los Recicladores y su Reglamento. Tiene como objetivo facilitar el reaprovechamiento adecuado de los residuos sólidos a través de promover la formalización de los trabajadores del reciclaje. Indica cuales son los residuos que pueden ser reaprovechados. Establece criterios técnicos y requisitos administrativos para formalizar las actividades del reaprovechamiento de residuos sólidos.
- 3.5.2.4 Ley 28256 Ley que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y su Reglamento. Regula el transporte de materiales y residuos peligrosos. Contempla las actividades de producción, almacenamiento, embalaje, transporte y rutas de tránsito, manipulación, utilización, reutilización, tratamiento, reciclaje y disposición final de este tipo de materiales. Indica cuales son las autoridades responsables de la supervisión y fiscalización del cumplimiento de la norma.
-

...continuación

3.5.3 Normas del Sector Vivienda y Construcción

- 3.5.3.1 D.S 015-2012- VIVIENDA Regula la gestión ambiental para prevenir, mitigar, controlar y remediar los impactos ambientales generados a partir de proyectos de infraestructura de habilitaciones residenciales y habilitaciones urbanas de uso mixto tipo 4, viviendas multifamiliares y/o conjuntos residenciales proyectados en zonificación de alta densidad, edificaciones de estacionamiento, entre otras. Está diseñada para normar la manera en que los proyectos del sector se insertan en el marco del SEIA.
- Reglamento de Protección Ambiental para Proyectos Vinculados a las Actividades de Vivienda, Urbanismo, Construcción y Saneamiento y sus modificaciones.

3.5.4 Normas de Residuos Sólidos de Construcción y Demolición

- 3.5.4.1 DS N° 003-2013-VIVIENDA Regula la gestión y manejo de los residuos generados en actividades de construcción y demolición. Establece las obligaciones tanto de las instituciones del estado relacionados a la materia como de los generadores de este tipo de residuos. Regula los procesos y las etapas de la gestión y manejo de los residuos de construcción y demolición y promueve la inversión privada en ellos.
- Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de Construcción y Demolición y su modificatoria.
- 3.5.4.2 R.M 220-2015-VIVIENDA Aprueba el Aplicativo Virtual para la Declaración Anual de Manejo de Residuos de las Actividades de Construcción y Demolición. Esta declaración tiene carácter de Declaración Jurada.
- Aprueban Aplicativo Virtual para la Declaración Anual del Manejo de Residuos Sólidos de las Actividades de la Construcción y Demolición.
-

...continuación

3.5.5 Ordenanzas Municipales

- 3.5.5.1 Municipalidad de Lima: Regula y ordena la gestión de residuos sólidos municipales. Establece los requerimientos y procesos para la obtención de permisos de funcionamiento de empresas operadoras de residuos sólidos, plantas para operaciones intermedias y lugares de disposición final.
- Ordenanza N°1778 Gestión Metropolitana de Residuos Sólidos Municipales y su Reglamento.
- 3.5.5.2 Municipalidad Provincial del Callao: Ordenanza Municipal N° 031-2016
- Restringe la circulación de vehículos que contaminan con residuos sólidos la ribera del mar del Callao y/o otras zonas públicas. Prohíbe el acceso a la ribera del mar y la circulación por vías enlistadas en la ordenanza de vehículos que transporten residuos sólidos. Encarga la supervisión y fiscalización a la Gerencia General de Protección del Medio Ambiente, la Gerencia General de Transporte Urbano y a la Policía Nacional del Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

La Tabla 3 presenta las normas que se encuentran próximas a entrar en vigencia.

Tabla 3: Normas Legales Próximas a Entrar en Vigencia

Item	Norma	Descripción
3.6	DL N° 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su Reglamento (<i>pronto a entrar en vigencia</i>)	Formulada para de reemplazar la actual Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos. Incorpora mejoras significativas respecto a esta y hace énfasis en la minimización, reaprovechamiento y valorización de los residuos sólidos.

FUENTE: Elaboración propia.

La Tabla 4 presenta las normas técnicas peruanas que rigen el manejo de los RCD.

Tabla 4: Normas Técnicas Peruanas

Item	Norma	Descripción
3.7.1	NTP 400.050:2017 MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN. Manejo de Residuos de la Actividad de la Construcción y Demolición. Generalidades	Establece principios y criterios técnicos generales a considerar durante las actividades de construcción y demolición a fin de lograr un manejo adecuado de los residuos generados por estas actividades.
3.7.2	NTP 900.058:2005 GESTIÓN AMBIENTAL. Gestión de residuos. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos	Establece la codificación de colores que se deben tener los contenedores de almacenamiento de residuos sólidos para su segregación. Cada color debe usarse para un tipo de residuos.

FUENTE: Elaboración propia.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

Para la elaboración del presente estudio de investigación se han utilizado los siguientes materiales y equipos:

- Artículos de revistas científicas.
- Artículos periodísticos
- Normas legales y técnicas
- Cuaderno de notas
- Lapiceros
- Computadora (Laptop marca Dell).

3.2. MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se elaboró mediante la revisión de documentos científicos, artículos periodísticos y normas tanto legales como técnicas. La búsqueda de documentos científicos se realizó en el buscador web “Google Scholar” y se utilizaron las siguientes palabras clave tanto en español como en inglés: “RCD”, “Residuos de Construcción y Demolición”, “Caracterización de Residuos de Construcción”, “Reciclaje de RCD” “Construction waste management”, “C&D waste”. Se leyeron varios artículos y se identificaron los que se consideraron que contenían información valiosa para la presente investigación y se descartaron algunos otros artículos. También se revisó las referencias bibliográficas de los textos seleccionados y se buscaron los artículos que otros autores habían revisado. En algunos casos se pudo acceder de manera gratuita a la información científica mientras que en otros se tuvo que comprar el acceso a la información. Esto último dependía de las políticas y permisos de los autores y las revistas científicas para publicar sus escritos,

ya que es posible encontrar textos gratuitos como textos que requieren de pago. La mayor parte de la investigación se ha basado textos de libre disponibilidad.

En cuanto a las normas legales y técnicas se utilizó una base de datos previamente elaborada por la autora de este estudio en la cual se tienen las referencias legales en materia ambiental vigentes en el país. Además se revisó la página web del SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental) para verificar la existencia de otras normas. Por otro lado, se realizó la búsqueda de Normas Técnicas Peruanas relacionadas a los residuos de construcción y demolición en el portal de INACAL. Las normas técnicas halladas fueron adquiridas a través de dicho portal. Si bien, se hallaron varias normas relacionadas, se seleccionó solo aquellas que son generales y que constituyen el marco para las normas específicas, dado que esto permite cumplir con el objetivo del presente estudio que no involucra los procedimientos técnicos por cada tipo de residuo.

Los objetivos específicos de esta investigación han sido logrados de la siguiente manera:

3.2.1. Elaborar un diagnóstico de la gestión y manejo de los RCD del sector vivienda en Lima y Callao

Se determinó la incidencia en la generación de RCD del sector vivienda mediante la revisión de las Estadísticas Municipales publicada por el INEI. Se acotó el estudio de investigación a este sector por haberse hallado que este sector es el que tiene mayor representatividad en la generación de RCD. Luego, se hizo una revisión de las normas legales aplicables a los residuos sólidos y se determinó cuáles son las obligaciones y los procesos que deben cumplir tanto el gobierno central y local como los administrados, es decir, los generadores de RCD.

Se evaluaron las características de los generadores de RCD, sus procesos constructivos y sus capacidad para el manejo y gestión de RCD teniendo en cuenta las diferencias entre los grandes generadores (constructores de edificios multifamiliares, por lo general empresas grandes o medianas) y los pequeños generadores (ejecutores de obras menores y edificaciones unifamiliares). Esto se hizo mediante la revisión de informes y textos publicados por organizaciones formales tanto gubernamentales como privadas, así como

utilizando los conocimientos adquiridos y las observaciones realizadas durante los más de cuatro años de experiencia que la autora de este estudio tiene trabajando en el sector de la construcción civil.

En vista que no se pudo hallar información cuantitativa sobre la generación de RCD se hizo una extrapolación tomando datos de ciudades de la región con la finalidad de determinar un valor potencial de generación de RCD y capacidad de reaprovechamiento en Lima y Callao. Este valor se usa con fines referenciales en el texto del presente documento.

3.2.2. Proponer alternativas de mejora para la gestión y manejo de los RCD del sector vivienda en Lima y Callao.

Para el logro de este objetivo se han evaluado las falencias, vacíos legales y técnicos, así como los incumplimientos de las normativas descritas en el apartado anterior que han sido hallados al hacer la investigación y que impiden que la gestión y manejo de los RCD sea adecuada. Para corregir estas situaciones se han planteado mecanismos y herramientas que permitan la adecuación de la gestión y manejo de RCD y se han propuesto cambios en las herramientas existentes.

IV. DESARROLLO DEL TEMA

4.1. INCIDENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LA GENERACIÓN DE RCD A NIVEL NACIONAL

De acuerdo a la información contenida en la publicación Estadísticas Municipales 2016 generado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017), el 89.7% de licencias de edificación otorgadas a nivel nacional corresponden a la construcción de viviendas. Del total de licencias otorgadas el 15.03% fueron otorgadas en Lima Metropolitana. La figura 3 muestra la distribución de licencias otorgadas según el tipo de edificación.

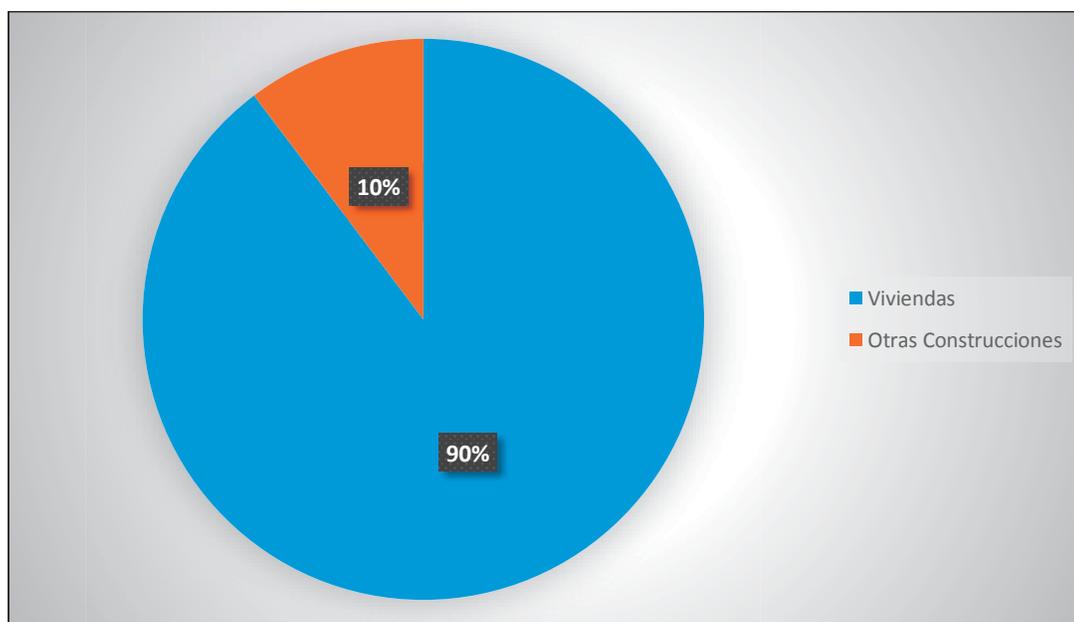


Figura 3: Distribución De Licencias De Edificación Otorgadas A Nivel Nacional en el Año 2015

FUENTE: INEI (2017).

Debido que la mayor parte de las construcciones a nivel nacional corresponden al sector vivienda, y en vista que los RCD de construcción de edificios comerciales, oficinas e industrias tienen por lo general las mismas características que los RCD producidos por la construcción de viviendas; el presente estudio se enfoca en analizar este sector. Por este motivo, se excluye del análisis la influencia que tienen los residuos de otros sectores como manufactura y comercio en el volumen de RCD generados en la ciudad de Lima y Callao.

4.2. SITUACIÓN DEL MANEJO DE INFORMACIÓN SOBRE LA GESTIÓN DE RCD

El último Informe Anual de Residuos Sólidos Municipales y No Municipales fue presentado por el Ministerio del Ambiente (MINAM) en el año 2014. En él se mostró la generación de residuos en t/año por subsector productivo. El informe señala que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento no declaró la generación de residuos correspondiente a su sector y que al mismo tiempo, ninguna empresa le reportó a este la generación de sus residuos (MINAM, 2014).

