

TÉCNICA 3 - RECUPERACIÓN DE MATERIALES

Esta alternativa contempla la recuperación de materiales reutilizables y/o reciclables (excepto los compostables) mediante la clasificación, separación, acondicionamiento y acopio transitorio, operaciones centralizadas en una planta de recuperación, de las categorías seleccionadas (vidrio, metal, plástico). El destino del material recuperado es para su reuso en la Villa o su traslado a otra localidad (en principio San Fernando de Catamarca).

Mediante esta alternativa se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

- ✓ Generar ocupación y/o empleo.
- ✓ Valorización de parte del flujo de residuos mediante la recuperación de materiales reciclables o reutilizables.
- ✓ Reducir el volumen de rechazos a disponer en el relleno sanitario manual de la Villa incrementando su vida útil.

Debe destacarse que, en este caso, la implementación de esta técnica no contempla como objetivo primario la obtención de ningún beneficio económico derivado de la comercialización de los residuos recuperados. En la etapa de evaluación de alternativas (descrita en el Informe N°1) no se consideró viable esta posibilidad por diversos motivos, siendo los más importantes la ausencia de mercados disponibles en la provincia, la cantidad generada de materiales reciclables, las distancias y dificultades de traslado del material, necesidad de equipamiento más sofisticado, elevados costos de inversión, etc.

Esta alternativa surgió principalmente como iniciativa de las autoridades municipales en persecución de los objetivos anteriormente planteados predominando el criterio institucional y social en su elección. En el Capítulo 7. *Selección de alternativas*, se describe el trabajo implementado con los funcionarios locales y el análisis correspondiente.

1. SELECCIÓN DEL SITIO

Como ya se mencionó, el sitio para la instalación de la Planta de Recuperación de Materiales (PRM) será compartido con las otras dos técnicas planteadas (relleno sanitario manual y la compostera) y corresponde al lugar donde actualmente se realiza la disposición sin control y a cielo abierto de los residuos sólidos de la Villa (ver Fotografía Aérea, Plano General de la Villa y Fotografía N° 8).

Los criterios utilizados para esta elección se basan principalmente en los aspectos no geológicos descriptos para la selección de sitios alternativos del relleno sanitario manual. Es decir, aspectos vinculados con la planificación actual y futura del suelo, distancia desde el centro de generación de residuos, calidad paisajística, entre otros.

Las pautas o criterios que se consideran relevantes para la selección y características del sitio de emplazamiento de la planta de recuperación de residuos son:

- Disponer de un sitio techado y/o protegido del clima extremo (viento, precipitación y bajas temperaturas).
- Disponer de una superficie más o menos plana.
- No generar molestias por malos olores o por circulación de vehículos.

- Facilitar la operación del proceso (en lo posible cercanía entre los procesos de clasificación y compostaje, dimensiones adecuadas).
- Evitar o disminuir costos de adquisición (propiedad del fisco o de bajo precio si es privado).
- Disponibilidad de servicios (agua y electricidad).

En los ítems que siguen se especifican los requerimientos de superficie, obras civiles, equipamiento y servicios para la instalación de la Planta.

2. DESCRIPCIÓN DE ETAPAS Y PROCESOS

Se describen brevemente las etapas que contempla esta alternativa así como las variantes de procesos unitarios que se consideran operativa y económicamente factibles de llevar a cabo, recomendándose especificaciones técnicas y criterios a tener en cuenta para su diseño final e implementación.

En el Diagrama de Flujo N° 3 se representan esquemáticamente las etapas y procesos propuestos para esta alternativa.

2.1. Descarga de los residuos recolectados

Todos los residuos recolectados, estimando una frecuencia media (cada 3 días) de recolección, serán descargados en el playón de descarga, directamente desde el vehículo de recolección. De este modo, el medio de transporte empleado para esta tarea estará rápidamente en condiciones de realizar otras actividades. Una vez en este sector, se procederá a romper las bolsas y otros elementos utilizados para disponer transitoriamente los residuos en las fuentes. Posteriormente serán trasladados en etapas hacia el sector de clasificación de materiales mediante carretillas o carros manuales. Esta tarea deberá realizarse en el día, por lo que no deben permanecer los residuos almacenados en el playón de descarga por más de 24 hs.

