

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO



PROYECTO FINAL N° 28

*“Gestión Integral de Residuos Sólidos
Urbanos para una población de 20.000
habitantes”*

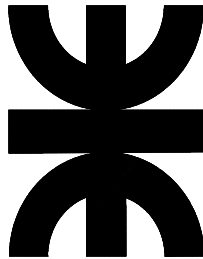
Alumna
Mussetto, María Victoria

COORDINADOR DE PROYECTO: ING. CARLOS ALBERDI

DIRECTOR DE PROYECTO: ING. ALBERTO ARMAS

- MARZO 2009 -

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO



PROYECTO FINAL N° 28

*“Gestión Integral de Residuos Sólidos
Urbanos para una población de 20.000
habitantes”*

Alumna
Mussetto, María Victoria

COORDINADOR DE PROYECTO: ING. CARLOS ALBERDI

DIRECTOR DE PROYECTO: ING. ALBERTO ARMAS

- MARZO 2009 -



RESUMEN

El siguiente proyecto tiene como objetivo principal, no solo el análisis sino la elaboración de un plan para la gestión integral de residuos sólidos urbanos, ya que constituye una preocupación permanente en los distintos ámbitos sociales de Firmat, demandando soluciones efectivas ante los efectos perjudiciales, que su mal manejo, provoca en la población y en el ambiente, ya que estos, no tienen ningún tratamiento y su disposición final es en un basural a cielo abierto.

Se diseñará un plan integral atendiendo todos los aspectos que éste contempla, desde la disposición inicial, pasando por el transporte, tratamiento y disposición final, planteando y analizando criterios técnicos, ecológicos, sanitarios, económicos y sociales.

Dadas las características de la ciudad de Firmat se plantea:

Disposición Inicial: mediante bolsas, donde el generador no realiza ninguna separación ni clasificación de sus residuos, con él tendremos, 100% de adhesión.-

Recolección y Transporte: mediante camiones compactadores que recorren la ciudad y los llevan hasta el lugar destinado para su disposición final.

Planta de Tratamiento: diseñada para la clasificación de los residuos tanto orgánicos, (con los que se elaborará compost) como inorgánicos (los que se separarán, se enfardarán y venderán), y los desechables de éstos, finalmente se los dispondrá en un relleno sanitario.

Relleno Sanitario: lugar donde se dispondrán definitivamente aquellos materiales que no se han podido reciclar, ni rehusar ni compostar.-

Además, se elaboró un manual de operación para el correcto funcionamiento de la Planta de Tratamiento y del Relleno Sanitario, junto con un análisis económico de factibilidad de la misma.-

Todo lo anteriormente se encuentra enmarcado legalmente, atendiendo tanto las leyes, decretos y ordenanzas nacionales como provinciales y municipales.-



OBJETIVOS

Los objetivos del siguiente proyecto son:

Diseñar un plan para la Gestión Integral de los RSU, que permita implementarla en Firmat, dotándola con las mejores y más eficientes técnicas y tecnologías, que sean ambientalmente sustentables, socialmente aceptables y económicamente accesibles y redituables.

Asimismo, dicho plan constituirá una herramienta fundamental que le permitirá al Firmat, elaborar políticas activas en la materia, y planes de acción inmediatos en cuanto al marco regulatorio y la inversión.

Específicamente:

1. Realizar el diagnóstico de la situación actual de los RSU en el Firmat.
2. Relacionado con el manejo de RSU, se relevarán todas las áreas, entendiendo por ellas, disposición inicial, la recolección y transporte, tratamiento y/o recuperación de residuos, y disposición final de los RSU.
3. El diseño del plan para la Gestión Integral de RSU debe contener aspectos sociales, económicos, ambientales, tecnológicos, legales, jurisdiccionales y planificar su implementación.
4. Estudiar los aspectos sociales vinculados a la gestión de los desechos, especialmente en lo referido a los trabajadores informales, la salud humana y la participación ciudadana.
5. Diseñar el plan en un marco legal que establezca normas jurídicas y técnicas específicas, dentro de las cuales se desenvuelva en el futuro, la gestión integral de los RSU.
6. Proveer al plan un análisis económico-financiero, que permita valorar los costos involucrados para su implementación.
7. Se darán los lineamientos metodológicos para la concreción del plan para la gestión integral de los RSU.



INDICE

Capítulo 1- **Residuos sólidos urbanos**

1-Definiciones.....	3
1-1: Residuos Sólidos Urbanos.....	3
1-2: Basura.....	3
1-3: Definiciones de Residuos, según distintas normativas.....	3
1-4: Clasificaciones.....	4
1-4-1: Según su origen.....	4
1-4-2: Desde un enfoque ambiental.....	4
1-4-3: Desde un enfoque de responsabilidad.....	4
1-4-4: Desde un enfoque que considere las fuentes generadoras el residuo.....	5
1-4-5: Desde un enfoque que considere determinadas características intrínsecas de los residuos.....	5
1-5: Generación.....	5
1-6: Composición.....	7
1-7: Propiedades físico- químicas.....	8
1-7-1: Peso específico.....	8
1-7-2: Contenido de humedad.....	9
1-7-3: Tamaño de partícula y distribución del tamaño.....	10
1-7-4: Capacidad de campo	10
1-7-5: Poder calorífico.....	10
1-7-6: Relación carbono nitrógeno.....	11

Capítulo 2- **Diagnóstico de la disposición final de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Firmat.**

2: Disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de Firmat..	12
2-1: Antecedentes de la problemática.....	12
2-2: Primeras medidas adoptadas.....	14
2-2-1: Clausura del basural a cielo abierto.....	14
2-2-2: Reacondicionamiento del lugar para la realización de un relleno sanitario semi controlado provisorio.....	16
2-3: Problemas ocasionados por los Vertederos a cielo abierto.....	17
2-4: Objetivos.....	18

Capítulo 3- **Gestión de Residuos Sólidos Urbanos**

3: Definiciones de Gestión Integral de Residuos, aunque no son específicas de R.S.U.....	19
3-1: Según la Ley 25612 de la república Argentina.....	19
3-2: Según el Decreto 592/2002.....	19
3-3: Otros autores.....	19
3-4: Manejo y Gestión de Residuos.....	19
3-5: Actores intervinientes.....	19
3-6: Plan Integral de Gestión de Residuos.....	20
3-7: Manejo de Residuos.....	21



3-8: Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.....	21
3-8-1: Componentes de GIRSU.....	22
3-8-2: Objetivos.....	22

Capítulo 4- **Ciudad de Firmat**

4: Características generales de la ciudad de Firmat	25
4-1: Localización Geográfica.....	25
4-2: Límites.....	25
4-3: Carácter jurídico.....	26
4-4: Clima.....	26
4-5: Población.....	26
4-6: Servicios Públicos.....	26
4-7: Parques y Paseos.....	26
4-8: Producción Agrícola Ganadera... ..	27
4-9: Aspecto Comercial e Industrial.....	28
4-10: Área Industrial	28
4-11: Plano de la ciudad y división por barrios.	28

Capítulo 5- **Caracterización de los residuos en Firmat**

5-1: Generalidades.....	30
5-2: Composición y cantidad de lo residuos.....	30
5-2-1: Fracción Orgánica.....	30
5-2-2: Fracción Inorgánica.....	30
5-3: Cantidad de residuos por persona.....	31
5-4: Caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos.....	32
5-4-1: Generalidades.....	32
5-4-2: Métodos para caracterizar el flujo de residuos.....	33
5-5: Composición y propiedades del flujo de RSU.....	39
5-5-1: Generalidades.....	39
5-5-2: Latas de aluminio.....	40
5-5-3: Papeles.....	41
5-5-4: Envases de vidrio.....	44
5-5-5: Plásticos.....	47
5-5-6: Residuos de jardín.....	49
5-5-7: Latas de acero.....	50
5-5-8: Neumáticos.....	50
	52

Capítulo 6- **Disposición inicial y Recolección**

6-1: Generalidades.....	52
6-2: Disposición Inicial	52
6-3: Recolección.....	56
6-3-1: Recolección sin vehículos.....	56
6-3-2: Recolección con vehículos.....	57
6-4: Frecuencia de recolección.....	61
6-5: Posibles financiaciones del sistema.....	62



6-6: Sistemas de recolección: operación y costos.....	62
6-7: Rutina de cálculo para el diseño de sistemas de recolección y transporte...	63
6-8: Equipos y vehículos de recolección.....	65
6-9: Aspectos a considerar en las rutas de recolección.....	66
6-10: Sistemas de separación.....	66
6-10-1: Generalidades.....	66
6-10-2: Separación.....	67
6-11: Sistema de recolección y transporte en la ciudad de Firmat.....	74
6-11-1: Generalidades.....	74
6-11-2: Sistema de recolección y transporte.....	76
6-11-2-1: De residuos domiciliarios.....	76
6-11-2-2: De residuos Mayores.....	77
6-11-3: De residuos Patogénicos y Peligrosos.....	78

Capítulo 7 - **Tratamiento, Recuperación y Valorización de los R.S.U.**

7-1: Separación de Residuos para Reciclado.....	79
7-2: Recuperación de materiales.....	82
7-3: Etapas de procesamiento.....	83
7-4: Propuesta para la localidad de Firmat.....	86
7-4-1: Objetivos generales.....	86
7-4-2: Objetivos específicos.....	87
7-4-3: Beneficios.....	87
7-4-4: Ubicación de la Planta de Tratamiento.....	88
7-4-5: Esquema y partes integrantes de la Planta de Tratamiento.....	90
7-5-1: Obra Civil.....	90
7-5-2: Equipamiento necesario.....	91
7-5-3: Balance de masas.....	96
7-5-4: Proceso operativo de la Planta.....	97
7-5-5: Fracción Orgánica.....	99
7-5-6: Fracción Inorgánica.....	100
7-5-6-1: Fracción Inorgánica Reciclable.....	100
7-5-6-2: Fracción Inorgánica No Reciclable.....	101
7-5-7: Fracción Patogénica.....	101
7-6: Recursos Humanos.....	101

Capítulo 8 – **Pre tratamiento mecánico-biológico.**

8- Generalidades.....	102
8-1: Tipos.....	102
8-1-1: Tratamiento Faber Ambra (Alemania).....	102
8-1-1-1: Descripción.....	102
8-1-1-2: Ventajas y desventajas del tratamiento.....	103
8-1-2: Compactación previa de los residuos.....	104
8-1-2-1: Generalidades.....	104
8-1-2-2: Ventajas y desventajas del tratamiento.....	104



Capítulo 9 – **Disposición Final de los Residuos Sólidos Urbanos**

9-1: Relleno Sanitario.....	106
9-1-1: Definiciones.....	106
9-1-2: Principios básicos de un relleno sanitario.....	106
9-1-3: Localización de un relleno sanitario.....	109
9-1-4: Factores de estudio y evaluación.....	109
9-1-5: Desarrollo de un Proyecto Ejecutivo de un Relleno Sanitario.....	113
9-2: Vertederos.....	127
9-2-1: Vertedero controlado.....	127
9-3: Incineración.....	128
9-4: Diferencia entre los distintos métodos.....	130
9-5: Relleno Sanitario para Firmat.....	131
9-5-1: Estudio de suelo.....	131
9-5-2: Pasos a seguir para la construcción del Relleno Sanitario.....	133
9-5-3: Tratamientos de líquidos lixiviados	139
9-6: Actividades complementarias.....	140
9-7: Cálculos para el diseño de un Relleno Sanitario.....	141
9-8: Cálculo de la generación de lixiviado o percolado.....	144

Capítulo 10 - **Manual Operativo**

10-1: Generalidades.....	145
10-2: Objetivos.....	145
10-3: Personal.....	145
10-3-1: Detalle del personal operativo requerido.....	145
10-3-2: Descripción de los puestos.....	145
10-4: Descripción de tareas y funciones	146
10-4-1: Operaciones diarias.....	147
10-4-1-1: Recepción y disposición final de residuos.....	147
10-4-1-2: Mantenimiento del predio (Higiene)	149
10-4-1-3: Seguridad del predio.....	150
10-4-2: Operaciones periódicas.....	151
10-4-2-1: Monitoreo de parámetros ambientales y de operación.....	151
10-4-2-2: Manejo de lixiviado.....	152
10-4-2-3: Desmalezado.....	152
10-4-2-4: Control de vectores.....	152
10-4-2-5: Mantenimiento y limpieza de maquinaria.....	153
10-4-2-6: Distribución de cobertura provisoria.....	153
10-5: Planilla de Operación.....	153
10-6: Aspectos de Higiene y Seguridad.....	153
10-6-1: Plan de capacitación.....	153
10-6-2: Protección contra incendios.....	153
10-6-3: Botiquín de primeros auxilios.....	154
10-6-4: Equipos y elementos de protección personal.....	154
10-7: Señalización.....	156
10-8: Clausura del Relleno Sanitario.....	157



10-8-1: Uso del futuro del Relleno Sanitario clausurado.....	157
10-8-2: Pasos y acciones para la clausura del Relleno Sanitario.....	158
10-8-3: Controles a realizar pos clausura del Relleno Sanitario.....	159
Capítulo 11 - <u>Costos</u>	
11-1: Generalidades.....	160
11-2: Posibilidades de Financiación.....	161
Capítulo 12 - <u>Marco Legal</u>	
12-1: A nivel Nacional.....	164
12-1-1: Residuos Domiciliarios - Ley 25916.....	164
12-1-2: Gestión de residuos domiciliarios - Decreto 1158/2004	165
12-2: A Nivel Provincial.....	165
12-2-1: Resolución N° 0128	165
12-2-2: Marco Legal sobre el Tratamiento de Líquidos Lixiviados-Resolución N° 1089/82.....	173
12-2-3: Anexo b: Límites para la descarga de efluentes cloacales - LEY 11.220.....	193
Bibliografía.....	196



Introducción:

La Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos constituye una preocupación permanente en los distintos ámbitos sociales y políticos del país, que demandan soluciones efectivas, ante los efectos perjudiciales que su mal manejo provoca en la población y en el ambiente. Esta problemática, de por sí compleja, adquiere para un país en desarrollo, como Argentina, dimensiones de tal magnitud que, sin lugar a dudas, la presentan como uno de los nuevos desafíos municipales de éste nuevo siglo.