Por otro lado, se sabe que durante los años comprendidos en el informe mencionado (2010-2013) el sector construcción experimentó un crecimiento importante en la construcción de viviendas (Capeco citado por Zubiato, 2015) motivo por el cual la generación de RCD durante esos años debió ser mayor a los años previos y posteriores.

En el año 2014, la Contraloría General de la República encontró una serie de deficiencias en el manejo de información relacionada a la gestión de residuos sólidos de construcción civil que manejaba el Ministerio de Vivienda a través de la en ese momento era su Oficina de Medio Ambiente (OMA), hoy en día Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA). Las deficiencias documentadas fueron un limitado alcance de las supervisiones que realizaba la OMA, falta de control sobre el total de administrados puesto que un gran número de estos no contaban con el Instrumento de Gestión Ambiental aprobado, falta de uniformidad en la información presentada por los administrados en relación a los residuos generados. Del total de administrados, sólo 2 empresas presentaron información útil contenida en sus “Declaraciones de Manejo de Residuos Sólidos” y sus “Planes de Manejo de Residuos

Sólidos” ya que las otras o bien no presentaron estos documentos o consignaron residuos sólidos diferentes a los residuos de construcción, por lo que no pudieron ser tomados en cuenta (Contraloría General de la República, 2014).

En consecuencia, no podemos contar con un registro histórico que nos ayude a relacionar la magnitud del área construida y los residuos generados a partir de ella. Esto representa una primera limitación puesto que no se cuenta con una línea base a partir de la cual se puedan establecer metas de minimización, reducción y reutilización de residuos derivados de las actividades de construcción civil en la ciudad de Lima.

Tampoco se conoce el porcentaje de incidencia que tienen los residuos sólidos de construcción civil sobre el total de residuos sólidos urbanos. Este desconocimiento limita la eficiente planificación para establecer infraestructura para el tratamiento de los RCD, ya sea para reaprovechamiento o para disposición final. Además, dado que el gobierno promueve que los operadores de residuos sean de capital privado, la falta de información disuade a los inversionistas a establecer empresas dedicadas a la materia. Las pocas empresas que existen al momento han venido desarrollándose empíricamente y por eso su cobertura es aún pequeña.

En el Año 2015 el Ministerio de Vivienda autorizó la implementación de un aplicativo virtual que permita a los generadores de RCD presentar la información de la generación de residuos en el periodo de un año. Debido a que esta herramienta representa un cambio en el manejo de la información de RCD en el país, y que su implementación requiere un periodo de adaptación para que las empresas constructoras empiecen a presentar sus datos conforme a lo que establece el reglamento. Aún no es posible contar con información oficial de la cantidad de RCD generada en los últimos dos años. Sin embargo, se puede esperar que en los años sucesivos esta información esté disponible y se facilite la toma de acción en cuanto a la gestión y manejo de los RCD en la ciudad de Lima. La figura 4 presenta la vista del aplicativo virtual mencionado, el aplicativo completo se presenta en el Anexo 2.

Figura 4: Vista De La Primera Sección Del Aplicativo Virtual Del Ministerio De Vivienda

FUENTE: MVCS (2017) URL: <http://nike.vivienda.gob.pe/SICA/modulos/rsss.aspx>.

Si bien es cierto que la implementación la herramienta es un paso importante en la gestión ambiental. Existen dos grandes inconvenientes en ella que resultan en que la información obtenida sea parcialmente correcta. En primer lugar se encuentra el alcance de recojo de información, en segundo, el periodo del mismo.

En cuanto al alcance es preciso señalar que el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de Construcción y Demolición no especifica una diferencia en la magnitud de la construcción para que sea necesario presentar la “Declaración Anual de Manejo de Residuos Sólidos de las Actividades de la Construcción y Demolición”. En efecto, tanto los grandes generadores como los pequeños deben presentar esta información. Sin embargo, este aplicativo está orientado a ser llenado por los usuarios que cuentan con Certificación Ambiental, es decir, aquellos que tengan Instrumento de Gestión Ambiental aprobado. El Listado de Inclusión de Proyectos de Inversión Sujetos al SEIA establece que

para el sector vivienda los proyectos que deben presentar Instrumento de Gestión Ambiental (DIA, EIA_{sd} o EIA_d) son las habilitaciones urbanas residenciales y de uso mixto tipo 4 y los proyectos multifamiliares proyectados en zonificación de alta densidad. Esto quiere decir que los proyectos multifamiliares ubicados en densidades medias y bajas y las construcciones unifamiliares no serían considerados dentro de la información recolectada por el ministerio de vivienda.

A pesar de que los residuos generados por la construcción de viviendas unifamiliares son bastante menores en contraste con las grandes edificaciones, la gran cantidad de este tipo de proyectos permite que tengan una incidencia importante en la generación de RCD total. Como se puede ver, en la figura 5 el mayor porcentaje de licencias de edificación otorgadas en Lima Metropolitana corresponde a viviendas unifamiliares. En el subtítulo 3.4 se plantea como solución que los gobiernos locales creen un formato a modo de plantilla en donde el generador detalle información de las características de su construcción, este formato deberá estar conectado con otro que se presente al finalizar la obra; este último deberá indicar la cantidad de RCD generado presentando copia de los recibos de pago por concepto de eliminación del material. A su vez, la municipalidad deberá presentar los reportes consolidados al Ministerio de Vivienda quien es responsable de velar por la adecuada gestión de este tipo de residuos. El Ministerio de Vivienda deberá adicionar estas estadísticas a las que recibe por parte de los generadores que están dentro del sistema del SEIA. Con esta información se podrán tener estadísticas diferenciadas de generación en viviendas unifamiliares y generación en viviendas multifamiliares. Es posible que los coeficientes de generación de RCD en ambos tipos de proyectos difieran en vista de las diferencias en cuanto a los procesos constructivos y grados de control en ambos casos.

A continuación se presenta la figura 5 que muestra el porcentaje de licencias de edificación otorgadas para viviendas unifamiliares y multifamiliares.

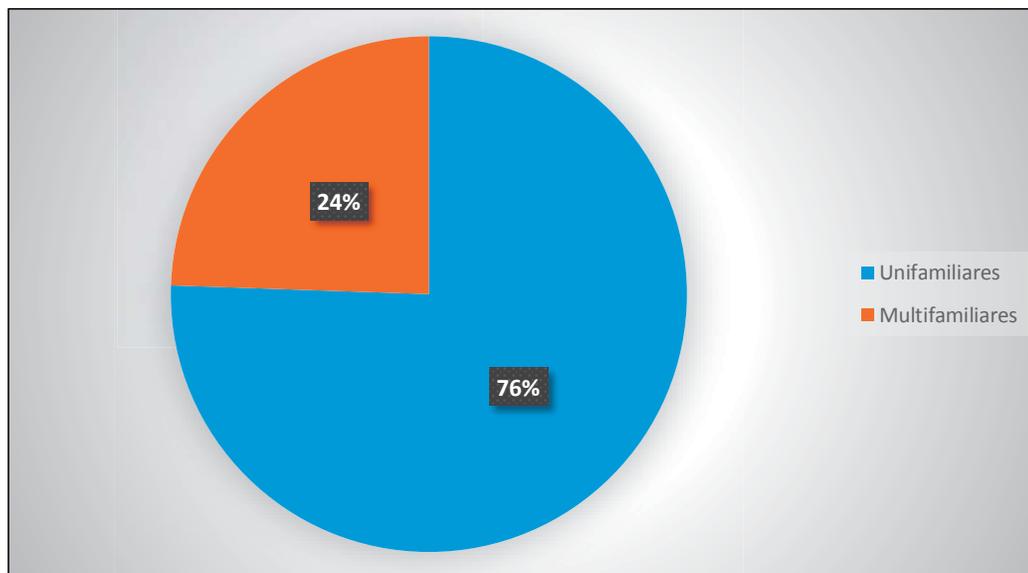


Figura 5: Licencias De Edificación Para Vivienda En Lima Metropolitana en el Año 2015

FUENTE: INEI (2017).

Una segunda consideración respecto a la Declaración Anual de Manejo de Residuos Sólidos es el periodo de tiempo evaluado. Como su nombre lo dice, la declaración es anual y los proyectos de construcción se desarrollan a lo largo de periodos de tiempo que no necesariamente calzan dentro del periodo de un año. En ocasiones los proyectos pueden tomar más de un año, en ocasiones, menos; además sus fechas de inicio y fin se dan indistintamente en cualquier mes del año. A diferencia de otros sectores productivos, el valor de la información de generación de residuos no radica en los volúmenes producidos por año sino en el flujo de residuos generados por obra. En este sentido se plantean dos posibles soluciones. La primera, es que la declaración no sea anual, sino que se presente al finalizar el proyecto. La segunda es que si se requiere que la declaración siga siendo anual se incluya en el aplicativo más información de avance de obra, no sólo m² construidos sino también cantidad de material utilizado para establecer ratios útiles.

Por estos motivos, a pesar de que la creación de este mecanismo de declaración de residuos es útil para recopilar información valiosa, ésta es aún deficiente, y es requiere de mejoras. Otra herramienta para la gestión de RCD es el Plan de Manejo de Residuos Sólidos. Antes de que se publicara la modificación del reglamento, los generadores estaban obligados a presentar un Plan de Manejo de Residuos Sólidos anualmente lo cual era un trámite

duplicado para los generadores cuyos proyectos estaban incluidos en el Listado de Inclusión de Proyectos de Inversión Sujetos al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental puesto que los Instrumentos de Gestión Ambiental contienen un Plan de Manejo de Residuos Sólidos. La modificación del reglamento elimina la necesidad de elaborar un Plan de Manejo de Residuos Sólidos adicional al plan contenido en los estudios ambientales. Al respecto es necesario mencionar que en la actualidad los planes de gestión de residuos contenidos en los estudios ambientales del sector construcción son diseñados sin criterios técnicos específicos para este tipo de actividad. Dichos planes aunque en algunos casos se apliquen, no consideran las características propias del sector, la realidad de la gestión actual y las limitaciones del mismo.

Con la finalidad de hacer una aproximación teórica de la generación de residuos sólidos generados en la ciudad de Lima, se pueden utilizar los coeficientes conocidos de ciudades de la región.

Los coeficientes han sido obtenidos de estudios de investigación elaborados por Agudelo y Rodríguez (2014) en Villavicencio, Colombia y García (2016) en Antofagasta, Chile.

Estas dos ciudades fueron elegidas debido a que se encuentran en proceso de expansión y cuentan con una demanda de vivienda creciente. Asimismo, ambas ciudades presentan limitaciones en cuanto a su regulación en términos de crecimiento urbano lo cual permite la formación de asentamientos informales caracterizados por la autoconstrucción y la construcción informal, que en ambas ciudades se encuentra presente (Vargas, 2011 y Pontificia Universidad Católica de Chile, 2009), estas son características que tienen incidencia en la forma de gestionar la construcción civil y son similares a lo que sucede en Lima y Callao. Cabe mencionar también, que no se ha logrado encontrar valores de la generación de RCD en otras ciudades de la región.

La tabla 5 muestra los coeficientes de RCD en ambos países.

Tabla 5: Coeficientes de generación de RCD por m² construido

Ciudad	m3 de RCD/m2 construido
Villavicencio, Colombia	0.144 (vivienda)
Antofagasta, Chile	0.220 (viviendas multifamiliares) 0.200 (viviendas unifamiliares)

FUENTE: Rodríguez (2014) y García (2016).

En base a la información contenida en el cuadro es posible asumir con un nivel de incertidumbre alto que la generación de residuos en Lima fluctúa en el rango de 0.144 m³ RCD/m² construido y 0.22 m³ RCD / m² construido.

Además, de acuerdo a “El Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao 2014”, estudio elaborado por el Instituto de la Construcción y Desarrollo – ICD (2014) las construcciones iniciadas desde agosto del 2013 hasta julio de 2014 tuvieron un área construida total de 5 327 560 m².

A partir de esta información podemos proponer que la generación de RCD de las edificaciones que iniciaron su construcción durante el periodo agosto 2013 – julio 2014 (un año) en Lima y Callao pudo variar entre 767 169 m³ y 1 172 063 m³. Aunque estos valores son estimaciones teóricas, nos pueden dar indicios de que la generación de RCD en la ciudad de Lima es intensa y que amerita hacer esfuerzos inmediatos por reducir el impacto que tales volúmenes crean en el ambiente.