2.2. Clasificación y separación

Consiste en la segregación manual de las categorías de residuos a recuperar separándolas de la fracción compostable y rechazos siguiendo la misma metodología empleada en los muestreos, descrita en detalle en el Informe N°1 y resumida en el Capítulo 5.1.1. *Metodología de muestreo* del presente informe.

Esta tarea se realizará empleando una mesa de clasificación cubierta con una lona gruesa y lavable sobre la cual se colocarán los residuos a medida que los operarios clasificadores, colocados a ambos lados de la mesa, proceden a separar y colocar las categorías previstas en contenedores rotulados hasta terminar con toda la carga recepcionada en el playón de descarga. También se pueden disponer los residuos a medida que se separan directamente en carretillas con caja plana y de tamaño adecuado (en vez de los contenedores de clasificación) facilitando su traslado al sitio de acondicionamiento.

La clasificación deberá realizarse en el día y en el menor tiempo posible de manera de no retrasar las tareas del relleno sanitario y compostaje y evitar la acumulación de los residuos sin un tratamiento correcto. A medida que se van llenando los contenedores con estos residuos, se trasladan al sector de acondicionamiento.

Cabe destacar que los operarios ya se encuentran debidamente capacitados en esta práctica específica puesto que durante el desarrollo de los muestreos de caracterización se ha procurado cumplir con este objetivo de capacitación.

Las categorías y tipos de residuos que se pretenden recuperar del flujo total de residuos son los siguientes:

- a) Vidrio: se estima que se recuperará el **100%** del total recolectado de esta categoría. Puesto que la comercialización no es el objetivo principal y dada la escasa generación de este residuo, no se separarán por color sino que se recuperará *vidrio mezclado*.
- b) Plásticos: se estima que se recuperará el **50%** del total recolectado de esta categoría (el resto de los plásticos se consideran rechazos) correspondiente a:
 - PET/1 (Polietileno tereftalato), incluye botellas de refrescos (gaseosas, agua mineral, etc.) y otros envases o recipientes para comidas.
 - PE-HD/2 (Polietileno de alta densidad), incluye botellas de leche, envases de productos de limpieza y de otros usos domésticos
- c) Metales: se recuperará el **100%** del metal recuperado correspondiente a latas de hojalata (de conserva de alimentos), latas de aluminio y fragmentos de metal no clasificado.
- d) Madera: se recuperará toda la madera que se recolecte considerando que representa el **50%** de lo generado de la categoría clasificada como Madera, textiles y cueros.

2.3. Acondicionamiento

Comprende todas las operaciones necesarias para acondicionar el material recuperado previo a su almacenamiento transitorio para su reuso o traslado a su destino final.

La premisa más importantes que deben cumplir las operaciones unitarias de acondicionamiento es reducir considerablemente el volumen de todos los residuos recuperados a fin de:

- Facilitar su manejo
- Incrementar la capacidad de almacenamiento en la Planta
- Disminuir los requerimientos de superficie de la Planta
- Aumentar la capacidad de transporte de los materiales recuperados
- Cumplir con eventuales exigencias del receptor de los residuos

Otra premisa a tener en cuenta es mantener una correcta higiene de los residuos para evitar riesgos a la salud y malos olores.

Esta operación no es necesario realizarla el mismo día de la recolección. En este caso, se acumularán transitoriamente por pocos días previo a su acondicionamiento a fin de dar prioridad a las operaciones del relleno sanitario y de acondicionamiento de la fracción compostable y para acumular una cantidad considerable de residuos recuperables que justifiquen un uso eficiente del equipamiento.

Las especificaciones de los equipos y herramientas a utilizar para esta etapa de acondicionamiento se indican más adelante en el ítem 6.1. *Equipamiento y materiales*.

Según el tipo de material a recuperar, se realizarán las siguientes operaciones de acondicionamiento:

2.3.1. Acondicionamiento del Vidrio

Solamente requiere *trituración* del vidrio mezclado mediante una trituradora adecuada para este material. En este caso de trituración mecánica el tamaño de partícula obtenido será de ½ a 1 pulgada. Si no se dispone de este equipamiento, se puede realizar un semitriturado manual con equipos o elementos fabricados ad-hoc. En este caso, el tamaño de partícula será mayor a 1" e irregular.