En la actualidad, la gestión de los Residuos Sólidos Urbanos que realizan los municipios, dependiendo de su tamaño y de los recursos con que cuentan, se reduce generalmente a la recolección domiciliaria, barrido y limpieza de calles y disposición final en basurales generalmente incontrolados y a cielo abierto, situación que se agrava cuando los sitios en los que se instalan los basurales no tienen las aptitudes ambientales mínimamente requeridas para este uso. Lo que corresponde es el tratamiento, reciclado, y disposición final en sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos como indican las normativas vigentes.

La corrección de éste déficit, se debe efectuar mediante la elaboración y ejecución de un correcto Plan Integral de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos, que contemple:

1. Prevención en la generación
 - Tecnologías limpias
 - Productos limpios
2. Reciclaje y reutilización:
 - Separación y clasificación óptima
3. Optimización del vertido final
 - Reducción del vertido
 - Cumplimiento de normas (Según resolución N° 0128, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable)
4. Regulación del transporte
 - Reducción de los movimientos de residuos
 - Control

Para los Municipios la elaboración de un correcto Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, no sólo soluciona el problema ambiental sanitario, sino que genera gran número de puestos de trabajo.



El cómo tratar los residuos se ha convertido en un problema mundial, y la localidad de Firmat no está exenta. Es así como, priorizando el medio ambiente, buscando disminuir la contaminación, tratando de mejorar la calidad de vida y generar conciencia en la población, Firmat, busca erradicar en forma definitiva el basural a cielo abierto con el que cuenta en la actualidad, elaborando un Plan Integral de Residuos Sólidos Urbanos, para así, adecuar su sistema de deposición inicial, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos, a la Resolución N° 128/04 de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Santa Fe.

Dicho plan, contará con el análisis correspondiente y posibles soluciones, para las distintas etapas en que se dividirá el mismo.

Etapas:

- a) **Disposición Inicial:** se analizará la conveniencia de que la disposición inicial sea en bolsas, donde los residuos no están clasificados ni separados, y son depositados directamente en la vereda.-
- b) **Recolección:** con camiones compactadores con equipos de carga trasera.-
- c) **Transporte:** de la recolección al predio de tratamiento, con el mismo camión de transporte. Dicho predio se encontrará ubicado a una distancia menor a 5km, por lo que no será necesaria una Estación de Transferencia.-
- d) **Tratamiento y Disposición Final:** consiste en una planta de clasificación de residuos, donde:
 - La fracción no reciclable, se dispondrá en un “Relleno Sanitario “.
 - La fracción orgánica: se realizará Compost,
 - La fracción reciclable: se comercializará.



Residuos sólidos urbanos

1- Definiciones

1-1: **Residuos Sólidos Urbanos**: son los desechos sólidos putrescibles o no, que se originan constantemente en toda aglomeración humana, cualquiera sea su tamaño, como consecuencia de la vida misma y de la actividad desarrollada por el hombre dentro de su casa y fuera de la misma.-

Los residuos no incluyen las excretas humanas.-

1-2: **Basura**: conjunto heterogéneo de todos los residuos.-

En todo municipio se produce una llegada constante de suministro de muy diversas clases que contribuyen a mantener la vida y el bienestar. Arriban así, alimentos, ropas, utensillos, revistas y toda clase de envases de vidrio, plásticos, latas, cartón, etc.-

Simultáneamente, se origina una corriente de residuos o desechos de los cuales una pequeña parte va a los desagües cloacales y el resto constituye los Residuos Sólidos Urbanos.-

1-3: Definiciones de Residuos, según distintas normativas:

- Ley de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (México): cualquier material utilizado en procesos de extracción, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.-
- Ley General de Protección del Medio Ambiente 1998 – España – CE Directiva 75/442: cualquier sustancia u objeto que carece de valor para su poseedor, quien tiene la intención u obligación de desprenderse de ella.-
- EPA (Revisión 1992): Cualquier basura, desperdicio, lodo y otros materiales sólidos de desechos resultantes de las actividades industriales, comerciales y de la comunidad. No incluye sólidos o materiales disueltos en las aguas domésticas servidas o de cualquier otro contaminante significativo en los recursos hídricos, ni los sedimentos, ni los sólidos suspendidos o disueltos en los efluentes de aguas residuales industriales, ni los materiales disueltos en las aguas de los canales de descargas de la irrigación, ni otros contaminantes comunes en el agua.-
- Argentina, Ley Nacional 25.612, Gestión Integral de Residuos Industriales, año 2002: se entiende por residuo industrial a cualquier elemento, sustancia u objeto en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, obtenido como resultado de un proceso industrial, por la realización de una actividad de servicio, o por estar relacionado directa o indirectamente con la actividad, incluyendo eventuales emergencias o accidentes, del cual su poseedor productor o generador no pueda utilizarlo, se despenda o tenga la obligación legal de hacerlo.-



- Provincia de Santa Fe, Argentina. Decreto Reglamento 1844 de la Ley 11.717: cualquier objeto o material en estado físico de agregación, que resulta de la utilización, descomposición, transformación, tratamiento o destrucción de una materia o energía, y que carece o se infiere que carece de utilidad o valor para el generador o dueño y cuyo destino natural debería ser su eliminación, salvo que sea utilizado para un proceso industrial.-

1-4: **Clasificaciones:**

Existen muchas maneras de clasificar los residuos, las cuales corresponden a los distintos criterios establecidos al momento de realizar las diferenciaciones. A su vez, los criterios establecidos para realizar las clasificaciones, varían dependiendo del grado de evolución y los objetivos específicos de la gestión de residuos.

1-4-1: *Según su origen:*

- ✓ Domiciliarios
- ✓ Comerciales
- ✓ Industriales
- ✓ Hospitalarios
- ✓ Barrido y limpieza de calles
- ✓ Poda de árboles
- ✓ Mercados y ferias

1-4-2: *Desde un enfoque ambiental:*

Debemos distinguir aquellos que presentan distintos potenciales de impacto ambiental, pudiendo establecerse las siguientes categorías:

- a. Residuos peligrosos: aquellos que por su naturaleza son inherentes, peligrosos de manejar y/o disponer y que potencialmente pueden causar la muerte, lesionar la salud, el medio ambiente y destruir bienes, cuando son manejados en forma inapropiada.
- b. Residuos inertes: son los que se mantienen estables en el tiempo, los cuales no producirán efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.
- c. Residuo no peligroso: son una mezcla de estables e inestables en el tiempo, si bien pueden producir efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada, no llevan el riesgo de los residuos peligrosos.

1-4-3: *Desde un enfoque de responsabilidad:*

La gestión de residuos sólidos debe distinguirse entre aquellos originados por la actividad doméstica y la de índole urbana, de aquellos generados por la producción de bienes y servicios. Dado que los municipios deben financiar los costos de la gestión de



los residuos que sus habitantes generan en las actividades de “vivir en la ciudad”, siendo que los costos de la gestión de residuos generados por las actividades de producción de bienes y servicios deben ser financiadas por las empresas o personas productoras de ese residuo. Este tipo de clasificación se utiliza generalmente por los organismos públicos para definir hasta dónde el Estado debe constituirse como operador de los servicios y cuándo debe constituirse como fiscalizador.

1-4-4: *Desde un enfoque que considere las fuentes generadoras el residuo:*

Se puede definir el residuo por la actividad que lo origine. Esencialmente es una clasificación sectorial, en general se relaciona con los usos del suelo y la ubicación donde se genera el residuo: domiciliario, comercial, industrial, institucional, agropecuario, construcción y demolición, de limpieza de la vía pública. Esta clasificación se utiliza generalmente por los organismos públicos para estimar la generación total de residuos por rubro de actividad económica.

1-4-5: *Desde un enfoque que considere determinadas características intrínsecas de los residuos:*

Las cuales definen un manejo diferenciado de los mismos, pueden establecerse un sinnúmero de clasificaciones que dependerán de la complejidad del sistema adoptado. Por ejemplo: aceites usados, barros inorgánicos peligrosos, pilas y baterías, papel y cartón, residuos combustibles, envases livianos, tubos fluorescentes, barros de plantas de tratamiento de efluentes cloacales, residuos de electrodomésticos, etc. Este tipo de clasificación se utiliza generalmente por los organismos públicos y también por el sector privado, cuando ya se ha definido un sistema de gestión.

1-5: **Generación**

Los RSU pueden clasificarse de varias maneras:

a. Los domiciliarios → generados en los hogares
Desperdicios de:

- Cocina
- Papeles
- Plásticos
- Vidrios
- Metales
- Textiles
- Desechos de jardín
- Tierra

b. Los de limpieza de la vía pública

- Barrido de calles y avenidas
- Levantamiento de elementos abandonados en la vía pública
- restos de poda



- cantidades pequeñas de restos de obras domiciliarias
 - limpieza de parques
- c. Los comerciales , (almacenes, oficinas, mercados, restaurantes) , los industriales, (la pequeña industria, confecciones de ropa, zapaterías, carpinterías, panaderías) y los institucionales, (oficinas públicas, escuelas, universidades, servicios públicos), tienen en su composición elementos similares a los residuos domiciliarios, variando el porcentaje de los mismos dentro de la masa de residuo.-
- d. Los restos de construcción de obras públicas

La generación de RSU varía tanto en su cantidad como en su composición (y en sus características físico-químicas), de acuerdo con factores socioeconómicos y culturales de cada ciudad o país en particular, incidiendo en ello, factores tales el ingreso promedio, los patrones de consumo de las sociedades, el valor de recuperación de los materiales desechados, la densidad poblacional, etc. El conocimiento de la tasa de generación, la composición y las características físico-químicas de los residuos es la información básica para la toma de decisiones en lo que concierne a:

- ❖ La planificación de aspectos inherentes a la disposición inicial, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos por parte de los organismos responsables de la gestión.
- ❖ Introducción de nuevas tecnologías y selección de equipos de recolección
- ❖ Sistema tarifario
- ❖ Factibilidad de recuperación, o valorización de determinados componentes de los residuos

La tasa de generación de residuos sólidos es una variable que depende básicamente, del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas.

Por lo tanto, la tasa de generación varía de una población a otra, de acuerdo principalmente a su grado de urbanización, su densidad poblacional y su nivel de consumo o nivel socioeconómico. Otros elementos, como los períodos estacionales y las actividades predominantes también pueden afectar la generación.-

Para establecer las tasas de generación de residuos de manera correcta es necesario realizar una serie de estudios estadísticos. Normalmente los municipios no cuentan con una información actualizada y detallada como para poder realizar estudios específicos. Es común, entonces, tomar como tasa media de generación la cantidad total de residuos ingresados a las plantas de tratamiento y/o relleno, dividido el número de habitantes de la población.