Debido a que los flujos de volumen de RCD de un año a otro varían en función de la actividad edificatoria en la ciudad, es necesario hacer estudios de cuantificación de la generación de RCD para que se puedan establecer estadísticas reales en términos de m³ de RCD/ m² construido y m³ de RCD totales generados en la ciudad de Lima a fin de implementar medidas de control mediante la minimización, el reaprovechamiento y la disposición final adecuadas a la realidad.

Contar con estadísticas permitiría:

- Evaluar la generación de RCD en la ciudad

- Proponer alternativas de minimización y cuantificar sus resultados
- Proyectar generación futura de RCD
- Establecer la cantidad de área necesaria para la disposición adecuada de RCD (al momento esto es desconocido)
- Facilitar información al sector privado para invertir en el manejo de RCD
- Conocer el potencial de reaprovechamiento.

4.3. IMPACTO DE LA INFORMALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS RCD

En nuestro país, una porción grande de la economía es generada por el sector informal. De acuerdo con el diario El Comercio 6.6 millones de unidades productivas son informales (Saavedra, 2016).

La industria de la construcción no es ajena a esta situación. En Lima, se construyen 30,000 viviendas de manera informal mientras que de manera formal solo se construyen 18,000 (ADI Perú citado por Gestión, 2017). Esta realidad se encuentra descrita en la Figura 6.

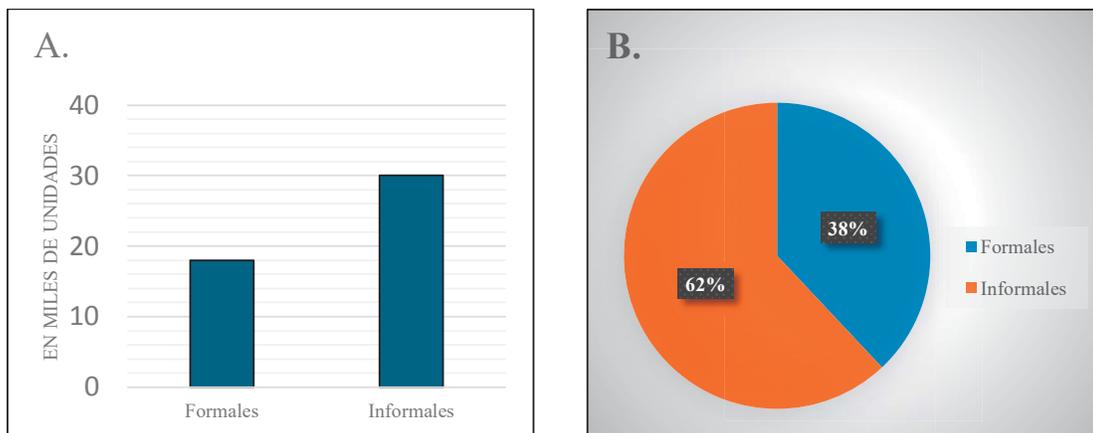


Figura 6: Distribución de edificaciones formales e informales en Lima y Callao.

A. Unidades de viviendas construidas formales e informales.

B. Porcentaje de viviendas construidas formales e informales.

FUENTE: ADI Perú, citado por Gestión (2017).

Las viviendas construidas de manera informal no cuentan con licencia de edificación, por esta razón están fuera de las estadísticas mencionadas en el subtítulo anterior. Los RCD

producidos por este tipo de construcciones no pueden ser predichos estadísticamente, sin embargo se puede inferir que su volumen de generación es muy por encima de los RCD generados por las construcciones formales.

Esto representa una limitación adicional para que al momento de elaborar planes de gestión de RCD en la ciudad de Lima, estos sean eficientes y cubran la totalidad de los mismos.

4.4. ANÁLISIS DEL MARCO LEGAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN EL PERÚ EN EL CONTEXTO DE LA GESTIÓN Y MANEJO ACTUAL

En la actualidad se encuentra vigente la Ley 27314 Ley General de Residuos Sólidos. En ella se establece que los generadores de Residuos Sólidos del ámbito no municipal son responsables de manejar los residuos generados de acuerdo a criterios técnicos apropiados a la naturaleza y tipo de residuos. En ese sentido, los RCD requieren un manejo diferente a los otros residuos debido a sus características particulares. Los RCD suelen ocupar grandes volúmenes, ser bastante pesados y poseer una configuración heterogénea. Por lo general este tipo de residuos no son manipulados por personas solas sino que requieren del uso de maquinaria pesada para su movilización. Por la naturaleza de la actividad que los genera, estos residuos suelen combinarse en lugar de segregarse.

La ley también dice que los generadores son responsables del reaprovechamiento cuando sea factible. Como se ha podido ver en el capítulo anterior, el reaprovechamiento de RCD es técnicamente factible. Sin embargo, en Lima el reaprovechamiento es casi nulo. Sólo el acero es valorado por el personal de obra como un residuo con posibilidad de ser reaprovechado. Comúnmente, los restos de acero son revendidos en el mercado informal por los mismos obreros.

Recientemente la empresa MP RECICLA SAC cuya marca comercial es CICLO, se ha constituido como una empresa dedicada al reciclaje de residuos de construcción, siendo la primera empresa en el país dedicada a ese rubro (CICLO, 2016). Aunque esto no significa un cambio radical en la manera en que gestionan los RCD en Lima, si representa un paso

importante para dar inicio al ordenamiento de estos residuos.

Por otro lado, la ley obliga a los generadores a que realicen un adecuado tratamiento y disposición final de los residuos que generen. En el caso del sector construcción civil, esto se ve limitado porque no hay suficientes lugares autorizados para hacer la disposición final de los residuos generados por este sector. Otro factor que influye en la inadecuada, y por lo tanto ilegal disposición final de RCD, es la distancia a la que se encuentran los sitios de construcción de los rellenos sanitarios y las escombreras existentes, lo que incrementa el valor del transporte de los residuos afectando la viabilidad económica de disponerlos adecuadamente. En la actualidad, esta limitante permite que los “volqueteros” desechen los RCD en lugares inapropiados. Las ganancias de estos importantes actores de la cadena de manejo de los RCD están en función de la cantidad de viajes realizados por día y la distancia recorrida desde el sitio de la obra hasta el lugar de disposición final. Por supuesto, es incongruente que los rellenos sanitarios puedan encontrarse a distancias menores porque sería una situación insalubre, pero es posible promover instalaciones intermedias ubicadas dentro de áreas de zonificación industrial en donde los transportistas de RCD dejen su cargamento y donde pueda recuperarse los RCD reaprovechables mientras que los no reaprovechables puedan luego ser llevados hasta los lugares de disposición final adecuados. El modelo de negocio de la empresa Ciclo es un ejemplo de este tipo de solución. Ellos reciben en su planta camiones volquetes tanto formales como informales provenientes de diferentes obras y obtienen así la materia prima para su producto hecho con áridos de concreto reciclado. En la figura 7 se presenta un esquema que explica este planteamiento.

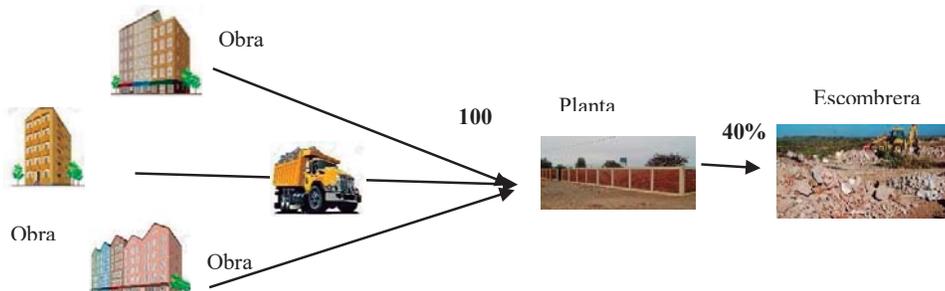


Figura 7: Esquema de planteamiento de solución con instalaciones intermedias para el tratamiento de RCD en Lima y Callao

FUENTE: Elaboración propia.

En una entrevista al Director Ejecutivo de CICLO, Ver Anexo 1, se informó que si bien el porcentaje residuos reaprovechables que llegan a su planta es muy variado, en promedio este puede ser del orden del 60% del total de residuos recibidos. Si esta proporción fuera equivalente para el total de residuos de Lima y Callao, se podría inferir que la necesidad de disposición final de RCD en Lima y Callao sería sólo del 40%. Esto significaría que el tiempo de vida útil de las instalaciones para la disposición final de los RCD sería mucho mayor, el requerimiento de material nuevo (extracción en canteras) sería mucho menor con la consecuente reducción del impacto ambiental de esta actividad.

Tomando en cuenta los valores propuesto como valores teóricos de generación de RCD en Lima y Callao, podríamos inferir que entre agosto del 2013 y julio del 2014 el potencial teórico de RCD reaprovechable fluctuó entre de 460 301 m³ y 703 237 m³. A pesar de que estos valores son una proyección hecha en base a una extrapolación de coeficientes de generación de otras ciudades de la región y por lo tanto no son valores reales, sí nos permiten ver que existe un potencial no explotado de reaprovechamiento de RCD en Lima y Callao.

Ciclo tiene sus instalaciones en Carretera a Cieneguilla Km 12.5, Asociación Señor de Huanca, Distrito de Cieneguilla, Lima. Debido a su ubicación el área de influencia de esta empresa cubre el distrito de La Molina, Ate, Pachacamac, Villa María del Triunfo y parte de Villa el Salvador. Para las edificaciones que se encuentran fuera de esta zona, la distancia a la planta desincentiva el llegar a ella.

Las Estadísticas Municipales (INEI, 2017) nos muestran que al menos 60% de las licencias para construcciones unifamiliares y 75.8% de las licencias para edificaciones multifamiliares están fuera de la zona de cobertura de la planta de Ciclo, ya que la distancia que recorrerían los “volqueteros” desde la zona de mayor concentración de edificaciones hasta la planta de la misma supera los 30 km. Esto demuestra que se requieren muchos más emprendimientos como este para dar una solución consistente a la problemática de este tipo a la generación de RCD en Lima. La figura 8 presenta la distancia de la planta de la empresa Ciclo con respecto a la zona de mayores edificaciones.

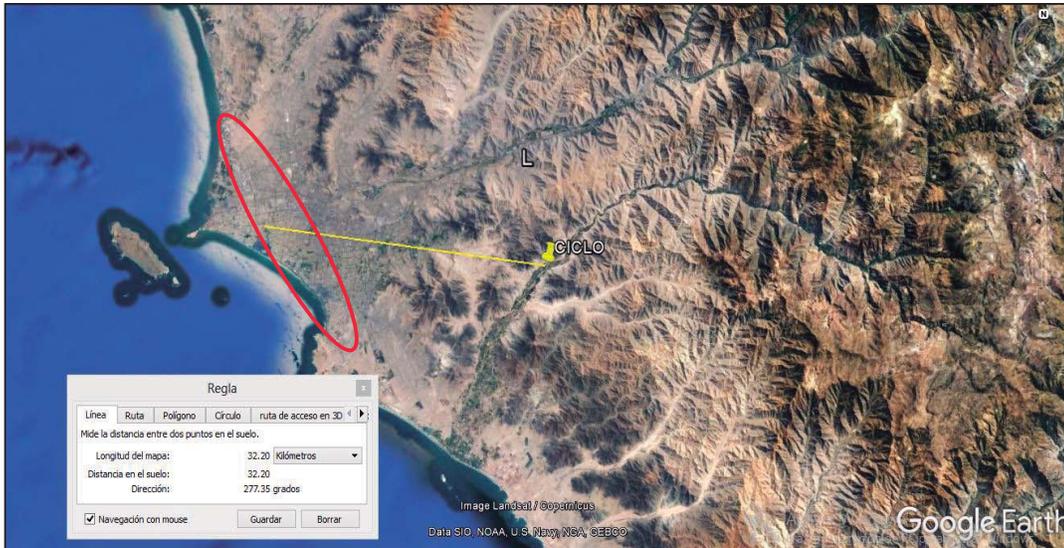


Figura 8: Distancia de la planta de ciclo a la zona de mayor concentración de edificaciones nuevas

FUENTE: Google Earth (2017). Datos del mapa: SIO, NOAA, U.S Navy, NGA, GEBCO

Adicionalmente, de acuerdo al artículo 6 de la Ley General de Residuos Sólidos los ministerios establecen las normas que regulan el manejo de residuos no municipales generados por las empresas que competen a su sector. En consecuencia, el Ministerio de Vivienda, publicó en el año 2013 el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición.