2.3.2. Acondicionamiento de botellas y envases de plástico

a) *Lavado con agua:*

Las botellas, envases y recipientes que se encuentren sucias serán lavadas y enjuagadas en una pileta o tambores o tanques cisterna solamente con agua, sin el aditivo de detergentes, jabón o desinfectantes para que no queden restos de estos productos y para evitar gran consumo de agua de enjuague.

b) *Secado al aire:*

A fin de evitar restos de agua en el interior de los envases lo que provocaría el desarrollo de hongos. Puede realizarse al aire libre, dadas las condiciones de muy baja humedad ambiente, vientos constantes y gran insolación. Para evitar que se vuelen pueden colocarse dentro de grandes bolsas de redes evitando el contacto con el piso para que no se vuelvan a ensuciar.

c) *Compactación y Enfardado*

Mediante una prensa enfardadora hidráulica que realiza las dos operaciones a la vez. Se requiere un equipo pequeño con una presión específica y capacidad adecuada para prensar plásticos, papeles y cartones.

Si no es posible disponer de este equipo, prácticamente la recuperación del plástico se hace inviable puesto que es muy dificultoso realizar esta operación manualmente y no es posible almacenar y trasladar estos residuos de muy baja densidad en forma suelta, sin compactar.

2.3.3. Acondicionamiento de Metales

a) *Compactación o prensado*

Se requiere una prensa hidráulica de mayor presión (aparte de la anterior) adecuada para la compactación de chatarra dada la resistencia de este material. Se prensarán por separado las latas de hojalata, las latas de aluminio y chatarra en general. El aluminio puede ser prensado con el mismo equipo mencionado para plásticos y papeles ya que ofrece mucha menor resistencia.

b) *Enfardado o ensunchado*

2.3.4. Acondicionamiento de la Madera:

a) *Chipeado:*

Se requiere una chipeadora o cuba trituradora aptas para maderas en general y residuos de jardín. Esta operación es opcional dependiendo del uso que se quiera dar al producto. Se pueden obtener, por ejemplo, astillas o viruta gruesa para material intermedio o de cobertura en el relleno sanitario o como lecho para animales de granja.

b) *Emprolijado:*

Si no se dispone de la chipeadora, los fragmentos de madera deberán ser emprolijados antes de su almacenamiento transitorio a fin de reducir el volumen y evitar riesgos. Esta operación incluye: retiro de clavos, separación de otros materiales adheridos (metales, plásticos), rotura de cajones o fragmentos grandes, desecho de maderas con gruesas capas de pinturas las cuales formarán parte del rechazo para disponer en el relleno sanitario, etc.

Los fragmentos que no requieran ninguno de estos dos tratamientos, serán directamente almacenados en los boxes de acopio hasta su aprovechamiento sin ningún acondicionamiento previo.

2.4. *Almacenamiento Transitorio*

A medida que finaliza el acondicionamiento de cada fracción de materiales recuperables, se procederá a almacenarlos en boxes de acopio hasta su traslado o consumo interno en la Villa, cuya superficie se determinó estimando que los residuos serán retirados de la planta cada 3 meses o hasta que se acumulen en cantidad suficiente como para justificar su traslado.

La cantidad de boxes de acopio dependerá de los tipos de material recuperado siendo conveniente prever uno para cada tipo. Además, se recomienda incluir un box de acopio de residuos especiales voluminosos (muebles, electrodomésticos, artefactos, etc.) recolectados por el servicio municipal o llevados por los pobladores. Como mínimo, se requerirán 7 boxes destinados a: vidrio triturado, fardos de plástico, fardos de latas de aluminio, fardos de hojalata, fardos de chatarra, madera y residuos especiales. Es conveniente disponer de boxes de reserva para el almacenamiento eventual de otros tipos

residuos o para las fracciones clasificadas que no han podido ser acondicionadas en el momento.

Los boxes deberán estar protegidos de la intemperie. Si no hay espacio suficiente dentro del tinglado o galpón, podrán ubicarse en el exterior del mismo en un semicubierto pero siempre previendo su aislamiento con respecto a la lluvia, suciedad, frecuentación de animales, etc.

2.5. Aprovechamiento y/o Destino Final

Las variantes posibles identificadas y acordadas con las autoridades municipales son:

- a) Aprovechamiento en la Villa: todo el material que pueda ser aprovechado en la Villa para beneficio de los pobladores individualmente o de la comuna en general será prioritario frente a las demás opciones.