Otra manera que se ha adoptado, es pesar determinados circuitos de la recolección de residuos con los datos de densidad de población y/o densidad de negocios y/o características socioeconómicas, asociando a los sectores correspondientes a los



circuitos de recolección, se establecen distintas tasas de generación, según nivel socioeconómico o según los usos del suelo.-

Ciudad	Población habitantes (000)	Producción RSM (t/día)	Generación per cápita (kg/hab/día)
A.M. Sao Paulo Brasil (96)	16400	22100	1,35
A.M. México D.F. México (94)	15600	18700	1,20
A.M. Buenos Aires, Argentina (96)	12000	10500	0,88
A.M. Río de Janeiro, Brasil (96)	9900	9900	1,00
A.M. Lima, Perú (96)	7500	4200	0,56
Santiago, Chile (95)	5300	4600	0,87
Bogotá, Colombia (96)	5600	4200	0,74

Cuadro n° 1: Generación de residuos sólidos municipales per cápita en áreas metropolitanas y ciudades con más de 2 millones de habitantes.-

1-6: **Composición**

La composición de los residuos es el término utilizado para describir los componentes individuales que constituyen el flujo de residuos sólidos y su distribución relativa, usualmente basada en porcentajes por peso.-

La información sobre la composición de los residuos sólidos es importante en la evaluación de alternativas sobre destino final, equipamiento para el almacenamiento y acondicionamiento inicial y para recolección y transporte.-

Cuando hablamos de composición, normalmente los estudios se realizan sobre los residuos domiciliarios y los comerciales, industriales e institucionales de pequeño volumen, siendo muy escasos los estudios de composición de residuos de limpieza de vía pública y de restos de obras. Los componentes que típicamente constituyen la mayoría de los residuos domiciliarios y los comerciales, industriales e institucionales de pequeño volumen se presentan a continuación:



Componente	Países de bajos ingresos	Países de medianos ingresos	Países de altos ingresos
Orgánico			
Residuos de comida	40_85	20_65	6_30
Papel	1_10	8_30	20_45
Cartón			5_15
Plásticos	1_5	2_6	2_8
Textiles	1_5	2_10	2_6
Goma	1_5	1_5	0_2
Cuero			0_2
Residuos de jardín	1_5	1_5	10_20
Madera	1_5	1_5	1_4
Inorgánico			
Vidrio	1_10	1_10	4_12
Latas de hojalata			2_8
Aluminio	1_5	1_5	0_1
Otros metales			1_4
Tierra, ceniza, etc.	1_40	1_30	0_10

Cuadro n° 2: Composición física típica de RSU domésticos.-

País	Humedad	Cartón y papel	Metales	Vidrios	Textiles	Plásticos	Orgánicos	Otros
E.U.A.	25	36	9,2	9,8	2,1	7,2	26	9,7
México	45	20	3,2	8,2	4,2	6,1	43	27,1
Costa Rica	50	19		2		11	58	10
El Salvador		18	0,8	0,8	4,2	6,1	43	27,1
Perú	50	10	2,1	1,3	1,4	3,2	50	32
India	50	2	0,1	0,2	3	1	75	18,7

Cuadro n° 3: Composición de los residuos (% de peso) en diversos países.-

1-7: Propiedades físico- químicas

1-7-1: *Peso específico*

El peso específico se define como el peso de un material por unidad de volumen (por ejemplo, Kg / m³); depende de su constitución y humedad. Se deben distinguir valores en distintas etapas del manejo.-

Densidad suelta de los residuos domiciliarios y compatibles: se asocia con la densidad en el origen. Depende de la composición de los residuos. En Argentina fluctúa entre 0.20 ton / m³ y 0.180 ton / m³. La densidad es menor si los residuos son colocados en contenedores (por los espacios vacíos entre bolsitas de residuos).-

Densidad de transporte de los residuos domiciliarios y compatibles: depende de si el camión es compactador o no y del tipo de residuos transportados. Si el camión no es



compactador, la densidad será la misma que la de origen, si no, el valor típico para camiones compactadores será del orden de 0.5 – 0.6 ton / m³.

Densidad residuo en relleno de los RSU: Se debe distinguir entre la densidad recién dispuesta la basura y la densidad después de asentado y estabilizado el sitio. Influyen, además, los equipos de compactación utilizados y la manera de operar el relleno, en cuanto a distribución de residuos se refiere. En Argentina, la densidad recién dispuesta fluctúa entre 0.5 a 0.7 ton / m³ y la densidad de la basura estabilizada fluctúa entre 0.7 a 1 ton / m³.

Estos datos son fundamentales al momento de dimensionar el mobiliario urbano para depósito inicial de residuos, la capacidad de los equipos de recolección, la factibilidad de construir estaciones de transferencia y el diseño de los rellenos sanitarios.

Como dato orientativo se presenta el rango de densidad de algunos elementos constitutivos de los residuos:

Tipos de residuos	Peso específico Kg / m³
Domiciliarios por componentes (bibliografía)	
Residuos de comida	130-480
Papel	40-130
Cartón	40-80
Plásticos	40-130
Vidrio	160-480
Aluminio	60-240
Domiciliarios por estado (Rosario)	
Embolsados	220
En contenedores	180
En camión compactador	500
En rellenos	800-1000

1-7-2: Contenido de humedad

Es una característica importante para los procesos a que puede ser sometida la basura. Se determina generalmente de la siguiente forma: se toma una muestra representativa, de 1 a 2 Kg, se calienta a 80 °C durante 24 hs., se pesa y se expresa en base seca o húmeda.

$$\text{Humedad} = (\text{peso}_{\text{inicial}} - \text{peso}_{\text{final}}) / \text{peso}_{\text{inicial}} * 100$$

Si el denominador es peso _{inicial} se determina en base húmeda

Si el denominador es peso _{final} se determina en base seca

El contenido de humedad variará dependiendo de la composición de los desechos, la estación del año y las condiciones de humedad y meteorológicas – particularmente la lluvia -, y es un dato fundamental al momento del cálculo de generación de lixiviados en el relleno sanitario.-



1-7-3: Tamaño de partícula y distribución del tamaño

El tamaño y la distribución del tamaño de los componentes de los materiales en los residuos sólidos son una consideración importante dentro de la recuperación de materiales, especialmente con medios mecánicos, como cribas, troyel y separadores magnéticos.

El tamaño de un componente puede definirse mediante una de las tres siguientes medidas:

$$T_c = l$$

$$T_c = (l + a) / 2$$

$$T_c = (l + a + h) / 3$$

donde: T_c = Tamaño del componente (mm)

l = Largo (mm)

a = Ancho (mm)

h = Altura (mm)

1-7-4: Capacidad de campo

La capacidad de campo de los residuos sólidos es la cantidad total de humedad medida en peso que puede ser retenida por una muestra de residuos sometida a la acción de la gravedad, dividido el peso de la muestra. Es de importancia crítica para determinar la formación de la lixiviación en los rellenos. El exceso de agua sobre la capacidad de campo se emitirá en forma de lixiviación.

La capacidad de campo varía con el grado de presión aplicada y el estado de descomposición del residuo.-

1-7-5: Poder calorífico

Poder calorífico se define como la cantidad de calor que puede entregar un cuerpo. Se debe diferenciar entre el poder calorífico inferior y superior. El Poder Calorífico Superior (PCS) no considera corrección por humedad y el inferior (PCI), en cambio, sí. Se mide en unidades de energía por masa, [cal/gr] , [kcal/kg] , [BTU/lb]. Se mide utilizando un calorímetro. También se puede conocer a través de un cálculo teórico, el cual busca en la bibliografía valores típicos de PC por componentes y se combina con el conocimiento de la composición de los residuos.



Datos típicos sobre la energía de Residuos Sólidos Municipales

Componente	Energía Kcal / Kg	
	Rango	Típico
Residuos de alimentos	830-1660	1100
Papel	2780-4500	4000
Cartón	3300-4200	3800
Plásticos	6600-8800	7700
Textiles	3600-4400	4200
Caucho	5000-6600	5500
Cuero	3600-4700	4200
Residuos de jardín	550-4000	1500
Madera	4200-4700	4400
Vidrio	30-60	35
Envases de hojalata	60-280	170
Metales no ferrosos		
Metales ferrosos		
Tierra, ceniza, ladrillo, etc.		
Residuos sólidos municipales	2200-3300	2800

1-7-6: Relación carbono nitrógeno

Esta información es importante para evaluar la viabilidad de compostaje de la fracción orgánica.-



Diagnóstico de la disposición final de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Firmat

2- Disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de Firmat

En Firmat, al igual que otras ciudades de la Argentina y del mundo, enfrenta el grave problema de la progresiva contaminación del medio ambiente, ocasionado fundamentalmente por la inadecuada e ineficiente disposición final de los RSU (residuos sólidos urbanos) que se generan.

Debido a la ausencia de un control técnico, sanitario y ambiental en la disposición final de los RSU, progresivamente se está provocando un grave problema de contaminación que se traduce en:

- Impactos en la salud - Se generan gran cantidad de microorganismos patógenos provocando enfermedad, muerte y compromiso de las generaciones futuras.
- Contaminación del aire - Por falta de captación, los gases se dispersan por la acción del aire, la materia orgánica que hay en la basura produce malos olores durante el proceso de descomposición, los cuales se difunden en los entornos.
- Contaminación del suelo - La afectación al suelo por el depósito de basura en un vertedero, es directa por los líquidos lixiviados.
- Contaminación del subsuelo - Los líquidos lixiviados que se generan durante la degradación de la basura, contienen altas concentraciones de sustancias orgánicas tóxicas, por lo que al estar sin control, escurren en forma vertical contaminando el subsuelo, afectando acuíferos recursos naturales de la nación.
- Flora y fauna - La dispersión de los líquidos lixiviados, afectan los ecosistemas de la flora y fauna del lugar, que pueden producir la muerte de especies animales y vegetales por sus altas concentraciones de contaminantes como: metales pesados, DBO, DQO, nivel bajo del PH, entre otros.
- Efectos socioeconómicos - Los terrenos aledaños al basural pierden su potencial de ser aprovechados en actividades productivas, humillando a los habitantes de zonas linderas.

2-1: Antecedentes de la problemática.-

En Firmat, en los últimos años, debido al aumento de la población y al rápido proceso de urbanización, el volumen de desperdicios creció hasta llegar a niveles preocupantes.

Estos se disponían, como en casi toda la región, mayoritariamente a cielo abierto, sin recibir ningún tipo de tratamiento, o en enterramientos, técnicamente mal operados, sin tomar precauciones; como la impermeabilización del suelo y la captación de los lixiviados.



Es a partir de esta acumulación, y dada la necesidad de proteger al medio ambiente, los vertederos a cielo abierto y las “quemadas” no son viables en la actualidad. La contaminación de las napas freáticas (por percolados tóxicos), la polución atmosférica, (por humus y gases), los papeles y plásticos livianos arrastrados por el viento, así como la proliferación de insectos y roedores, obligan a un tratamiento de los residuos sólidos urbanos.-

La disposición de los residuos domiciliarios tanto en pequeñas localidades como en ciudades medianas presenta a su vez generalmente problemas de escalas. Dado los bajos volumen de residuos sólidos y los limitados medios, presupuestarios y operativos, del municipio no pueden aplicarse tecnologías que se emplean en los grandes conglomerados urbanos.-

Una gestión eficiente, dentro de las posibilidades actuales de las Municipalidades, permite eliminar la mayor parte de los efectos negativos que la actual disposición de los residuos sólidos urbanos genera sobre el medio y las poblaciones de pequeñas ciudades.-

Es a partir de la gran acumulación de residuos cuando comienzan los mayores problemas ecológicos, ya que los basurales se convierten en verdaderos focos de contaminación.



Foto 1: Vista del antiguo basural

Por ello, desde hace tiempo, se viene estudiando en Firmat, las distintas alternativas para limpiar y sanear el predio del basural.

Los constantes reclamos de los vecinos del lugar, el peligro sanitario al que se expone la gente que concurre al predio, hicieron que las tareas en el lugar comenzaran en forma urgente.