El mencionado Reglamento fue aprobado mediante D.S N° 003-2013-VIVIENDA y modificado por D.S N° 019-2016-VIVIENDA teniendo los siguientes objetivos:

1. “Establecer las obligaciones y responsabilidades de las instituciones vinculadas a la gestión y el manejo de los residuos de la construcción y demolición promoviendo la coordinación interinstitucional para la implementación del presente Reglamento.”
2. “Regular la minimización de los residuos de la construcción y demolición, segregación en la fuente, el reaprovechamiento, el almacenamiento, la recolección, la comercialización, el transporte, el tratamiento, la transferencia, y disposición final de los residuos no peligrosos y peligrosos procedentes de la actividad de la construcción y demolición. “
3. “Promover, regular e incentivar la participación de la inversión privada en las diversas etapas de la gestión de los residuos sólidos de la construcción y demolición.”

Todos los procesos relacionados a la gestión y manejo de RCD se rigen bajo esta norma, y su cumplimiento es obligatorio tanto para personas naturales como jurídicas. Por consiguiente los RCD generados en la construcción de viviendas unifamiliares y en obras menores también se rigen bajo este reglamento.

El reglamento presenta los siguientes tipos de instalaciones para la disposición final de los RCD: escombreras, celdas en rellenos sanitarios y rellenos de seguridad para los residuos peligrosos. Además se contempla que existan plantas de tratamiento para el tratamiento de los mismos y puntos de acopio para residuos provenientes de obras menores.

Las escombreras pueden ser antiguas canteras que requieran el material de desecho de la construcción para cumplir con sus planes de cierre y la estabilización de sus taludes. Los rellenos sanitarios por su parte pueden utilizar los residuos de excavación y los áridos de granulometría pequeña como material de cobertura a ser usado en sus procesos de confinamiento de residuos urbanos. Tanto en el caso de la disposición en escombreras como en rellenos sanitarios los materiales a ser dispuestos deben encontrarse bien segregados para evitar impactos a sus procesos. Debido a la poca sensibilización en el tema, los RCD son almacenados sin hacer una segregación. Con esta forma de almacenar los residuos una disposición final adecuada y un reaprovechamiento de RCD en los rellenos sanitarios implicaría incrementar los costos operativos de los lugares de disposición final.

En cuanto a la recolección, el transporte, el tratamiento y la disposición final, el reglamento señala que deben ser realizadas por una EPS-RS que se encuentre registrada en DIGESA. Ante ello, es necesario mencionar que los generadores de RCD producidos en edificaciones unifamiliares y en obras menores cuentan con características de sus procesos, mano de obra y presupuesto distintos a los generadores correspondientes a construcciones a mayor escala (edificios multifamiliares, otras infraestructuras) por ese motivo tanto el Ministerio de Vivienda como los gobiernos locales deben crear mecanismos para que las construcciones de menor envergadura puedan cumplir con lo señalado.

Si bien en el año 2014 se inició con el proceso de ordenar los RCD de obras menores a través del planteamiento de la meta N° 39 del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión

Municipal: “Diagnóstico de Residuos Sólidos de las Actividades de Construcción y Demolición Depositados en Espacios Públicos y de Obras Menores” este proceso ha sido descontinuado.

El reglamento indica que el gobierno local puede implementar centros de acopio o contenedores de almacenamiento temporal para residuos sólidos provenientes de obras menores. Cabe mencionar que estos centros de acopio deberán estar muy bien dispuestos, ordenados y señalizados adecuadamente para evitar que se generen puntos críticos de acumulación de otro tipo de residuo que no sea de construcción y/o demolición. Además es importante que si la municipalidad decide colocar un centro de acopio del RCD para obras menores, establezca también un pago por concepto de recojo, transporte y disposición final a fin de que el generador asuma el costo del servicio. Este pago deberá hacerse al momento de gestionar la licencia para la gestión de sus residuos.

Cuando se trata de la construcción de viviendas unifamiliares, se recomienda que los gobiernos locales faciliten información a los generadores en cuanto a sus responsabilidades de acuerdo al reglamento. Además, con la finalidad de evitar impactos ambientales por mala gestión, las municipalidades pueden crear formatos sencillos a modo de plantillas para planes de manejo de RCD de los generadores pequeños. En este caso la existencia de estadísticas de generación de RCD por m² construido sería de mucha ayuda. Los formatos permitirían al generador prever el volumen de m³ de RCD a generar y elaborar presupuestos para eliminación de material. Al mismo tiempo estos formatos simples tendrían carácter de declaración jurada con lo cual se crearía una cuenta de control que el generador deberá cerrar entregando copia de los recibos o certificados de eliminación de sus residuos a la municipalidad. Con este mecanismo se permite mejorar la educación y a la vez el control en el manejo de los RCD de pequeños generadores. Al mismo tiempo, al existir un sistema de documentación del manejo de los RCD se puede propiciar un mecanismo de incentivos para la reducción de RCD a favor de beneficios municipales.

4.5. ANÁLISIS DEL NUEVO MARCO REGULATORIO Y PROYECCIONES FUTURAS PARA LA GESTIÓN DE RCD

El Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos PLANRES 2016-2024 plantea la necesidad de mejorar el marco regulatorio en materia de residuos sólidos a través de la Estrategia 3: Programa de reforma legislativa, en la cual se indica que el MINAM debe plantear cambios legislativos y reglamentarios al respecto. Consecuentemente, recientemente se ha publicado la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos que derogará la Ley General de Residuos Sólidos y entrará en vigencia una vez se publique su Reglamento.

La nueva Ley contempla un enfoque en conseguir eficiencia en el uso de los materiales y considerar el ciclo de vida de los mismos. Asimismo, esta Ley también favorece el reaprovechamiento del material de descarte de los procesos productivos, los cuales podrán ser insertados ya sea en el mismo proceso productivo en otros.

En cuanto al manejo de los RCD, la nueva Ley especifica que los residuos generados por obras menores no comprendidos dentro de las competencias del sector Vivienda y Construcción serán responsabilidad de las municipalidades. A su vez, se refuerza la responsabilidad de las autoridades sectoriales para el manejo de los residuos generados en actividades bajo su competencia, Para nuestro caso, estos son los residuos generados por las actividades de construcción y demolición. En cuanto a los generadores, la nueva Ley expresa que estos deben segregar los residuos de manera que se facilite su posterior valorización. Al respecto se señala que la valorización debe priorizarse frente a la disposición final y se establece la obligación de los generadores a implementar estrategias y acciones que conduzcan a la valorización de los residuos como primera opción para la gestión de los mismos.

En relación a la problemática actual en cuanto a la oferta de escombreras, la nueva Ley señala que en los casos en los que no se cuente con infraestructura autorizada los generadores deberán contemplar las alternativas de valorización y disposición final adecuadas de los RCD que sus actividades generen. Asimismo se indica que la contratación de terceros nos exime al generador de RCD de verificar que las instalaciones de tratamiento y disposición

final de estos tengan las autorizaciones legales que les corresponden. Además se señala que en el existir un daño ambiental, el generador es responsable aunque haya contratado a un tercero para el transporte y disposición final de sus residuos.

La nueva Ley entrará en vigencia en cuanto se apruebe su reglamento, el cual ya ha sido pre publicado con fines de consulta. Este reglamento profundiza el enfoque hacia la minimización y reaprovechamiento de residuos estableciendo en el artículo 3 que las autoridades sectoriales de los sectores que desarrollan actividades productivas, para el caso de estudio será el Ministerio de Vivienda, dispondrán medidas orientadas al uso eficiente de materias primas con la finalidad de optimizar recursos. Esto va a significar un reto para el sector construcción ya que como hemos visto, no se cuenta con información estadística sobre la generación de RCD que constituya una línea base para medir las reducciones a plantear. En ese sentido, lo primero que se deberá hacer es establecer la línea base para la optimización de los recursos. Además, el reglamento señala que podrá haber acuerdos de producción más limpia entre las autoridades sectoriales y los titulares de las actividades económicas. También se indica que las autoridades promueven el otorgamiento de incentivos. Al momento, el sector vivienda cuenta con el bono Mivivienda Sostenible, el cual otorga beneficios económicos a clientes que adquieran una vivienda que cuente con un certificado indicando que es sostenible (Fondo MiVivienda, 2016). Los incentivos para la reducción y gestión adecuada de residuos sólidos pueden estar insertos dentro de este mecanismo.

Una novedad que ofrece el nuevo reglamento es la utilización del Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) por parte de las autoridades sectoriales. Este sistema fue creado por el MINAM y hasta el momento había sido utilizado sólo por las municipalidades para reportar la gestión y manejo de los residuos municipales (MINAM, 2013). El nuevo reglamento señala que los generadores de residuos sólidos no municipales deberá reportar en este sistema la minimización y gestión de sus residuos sólidos.

Por otro lado el reglamento indica que las opciones como el reciclaje y la reutilización son preferibles antes que la disposición final. Esto es un gran avance puesto que como hemos visto en secciones anteriores del presente trabajo, el potencial de reaprovechamiento de los RCD es alto y colocarlos en un lugar de disposición final incrementa la necesidad de extraer material nuevo así como los impactos ambientales asociados a la extracción.

4.6. SITUACIÓN DEL TRANSPORTE, REAPROVECHAMIENTO Y LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RCD

Si bien el marco regulatorio establece que los residuos de construcción deben ser operados por EPS-RS y EC-RS, una gran parte de los residuos sólidos son eliminados de las obras en camiones volquete que no cuentan con autorización para el manejo de los RCD. Los responsables de obra frecuentemente consideran que su responsabilidad culmina con la contratación de terceros para la eliminación del material de desecho por lo que en muchas ocasiones desconocen el lugar a donde son llevados los residuos para su disposición final.

La Tabla 6 que se muestra a continuación muestra la cantidad de empresas registradas en DIGESA para operar RCD en Lima y Callao.

Tabla 6: Empresas registradas para el manejo de RCD

Tipo	Total	Tipo de Registro			Disposición Final
		Transporte	Transferencia	Tratamiento	
EPS-RS	94	92	1	3	3
EC-RS	149	140	0	95	0

FUENTE: DIGESA (2014).

Las empresas existentes no cubren la totalidad de la demanda. Muchas de ellas, a pesar de contar con los registros pertinentes no operan en el sector construcción, como es el caso de las empresas Papelera del Perú SAC y Kimberly Clark Perú SRL que a pesar de tener registros para el tratamiento de RCD se dedican al rubro de reciclaje de papel.

En el mercado de Lima y Callao las empresas especializadas en RCD más conocidas son:

- **Cajas Ecológicas:** Brinda el servicio de colocar contenedores para el almacenamiento de los RCD en las obras civiles, recogerlos una vez se encuentren llenos y transportar los residuos a lugares para la disposición final de los mismo. Recientemente han incorporado el proceso de triturado de residuos de concreto para su utilización en la construcción de pistas y veredas. En la figura 9 se puede observar la colocación de un

contenedor para RCD por parte de esta empresa.



Figura 9: Empresa Cajas Ecológicas

FUENTE: Cajas Ecológicas (2017) URL: <http://cajas-ecologicas.com/servicios>.

- **Ciclo:** Brinda el servicio de reciclaje de residuos de la construcción y demolición obteniendo como producto ladrillos y adoquines fabricados con áridos reciclados. Esta empresa no se hace cargo del transporte de los residuos pues recibe los residuos de terceros en su planta de reciclaje. La figura 10 muestra un ladrillo fabricado con áridos reciclados de concreto.

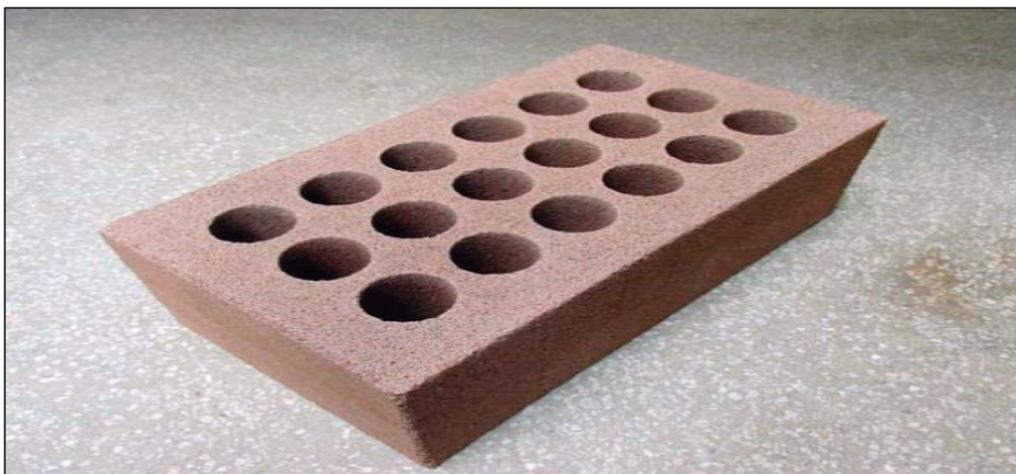


Figura 10: Ladrillo King Kong de 18 huecos fabricado con áridos reciclados por la empresa ciclo

FUENTE: CICLO (2017) <http://www.ciclo.com.pe/productos.php>.