La madera constituye la única fracción de los materiales recuperados que será un 100% reutilizada en la Villa siendo algunas de las opciones de uso las siguientes:

- Reutilización en la construcción de casas, cercos, etc.
- Fabricación de muebles y otros enseres domésticos (evitando de esta manera el predominio del plástico en estos artefactos).
- Fabricación de artesanías y juguetes en talleres de actividades prácticas en la escuela y en la Casa de la Cultura.
- Combustión para calefacción y cocina de los restos que no puedan ser reciclados.
- Como complemento de material intermedio o de cobertura en el relleno sanitario, si es chipeada o triturada en astillas o viruta gruesa.
- Como lecho para animales de granja las astillas o virutas finas.

En este caso se requiere que el Municipio, a través de sus dependencias pertinentes y en conjunto con otras entidades de cultura, educación, artesanías, ONGs, etc., elaboren e implementen programas específicos de reutilización y/o distribución del material recuperado que se sustenten a largo plazo.

- c) Traslado a San Fernando de Catamarca para ser dispuesto en el relleno sanitario que opera en esa ciudad. La ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca acaba de sancionar una ordenanza por la cual se obliga, a sí misma, a disponer los residuos sólidos urbanos en un relleno sanitario, previa clasificación y recuperación de materiales reciclables. Ante la consulta directa al responsable técnico del proyecto, sobre el destino de las fracciones recuperables, se respondió que, lamentablemente deberán ajustar el mismo dado que no existe mercado para su comercialización en la región. La gestión del relleno será municipal. Ante la consulta de la posible realización de un convenio intermunicipal (Antofagasta de la Sierra-San Fernando del Valle), para la disposición final en el relleno de San Fernando, de las fracciones generadas y recuperadas en la Villa, se declaró que, en principio, podría ser factible. Sin embargo,

este convenio y las condiciones del mismo deberá ser encarado por las autoridades respectivas. Las autoridades municipales de la Villa plantearon esto como una alternativa posible ya el costo de transporte es mínimo, puesto que se aprovecharían los viajes de rutina del camión para abastecimiento. De implementarse esta actividad deben tenerse en cuenta otras variables:

- Ajuste de la frecuencia: se debe plantear y cumplir un cronograma fijo, para la correcta estiba y acumulación de fracciones y para la administración adecuada en el relleno de San Fernando.
 - No es aconsejable el traslado de residuos si no se les dará un destino más propicio que un relleno, ya que se potencian los riesgos de transporte y se contribuye a la reducción en la vida útil del relleno ex situ.
 - Se dispone de terreno y condiciones óptimas para la disposición in situ.
- d) Si surge la posibilidad de un receptor interesado en su reciclado (mediando comercialización o no) se le dará prioridad a esta opción con respecto a la variante anterior, ya sea en Catamarca o en otro sitio.

En el caso de decidir la comercialización de vidrio, plástico y metales, se deben tener en cuenta las siguientes condiciones:

Valor de la tonelada de cada material. Los valores obtenidos en la Provincia de Buenos Aires son:

Vidrio: \$55,-/ton

Metales: \$ 700,-/ton

Plásticos (PET): \$ 150,-/ton

De acuerdo con las cantidades generadas, los ingresos totales brutos provenientes de la venta se incluyen en la tabla siguiente:

CATEGORÍA	VALOR DE LA TONELADA	PRODUCCIÓN ANUAL	IMPORTE TOTAL BRUTO
METAL	\$ 700,-	2,9 TON	\$ 2.030
PLÁSTICO	\$ 150	5,4 TON	\$ 810,-
VIDRIO	\$ 55,-	38,9 TON	\$ 2.139,-
TOTAL		47,2 TON	\$ 4.979,-

El total de la venta anual de los tres productos recuperados es de \$ 4.979,-

Costos del transporte. El transporte de los materiales desde la Villa de Antofagasta de la Sierra implica un gasto de combustible calculado en aproximadamente \$ 100, por cada viaje de ida y vuelta a San Fernando del Valle de Catamarca (casi 400 Km). Por otra parte, deben incluirse los costos de mantenimiento del vehículo (lubricantes, reparaciones, rodados, accesorios) y de los salarios de choferes.

Distancias a los centros de comercialización. No existen en el Noroeste, centros de comercialización, ni intermediarios, que reciban estos productos¹ para compra-venta. Los sitios más próximos de comercialización se hallan en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba. Por lo tanto, los gastos mencionados anteriormente se incrementan. Este incremento está en relación directa con el kilometraje desde la Villa y desde San Fernando del Valle de Catamarca hasta el centro de recepción.