Foto 2: Vista del antiguo basural



Foto 3: Vista del antiguo basural

2-2: **Primeras medidas adoptadas**

2-2-1: **Clausura del basural a cielo abierto.-**

La primera medida adoptada, fue la realización de los trabajos de saneamiento y limpieza del basural con movimiento de suelos y armados de taludes en forma de trinchera, apto para relleno sanitario, de acuerdo a las normativas emanadas de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, mientras se está estudiando y



elaborando un proyecto para la realización de una “Planta de Tratamiento y Reciclado de Residuos Sólidos Domiciliarios”.-



Foto 3: Imagen Satelital del Relleno Sanitario semi – controlado.-

Tomando esto como objetivo futuro, y de acuerdo al marco legal vigente en la Provincia de Santa Fe, (Res. 128/04), se desarrollaron una serie de obras en el predio donde funcionaba el vertedero, tendiente a transformar el mismo en un relleno semi-



controlado, diseñado para asegurar una operación que minimice la posibilidad de impactos perjudiciales al entorno.-

2-2-2: Reacondicionamiento del lugar para la realización de un relleno sanitario semi controlado provisorio.-

Dicho predio, se encuentra ubicado a 4km al noreste de la zona urbana, y consta de una superficie total de 6 has.-

De acuerdo a ello, se llevaron a cabo, las siguientes obras y trabajos:

- Se limitó el área de disposición final propiamente dicha a un sector de aproximadamente 110m x 130m de su esquina NE, que antiguamente formaba parte de una planta de tratamiento de efluentes, por lo que cuenta con impermeabilización de fondo (Art. 12-b de la res. 128/04) y cerco olímpico perimetral que lo delimita (Art. 12-I de la res. 128/04). Ver Plano n° 1.-
- Se contrató maquinaria pesada adicional a la que cuenta el municipio, ello fue indispensable de acuerdo a la magnitud de los trabajos requeridos. La misma se encargó de efectuar el saneamiento básico del predio, acarreando los montículos de residuos dispersos al sector delimitado para la operación de relleno semi controlado. Luego se distribuyeron los residuos en capas, cubriéndolos con tierra del lugar hasta llegar a las cotas del proyecto (ver plano n° 2) , construyendo de esa manera, los terraplenes que delimitan un módulo. Se preservó lugar en los laterales a fin de hacer posible la circulación en todo el perímetro del sector. Ello posibilitará, acompañado por una adecuada operación que respete el orden secuencial en el que se planificó el llenado del módulo, minimizar el movimiento que debería realizar la maquinaria de la municipalidad, a la vez de minimizar la voladura de nylon y papeles a los predios vecinos.-



Foto 5 y 6: Máquinas clausurando el vertedero a cielo abierto.-



- Se construyeron caminos adicionales y se relocizó la oficina de portería, a fin de contar con mejores condiciones de seguridad y control de las operaciones. También se construyeron accesos especiales al módulo a fin de contar con capacidad operativa ante cualquier condición climática, como establece el punto 12-h de la resolución 128/04.-
- Se desarrolló un plan de fumigaciones contra vectores y roedores, el cual contiene especificación de productos y metodología de aplicación. El mismo fue llevado adelante por la empresa encargada de fumigación de la ciudad.-
- Se actualizó la identificación y señalización del predio de acuerdo a la denominación establecida por la normativa.-
- Se efectuaron relevamientos planialtimétricos a fin de contar con información para desarrollar un proyecto hidráulico que permita el rápido drenaje de las aguas pluviales fuera del relleno.
- Se implementaron mejoras en el control de ingresos de residuos al predio, incorporando planillas diarias de movimiento.-

Se destaca como hecho propicio relativo al predio, que la distancia a las rutas 33, 14 y al aeródromo cumple holgadamente con lo establecidos por los art. 9 y 10 de la resolución 128/04.-

2-3: Problemas ocasionados por los Vertederos a cielo abierto.-

- ✓ No existe planeamiento que anteceda a la utilización del lugar donde arrojar las basuras
- ✓ No existen obras de control
- ✓ El equipamiento es deficiente o nulo
- ✓ Peligro de contaminación del manto freático por lixiviados
- ✓ Proliferación de fauna nociva, como ratas, insectos, aves carroñeras, etc.
- ✓ Peligro de incendio permanente



2-4: **Objetivos**

Ecológicos

- Eliminar el basural a cielo abierto y con ello el principal foco de contaminación asociado a los residuos generados por la actividad humana en Firmat.
- Cuidar nuestro hábitat, contribuyendo a mitigar impactos ambientales negativos.
- Incentivar a la separación domiciliaria de los residuos en dos fracciones, incorporando con ello, modificaciones en las pautas culturales y hábitos que conducirán a un mejor desempeño en la función final de la planta.
- Promover la utilización racional de los recursos naturales renovables y no renovables mediante el reciclado y reutilización de los residuos.

Sanitarios

Con la erradicación del basural a cielo abierto, se eliminan las patologías asociadas: enfermedades infectocontagiosas transmitidas por vectores habituales (roedores e insectos): leptopirosis, hantavirus, dengue, etc.; respiratorias; riesgo de consumo de aguas contaminadas.

Sociales

Incorporación de mano de obra. Inclusión de los operadores marginales de la basura (cirujas), alejándolos del riesgo sanitario y legalizándolos laboralmente con salario real, seguros de accidentes y cobertura social, incluso de la de su grupo familiar, creándoles un ambiente saludable al operador.-

Educativos

Mediante el Programa de Educación Ambiental que la Municipalidad desarrolla junto al Ecoclub PATRULLA AMBIENTAL, pioneros del movimiento internacional, en distintos niveles del sector educativo y en instituciones de la comunidad, se promueve la incorporación de hábitos culturales que permitan buenas prácticas ambientales desde el ámbito familiar, comenzando con la preclasificación (separación en origen) domiciliaria de los residuos.



Gestión de Residuos Sólidos Urbanos

3- Definiciones de Gestión Integral de Residuos, aunque no son específicas de R.S.U.-

3-1: Según la Ley 25612 de la república Argentina, Ley de Gestión Integral de Residuos industriales y de actividades de servicios (año 2002), se entiende por Gestión Integral de Residuos industriales y de actividades de servicio al conjunto de actividades interdependientes y complementarias entre sí, que comprenden las etapas de generación, manejo, almacenamiento, transporte, tratamiento o disposición final de los mismos, y que reducen o eliminan los niveles de riesgo en cuanto a su peligrosidad, toxicidad o nocividad, según lo establezca la reglamentación, para garantizar la prevención ambiental y la calidad de vida de la población.-

3-2: Según el Decreto 592/2002, Reglamento de los artículos 22 y 23 de la Ley de Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe (República Argentina) se entiende como Gestión Integral de Residuos peligrosos: Conjunto de acciones independientes o complementarias entre sí, que comprenden las etapas de manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos, cuyo objetivo es reducir el volumen de peligrosidad de los residuos peligrosos generados.-

3-3: Otros autores: definen a la Gestión Integral de Residuos Sólidos como la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia y transporte, tratamiento y disposición final de éstos, incluyendo el seguimiento administrativo, de forma que armonice con los principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética, y de otras consideraciones ambientales, y que también responden a las expectativas de la opinión pública.-

3-4: Manejo y Gestión de Residuos

Anteriormente, mencionamos los términos “manejo de residuos” y “gestión de residuos”, estableceremos como diferencia entre ambos conceptos lo siguiente:

- Manejo de Residuos: incluye las operaciones de segregación, almacenamiento o depósito inicial, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos.
- Gestión de Residuos: disciplina que trata sobre el Manejo de Residuos, incorporando además, al análisis, otros aspectos, como la generación de residuos, la legislación, los costos y la financiación del sistema, la educación y la participación ciudadana, el control administrativo y operativo del sistema.

3-5: Actores intervinientes:

En la gestión de los residuos intervienen 4 actores principales que podemos definir como:



- ✓ **El Estado**
- ✓ **Los Generadores**
- ✓ **Los Operadores de servicios**
- ✓ **Los Formadores de Opinión**

- Estado

Es función del Estado establecer una política para resolver el problema planteado por los residuos, para lograr esto, debe:

1. Elaborar la normativa general (derechos y obligaciones de los involucrados)
2. Establecer la normativa específica (el que, el como, el cuando, el donde)
3. Promover los sistemas de manejo de residuos
4. Operar sistemas de manejo de residuos
5. Promover la educación y la capacitación
6. Fiscalizar el cumplimiento de la normativa

3-6: **Plan Integral de Gestión de Residuos**

Podemos definir un Plan Integral como un documento técnico con implicancias y compromisos económicos donde se manifiesta una decisión política sobre como gestionar los residuos en un espacio geográfico concreto y por un lapso de tiempo determinado.

El proceso convencional para elaborar un Plan de Gestión Integral de RSU consta de los siguientes pasos:

- Definición de los objetivos generales de la Política
- Relevamiento y Diagnóstico de la situación
- Definición de los objetivos específicos de la Política
- Establecimiento de las distintas Líneas de acción
- Elaboración de Planes de acción de corto plazo (tiempo de ejecución y presupuestos)

El relevamiento y diagnóstico, generalmente, incluyen los siguientes estudios:

- Generación de residuos
- Composición de los residuos



- Relevamiento y diagnóstico de todas las operaciones involucradas en el Manejo existente de los Residuos (segregación, depósito inicial, recolección, transporte, tratamiento y destino final).
- Relevamiento y diagnóstico de la normativa existente
- Relevamiento y diagnóstico de los costos del sistema de manejo y su modo de financiación
- Relevamiento y diagnóstico de los mecanismos establecidos para lograr la participación ciudadana en la gestión de residuos y sus efectos
- Relevamiento y diagnóstico de la/s organización/es encargadas de operar y de gerenciar el sistema

3-7: **Manejo de Residuos**

Donde no existe un sistema de Gestión Integral de los residuos, se diferencian dos aspectos principales en su manejo:

- Las actividades relacionadas con la recolección de residuos
- Las actividades relacionadas con la disposición final

El primer aspecto ha sido tradicionalmente ligado a principios de higiene pública, siendo prioridad para los municipios y contratistas de los servicios, la eficiencia y el rendimiento económico de un “sistema de transporte de mercadería”. Este aspecto se encuentra, en general, mucho más desarrollado que el referente a la disposición final.

El segundo aspecto ha sido hasta hace pocos años atrás, prácticamente obviado en la planificación de los servicios. No se consideraba la disposición final de los residuos ni desde el punto de vista técnico-sanitario, ni tampoco en la ponderación de su incidencia económica en los costos del sistema de manejo de dichos servicios.

Para cualquier tipo de residuo, las operaciones ambientales más críticas son las relacionadas con la eliminación o disposición final de los mismos. Hasta hace relativamente poco tiempo, estas operaciones no representaban prácticamente valor alguno en la ecuación de los costos, no sólo de un servicio de limpieza urbana, sino tampoco eran incorporadas en los costos productivos de los sectores económicos dedicados a actividades industriales o de prestación de servicios, fueran ellos públicos o privados.

3-8: **Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos**

Para que una Gestión Integral Residuos Sólidos Urbanos sea exitosa, debe brindar la solución óptima al manejo de los residuos de las comunidades, buscando compatibilizar



los principios básicos de la salud pública, del manejo racional del entorno natural, de la ingeniería, de la economía y fundamentalmente de las expectativas de los ciudadanos.

Sin duda alguna que lograr la solución que compatibilice los principios mencionados, por la complejidad del problema, requiere la participación interdisciplinaria, de ciencias tales como planificación urbana y regional, la medicina, la demografía, la educación, la ingeniería, la sociología, las ciencias políticas y la economía, entre otras.

3-8-1: **Componentes de GIRSU**

Los diferentes componentes de una Gestión Integral para los Residuos Sólidos Urbanos, son:

- La reducción en origen (referida a la reducción en cantidad y/o toxicidad de los residuos producidos, siendo la forma más eficaz para disminuir los costos de su tratamiento y disposición final y los impactos ambientales).
- El reciclaje (involucra la separación y clasificación de los residuos que pudieran ser utilizables – aluminio, papel y cartón, vidrios, plásticos, metales entre los más comunes – preparación para su reutilización o reciclado y posterior uso o procesamiento para la nueva fabricación de productos;
- Transformación de los residuos (comprende los procesos físicos, químicos y biológicos para reconvertir los residuos orgánicos en material aprovechable y/o energía – compost y biogás – o fuente de energía como calor a través de la incineración); y finalmente
- El vertido o disposición final, que es el destino a largo plazo de todo material residual que queda luego de la separación para el reciclaje y de la conversión o generación de energía o de la totalidad de la basura, si no se realizan las etapas intermedias.

Todas las etapas previas al vertido final, tienen la ventaja adicional de mejorar la calidad y reducir los volúmenes de basura a disponer.