En relación a la disposición final, el reglamento establece tres tipos de instalaciones para la disposición de los residuos de construcción. En Lima y Callao los lugares autorizados para la disposición final de estos residuos se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7: Instalaciones autorizadas para disposición final de RCD

Nombre	Tipo de Instalación	Ubicación	Operador
Zapallal	Relleno Sanitario	Carabaylo	Innova Ambiental
Huaycoloro	Relleno Sanitario	Lurín	Petramás
Portillo Grande	Relleno Sanitario	Huarocharí	Innova Ambiental
Modelo (Callao)	Relleno Sanitario	Callao	Petramás
Infraestructura de Tratamiento y Relleno de Seguridad	Relleno de Seguridad	Chilca	Befesa Perú S.A
Minera Romaña	Escombrera	Callao	Minera Romaña
Eco-Birrak	Escombrera	Callao	Eco-Birrak

FUENTE: MINAM (2014) Minera Romaña (2017) y Eco-Birrak (2017).

Los rellenos sanitarios y rellenos de seguridad fueron autorizados para la disposición de los RCD recién en octubre del año 2016 cuando se promulgó la modificación del Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición. Antes de eso, los lugares para disponer estos residuos sólo podían ser escombreras. La apertura a la posibilidad de usar otro tipo de instalaciones permite mejorar la cobertura de la disposición final de los residuos. En la figura 10 se puede observar la ubicación de las instalaciones de disposición final de RCD.

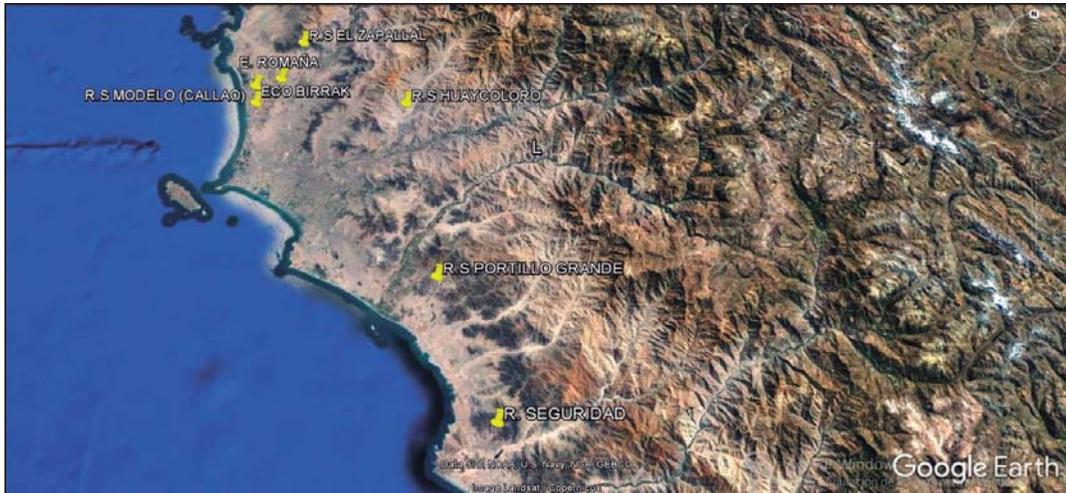


Figura 11: Ubicación de las instalaciones de disposición final en Lima y Callao

FUENTE: Google Earth (2017). Datos del mapa: SIO, NOAA, U.S Navy, NGA, GEBCO

Sin embargo, afirmar que los lugares de disposición final son suficientes o que no lo son no sería preciso puesto que como hemos señalado anteriormente no se cuenta con información cuantitativa de la generación de RCD en el territorio de Lima y Callao. Sin embargo, debemos tomar en cuenta que al momento los residuos se siguen disponiendo inadecuadamente.

Como se puede ver en la figura 12 la mayor concentración de la masa edificatoria se encuentra en los Conos Norte y Sur y en el Callao en el caso de viviendas unifamiliares y en Lima Centro (Surco, San Miguel, San Borja, Miraflores) en el caso de viviendas multifamiliares. Esto quiere decir que si bien una parte importante de los residuos generados en Lima y Callao están en la misma dirección en donde se encuentran las instalaciones de disposición final de RCD, una cantidad significativa de ellos también están alejados de estas instalaciones. Es probable que esto sea uno de los factores, aunque no el único, que incentiven la disposición inadecuada de RCD.

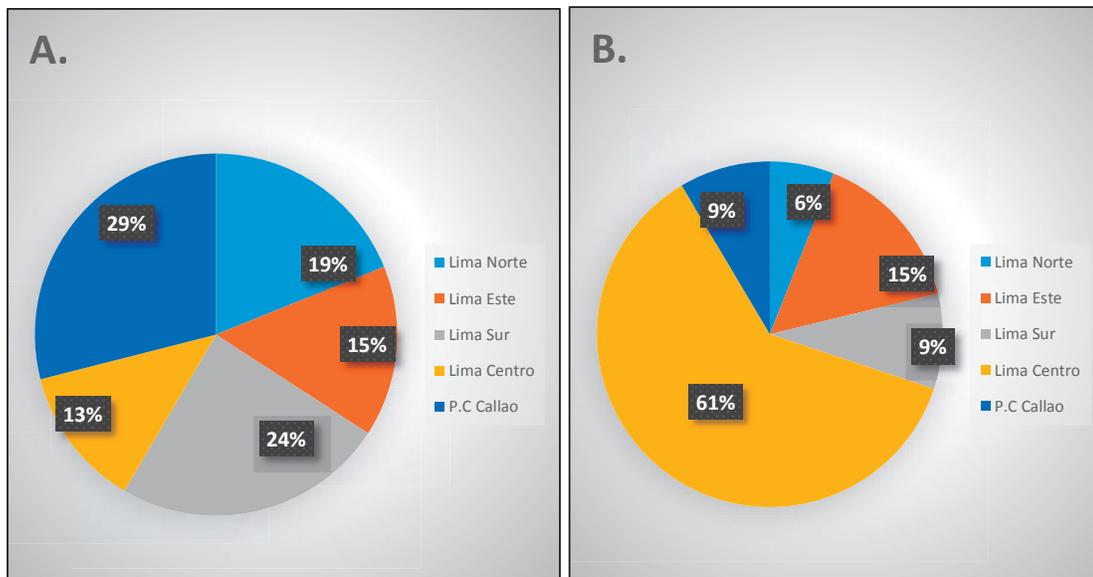


Figura 12: Distribución geográfica de licencias de edificación de vivienda en el año 2015

A. Viviendas Unifamiliares

B. Viviendas Multifamiliares

FUENTE: INEI (2017).

En Lima y Callao se han encontrado 2 408 puntos de RCD distribuidos según se indica en la Tabla 8.

Tabla 8: RCD en espacios públicos

Regiones	Cantidad de RCD (m ³)	Cantidad de puntos
Lima Metropolitana	887 918	162
Callao	607 777	2 246

FUENTE: MVCS (2015).

Con frecuencia los RCD son dispuestos en botaderos informales, muchos de estos son lugares altamente vulnerables a la contaminación, como es el caso de las playas y las riveras de ríos, provocando impactos ambientales significativos. La página web del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) señala que el 06 de mayo de 2015 se constató que 14 camiones estaban disponiendo residuos de construcción en la playa Marbella en el distrito de Magdalena (OEFA, 2015). Asimismo, este año, OEFA realizó una inspección en

la playa Conchán, en donde encontró residuos de construcción sobre la playa afectando 50 metros, aproximadamente (OEFA, 2017).

4.7. MANEJO DE RCD EN OBRA, TRASPORTE, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

La Norma Técnica Peruana para el Manejo de Residuos de la Construcción (NTP 400.050:2017) establece principios generales con la intención de que exista armonía entre el crecimiento económico, la protección ambiental y el control sanitario de las operaciones. Los principios presentados en la norma son:

- Principio de minimización de residuos
- Principio 3Rs- Reduce, Reutiliza y Recicla
- Principio de protección de la salud pública y el ambiente

En función de lo establecido en la norma técnica, se presenta una propuesta para el manejo de RCD en las obras de construcción en la ciudad de Lima.

Minimizar:

Galarza (2011) señala que a pesar que los materiales de obra tienen la mayor incidencia en el costo de esta (28%) existe poca información sobre su control. En su análisis plantea que la mayor parte de los desperdicios se originan por negligencia durante la producción.

Esto puede ser rápidamente inferido ya que la industria de la construcción es fuertemente dependiente de la mano de obra, por lo que las fallas humanas tienen una fuerte incidencia en la generación de residuos.

En la Tabla 9 se puede apreciar las causas de la generación de los residuos que resultan de un proyecto de construcción civil. Este cuadro permite observar que la gran mayor parte de los residuos de esta actividad son resultado de la negligencia de los trabajadores.

Tabla 9: Identificación de causas de generación de desperdicios materiales en obras de construcción

Materiales	Desperdicio de materiales		
	Residuos de procesos	Desperdicio directo	
		Negligencia	Usos provisionales
	Residuos en tuberías, bomba, mixer, etc.	Pedido en exceso	Vaciado de piso para obras provisionales
Concreto premezclado		Pérdida de material por filtraciones o derrames durante el movimiento de bomba o tubería.	
		Pérdida de material debido a demolición por falta de calidad o cambios en el proyecto.	
		Pérdida de material debido al excesivo tiempo de espera en el concreto.	
Acero	Corte de varillas ineficiente	Pérdida de varillas por mal almacenamiento	Uso de estacas, caballetes arriostes, etc.
Mortero	Restos de mortero que cae al piso en los tarrajes y asentado de ladrillo.	Producción excesiva.	
	Mortero sobrante al final del día	Mala dosificación.	

...continuación

	Corte de unidades.	Rotura de unidades	Usos inadecuados (apoyos, asientos).
Ladrillos		Eliminación por desorden. Pedido en exceso.	
	Restos en cambio de ubicación.	Falta de confinamiento e almacenamiento Mala dosificación.	
Agregados			
		Almacenamiento deficiente de las bolsas Mala dosificación.	
Cemento			
	Corte de piezas.	Rotura de piezas	
Enchapes		Eliminación por desorden. Pedido en exceso	

FUENTE: Galarza (2011).

Galarza (2011) concluye que es posible reducir los niveles de desperdicio generados en una obra de construcción mediante la aplicación de medidas planificadas antes de iniciar la misma. Estas reducciones en la generación de desperdicios permiten obtener ahorros en los presupuestos de obra.

En congruencia con lo señalado, las empresas constructoras deberían tener mayor interés en aplicar estrategias que permitan reducir la generación de desperdicios en los procesos constructivos, ya que la reducción de desperdicios significaría ahorros y aumento de márgenes de utilidad. Hoy en día, las metodologías Lean se enfocan en la reducción de desperdicios y el incremento de la productividad. La aplicación de estas ayudaría a reducir la generación de RCD en obras.

Debido a la fuerte dependencia de los proyectos de construcción de mano de obra. Los errores humanos pueden tener gran relevancia en la generación de desperdicios. En ese sentido la actividad primordial para la minimización de residuos sería la capacitación del personal de la obra. Adicionalmente se propone que antes del inicio de cada actividad se haga un repaso del procedimiento de la misma. Esta técnica es utilizada por los responsables de seguridad y salud en el trabajo para ayudar a los obreros a estar alertas de los posibles riesgos durante la ejecución de sus trabajos. Se podría utilizar esto mismo para mejorar la calidad de la ejecución de sus actividades y evitar así reprocesos. También se puede utilizar la técnica Just In Time (JIT) para evitar pérdidas de material durante el almacenamiento. Estos son sólo algunos de los ejemplo de metodologías enfocados a la minimización de residuos de construcción. Por supuesto, todo lo planteado manejarse dentro de la filosofía de la mejora continua.