Acondicionamiento del producto. Ya se ha mencionado que los productos deben estar acondicionados a requerimiento del posible receptor y estibados correctamente, en sitios aislados, limpios y despejados. Para esto, debe considerarse el gasto de mano de obra calificada e infraestructura correspondiente.

Fluctuación de mercado. La economía actual vigente en el país está regida por “leyes del mercado” donde los empresarios son, en general, los que definen los precios de los productos. Por lo tanto, ese valor fluctúa de acuerdo con la oferta, pudiendo incrementarse o reducirse sin seguir un comportamiento standard.

- d) Traslado a otro sitio más cercano si surge la posibilidad de una gestión integral regional.

¹ Fuentes: ARPET (Asociación Civil Argentina Pro reciclado del PET), Coca Cola de San Fernando del Valle de Catamarca, Municipalidad de San Fdo. Del Valle de Catamarca, AIDIS (Asociación Argentina de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente).

Diagrama de Flujo N° 3: Etapas y procesos de la Técnica 3 – Recuperación de Materiales

3. CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO

En el Capítulo 5. *Diagnóstico de la gestión actual de los RSU* se presentaron los resultados cuanti y cualitativos acerca de la generación del total de los residuos. En el presente capítulo se indican específicamente las categorías de residuos que serán consideradas dentro de la fracción recuperable (con excepción de los compostables) y la síntesis de los datos de generación de cada una de ellas utilizados como criterios de dimensionamiento para el diseño del proyecto.

3.1. Síntesis de los datos de producción

TABLA N° 8.10a: Producción de Residuos Recuperables

CATEGORÍA	FACTOR DE RECUP.	PRODUCCIÓN PROMEDIO					
		Generación per cápita		Generación Diaria		Generación anual	
		L/hab/día	kg/hab/día	m ³ /día	kg/día	m ³ /año	tn/año
Vidrio	100%	0,25	0,14	0,19	106,6	68,3	38,9
Plástico (1)	50%	0,46	0,02	0,34	14,7	123,7	5,4
Metales	100%	0,12	0,01	0,09	8,0	32	2,9
Madera (1)	50%	0,13	0,02	0,1	14,3	35	5,2
TOTAL		0,96	0,19	0,71	144	260	52

Para el diseño y dimensionamiento de la infraestructura necesaria se tuvieron en cuenta la producción acumulada cada 3 días, correspondientes a la frecuencia de recolección propuesta, y un período de 3 meses de almacenamiento transitorio de las fracciones recuperadas. En la siguiente Tabla se resumen estos datos de producción:

TABLA N° 8.10b: Producción de Residuos Recuperables

CATEGORÍA	FACTOR DE RECUP	PRODUCCIÓN PROMEDIO			
		1 Recolección		Período de almacenamiento	
		m ³ /3días	kg/3días	m ³ /3meses	kg/3meses
Vidrio	100%	0,56	196	16,8	5873
Plástico	50%	1,02	52	30,5	1570
Metales	100%	0,26	21	7,9	629
Madera	50%	0,29	57	8,7	1707
Total		2,13	326	64	9781

Puesto que las operaciones de acondicionamiento tienen como objetivo principal la reducción del volumen de las fracciones recuperadas, para determinar los volúmenes y superficies requeridas para el almacenamiento transitorio se calculó la reducción del volumen resultante del acondicionamiento (triturado, compactado, enfardado) a partir de datos estadísticos publicados de densidad de cada una de ellas (Fuente: *Gestión Integral de Residuos Sólidos*, 1994 y *Manual Mc GRAW HILL del Reciclaje*, 1996):

▪ Vidrio mezclado:	- Semitriturado (con técnicas caseras):	593	kg/m ³
	- Triturado mecánicamente (½ a 1”):	1068	“
▪ Plástico:	- PET prensado:	45	“
	- PE-HD prensado:	38 - 53	“
▪ Metales:	- Latas de aluminio prensadas:	104	“
	- Latas de hojalata prensadas	504	“
	- chatarra		

3.2. Proyecciones en la producción de materiales recuperables

En la proyección de los datos de producción de la fracción recuperable se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Período de diseño: 10 años
- ✓ Los datos del Año 0 corresponden a los datos iniciales calculados a partir de los muestreos y resumidos en las TABLAS N° 5.1 y 5.2.
- ✓ Los datos desde el Año 1 (2001) al Año 10 (2010) corresponden a las proyecciones estimadas a partir de los siguientes factores:
 - Proyección de la población (según la metodología descrita en el Capítulo 4.1. *Población y Demografía*)
 - Aplicación de un factor de 1% de incremento en la generación de residuos por persona por año (Jaramillo, J. 1991). Este factor deberá ser ajustado con los datos reales de generación a registrar año a año.