3-8-2: **Objetivos**

Los objetivos de la gestión de los residuos están orientados a minimizar los impactos negativos por los residuos desde su generación hasta su eliminación.

Los países europeos han establecido varios sistemas de control para la gestión de los residuos, prestando especial atención a las estrategias de disminución de la generación y al reaprovechamiento de los residuos.

Los objetivos de todo plan de gestión integral pueden resumirse en:

- ❖ Prevención en la generación:
 - Tecnologías limpias



- Productos limpios
- ❖ Reciclaje y reutilización:
 - Separación y clasificación óptimas
- ❖ Optimización del vertido final (disposición final en relleno sanitario):
 - Reducción del vertido
 - Cumplimiento de normas
- ❖ Regulación del transporte:
 - Reducción de los movimientos de residuos
 - Control

Existe, además, un orden jerárquico dentro de la aplicación de los principios para la gestión de los residuos:

Primero: La prevención y minimización en origen

Se ubica en primer lugar ya que es la forma preferente de disminuir la cantidad y/o peligrosidad de los residuos que se generan actualmente, reduciendo al mismo tiempo los costos tanto ambientales como económicos de la recolección, transporte, tratamiento y disposición final que conlleva todo residuo. Esta minimización de residuos puede realizarse de diversas formas: a través del diseño y tipo de envasado, vida útil más larga de los productos, cambio en el tipo de insumos, modificaciones en los procesos de producción y distribución, etc.-

En general, llevar a delante este principio, corresponde a niveles nacionales, dado que se requiere una política con respecto al sector industrial, y también a las fuertes campañas de educación, para inclinar la decisión del consumidor hacia aquellos productos que minimizan la generación de residuos.-

Segundo: La valorización

Si un residuo no puede ser evitado, entonces debe ser valorizado, ésta valorización puede presentar alguna de las siguientes tres formas, las cuales también representan una priorización:

I- La **reutilización** es un sistema que permite volver a utilizar un objeto después de su limpieza e higienizado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente. El vidrio es, de momento, el único envase que se permite la doble posibilidad de ser reciclable y reutilizable. Las botellas reutilizadas, por ejemplo, una vez rellenas inician su segundo ciclo, que puede repetirse hasta 20-30 veces.



II- El **reciclaje** es un proceso que tiene por objeto, introducir nuevamente los residuos como insumo al sistema productivo manteniendo sus características fisicoquímicas. EL ejemplo típico serían las latitas de aluminio desechadas, las cuales se vuelven a fundir para generar nuevamente aluminio, lo mismo es válido para el papel, el vidrio, algunos tipos de plásticos y otros metales.

III- La **recuperación** implica la alteración física, química o biológica de los residuos con objeto de recuperar productos a partir de la conversión. Ejemplo de recuperación serían el Compost, o la energía en forma de calor (a partir de la incineración) o energía en forma de combustibles (biogás)

Tercero: **La eliminación adecuada**

Si un residuo no puede ser evitado ni valorizado en ninguna de las tres formas vistas en el punto anterior, entonces debe ser dispuesto mediante el depósito de en rellenos sanitarios que cumplan con las condiciones técnicas mínimas.



Ciudad de Firmat

4- Características generales de la ciudad de Firmat

4-1: Localización Geográfica

La ciudad de Firmat se halla ubicada a los 33° 28' de latitud sur y 61° 29' de longitud oeste. El distrito jurisdiccional cuenta con una superficie de 23.335 hectáreas, la mayor parte de las cuales se encuentra en el Departamento General López. Se comunica con el interior del país a través del Ferrocarril General Bartolomé Mitre (hoy Nuevo Central Argentino) y las rutas Nacional 33 y Provincial 93. La primera permite conectarse con Rosario (112 Km.), Santa Fe (265 Km.), y todo el litoral fluvial hacia el Norte, y Venado Tuerto (56 Km.) y Rufino (150 Km.) hacia el sud-oeste, vinculándose de esta forma con Bahía Blanca y todo el sur santafesino. La ruta Provincial 93 comunica hacia el noroeste con Corral de Bustos (Córdoba) y todo el norte de nuestro país, y hacia el sur con Melincué (26 Km.) y Pergamino (109 Km.); y a través de la ruta Nacional 8 con la Capital Federal (355 Km.).

4-2: Límites:

Noroeste: Distrito Cañada del Ucle/ Villada;

Noreste: Bombal;

Sudeste: Bombal/Miguel Torres;

Sudoeste: Chovet (todos de la provincia de Santa Fe).





4-3: **Carácter jurídico**

En el año 1962 Firmat es declarada ciudad. La Comuna que da trasformada en Municipalidad, cambiando su régimen administrativo y forma de Gobierno

4-4: **Clima**

Su clima cuenta con las cuatro estaciones marcadas y sus temperaturas máximas y mínimas son: invierno 7° a 10°. Verano: 20° a 35°.

4-5: **Población**

La población es de 18.294 habitantes según el Censo de 2001 distribuyéndose de la siguiente manera:

MUJERES 9.430.- VARONES 8.864.-

Crecimiento en los últimos 10 años: 24,35%

Residen en zona urbana: 97, 80% En zona rural: 2, 20%

VIVIENDAS URBANAS: 6516.

VIVIENDAS RURALES: 272.

Crecimiento en los últimos 10 años: 17,20%

4-6: **Servicios Públicos**

Energía Eléctrica: Potencia 88.855 Kw. /día - Usuarios: 7.975.-

Agua Corriente: Conexiones: 4.813

Red Cloacal: Conexiones: 2132

Teléfonos: Usuarios: 4.800

Red de Gas: Usuarios: 4.200

4-7: **Parques y Paseos**

Plaza Bernardino Rivadavia: Desde el mismo momento de la realización del trazado urbanístico tuvo su nacimiento este espacio verde. Guarda en su interior innumerables recuerdos de la historia de nuestra ciudad. En el año 1944, los conscriptos de esta clase donan e inauguran el busto de Rivadavia, que actualmente existe. El 17 de febrero de 1962, se inaugura una fuente donada por la colectividad española con motivo de las Bodas de Oro de la Sociedad Española de la Localidad.

Plaza Mariano Moreno: Esta plaza, como la anterior, se origina con el trazado de la antigua Villa, ubicándosela en la manzana comprendida por las calles San Martín, Av. Santa Fe, Bv. Solís y Mendoza en el Barrio Carlos Casado. El 25 de mayo de 1960 se descubre el busto de Mariano Moreno. En el mismo año se comienza la reforestación con nuevas especies de árboles magnificando de esta manera este espacio verde; así la encontramos ahora llena de esplendor y jerarquizando un Barrio tan poblado.



Parque Municipal Carlota Joubin: La Sra. Carlota Joubin legó a la Autoridad Comunal 9 Has. en la parte noroeste de la planta urbana, a continuación del Barrio la Hermosa, con la expresa voluntad de la donante de que se construyera un parque público. El 31 de agosto de 1968, se inaugura oficialmente esta obra. Posee juegos infantiles, un lugar para camping con parrillas, una amplia arbolada e instalaciones necesarias para pasar una jornada agradable y placentera. Se destaca su original arco de entrada.

Parque 12 de Octubre: Ubicado sobre el Bv. Solís, constituido por una arboleda frondosa, canchas de fútbol, y juegos infantiles, representa un lugar de gran atracción para la familia.-

Estación de Trenes y Playón del Ferrocarril: Es la construcción más antigua de la ciudad. En ella tiene sede el Centro de Artesanos “Quinquercahue“. En el mismo predio de la estación se encuentran: El Galpón del Pueblo, utilizado para festejos y actividades deportivas; el Paseo del Tanque y otros edificios que han sido reciclados y aprovechados por diferentes instituciones.-

4-8: **Producción Agrícola Ganadera**

La zona rural se caracteriza por el predominio de explotación agrícola, especialmente la de maíz, trigo, soja y en menor medida girasol; agregándose las explotaciones tamberas, que cuentan con dos plantas de recibo de leche.

- Superficie total de explotación Rural: 17.055 has.
- Superficie dedicada a Ganadería: 2.674,40- has.
- Superficie dedicada a Agricultura: 14.380, 60 has.

Producción Agrícola: 2005/2006

Trigo: 2.632, 50 has.
Maíz: 2.172, 70 has.
Soja: 10.815, 30 has.
Girasol: 3 has.
Sorgo granífero: 71 has.
Cebada: 6 has.

Existencia Ganadera: al 30/06/05

Vacunos: 5.929 cabezas
Porcinos: 348 cabezas

Producción Lechera:

105.000- litros mensuales



4-9: **Aspecto Comercial e Industrial**

Se encuentran establecidos en la ciudad numerosos comercios que brindan sus servicios, no sólo al consumo local, sino también a la zona de influencia. Se hallan radicadas en el distrito distintas industrias, prevaleciendo la agrometalúrgica. Las empresas de este rubro comercializan sus productos en todo el país e incluso alguna de ellas ha trascendido los límites nacionales. Sigue en importancia la industria alimenticia, textil, y maderera, etc. Según datos de la oficina de Derecho de Registro e Inspección Municipal, al 31-10-07 se encuentran registrados:

- Comercios: 829
- Industrias: 159
- Servicios: 770

Nuestra comunidad se encuentra en inmejorable posición con respecto a la radicación de industrias metal-mecánicas, dado que existen pequeñas fábricas de autopartes con tecnología adecuada y capacidad de adaptación para satisfacer distintas demandas. En nuestra zona existe, además, mano de obra calificada para desempeñarse en cualquier industria.

4-10: **Área Industrial**

La Municipalidad de Firmat posee un predio de 15 has. para la radicación de empresas. Esta Área Industrial cuenta con el reconocimiento del M.A.G.I.C. a través de la Resolución 111/03 obteniendo de esa forma las empresas que allí se radiquen importantes excepciones en impuestos provinciales y municipales. Se encuentra ubicada sobre Ruta Provincial 93, que comunica con ruta hacia Buenos Aires y Rosario.

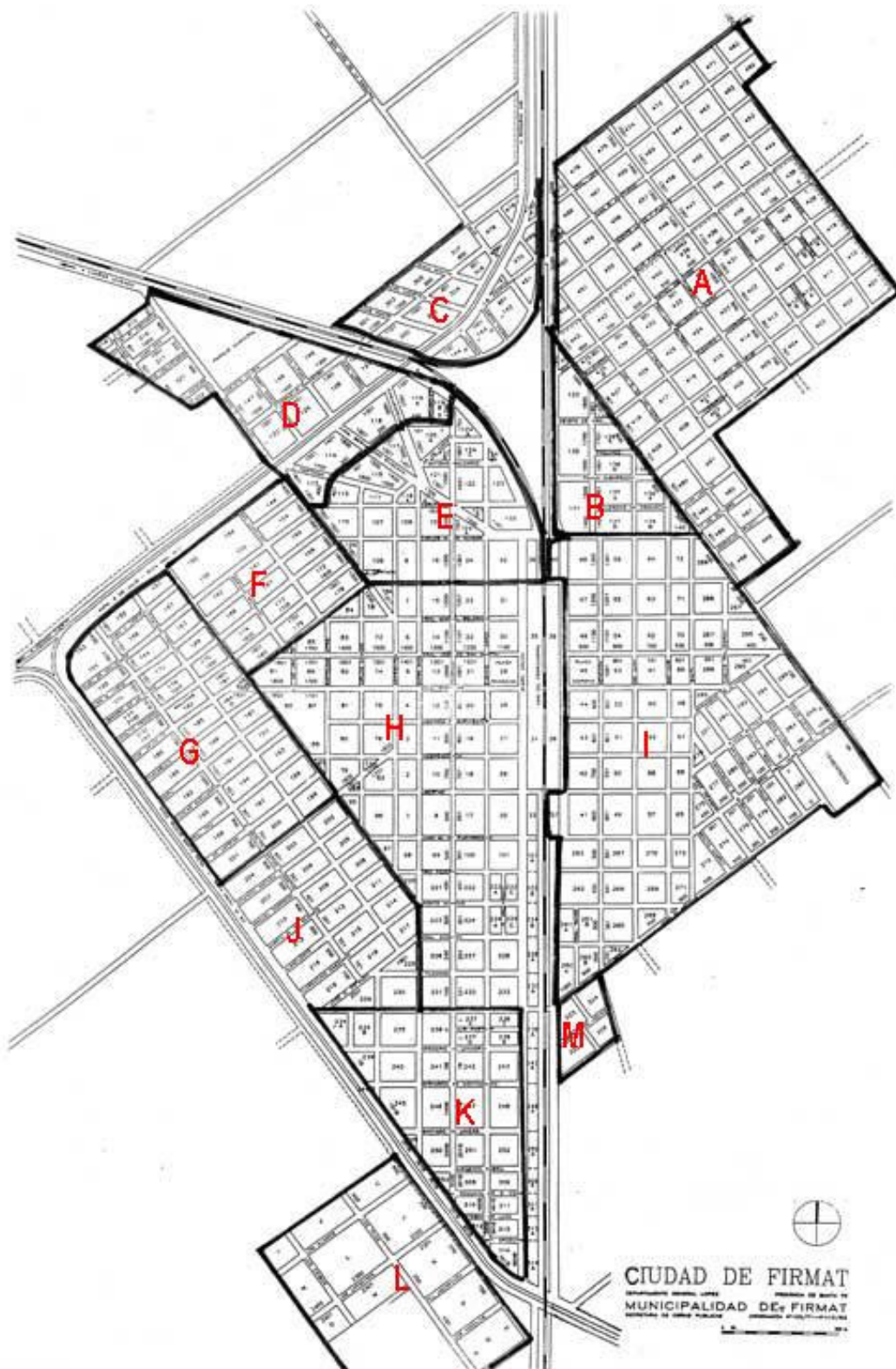
4-11: **Plano de la ciudad y división por barrios.**