Adicionalmente a las acciones planteadas, es recomendable tener un nuevo enfoque de trabajo durante la fase de diseño. Muchas veces, las incompatibilidades en los planos y los documentos de los proyectos, obligan a hacer cambios y reprocesos durante la ejecución de la obra lo cual genera desperdicios. Por ejemplo, si se ha colocado un muro y no se consideró un orificio para acceder al ducto por donde se tienden los cables de las conexiones eléctricas, inevitablemente se tendrá que cortar el concreto en ese lugar y abrir el orificio. Como resultado se tendrá residuos de concreto que pudieron ser evitados. En lugar de que cada especialista (arquitecto, ing. civil, ing. eléctrico, ing. sanitario, entre otros) diseñe su especialidad por separado, podrían realizar un trabajo integrativo durante el desarrollo del diseño del proyecto con la finalidad de reducir los errores.

Segregar:

Botero (2003) citado por Escandon (2011) indica que el 80% de los RCD son reaprovechables. Los residuos reaprovechables pueden ser reinsertados en el proceso constructivo, derivado a otra obra o reciclado para obtener materia prima para otros procesos.

El mayor potencial de aprovechamiento de RCD reciclado es como agregado y material granular que sustituye los materiales vírgenes recién explotados (Escandon, 2011).

La NTP 400.050:2017 propone la siguiente clasificación para los RCD reaprovechables, tal como se ve en la Tabla 10.

Tabla 10: Clasificación de Residuos Reaprovechables

Clasificación	Residuos
Excedentes de Remoción	Pétreos, arenas y tierras
	Concretos y Derivados
	Agregados
Excedentes de Obra y Escombros	Maderas y derivados o similares
	Metálicos y derivados
Escombros	Plásticos y derivados
	Material cerámico
	Asfalto y derivados
	Papeles y cartones
	Vidrios
Otros Residuos	Plásticos
	Metales
	Orgánicos

FUENTE: NTP 400.050:2017.

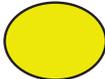
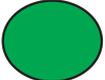
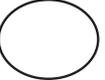
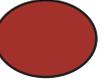
El Reglamento para la gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de Construcción y Demolición indica que la segregación puede hacerla el generador, la EPS-RS o la EC-RS.

Una de las principales limitaciones que enfrenta el generador para realizar la correcta segregación de residuos en obra es el espacio reducido con el que se cuenta para la instalación de los contenedores. Los RCD suelen ocupar grandes volúmenes, y la mayor producción de ellos se da durante el levantamiento del casco y la instalación de acabados. Por lo general, la generación de residuos se va incrementando conforme el espacio libre de la obra se va reduciendo. Frecuentemente se puede observar obras de construcción donde el contenedor para el almacenamiento de los residuos está ocupando un carril de la pista obstaculizando el tráfico. Colocar muchos contenedores, sería contraproducente para el

orden urbano.

Por otro lado, la NTP 400.50:2017 señala que para el almacenamiento se debe utilizar la norma NTP 900.058:2005. Sin embargo, dada las características del sector constructivo y los RCD, el uso de esta norma resulta poco conveniente. El código de colores establecido en la NTP 900.058:2005 es descrito en la Tabla 11.

Tabla 11: Código de Colores para Almacenamiento de Residuos

Color	Tipo de residuos
Color amarillo 	Para metales: latas de conservas, café, leche, gaseosa, cerveza. Tapas de metal, envases de alimentos y bebidas, etc.
Color verde 	Para vidrio: Botellas de bebidas, gaseosas, licor, cerveza, vasos, envases de alimentos, perfumes, etc.
Color azul 	Para papel y cartón: Periódicos, revistas, folletos, catálogos, impresiones, fotocopias, papel, sobres, cajas de cartón, guías telefónicas, etc.
Color blanco 	Para plástico: Envases de yogurt, leche, alimentos, etc. Vasos, platos y cubiertos descartables. Botellas de bebidas, gaseosas, aceite, comestibles, detergente, shampoo. Empaques o bolsas de fruta, verdura y huevos, entre otros.
Color marrón 	Para orgánicos: Restos de la preparación de alimentos, de comida, de jardinería o similares.
Color rojo 	Para residuos peligrosos: Baterías de autos, pilas, cartuchos de tinta, botellas de reactivos químicos, escoria, medicinas vencidas, jeringas desechables, entre otros.
Color negro 	Para residuos no reaprovachables: Todo lo que no se puede reciclar y no sea catalogado como residuo peligroso.

FUENTE: NTP 900.058:2005.

Como se puede ver, a excepción de los metales y el papel y cartón, los residuos descritos en el cuadro anterior no son propios o se producen en pequeña escala en las construcciones

civiles. Se pueden tener contenedores pequeños, codificados según esta norma, en donde disponer los residuos que paralelamente a los RCD se generan en las obras. Sin embargo se requiere que la segregación y almacenamiento sea planificado considerando las características propias de los RCD y las obras civiles.

En el caso de que una obra cuente con el espacio suficiente, puede colocarse un contenedor para cada tipo de residuos reaprovechable. En caso no exista espacio suficiente, se recomienda segregar de la siguiente manera:

- Residuos Sólidos No Peligrosos Reaprovechables
- Residuos Sólidos No Peligrosos No Reaprovechables
- Residuos Sólidos Peligrosos

Transporte:

De acuerdo al Reglamento para la gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de Construcción y Demolición los RCD deben ser transportados por una EPS-RS o EC-RS que se encuentre registrada en DIGESA. Las unidades vehiculares pueden ser camiones volquetes cuyos colores permitan ver la información de la EPS-RS o EC-RS. Para evitar la contaminación del entorno durante el transporte, los vehículos deben tener una tolva metálica y hermética, deberá estar cubierta por un toldo que evite la dispersión de las partículas.

El generador del residuo debe asegurarse de que la EPS-RS o EC-RS cuente con los documentos que acrediten su registro ante DIGESA y los permisos municipales para el tránsito interno en la ciudad.

Reaprovechamiento:

El reaprovechamiento de los RCD depende tanto de factores cuantificables como la viabilidad técnica y económica así como de factores no cuantificables como la motivación del personal para efectuar el reaprovechamiento (Valdivia, 2009).

Los aspectos técnicos están relacionados a la calidad del material reciclado que a su vez está en función de la calidad del material inicial de, el manejo de los residuos en la construcción y el proceso de tratamiento. Los aspectos económicos permitirán el reaprovechamiento toda

vez que los costos de tratamiento sean menores que los de la disposición final (Valdivia, 2009).

La segregación correcta es fundamental para permitir el reaprovechamiento. Siempre que los costos lo permitan, empresas dedicadas a la construcción de grandes edificios con varias operaciones en la ciudad pueden triturar los restos de concreto y reutilizarlos como agregados en la construcción de pistas y veredas de sus propios proyectos, o donarlos a las municipalidades en las que se encuentran para la construcción y/o mantenimiento de pistas y veredas. De esta manera se puede evitar el costo por la recolección y transporte de dicho residuos. Para tomar esa decisión es necesario evaluar cuantitativamente el costo de la inversión y la operación del proceso versus el ahorro generado por el reaprovechamiento.

Por lo general las empresas prefieren especializarse en sus procesos productivos y dejar de lado actividades que están fuera de su rubro de negocios. Una opción conveniente en este caso es contratar una empresa que reaproveche los RCD, como hemos visto, actualmente en el mercado hay dos opciones: Cajas Ecológicas y Ciclo.

Disposición Final:

La disposición final debe ser la última opción en el manejo de los RCD. Sin embargo, es importante asegurarse que esta sea correcta.

Los responsables de la obra deben asegurarse que la EPS-RS contratada disponga sus residuos en un lugar autorizado para tal fin. Para ello deberán solicitar a la EPS los certificados de tratamiento y disposición final de residuos.

V. CONCLUSIONES

1. La gestión y manejo de los RCD en Lima y Callao es aún muy incipiente. El marco regulatorio que lo ordena es relativamente nuevo puesto que el Reglamento para la gestión y manejo de estos residuos fue publicado en el año 2013 y su modificatoria en el año 2016. Como es de esperarse, tanto el gobierno como los particulares involucrados en la gestión y manejo de los RCD están en un proceso de adaptación por lo cual la gestión actual es aún muy incipiente pero se han dado pasos concretos para ordenar la misma. Entre estos pasos se puede mencionar los siguientes: se han habilitado algunas instalaciones para la disposición final de los RCD, han surgido algunas empresas especializadas en el manejo de estos residuos dando señales de la creación de un nicho de mercado inserto dentro de la formalidad de la gestión y manejo adecuados de los RCD, se cuenta con una norma técnica (NTP 400.050:2017) especializada en la materia y se han creado mecanismos para la contabilización de este tipo de residuos.
2. Para continuar el proceso de ordenamiento es necesario que se cuente con estadísticas de generación de RCD por m² construido, cantidad de RCD que es reaprovechado, cantidad de RCD que es dispuesto en las escombreras y rellenos sanitarios y cantidad de residuos peligrosos que se generan por volumen de RCD generado. Estas estadísticas permitirían establecer metas medibles para la minimización de RCD, identificar el potencial de reaprovechamiento de los RCD, proponer opciones de inversión privada para el manejo de los RCD y cuantificar la cantidad de áreas requeridas para cubrir la demanda total de disposición final de RCD. Mientras no existan estadísticas la gestión y manejo de los RCD sigue teniendo puntos ciegos que no permiten una correcta planificación de los requerimientos para la gestión y manejo adecuados de los RCD en Lima y Callao.

3. Actualmente la información existente en cuanto al manejo de RCD en la ciudad de Lima y Callao es deficiente. Los mecanismos promovidos por la autoridad competente para la contabilización de los RCD recopilan de manera parcial la información requerida. Tomando en cuenta la filosofía de la Mejora Continua, los mecanismos creados pueden ser sujetos de mejora. Las mejoras propuestas en el presente trabajo son incorporar los proyectos unifamiliares en las estadísticas a través de formatos creados por las municipalidades distritales y modificar el periodo de reporte de la Declaración Anual de Residuos Sólidos de manera que en lugar de ser anual sea por el tiempo que dura el proyecto de construcción. En su defecto, si se requiere que siga siendo anual, debido a la obligación que tiene el Ministerio de Vivienda de reportar al MINAM, incluir en el reporte el metraje construido a la fecha de corte de manera que se tenga un dato de m³ de RCD/m² construido.
4. Es posible lograr una adecuada gestión y manejo de los RCD a través de la minimización, segregación, reaprovechamiento y disposición final adecuadas en la ciudad de Lima y Callao.
5. Las empresas constructoras se beneficiarían si aplicaran estrategias de minimización de los residuos generados durante sus actividades puesto que podrían obtener ahorros considerables debido que los materiales de construcción representan un costo importante del proyecto.
6. Si bien no se cuenta con información cuantitativa sobre la demanda de instalaciones para la disposición final adecuada, se infiere que la cantidad existente al momento es insuficiente debido que hoy en día la disposición final sigue siendo muchas veces inadecuada, existiendo como evidencia de esto las supervisiones que ha hecho OEFA y los puntos encontrados en Lima y Callao de RCD en espacios públicos.
7. El manejo de los RCD podría mejorar si se promoviera la instalación de plantas de reaprovechamiento en zonas industriales que se encuentren a menor distancia entre los sitios de construcción y los de disposición final. Esto generaría un mercado de reaprovechamiento de estos residuos y una disminución de la cantidad de residuos

que se derivarían hacia la disposición final. El potencial de reaprovechamiento en Lima y Callao es alto.

8. Se prevé que la gestión y manejo de los RCD en Lima Metropolitana tenderá a mejorar dada la implementación de las nuevas estrategias y regulaciones en los últimos años y en los meses por venir, así como por el interés que la materia ha generado en el sector privado ya que, como hemos visto, hay empresas que han incursionado en el manejo de este tipo de residuos.
9. Es posible tanto desde el punto de vista legal, como desde el punto de vista técnico reaprovechar los residuos de construcción den Lima y Callao.