En las TABLAS N° 8.11 y 8.12 se presentan los datos proyectados de producción en volumen y en peso por categorías de residuos a recuperar sin acondicionar, año a año por el período de diseño del proyecto.

En la TABLA N° 8.13 se presentan los datos de reducción del volumen resultante del acondicionamiento (triturado y compactado) de las fracciones recuperadas y su proyección año a año por el período de diseño del proyecto. Se excluye en esta tabla la madera por no ser sometida a ninguna operación de ese tipo para reducción de su volumen.

TABLA N° 8.11 : Proyecciones en VOLUMEN en la producción de materiales recuperables sin acondicionar

TABLA N° 8.12 : Proyecciones en PESO en la producción de materiales recuperables sin acondicionar.

(archivo Excel: Proyecciones – Hojas 2 y 3)

TABLA N° 8.13: Proyecciones en VOLUMEN del material recuperado acondicionado

4. CONSTRUCCIONES Y ANEXOS

La Planta de Recuperación de Materiales comprende la siguiente infraestructura edilicia y anexos:

a) Tinglado o galpón general de operaciones

En esta construcción se desarrollarán todas las actividades descriptas en el punto anterior. Por lo tanto, la superficie total se dividirá en diferentes sectores, de manera de lograr un arreglo espacial que integre todas las operaciones. La construcción completa deberá estar techada, dadas las condiciones climáticas tan extremas, fundamentalmente el viento y las bajas temperaturas.

De realizarse la alternativa 3 (relleno sanitario + cpompostaje + recuperación de materiales), en vez de construir un tinglado único de grandes dimensiones puede dividirse en construcciones independientes pero integradas. La estructura puede ser metálica con techo de chapa si el tinglado es de grandes dimensiones, o bien se puede techar en la forma tradicional, con madera, juncos, etc. si se consideran construcciones más pequeñas. Para la mampostería se emplearán materiales locales, como ladrillos de adobe, o paredes de ladrillos comunes.

Se recomienda la siguiente distribución de ambientes:

- *Playón de descarga*

Este sector cumplirá con la función de descarga de los residuos sólidos previo a su traslado al sector de clasificación. Consistirá en un contrapiso y piso alisado de cemento. La superficie total se estimó en función de una frecuencia de recolección de 3 días, período en el cual se produce aproximadamente un volumen promedio de 8,5 m³ aproximadamente. Para este volumen de descarga se requerirá una superficie de **36 m² (6 x 6)**.

- *Sitio de clasificación*

En este sector se desarrollará la tarea de clasificación y separación de las categorías de materiales recuperables. Para llevar a cabo esta actividad se requerirá una superficie aproximada de **35 m²** con capacidad para el trabajo cómodo de los clasificadores en una mesa o plataforma de clasificación de 3 m de largo x 1 m de ancho y superficie libre para áreas adicionales y circulación.

- *Sitio de acondicionamiento*

Sector donde se llevarán a cabo las operaciones necesarias para acondicionar el material recuperado previo a su almacenamiento transitorio. En este sitio se ubicarán contenedores para almacenar los materiales hasta acumular una cantidad suficiente como para la realización de las operaciones de acondicionamiento, y los equipos específicos para la trituración, compactación y/o lavado, dependiendo de las posibilidades de disponer de este equipamiento. Se requerirá como mínimo una superficie de **100 m²**.

- *Sitio de almacenamiento transitorio*

En este sector se construirán los boxes de almacenamiento transitorio para acumular las fracciones de materiales recuperados ya acondicionados hasta su egreso de la planta. Como ya se mencionó, se requerirán como mínimo 7 boxes destinados a: vidrio triturado, fardos de plástico, fardos de latas de aluminio, fardos de hojalata, fardos de

chatarra, madera y residuos especiales. Es conveniente disponer de boxes de reserva para el almacenamiento eventual de otros tipos residuos o para las fracciones clasificadas que no han podido ser acondicionadas en el momento.