La ciudad de Firmat se halla dividida en 13 barrios.-

- A.** Fredriksson
- B.** Sarmiento
- C.** Nadal
- D.** La Hermosa
- E.** Carlos Dose
- F.** San Lorenzo
- G.** Islas Malvinas
- H.** Centro
- I.** Carlos Casado
- J.** La Quemada
- K.** La Patria
- L.** Sección quintas
- M.** Centenario



Plano de la Ciudad de Firmat





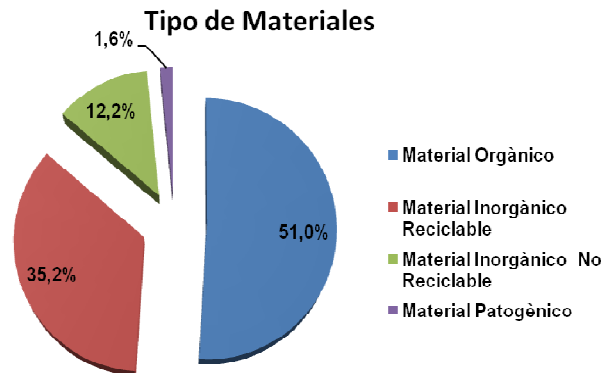
Caracterización de los residuos en Firmat

5-1: Generalidades

El conocimiento de la composición de los residuos sólidos domiciliarios, tiene importancia para la toma de decisiones en la elaboración de los sistemas de tratamientos de los residuos.-

El objetivo de este capítulo es generar información cualitativa y cuantitativa, utilizando métodos de muestreo estadísticos para la determinación per cápita, peso y porcentaje de productos recuperables y no recuperables, con la finalidad de fundamentar las conclusiones y adecuaciones necesarias para el establecer distintas alternativas para tratar los residuos en la ciudad de Firmat.-

5-2: Composición y cantidad de lo residuos.-



5-2-1: Fracción Orgánica.-

Material orgánico: (51%) que representaran 183,60 TN por mes

5-2-2: Fracción Inorgánica.-

Este puede separarse en:

- Material inorgánico reciclable: (35,2%): que representan 133,20 TN por mes.

Compuesto por:

- ✓ Vidrio (4,7%): 16,92 TN por mes
- ✓ Metales y Minerales (2,8%): 10,08 TN por mes
- ✓ Plástico (13,5%): 48,6 TN por mes
- ✓ Papel y Cartón (12,9%): 46,44 TN por mes

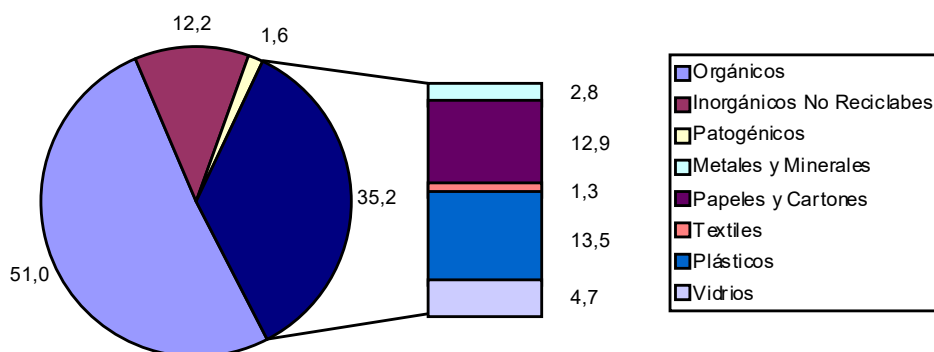


✓ Textiles (1,3%): 20 TN por mes

Material inorgánico no reciclable: (12,2%) que representan 43,92 TN por mes.

- Fracción Patogénica.-

Material Patogénico (1,6 %): que representan 5,76 TN por mes



5-3: Cantidad de residuos por persona.-

Se tendrán en cuenta los residuos domiciliarios recolectados por día más los residuos domiciliarios. Ambos en función de la cantidad de habitantes.

Además debemos tener en cuenta el aporte de los residuos que es llevado por las mismas personas, o sea que no son recolectados por los camiones. -

- ❖ Residuos domiciliarios recolectados: 13846 Kg/día
- ❖ Residuos mayores recolectados: 8567 Kg/día
- ❖ Residuos que llevan los particulares: 4125 Kg/día

Estos datos están en función de la cantidad de habitantes de Firmat, al último censo realizado:

- Población: 18294

Y la cantidad de días de recolección:

- Para residuos domiciliarios: 24 días de trabajo
- Para residuos mayores: 20 días de trabajo

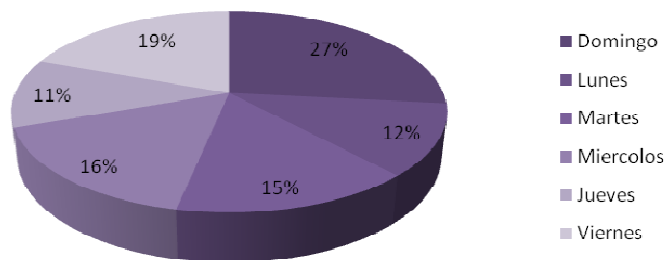
Quedaría una generación per cápita de

0,98 Kg/día/hab.



La cantidad de residuos recolectados por días de la semana se muestra en el siguiente gráfico:

Cantidad de residuos según los días de semana



5-4: Caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos

5-4-1: Generalidades.-

Además de la formulación de los objetivos del proyecto es sin dudas de gran importancia determinar las características y cantidad del flujo de residuos que se va a tratar.

El plan de valorización de RSU debe tener en cuenta la cantidad de residuos generados, de dónde proceden y de qué están formados.

La gestión de RSU se ve afectada permanentemente debido a la propensión a producir y desechar cada vez más productos. Los primeros programas de gestión de residuos se manejaban en función de la cantidad total de residuos generada. Actualmente, es importante conocer también la calidad de ese flujo con el objeto de definir las posibilidades de recuperación del mismo.

Un ejemplo típico de la importancia del conocimiento de la calidad de los residuos es la utilización de los mismos en plantas residuo-energía. La composición de los residuos determinará el valor calorífico del flujo y, en definitiva, la viabilidad del proyecto. Además la composición nos dará una idea de los efluentes posibles de esta planta, y el impacto ambiental ocasionado.

Con respecto a los vertederos, la composición, y no sólo la cantidad, nos permite conocer el volumen de los residuos, diseñar su tamaño y predecir, en consecuencia, la vida útil del vertedero. Además la composición de los residuos evacuados determina los posibles lixiviados y la contaminación de las aguas subterráneas.

Un estudio sobre composición de residuos debe caracterizar, como mínimo, los siguientes constituyentes:



Papel y cartón	Textiles
Vidrio	Madera
Metales	Residuos de comida
Plástico	Residuos de jardín
Goma y Cuero	Otros

Posteriormente, con miras a la recuperación o el reciclaje, suele resultar necesario realizar una aproximación más exacta de cada una de los productos. Por ejemplo:

- Papel: diarios, ondulado, libros, revistas, papel de seda, impresos comerciales, papel de oficina, embalaje.
- Vidrio: envases de vidrio (blanco, verde, ámbar), otros vidrios.
- Metales: latas de aluminio, papel de aluminio, hierro, estaño.
- Plásticos: PET, poliestireno, PE-HD, PVC.
- Goma.
- Madera: aserrín, otros.
- Cuero.
- Residuos de construcción.
- Aceite residual.
- Neumáticos.
- Residuos de comida: todos menos los huesos.
- Otros inorgánicos y no combustibles: rocas, arena, huesos, yeso, cobre, latón, etc.

5-4-2: Métodos para caracterizar el flujo de residuos

Hay conceptos que constituyen el vocabulario esencial para presentar y analizar información referente a la caracterización del flujo de residuos, por ejemplo producción per cápita, densidad del residuo, porcentaje de un material respecto al total de los residuos, etc.

A continuación se detallan algunas de estas definiciones y términos comunes utilizados en los cálculos y presentación de datos:

Producción per cápita = $\frac{\text{Cantidad total de residuos sólidos que se recolecta (kg/día)}}{\text{Población atendida por el servicio de recolección (habitantes)}}$

Densidad = $\frac{\text{Peso del material (kg)}}{\text{Volumen que ocupa el material (m}^3\text{)}}$



$$\text{Porcentaje en peso del material (\%)} = \frac{\text{Peso del material (kg)}}{\text{Peso total de los residuos (kg)}}$$

Los métodos más frecuentes utilizados para caracterizar el flujo de residuos son:

- A partir De Datos Bibliográficos De Índices De Generación
- A Partir De Porcentajes De Generación De Residuos Específicos
- A Partir De Datos De Densidades Medias De RSU
- A Partir De Una Caracterización Del Flujo De Residuos, En Poblaciones Pequeñas

A continuación se da una descripción de cada uno de los métodos nominados.

1. A Partir De Datos Bibliográficos De Índices De Generación

Para tener una cuantificación del flujo de residuos pueden ser útiles las tablas e índices bibliográficos, pero es necesario adaptarlos a la situación económica y al estilo de vida de la región en la que se implementará el proyecto.

La siguiente tabla detalla los índices de referencia según la cantidad de residuos en kg/persona/día.

Pueblo o ciudad	Provincia	Cantidad de Habitantes	Cantidad de Residuos kg/persona/día
San C. de Bariloche	Río Negro	100.000	0.70
General Pico	La Pampa	45.000	0.60
Caleta Oliva	Santa Cruz	35.000	0.70
Esperanza	Santa Fe	35.000	0.50
Trenque Lauquen	Buenos Aires	36.000	0.50
Chajari	Entre Ríos	30.000	0.60
Colores	Buenos Aires	26.000	0.60
Laboulaye	Córdoba	20.000	0.50
Intendente de Alvear	La Pampa	7.000	0.45
Arequito	Santa Fe	7.000	0.50
Villa Giardino	Córdoba	4.500	0.45

Con estos índices genéricos es posible construir proyecciones de los RSU generados para poblaciones de distinta cantidad de habitantes. A continuación se detallan los valores obtenidos para una población de 10.000 habitantes:

	Unidad	1990	1995	2000	2005
Cantidad de Habitantes Prevista	Cantidad de habitantes	10.000	10.700	11.400	12.100
Generación per cápita	kg/persona/día	0.50	0.55	0.60	0.67



Papel/ Cartón	kg/persona/día	0.09	0.10	0.11	0.12
Vidrio	kg/persona/día	0.03	0.04	0.04	0.05
Plásticos	kg/persona/día	0.05	0.04	0.06	0.07
Metales	kg/persona/día	0.01	0.01	0.02	0.02
Orgánico	kg/persona/día	0.28	0.30	0.33	0.37
Otros	kg/persona/día	0.03	0.04	0.04	0.05
Total de RSU generados	kg/día	5000	5900	6900	8100

En general se aconseja suponer que la tasa de generación de residuos es constante y considerar solamente el crecimiento demográfico de la población. La caracterización de los residuos debe tener en cuenta las variaciones estacionales de la composición y la cantidad.

Si el objetivo del proyecto es reciclar algún material en especial, es necesaria una determinación más exacta.