VI. RECOMENDACIONES

Luego de haber estudiado la situación de la gestión y manejo de los residuos sólidos en Lima y Callao se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Elaborar estudios de caracterización de residuos sólidos en edificaciones de manera que se generen estadísticas en cuanto a la generación de RCD.
2. Fomentar la participación del sector privado en el manejo de los RCD fomentando el reaprovechamiento de este tipo de residuos.
3. Promover una cultura de minimización de RCD durante las operaciones de construcción civil, tanto para empresas constructoras como para obras de construcción de menor envergadura.
4. Sensibilizar a los generadores de RCD dándoles a conocer las ventajas en cuanto a la reducción de costos en sus operaciones mediante la minimización y reaprovechamiento de sus residuos.
5. Evaluar los aportes que la industria del reciclaje de RCD puede tener en la economía local a fin de promoverla como una alternativa de impacto positivo tanto para la economía local como para la protección ambiental.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, A. 1997. Reciclado de Materiales de Construcción. Boletín CF+S. Madrid. España. Instituto Juan de Herrera.
- Agudelo, M., Rodríguez, J.P., 2014. Estimación de Generación y Composición de Residuos de Construcción en la Ciudad de Villavicencio. *In* Congreso Internacional de Ingeniería Civil. (5, 2014, Tunja, Colombia). Universidad Santo Tomás Seccional Tunja
- Alavedra, P., Domínguez, J., Gonzalo, E., Serra, J. 1997. La Construcción Sostenible. El Estado De La Cuestión. España. Informes de la Construcción. 49(154), 41-47
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. 2014. Guía para la Elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en Obra. Colombia
- Aldana, J., Serpell, A. 2012. Temas y Tendencias Sobre Residuos de Construcción y Demolición: Un Meta-Análisis. Revista de La Construcción. 12(22). 4-16
- Bossink, B., Brouwers, H. 1996. Construction Waste: Quantification and Source Evaluation. Journal of Construction Engineering and Management. Mar.1996. 55-60.
- CAPECO (Cámara Peruana de Construcción), 2017. Informe Económico de la Construcción. Lima. (14)
- CAJAS ECOLÓGICAS. 2016. Servicios (en línea) consultado 8 set. 2017. Disponible en: <http://cajas-ecologicas.com/servicios/>
- CICLO. 2016. Nosotros (en línea) consultado 8 set. 2017. Disponible en: <http://www.ciclo.com.pe/nosotros.php>
- Contraloría General de la República. 2014. Informe de Veeduría al Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento Respecto a la Supervisión, Fiscalización y Sanción de la Gestión de Residuos de Construcción y Demolición. Lima. Perú. 9 p. Consultado 5 set. 2017. Disponible en: http://doc.contraloria.gob.pe/informescontrol/2014/informe_veeduria/Informe_N410-2014-CG-MACU-VE.pdf

- DIGESA. 2014. Registro de Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS). Origen: Residuos de las Actividades de la Construcción (en línea). Consultado: 6 set. 2017 Disponible en: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/Expedientes/Busquedas.asp>
- Escandón JC. 2011. Diagnóstico técnico y económico del aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en edificaciones en la ciudad de Bogotá. Tesis Ing. Civil. Bogotá. Colombia. Pontificia Universidad Javariana
- Fondo MiVivienda, 2015, Reglamento del Bono de Vivienda Sostenible (en línea). Consultado 5 set 2017. Disponible en: <http://www.mivivienda.com.pe/PortalCMS/archivos/documentos/8587614191668786847.PDF>
- Galarza, M. 2011. Desperdicios de Materiales en Obras de Construcción Civil: Métodos de Medición y Control. Tesis Ing. Civil. Lima. Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- García, J., 2016. Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición en Chile. Fundación de la Industria de la Construcción. 1-7
- Gestión. 2017. Viviendas Informales que se Construyen al Año es Casi el Doble de las Formales (en línea). 24 may. 2017. Consultado 6 set. 2017. Disponible en: <http://gestion.pe/inmobiliaria/viviendas-informales-que-se-construyen-al-ano-casi-doble-formales-2190637>
- Google Earth. 2017. Datos del mapa: SIO, NOAA, U.S Navy, NGA, GEBCO
- ICD (Instituto de la Construcción y Desarrollo). 2014. El Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y Callao 2014. Lima. Perú. CAPECO
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2017. Estadísticas Municipales 2016. Lima. Perú
- Medina, A., Vera Tudela, R., (Año 2012 N° 50) Certificación Ambiental para la construcción. Tareas pendientes. Moneda, 42 - 46.
- Mercante, IT. 2007. Caracterización de Residuos de La Construcción. Aplicación de Los Índices de Generación a la Gestión Ambiental. Revista Científica de UCES, 11(2), 86-109
- MINAM (Ministerio del Ambiente) .2014. VI Informe Anual de Residuos Sólidos Municipales y No Municipales 2013 (en línea). Disponible en: <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20160328155703.pdf>

- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2013. Informe: Diagnóstico del Sistema SIGERSOL. Disponible en: https://www.nefco.org/sites/nefco.org/files/pdf-files/4_diagnostico_del_sistema_sigersol.pdf
- Moran del Pozo, JM; Juan Valdés, A.; Aguado PJ; Guerra MI; Medina, C. 2011 Estado Actual de la Gestión de Residuos de Construcción y Demolición: Limitaciones. Informes de la Construcción. 63 (521), 89-95.
- MVCS (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento). 2015. Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición. (en línea). Tamariz, T. Lima. Perú Disponible en: file:///C:/Users/Dell/Downloads/6649%20(2).pdf. Presentación en Power Point
- MVCS (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento). 2017. Declaración Anual de Manejo de Residuos Sólidos de las Actividades de la Construcción y Demolición – Año 2016 (en línea). Consultado 13 set. 2017. Disponible en: <http://nike.vivienda.gob.pe/SICA/modulos/rsss.aspx>
- OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental). 2015. El OEFA interviene en denuncia por disposición inadecuada de residuos sólidos en la playa Marbella de Magdalena del Mar. 6 may. 2015 Consultado 6 set. 2017. Disponible en: <https://www.oefa.gob.pe/noticias-institucionales/el-oefa-interviene-en-denuncia-por-disposicion-inadecuada-de-residuos-solidos-en-la-playa-marbella-de-magdalena-del-mar>
- OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental). 2017. OEFA supervisa la inadecuada disposición de residuos de construcción y demolición en la playa Conchán. 8 ago. 2017. Consultados 6 set. 2017. Disponible en: <https://www.oefa.gob.pe/noticias-institucionales/oefa-supervisa-la-inadecuada-disposicion-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-en-la-playa-conchan>
- Ooshaksaraie, L., Mardookhpour, A., 2011. A Ruled-Based Expert System for Construction and Demolition Waste Management [Un Sistema Reglamentado Para El Manejo De Residuos De Construcción Y Demolición]. American Journal of Environmental Science, 7(6), 492-498.
- Pontificia Universidad Católica de Chile, 2009. Chile: Del País Urbano al País Metropolitano. Santiago.Chile
- Saavedra, M. 2016. INEI: Los Impresionantes Número del Sector Informal Peruano (en línea) El Colmercio. Lima. Perú. 2 dic. 2016. Consultado 6 set. 2017 Disponible

- en: <http://elcomercio.pe/economia/peru/inei-impresionantes-numeros-sector-informal-peruano-229623>
- Sanchez, M. 2004. Estudio sobre la Utilización de Árido Reciclado para la Fabricación de Hormigón Estructural. Tesis Doctoral. España. Universidad Politécnica de Madrid.
 - Valdivia, S. 2009. Instrumentos de Gestión Ambiental Para el Sector Construcción. 2 ed. Lima. Perú. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
 - Vargas, C. 2011. Modelo de Gestión Urbano para las Áreas de Expansión de la Ciudad de Villavicencio, El Crecimiento y Desarrollo No Planificado de las Ciudades, Villavicencio – Meta. Tesis Lic. Arq. Bogotá. Colombia. Pontificia Universidad Javeriana
 - Villoria, P; Del Rio Merino, M., San Antonio-Gonzalez, A. 2013. Evolución del flujo de residuos generados en obras de edificación residencial. *In International Conference on Research in Construction. Housing: past, present and future.* (2013, Madrid, España)
 - Villoria, P. 2014. Sistemas de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial. Buenas prácticas en la ejecución de obra. Tesis Doctoral. Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.
 - Zubiata, A. El Boom Inmobiliario y La Supuesta Burbuja Inmobiliaria (en línea) *SemanaEconómica.com.* Lima. Perú. 20 may. 2015. Consultado 5 set. 2017. Disponible en: <http://semanaeconomica.com/boominmobiliario/2015/05/20/el-boom-inmobiliario-y-la-supuesta-burbuja-inmobiliaria/>

Referencias Legales:

- Ley N° 28611 Ley General del Ambiente (en línea). Sistema Peruano de Información Jurídica: Disponible en: <http://spij.minjus.gob.pe/libre/main.asp>
- Ley N° 27446. Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (en línea). Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/Ley-y-reglamento-del-SEIA1.pdf>
- Ley N° 28245. Ley Marco de Sistema Nacional de Gestión Ambiental (en línea). Sistema Nacional de Información Ambiental. Disponible en: http://sinia.minam.gob.pe/normas/buscar?f%5B0%5D=field_tipo_de_norma%3A35242

- RM N° 191 – 2016- MINAM Aprueban el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PLANARES 2016-2024 Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-gestion-integral-residuos-solidos-2016-2024>
- Ley N° 27314 Ley General de Residuos Sólidos. Sistema Peruano de Información Jurídica: Disponible en: <http://spij.minjus.gob.pe/libre/main.asp>
- Ley N° 29419. Ley que Regula la Actividad de los Recicladores (en línea). Sistema Nacional de Información Ambiental. Disponible en: http://sinia.minam.gob.pe/normas/buscar?f%5B0%5D=field_tipo_de_norma%3A35242
- Ley 28256. Ley que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (en línea). Sistema Nacional de Información Ambiental. Disponible en: http://sinia.minam.gob.pe/normas/buscar?f%5B0%5D=field_tipo_de_norma%3A3524
- D.S 015-2012- VIVIENDA. Reglamento de Protección Ambiental para Proyectos Vinculados a las Actividades de Vivienda, Urbanismo, Construcción y Saneamiento y sus modificaciones (en línea). Sistema Nacional de Información Ambiental. Disponible en: http://sinia.minam.gob.pe/normas/buscar?f%5B0%5D=field_tipo_de_norma%3A35241
- DS N° 003-2013-VIVIENDA Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de Construcción y Demolición. Sistema Peruano de Información Jurídica: Disponible en: <http://spij.minjus.gob.pe/libre/main.asp>
- DS N° 019-2016-VIVIENDA. Decreto Supremo que Modifica el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de Construcción y Demolición, aprobado por Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA. Sistema Peruano de Información Jurídica: Disponible en: <http://spij.minjus.gob.pe/libre/main.asp>
- DL N° 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Sistema Peruano de Información Jurídica: Disponible en: <http://spij.minjus.gob.pe/libre/main.asp>
- RM N° 174-2017-MINAM. Disponen la prepublicación del Proyecto de Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobada mediante D. Leg. N° 1278, en el portal del Ministerio. Disponible en: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/RM_174-2017-MINAM.pdf

- ORDENANZA N° 1778. Gestión Metropolitana de Residuos Sólidos Municipales y su Reglamento (en línea). Disponible en: [file:///C:/Users/Dell/Downloads/ORD-1778-2014%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Dell/Downloads/ORD-1778-2014%20(3).pdf).
- ORDENANZA N° 031-2016. (en línea). Disponible en: <http://www.municallao.gob.pe/index.php/normas-legales>.
- INACAL. NTP 400.050:2017 MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN. Manejo de Residuos de la Actividad de la Construcción y Demolición. Generalidades.
- INDECOPI. NTP 900.058:2005. GESTIÓN AMBIENTAL. Gestión de residuos. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Entrevista a Roger Mori, Director Ejecutivo de CICLO

1. Cuéntame un poco sobre tu modelo de negocio ¿en qué consiste?

El modelo de negocio se inspira en el concepto de economía circular, se basa en el reciclaje de los residuos de la construcción para transformarlos en materiales sostenibles, también para esta misma industria; a través de una doble monetización. Se generan ingresos por el cobro de la disposición final de los residuos de la construcción, lo transformamos a agregados reciclados, con estos agregados hacemos mezclas, los moldeamos a diferentes materiales como adoquines, ladrillo King Kong o bloques y esto después se vende para esta misma industria.

2. ¿Cuáles son los RCD que reciclan?

Los residuos de la construcción son muy heterogéneos. Todavía no estamos en un punto en donde se segregue en la fuente que sería lo ideal. Hoy en día viene de todo, puede venir papel, cartón, tecnopor. Entonces se tiene que segregar antes y lo que entra al proceso es restos de concreto, de grava, de arcilla, mortero, riego de muro; y todo lo que sea papel fierro, metales, plástico, cartones, maderas, etc. se separa y es como un subproducto que ya después se entrega a gente que recicla eso.

3. En Perú tenemos una regulación en materia de RCD muy poco desarrollada ¿Cuál es la principal limitación para tener una empresa de reciclaje de RCD en lima?