Los boxes deberán estar protegidos de la intemperie. Para su construcción se puede utilizar una de las paredes del sector, incorporando paredes transversales de ladrillos de adobe para dividir los boxes. Si no hay espacio suficiente dentro del tinglado o galpón, podrán ubicarse en el exterior del mismo en un semicubierto pero siempre previendo su aislamiento con respecto a la lluvia, suciedad, frecuentación de animales, etc.

Sus dimensiones se estimaron teniendo en cuenta el volumen del material acondicionado (ver ítem 3.2. *Proyecciones en la producción de materiales recuperables*) y una frecuencia de retiro de la planta cada 3 meses.

- ✓ Plástico: 29 m³/3 meses
- ✓ Vidrios: 9 a 16 m³/3 meses
- ✓ Metales: 2,3 m³/3 meses
- ✓ Maderas: 8,7 m³/3 meses

Dimensiones: 2 boxes de 2 m de ancho x 2 m de largo x 2 m de alto = 6 m³ c/u

6 boxes de 3 m de ancho x 2 m de largo x 2 m de alto = 12 m³ c/u

Capacidad total: 84 m³

Superficie ocupada: 44 m²

Superficie total aproximada para el sector es de **100 m²**

▪ *Depósito de equipos y herramientas*

Aquí se depositarán todas las herramientas y elementos de trabajo que se utilicen en las diferentes operaciones de la planta y que se indican en el punto 6.1. *Equipamiento y materiales*. Puede estar incluido dentro del tinglado general o en construcción aparte.

Se calcula una superficie aproximada de **30 m²**

▪ *Dependencias sanitarias y vestuario*

Se prevé mínimamente un sanitario, una ducha, una pileta para higiene personal de los operarios, un sector de vestuario y espacio para gavetas para guardar la ropa de trabajo de los operarios, los elementos de seguridad, higiene laboral y limpieza. Los operarios deberán cambiar su vestimenta tanto al ingresar como al salir de la planta, evitando así trasladar la contaminación fuera del ambiente de trabajo.

SE estima una superficie mínima requerida de **6 m²**.

▪ *Administración*

Para las funciones de recepción y tareas administrativas. Se estima una superficie de **4 m²** con capacidad para una mesa y sillas.

b) Caminos de acceso y de circulación interna

Se requerirá el acondicionamiento de los caminos de acceso existentes previendo una calzada con un ancho y resistencia acorde con la circulación de los vehículos recolectores a utilizar y, eventualmente, de maquinaria pesada o semipesada.

La construcción de caminos dentro de la Planta también deberán tener en cuenta un ancho y resistencia adecuados y una distribución que facilite la libre circulación y maniobras de los vehículos y la interconexión entre los distintos sectores de la planta.

c) Cerco perimetral de seguridad

Deberá cercarse todo el perímetro de la Planta de Recuperación con un cerco de seguridad construido con postes y alambre tejido tipo olímpico o materiales típicos de la zona. Podrá rodearse también con un cerco vivo con especies vegetales arbustivas o arbóreas de rápido crecimiento.

5. REQUERIMIENTO DE SUPERFICIES

Se especificarán solamente las superficies cubiertas requeridas para la Planta de Recuperación de Materiales remarcando nuevamente que algunos sectores son compartidos con las otras dos técnicas. Las superficies indicadas pueden estar todas comprendidas dentro del galpón general de operaciones o pueden estar diuvididas en distintas edificaciones según el arreglo arquitectónico que más convenga al predio disponible.

– *Playón de descarga:* **36 m²** (6 x 6 m) para el vuelco de aproximadamente 8,5 m³ de residuos correspondientes a una recolección (generación de 3 días consecutivos).

– *Sitio de clasificación:* **35 m²** con capacidad para el trabajo cómodo de los clasificadores en una mesa o plataforma de clasificación de 3 m de largo x 1 m de ancho y superficie libre para áreas adicionales y circulación.