2. A Partir De Porcentajes De Generación De Residuos Específicos

Conociendo los porcentajes típicos de cada material en el flujo de residuos es posible determinar aproximadamente la composición de una cantidad conocida de RSU propuesta.

Lo mejor es utilizar información de poblaciones con cantidad de habitantes y características socioeconómicas similares. Los resultados son confiables para poblaciones pequeñas.

Un ejemplo de datos de porcentajes típicos en peso de flujo de RSU, teniendo en cuenta las variaciones estacionales, es:

Material	Invierno (%)	Verano (%)
Papel / Cartón	25 – 55	28 – 56
Plásticos	6 – 8	8 – 11
Metales férreos	3 – 6	2 – 6
Aluminio	<1	<1
Residuos de jardín	10 – 17	9 – 17
Vidrio	5 – 10	8 – 12
Otros residuos*	20 – 30	18 – 30

Estos porcentajes varían con la región en cuestión y además es importante considerar la presencia de industrias y comercios que aportan al flujo de residuos. Al respecto podemos dar un ejemplo de la diferencia entre residuos domésticos y comerciales:

Material	Domésticos (%)	Comerciales (%)
Papel / Cartón	25 – 55	45 – 80
Plásticos	6 - 8	10 – 15
Metales férreos	4 - 8	2 – 5
Aluminio	<1	<1



Residuos de jardín	10 - 17	-
Vidrio	5 - 10	2 - 5
Otros residuos*	20 - 30	17 - 30

* Otros residuos domésticos: Textiles 4%, residuos de comida 9%, madera 5%, goma 2%, residuos misceláneos 3%.

* Otros residuos comerciales: residuos de comida 9%, madera 4%, residuos misceláneos 4%.

3. A Partir De Datos De Densidades Medias De RSU

En los primeros pasos de la evaluación del flujo de residuos se puede utilizar una aproximación de la cantidad total de residuos generados, contabilizando la cantidad de camiones que se descargan en el vertedero. Si se cuenta con las densidades medias para cada tipo de material y con el volumen estimado de cada camión, es posible calcular la masa de cada tipo de residuo. A continuación se detallan, a modo de ejemplo, las densidades medias de los tipos de residuos típicos de Estados Unidos (EPA 530-R-95-023 Segunda Edición):

RSU Residencial	Densidad Media
Embolsado	150 / 200 kg/m ³
En camión no compactador	200 / 250 kg/m ³
En camión compactador	400 / 500 kg/m ³
En relleno sanitario	800 / 1000 kg/m ³

RSU Comercial	Densidad Media
Residuos alimenticios	500 / 600 kg/m ³
Cajones y plataformas de madera	150 / 200 kg/m ³
Papel / cartón	40 / 50 kg/m ³
Plásticos	50 / 150 kg/m ³
Vidrios	170 / 500 kg/m ³
Hojalata	50 / 160 kg/m ³
Aluminio	60 / 250 kg/m ³
RSU Otros	Densidad Media
Hojas y recortes verdes (secos)	50 / 200 kg/m ³
Construcción y demolición (combustible)	200 / 400 kg/m ³
Construcción y demolición (combustible)	1200 / 1700 kg/m ³

Como se mencionó anteriormente, este tipo de estimación es sólo una aproximación y no resulta óptimo para aplicar en la formulación de un proyecto específico, principalmente debido a la heterogeneidad del flujo de RSU.



4. A Partir De Una Caracterización Del Flujo De Residuos

Una de las técnicas más utilizada para realizar una buena caracterización del flujo de residuos es un muestreo representativo de los residuos generados. Este muestreo debe realizarse cuatro veces al año para contemplar las variaciones estacionales. Además, no se realizará en momentos en que ocurran situaciones excepcionales que afecten al flujo de RSU.

Para organizar un plan de muestreo representativo del estado de los residuos, las siguientes etapas deberían respetarse mínimamente:

- Determinar la zona de muestreo,
- Analizar la situación socioeconómica de la zona elegida,
- Revisar la forma de recolección actual de los residuos y el fin que se le da a los mismos,
- Revisar, si existe, todas las formas de recuperación o reciclado actual,
- Revisar los objetivos del proyecto,
- Fijar el calendario de muestreo considerando las variaciones estacionales y otras,
- Establecer si sólo es necesario una macro caracterización o si se requiere alguna caracterización específica,
- Definirlas categorías de los residuos que se van a muestrear,
- Establecer procedimiento y normas de seguridad para el trabajo de campo, considerando:

- ✓ Muestreo
- ✓ Equipo protector
- ✓ Primeros auxilios
- ✓ Residuos peligrosos
- ✓ Emergencias

Consideraciones indispensables para organizar el procedimiento de muestreo:

- ❖ La muestra será representativa del sector que se quiere caracterizar.
- ❖ La muestra se obtendrá de más de un viaje o camión y no deberá ser menor a 100 kg.
- ❖ La carga muestreada se mezclará previamente.
- ❖ La muestra se separará según las categorías de residuos seleccionadas en la formulación de objetivos.



- ❖ Cada categoría se pesará, el resultado se expresará como porcentaje del total de residuos.

5. En Poblaciones Pequeñas, Estimación Directa

En el caso de una comunidad pequeña, es posible utilizar un método más directo y menos costoso que un programa de muestreo estadístico. Para realizar la estimación directa se deben seguir los siguientes pasos:

- I. Conocer el número de habitantes, industrias o fuentes de generación de residuos, tipo de recolección y vertedero.
- II. Seleccionar 15 familias representativas de la situación.
- III. Recolectar los residuos de las familias seleccionadas durante 8 días y descartar los residuos del primer día.
- IV. Pesarse los residuos y medir el volumen que ocupan. Repetir la operación y calcular un promedio de la densidad.
- V. Separar los residuos según las categorías seleccionadas.
- VI. Obtener el peso total de los residuos y el peso de cada categoría de residuos, durante los 7 días.

Para presentar los datos y realizar los cálculos puede resultar útil la siguiente tabla, donde se han fijado las categorías de residuos arbitrariamente:

Material	2º día		3º día		4º día		5º día		6º día		7º día		8º día		Promedio
	kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	
Papeles															
Plástico															
Metales															
Vidrio															
Madera															
Residuos orgánicos															
Otros															
Total															

Una vez recopilados y organizados todos los datos, resulta valioso proyectar los mismos a largo plazo para predecir el comportamiento de la generación de RSU y la viabilidad del proyecto.

Anteriormente consideramos el crecimiento demográfico y la actitud consumista de la población para realizar una estimación de la generación de RSU durante un período de tres años.



La política socioeconómica puede provocar cambios bastante importantes en la conducta de la población, lo que incide directamente en la generación de RSU.

En el caso particular de la formulación de un proyecto de reciclaje, es importante tener en cuenta la competencia de empresas privadas o las políticas de reducción en origen.

Al formular y estimar la viabilidad de un proyecto de valorización de RSU se debe tener en cuenta, también, la participación esperada de los individuos involucrados.

5-5: **Composición y propiedades del flujo de RSU**

5-5-1: **Generalidades**

Se ha mencionado bastante, en las secciones anteriores, la división del flujo de RSU en categorías. Ahora vamos a definir más claramente estas categorías estableciendo propiedades, cualidades y cantidades de cada material así como programas y procesos propios de cada categoría. Conocer correctamente cada tipo de residuo permitirá formular programas de recuperación más eficientes, campañas de concientización al público más claras y, en definitiva, mejorar el proceso en su totalidad. Como consecuencia los esfuerzos realizados por todas las partes involucradas producirán los frutos esperados y la gestión cumplirá con los objetivos a corto y largo plazo propuestos.

El efecto del consumo desmedido atenta contra la disponibilidad de los recursos naturales. A continuación se incluye los requerimientos de energía y materia prima para algunos componentes del flujo de RSU:

MATERIAL	Requerimientos	Emisiones
PAPEL	3 árboles medianos 440.000 litros de agua dulce y limpia 7600 W/hora de energía eléctrica	42 kg de contaminantes gaseosos 18 kg contaminantes líquidos 88 kg residuos sólidos
ACERO	894 kg de mineral de hierro 359 kg de carbón mineral 206 kg de caliza 8497 W/hora de energía	244 kg de residuos sólidos 110 kg de emisiones gaseosas
ALUMINIO	3981 kg de bauxita 463 kg de hulla 438 kg de óxido de sodio 108 kg de caliza 57720 W/h de energía	1492 kg de bauxita 1315 kg de dióxido de carbono 36 kg de emisiones gaseosas 358 kg de residuos sólidos
VIDRIO	603 kg de arena 196 kg de cloruro de potasio 196 kg de caliza 4454 W/h de energía	174 kg de desechos 13 kg de emisiones gaseosas

En esta sección se desarrollará cada categoría según el siguiente orden:

- ◆ Latas de aluminio
- ◆ Papeles
- ◆ Envases de vidrio
- ◆ Plásticos
- ◆ Residuos de jardín



- ◆ Neumáticos
- ◆ Bienes de línea blanca
- ◆ Residuos peligrosos

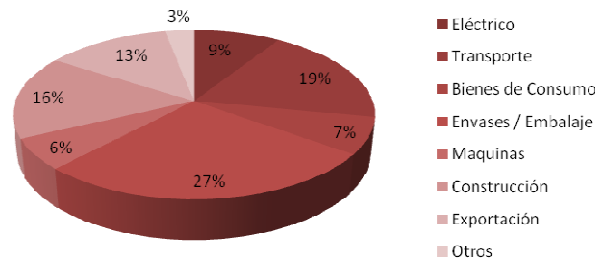
5-5-2: Latas de aluminio

Introducción



Las latas de aluminio son uno de los materiales reciclables más convenientes para incluir en un proceso de valoración de residuos. Analizando el consumo de aluminio por sectores de la población, tenemos los siguientes porcentajes:

Consumo de Aluminio



De acuerdo a esto los envases de aluminio se llevan generalmente el mayor porcentaje del aluminio producido. El aluminio recomendado para incluir en un programa de reciclado es aquel que se obtiene de productos consumidos en gran cantidad y rápidamente. Hay que tener en cuenta que el aluminio utilizado en envases es bastante voluminoso. Su disposición final en vertederos provoca una gran disminución en la capacidad de los mismos, lo que hace más atractiva su eliminación del flujo de residuos.

Como consecuencia, el aluminio obtenido de los envases es el más adecuado para lograr un proceso de recuperación eficaz.

Dentro de los envases de aluminio, las latas de aluminio son los artículos más seleccionados para reciclar debido a la facilidad de separación, ya sea para el generador o para el operario. Un beneficio directo del reciclado de latas de aluminio es el ahorro de energía durante el proceso de fabricación de los envases. La fabricación de latas de aluminio con envases usados de bebidas consume un 95% menos de energía respecto del proceso realizado con material virgen.

Proceso de reciclado

El proceso de reciclado del aluminio o producción de aluminio secundaria, se puede resumir en las siguientes etapas:

- Recuperación del aluminio encontrado en los RSU
- Mezclado con otros materiales y con aluminio virgen para lograr especificaciones del mercado



- Fundición en horno y formación de la aleación deseada
- Formación de lingotes, láminas o productos de aluminio
- El aluminio reciclado se encuentra otra vez en el mercado a los 90 días de recuperado

Programas de recuperación

- ✓ *Recuperación doméstica:* Existen programas donde el generador debe llevar el material hasta un centro de recolección. Generalmente es necesario contar con más de un centro para este fin, en función de la cantidad de habitantes de la comunidad. Otra modalidad son los centros de recompra, en los cuales el material se recibe y se paga.

Ambos sistemas tienen menor tasa de recuperación que la recolección en acera, probablemente como consecuencia de una mayor comodidad para el generador. La recolección en acera debe ir acompañada de una preselección, doméstica, en reciclables y no reciclables.

Un método que tiene bastante éxito es el de las máquinas expendedoras a la inversa. Estas máquinas reciben envases de bebidas usados y devuelven monedas o vales que sirven en determinados comercios.

- ✓ *Recuperación comercial -institucional:* Estos programas son aplicados en sectores de la población con alta densidad de locales comerciales o institucionales, en los cuales el flujo de residuos es generalmente bastante uniforme y existe una cantidad interesante de envases de aluminio. Para implementar una gestión especial en el sector se debe evaluar exhaustivamente la viabilidad del proyecto en función del volumen de envases generados y la calidad del material recolectado. Es importante, como en todos los casos, una buena campaña de motivación e información, una eficaz rutina de recolección y una selección óptima del lugar dedicado al almacenamiento antes de la recolección con el objeto de evitar incomodidades que perjudican la participación de los generadores.