El tema de residuos de construcción, estamos en un panorama básico. La principal limitación que encontramos nosotros es que no hay estadísticas de generación. Hay estadísticas de residuos sólidos, residuos electrónicos, pero de construcción no hay nada. En el reglamento, por ejemplo, de residuos de construcción que tuvo su modificatoria el año pasado, te dicen el dato que en el 2013-2014 se produjo más de 5 millones, pero es un dato de las municipalidades, a pesar de que la ley te dice que estos residuos no son de ámbito municipal. Esto es una limitación bastante grande porque si tú tuvieras una estadística anual de cuanto se genera podrías proyectarte a decir, por ejemplo, yo voy a comenzar reciclando el 5% de la ciudad de Lima. Lo otro es el marco legal, a veces se superponen algunas disposiciones. Por ejemplo, si vas a DIGESA para sacar el permiso para constituir tu EPS-RS o EC-RP no entienden que va a ser una EPS-RS pero que a la vez va a ser una planta de ladrillos y materiales. Como es algo nuevo, hay cosas que no cuadran en ciertas instituciones del estado.

4. En esa misma situación ¿Cuál es la oportunidad?

Es una oportunidad que haya bastante generación de estos residuos a pesar de que ya pasó el boom inmobiliario. La construcción es un bien primario como la ropa o la comida, siempre se va a construir, siempre va a haber infraestructura, hay un déficit habitacional hoy en día, entonces la disponibilidad está ahí. Otra oportunidad es [pasua], digamos, los problemas son oportunidades, ¿Cuál es un problema? Que hay mucha informalidad, los volqueteros, por ejemplo. Se calcula que el 10% son las EPS-RS, los formales. Pero es una oportunidad poder formalizar a estos informales, que no van a un relleno sanitario porque es muy caro y se van a un botadero. Entonces nosotros manejamos una tarifa muy similar a un botadero, es importante porque ellos manejan el 90% de los residuos. El mercado de la construcción sostenible está creciendo bastante a nivel mundial y también a nivel nacional. Cada año se hacen más edificios con certificación LEED® y no hay un producto que calce en la puntuación por ejemplo de materiales sostenibles, esa es una oportunidad porque es un nicho virgen.

5. Tienes la primera empresa de reciclaje de RCD en el Perú si bien es cierto no tienes una competencia directa ¿cuál consideras que podría ser una actividad o un proceso en la gestión de RCD en el Perú que puedas considerar tu competencia hoy en día?

Nosotros en lugar de tener una visión de competencia, lo que queremos hacer es articular. Están las EPS-RS, están los informales y están las construcciones que generan residuos y necesitan material, pero la cadena se rompe cuando llega a un relleno sanitario, en el mejor de los casos, porque casi todo llega a un botadero. Entonces queremos articularlos a todos, trabajar con las EPS-RS y también con los informales.

6. Tu modelo de negocio implica recibir el transporte informal en tu planta, ¿Cuál es el impacto que tiene recibir material que no ha sido segregado en los costos para de producción de tu producto?

Es algo que tenemos que asumirlo, porque los formales tampoco segregan. Hemos tenido acercamiento con varias empresas que están construyendo con certificación LEED®, ellos necesitan una buena gestión de sus residuos para llegar a la certificación, y hemos visto que al final las empresas formales igual juntan todo. Aún si tienen contenedores diferenciados, al final lo vuelven a mezclar. Nosotros queremos poder generar una gestión desde la fuente, pero es una visión a largo plazo.

Pero más que decirle a la empresas que segregue, lo que hemos hecho es que hemos diseñado un proceso para nosotros poder segregar de forma más eficiente.

7. ¿Cuál es el flujo de RCD que receptionan hoy en día la planta? ¿A cuánto quisieran llegar en el corto o mediano plazo?

Ahora estamos construyendo la nueva planta y la maquinaria que queremos adquirir nos permite 104 m³ que son como 7 camiones de 15 m³. Ese es nuestro techo con el diseño de planta actual pero lo ideal es crecer un 20% anual.

8. Del volumen de residuos que reciben ¿Cuál es el porcentaje de material útil para ser reciclado?

Es variado, pero podríamos hablar de 60% en promedio más o menos.

9. ¿En cuánto podría mejorar tu rentabilidad si es que el material fuera segregado antes de llegar a la planta?

Todavía no lo he calculado en forma concreta, pero definitivamente sería muchísimo mejor.

10. En otros países hay reglamentaciones técnicas que clasifican los productos del reciclado según diferentes niveles de exigencia técnica. Los más exigentes pueden ser usados en estructuras y los de menor exigencia pueden ser usado en construcciones lineales como pistas y veredas. ¿Hasta qué nivel de exigencia pueden llegar tus productos hoy en día? ¿Es posible que consideres obtener mejoras de procesos en el corto plazo que permitan obtener productos más resistentes?

Nosotros cuando hicimos el primer prototipo, que fue ladrillo King Kong de 18 huecos, nuestro objetivo era que fuera económicamente y técnicamente viable. Económicamente en el sentido de que los costos lleguen a un precio igual al ladrillo de arcilla de 18 huecos y técnicamente que cumpla con la normativa técnica, la E.070 para el caso de ladrillo King Kong de 18 huecos que te pide de resistencia como mínimo 130 kg/cm², entonces la idea era probar diferentes diseños de mezcla que fueran eficientes y llegamos a una que era la más óptima en cuanto a costos y en cuanto a las características técnicas a las que teníamos que llegar. Nosotros llegamos, en la mejor formulación, a 136 kg/cm². Entonces nos regimos por la normativa técnica peruana. El adoquín es la NTP 399.611 que por ejemplo en el adoquín peatonal tipo I te pide, si no me equivoco 390 kg/cm², igualmente, hicimos el diseño del producto en base a eso y llegamos a 400 kg/cm².

Pero lo que has dicho es verdad, hay una diferenciación para el uso de estructuras. Por estructura me refiero a columnas. En Inglaterra hay estudios que dicen que se puede usar hasta un 60% de agregado reciclado y un 40% agregado natural en columnas. Entonces para fines estructurales si es un poco más delicado, pero para unidades de albañilería, hemos llegado sin problemas.

11. Sobre el producto obtenido. En tu experiencia cual es la principal barrera para colocar el producto reciclado en el mercado.

Lo más complicado puede ser posicionarlo en el segmento tradicional. Siempre va a haber una resistencia a un producto nuevo por parte del mercado. También hay resistencia cuando se dice que es material reciclado, la gente piensa que es basura y que no resiste igual que uno convencional.

12. ¿Has logrado colocar el producto en el mercado?

Si, ahora estamos por entregar un pedido en la UNI. Estamos viendo que para adoquines podemos encontrar un poco más de flexibilidad porque se colocan en el suelo. También hemos encontrado que en el mismo mercado convencional hay diferentes tipos de clientes. Por ejemplo las constructoras grandes pueden entender un poquito más la información que le damos que una persona que va a construir su casa. Hay diferentes comunicaciones de acuerdo a los diferentes sectores que hay en el mercado tradicional.

13. Independientemente de la protección al ambiente ¿existe otra ventaja competitiva en comprar ladrillos de concreto reciclado frente al ladrillo convencional?

En cuanto a los ladrillos, muy aparte de que es un ladrillo sostenible, al momento nos encontramos haciendo un Análisis de Ciclo de Vida para tener en números concretos cuál es la huella de carbono, que va a ser mucho menos que un ladrillo de arcilla. Estamos trabajando en otras ventajas competitivas. Por ejemplo, nuestro ladrillo de concreto puede utilizar menos capa de tarrajeo porque ya es una mezcla de concreto. Como no hay un proceso de cocción en su fabricación (siempre los ladrillos de arcilla tienden a deformarse un poco, el nuestro no) eso también significa menos material. Incluso también podrías no tarrajar sino empastar de frente.

Anexo 2: Aplicativo Virtual de la Declaración Anual de Manejo de Residuos Sólidos de las Actividades de la Construcción y Demolición

Vista 1:

PERU Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección General de Asuntos Ambientales

DECLARACIÓN ANUAL DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS ACTIVIDADES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN - AÑO 2016

La presente aplicación tiene carácter de Declaración Jurada, y por lo tanto su veracidad es explícita. En caso de encontrarse, que alguna de las declaraciones vertidas faltan a la verdad, los responsables se someterán a los procedimientos administrativos, civiles y penales que rigen para tal caso.

(*) Campos Obligatorios

1. DATOS DEL GENERADOR DE RESIDUOS

1.1 TITULAR DEL PROYECTO (*)

Razón Social:

Domicilio Fiscal: - Tipo de Dirección -- Nombre N°

Urb. / Asentamiento:

Ubicación: - Región --

RUC:

E-Mail:

Teléfonos:

Verificar la validez y existencia del correo ingresado del Titular del Proyecto en este aplicativo virtual.

1.2 PROFESIONAL RESPONSABLE DEL PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS (*)

Nombres y Apellidos:

Domicilio Fiscal:

DNI:

Profesión:

N° Colegiatura:

E-Mail:

Vista 2:

Es obligatorio el ingreso de un correo electrónico válido para completar el registro de la Declaración Jurada. Ingrese tu correo electrónico y pulsa el botón "VALIDAR CORREO", automáticamente recibirás un código de validación al correo ingresado, el cual deberás anotarlo en el recuadro que aparecerá debajo del campo de correo electrónico. Debes ingresar dicho código y solo así podrás finalizar el registro de tu ficha.
Nota: Revisa tu Correo No Deseado si es que visualizas que en tu Bandeja principal no llega el correo automático.

2. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL APROBADO

Nombre del Proyecto: (*)

Ubicación: - Tipo de Dirección -- Nombre N°

Urb. / Asentamiento:

Ubigeo: - Región --

Referencias:

Categoría del Estudio Ambiental: Tipos de Evaluación de Impacto Ambiental

N° Resolución Directoral:

Código SNIP:

Observaciones:

3. REFERENCIA DEL PROYECTO

3.1 Plazo de Ejecución: Días: Meses: Años:

Tipo de Obra: - Tipo de Obra --

4. CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS

Residuo: - Tipo de Residuo -- Volumen en m3 (Pulsa el botón "AGREGAR" para agregar tu registro)

Área construida o demolida: m2

64

Vista 3:

5. RESIDUOS GENERADOS EN TODO EL PROCESO CONSTRUCTIVO			
Tipo de Materiales que han generado este residuo:	- Tipo de Material -	Volumen Generado (m3)	TN
-- AGREGAR -- (Pulsa el botón "AGREGAR" para agregar tu registro)			
Observaciones:			
6. MANEJO DE RESIDUO			
6.1 ALMACENAMIENTO			
Material:	Recipiente:	Volumen (m3):	Nº de Recipientes:
-- AGREGAR -- (Pulsa el botón "AGREGAR" para agregar tu registro)			
6.2 ACONDICIONAMIENTO			
EC-RS:			
6.3 TRATAMIENTO			
EPS-RS:			
Nº Registro EPS-RS:			
Fecha de vencimiento registro EPS-RS:			
Nº Autorización Municipal:			
Cantidad TN:			
6.4 REAPROVECHAMIENTO			
Material:	Tipo: - Tipo de Reaprovechamiento -	Cantidad TN:	
-- AGREGAR -- (Pulsa el botón "AGREGAR" para agregar tu registro)			

Vista 4:

6.5 MINIMIZACIÓN Y SEGREGACIÓN	
Material:	
Descripción de la actividad de segregación y minimización:	
Cantidad TN:	
-- AGREGAR -- (Pulsa el botón "AGREGAR" para agregar tu registro)	
6.6 TRANSPORTE (EPS-RS NO PELIGROSOS)	
Razón Social y Siglas de la EPS-RS:	
Nº Registro EPS-RS:	
Fecha de vencimiento registro EPS-RS:	
Nº Autorización Municipal:	
Nº de Aprobación de ruta:	
Información del Servicio	
Total de Servicios realizados en el año con la EPS-RS:	
Cantidad:	TN
7. DISPOSICIÓN FINAL	
7.1 LUGAR DE DISPOSICIÓN FINAL ADMINISTRADO POR UNA EPS-RS (NO PELIGROSOS)	
Razón Social y Siglas de la EPS-RS administradora:	
Nº Registro EPS-RS:	
Fecha de vencimiento registro EPS-RS:	
Nº Autorización Municipal:	
Nº de Autorización del Relleno:	

Vista 5:

Ubicación: -- Tipo de Dirección -- Nombre N°

Urb. / Asentamiento:

Ubigeo: -- Región --

Observaciones:

ARCHIVOS ADJUNTOS (*)

Adjuntar el Plan de Manejo de residuos sólidos de la construcción y demolición del siguiente año y los Manifiestos de manejo de residuos peligrosos (pdf, word o zip):

Ningún archivo seleccionado (Max. 10MB)

© Dirección General de Asuntos Ambientales Portal DGAA.
Declaración Anual del Manejo de Residuos sólidos de la construcción y demolición