– *Sitio de Acondicionamiento del material recuperable:*

Superficie necesaria para albergar contenedores para almacenar los materiales hasta su acondicionamiento y los equipos específicos para la trituración, compactación y/o lavado: **100 m²**

- *Sitio de almacenamiento transitorio*

Superficie ocupada por boxes: **44 m²**

Superficie total mínima requerida para almacenamiento (ocupada total + superficie libre para circulación y áreas adicionales): **100 m²**

- *Depósito para equipos y herramientas:* **30 m²**

- *Dependencias sanitarias y vestuario:* **6m²**

- *Administración:* **4 m²**

Por lo tanto, la superficie total mínima requerida para la Planta de Recuperación de Materiales se estima en **310 m²** cubiertos.

6. REQUERIMIENTO DE EQUIPAMIENTO E INSUMOS

6.1. Equipamiento y materiales

Se listan a continuación los equipos, herramientas y materiales necesarios para la operación de la Planta de Recuperación de Materiales. Cabe aclarar que muchos de los elementos mencionados serán compartidos con las operaciones de las dos otras técnicas planteadas.

- 1 corte de lona de aproximadamente 30 m² para el playón de descarga de residuos
- 1 mesa de clasificación de 3 m de largo x 1 m de ancho. Esta mesa se puede hacer con tabloncillos apoyados sobre 3 caballetes.
- 1 corte de lona de 4 m de largo x 1,5 m de ancho para la mesa de clasificación
- 10 contenedores plásticos de 50 l: 5 para colocar los residuos durante la etapa de clasificación y 5 para almacenar los residuos transitoriamente antes del acondicionamiento
- 1 balanza mecánica de plataforma de 100 Kg
- 3 carretillas
- 3 palas anchas, 2 hachas y 2 serruchos
- Elementos de seguridad e higiene laboral: pantalón y camisa de trabajo, barbijo descartable, guantes, gafas, delantales plásticos
- Manguera
- 1 triturador para vidrio
- 1 prensa enfardadora hidráulica para compactar y enfardar envases plásticos, papeles y cartones y latas de aluminio.
- 1 prensa hidráulica adecuada para la compactación de chatarra
- 1 acoplado tipo rural
- 1 generador de electricidad

6.2. Infraestructura de Servicios Básicos

En general, se ha previsto atender los requerimientos de servicios con equipos o instalaciones autónomas, de manera de minimizar costos de tendido de redes. Sin embargo, es necesario un análisis de costos detallado para evaluar las distintas alternativas de aporte de esta infraestructura.

Se necesitarán los siguientes servicios:

- Red de agua: se requiere para el lavado opcional de los materiales recuperados (plásticos), para consumo e higiene de los operarios y para la limpieza e higiene del lugar y equipamiento.

- Eliminación de excretas: mediante sistema individual de cámara séptica y pozo absorbente y desagües de agua de lavado.
- Energía eléctrica: para el funcionamiento de equipos electromecánicos e iluminación externa e interna. Se recomienda un grupo electrógeno de baja a mediana potencia.
- Combustible: para el funcionamiento de los equipos en el caso de que no sean eléctricos.

No es posible estimar en esta etapa del proyecto los consumos de cada servicio puesto que dependerá principalmente de los equipos, sus especificaciones técnicas y la carga de operación de los mismos.

7. REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA

Se calcula un total de **5 empleados** (1 supervisor y 4 operarios) para desarrollar todas las tareas que forman parte de la operación general de esta planta de recuperación de residuos. El personal estará afectado a las siguientes tareas:

- Carga / descarga / transporte de residuos y materiales recuperados
- Clasificación y separación
- Operaciones de trituración manual o mecánica, compactado o prensado, lavado y secado del plástico, enfardado.
- Retiro y distribución de los materiales recuperados
- Control y registro de variables de proceso (temperatura, humedad)
- Supervisión de las operaciones y registro de datos
- Limpieza de instalaciones, equipos y elementos de trabajo

La cantidad de operarios es variable puesto que tanto las tareas como el personal serán compartidos con las otras alternativas de gestión y también estarán en relación a la cantidad de residuos que lleguen a la planta y a las categorías de residuos que se decida recuperar.

Durante la elaboración del proyecto ejecutivo se deberá realizar una exhaustiva planificación del cronograma de actividades, asignación de tareas y responsabilidades al personal y la afectación de horas/hombres para una coordinación más eficiente.

En este caso, puesto que uno de los objetivos primarios del proyecto es la generación de empleo, lo ideal será planificar actividades simultáneas y ocupar más personal en vez de alternar las tareas con menor requerimiento total de personal.