5-5-3: **Papeles**



Introducción

Los papeles constituyen aproximadamente un 40% del flujo total de RSU. Actualmente el uso del papel aumenta constantemente. El papel reciclado es una excelente materia prima para proceso de elaboración de papel y las técnicas para reciclar el papel usado se perfeccionan permanentemente. Estas son unas de las razones más poderosas para considerar el reciclado del papel como una alternativa excelente no sólo ambientalmente, sino desde el punto de vista económico.

Dentro de los materiales reciclables, en EEUU, el papel constituye el mayor porcentaje de recuperación con respecto a los demás materiales.



- Papel de diarios

Dentro del total de papel generado como residuo, los diarios representan el mayor porcentaje. Se prevé un contenido de papel reciclado en los diarios de hasta un 40%. El Instituto para la Existencias del Papel (EEUU) define cuatro grados de papel de diarios reciclado, según la calidad y el uso final. Estos son:

Denominación	% papel que no sea de diario	% de material prohibido	% de material rechazable	USO
Periódico (calidad 6)	5	0,5	2	Para fabricación de aislamiento y cartón
Periódico especial (calidad 7)	0	0	2	Para fabricación de aislamiento y cartón
Periódico especial de calidad destintamiento (calidad 8)	0	0	0,25	Para fabricación de papel de diario nuevo
Periódico de sobretirada (calidad 9)	0	0	0	Para fabricación de papel de diario nuevo

Desde el punto de vista de la generación del papel de diarios usado, existen tres fuentes principales:

- Sobretiradas (tiradas excesivas sin utilizar) de la editorial
- Separación en origen domiciliaria o en acera
- Comercios o instituciones

Las sobretiradas generalmente son tratadas por las mismas editoriales. La recuperación de diarios usados provenientes de la comunidad se puede realizar mediante la recolección en acera, separación en origen, centros de recompra o centros de recolección selectiva.

El método más popular y eficaz es, por supuesto, el de recolección en acera. Se consigue un material de buena calidad y grandes volúmenes. Los centros de recolección selectiva funcionan muy bien en zonas donde existe gran concentración de población. Pueden requerir personal o no. Los centros de recompra son generalmente privados.

Con el objeto de evitar contaminación y garantizar la calidad, el papel de diarios usado debería ser separado de los demás materiales lo más pronto posible después de generarse. El papel destinado a la recuperación debería estar seco y no debería permitirse el contacto del papel que se piensa recuperar con los demás RSU. El contacto con residuos orgánicos inutiliza el papel de diarios principalmente por el alto costo del proceso necesario para eliminar vectores, olor y otros contaminantes.

La principal contaminación se produce por la presencia de guías de teléfono, correo chatarra, revistas y libros. Este problema fácil de solucionar mediante una buena campaña de información a la población.



- Papel ondulado

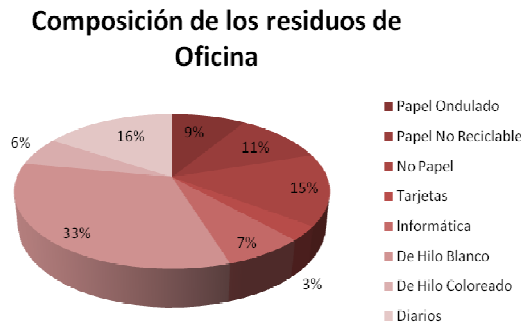
Este rubro se refiere a las cajas de cartón ondulado usadas. El reciclaje de estas cajas es muy prometedor. Actualmente se ha incrementado el uso de cajas de cartón para embalaje por lo tanto su presencia en el flujo de RSU aumentará. Como en todos los casos existen contaminantes no permitidos en el material recuperado, estos son:

- Cartones satinados o ceras
- Cartones que han contenido productos agrícolas o carne.
- Residuos de comida
- Plásticos
- Botellas
- Papel de publicidad
- Madera, metal, residuos orgánicos
- Cualquier cinta, excepto la de papel con adhesivo soluble en agua
- Papel de aluminio, revistas, libros, diarios, cartulina

Según lo anterior, los generadores más convenientes son los comercios, oficinas y establecimientos que distribuyan comestibles envasados. La separación debe realizarse tan pronto como se vacía la caja. La recolección tiene similares características al papel de diarios.

- Papel de oficina

Normalmente al decidir implementar un programa de recuperación de papel de oficina se realiza un análisis para determinar la viabilidad del reciclado de este papel. A continuación se incluye un gráfico que muestra la composición aproximada de los residuos sólidos de oficina:



Dentro de este rubro de papel es posible encontrar los siguientes tipos de papeles:

- ✓ Papel de informática: es el más valioso de los papeles a recuperar, generalmente no se mezcla con otros papeles.
- ✓ Papel de hilo blanco: es cualquier papel fino y blanco que no contenga otro color que no sea el negro.



- ✓ Papel de hilo coloreado: es el mismo papel de hilo blanco pero contiene cualquier color.

Los sistemas más utilizados para separar el papel de oficina son tres:

- a) Recipientes de mesa individuales y contenedores centrales de mayor capacidad: se debe aclarar qué tipos de papel se deben seleccionar y lo demás debe pasar al flujo normal de RSU.
- b) Contenedores centralizados solamente: utilizados cuando no existe una sección determinada que genere el tipo de papel a recuperar.
- c) Contenedores exteriores: Reciben el caudal de los contenedores centralizados, y se usan cuando el volumen de papel separado es muy grande.

Es posible realizar combinaciones convenientes y es indispensable la buena predisposición de los empleados y una clara presentación del programa. El papel recuperado es comercializado a industrias que elaboran papel tisú, toallas de papel y papel higiénico; aunque actualmente han aparecido otras industrias capaces de utilizar este tipo de papel.

- Otros papeles
 - Libros: se utilizan a veces para producir papel de mala calidad
 - Guías telefónicas: Se pueden transformar en cartón, los procesos están en desarrollo. El principal problema, igual que en los libros, es el satinado de las tapas, la tinta y los adhesivos. Existen guías fabricadas con productos naturales que son útiles para la recuperación.

5-5-4: Envases de vidrio



Introducción

Durante años los envases de vidrio eran recuperados por la fábrica para ser lavados y llenados nuevamente (botellas de leche). Al aparecer los envases plásticos, de aluminio y los no retornables esta práctica fue dejándose de lado y se incrementó la presencia de los envases de vidrio en el flujo de RSU.

Los envases de vidrio recuperados del flujo de RSU, son el único vidrio destinado actualmente para el reciclaje. Aunque en los últimos años un porcentaje del vidrio usado en envases se ha reemplazado por materiales como el plástico, papel de aluminio o laminado sigue habiendo un gran consumo del mismo y una gran demanda por lo que lo hace un material adecuado para incluir en programas de reciclaje.

El término envases de vidrio se refiere a todas las botellas de gaseosas y cerveza, potes de mayonesa y dulces, botellas de bebidas alcohólicas y envases de algún otro tipo de



alimentos. El vidrio proveniente de ventanas, focos, fibra de vidrio, espejos y vajilla se considera contaminante del vidrio reciclable.

El vidrio es un material excelente para el proceso de reciclaje porque 1 kilogramo de vidrio recuperado del flujo de RSU da origen a 1 kilogramo de material útil para la nueva fabricación de nuevos envases. Durante el proceso de reciclado (mediante una fusión) no se generan residuos y el proceso de reciclado puede repetirse muchas veces sin afectar las propiedades del material. Entonces, el vidrio es uno de los pocos materiales 100% reciclables.

La fabricación del vidrio utilizada como materia prima materiales muy abundantes y fáciles de conseguir: arena silícea blanca, sosa y caliza. Se le agrega sulfato de sodio, feldespato, argonita y vidrios rotos como materia prima secundaria. El vidrio no resulta perjudicial por sí mismo para el medio ambiente aunque no es biodegradable. El vidrio desechado se rompe y finalmente se transforma en trozos de sílice o arena.

La selección de vidrio debe incluir una separación por colores, esto es así para permitir que el material reciclado cumpla con las especificaciones del mercado. El vidrio en panchas es un contaminante del vidrio en envases, ya que presenta una menor temperatura de fusión. Existen tres colores frecuentes de vidrio: verde o esmeralda, marrón o ámbar e incoloro o blanco. El vidrio reciclado generará solamente envases del mismo color que el material original.

Existen usos específicos para el vidrio roto, estos usos se actualizan y mejoran permanentemente. Se puede incluir en pavimentos (glasphalt), aislamientos de lana de vidrio, postes y vallas a partir de mezclas de polímeros con vidrio roto, etc.

Respecto del proceso de reciclado, el vidrio procesado requiere menor cantidad de energía para fundirse que las materias primas originales y además se comprueba que el horno para la fusión alarga su vida útil (15-20%). No hace falta mencionar que reciclando el vidrio se ahorran recursos naturales.

El proceso de reciclado del vidrio tiene un impacto notable en los programas de reciclaje pero su efecto no es muy notable con respecto a la recolección y a la reducción de residuos que se disponen finalmente en vertederos. Esto es así porque los envases de vidrio representan aproximadamente sólo un 2% del flujo total de RSU y su volumen es bastante menor que el correspondiente a papeles y plásticos. El verdadero impacto se logra al considerar la disminución de peso total de los RSU cuando se considera la recuperación del vidrio. Lo más interesante es que los programas y procesos que incluyen el reciclaje del vidrio tienen estabilidad y éxito.

La recuperación de los envases de vidrio se puede realizar mediante las siguientes prácticas:

- Prohibición de evacuación en vertederos y pago de multas o depósito: el Estado puede exigir al generador legalmente un depósito por cada envase utilizado, el cual es devuelto con el envase. También puede establecer multas a la evacuación de envases de vidrio en los vertederos.



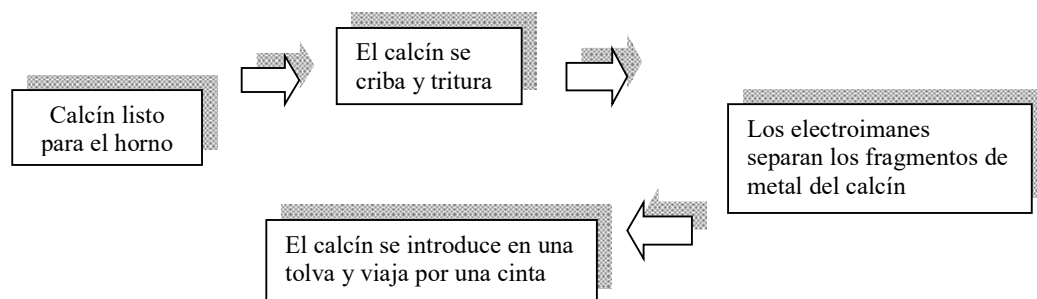
- Creación de centros de recolección o de recompra: los centros de recompra pagan una tarifa por cada envase devuelto. Los centros de recolección selectiva reciben los reciclables separados y generalmente están atendidos en forma voluntaria o son simplemente contenedores ubicados en lugares adecuados.
- Programas especiales a comercios: Los bares, comedores, etc. producen una cantidad de envases considerable lo que justifica en algunos casos establecer programas especiales de recolección. Se debe asegurar la sanidad y comodidad para minimizar problemas a los participantes del programa.
- Programa de separación en origen o en acera: Como se mencionó previamente el generador realiza una separación entre reciclable y no reciclable y el operador del servicio de recolección completa la separación por categorías.
- A partir de la selección de residuos mezclados: Recuperación manual o mediante cribado.
- A partir de fábricas de envases de vidrio

Algunos aspectos del procesamiento del vidrio

El vidrio recuperado e incluido en el flujo de materia prima para la fabricación de envases nuevos debe estar libre de impurezas, limpio y seleccionado por colores. El lavado no debe ser muy exhaustivo, normalmente se considera que si un envase está limpio para ser almacenado en un hogar por una semana está ya limpio para ser reciclado.

Cuando la preparación de los envases recuperados se realiza manualmente el proceso es lento y laborioso. Los envases, separados por colores, se limpian, se eliminan etiquetas y tapas o partes metálicas. Posteriormente un operario tritura los envases y por último el material es transportado hasta la planta de reciclaje.

Actualmente se cuenta con equipos de procesamiento que reciben los envases separados por colores, separan las partes metálicas con electroimanes, criban y trituran los envases. El siguiente es un diagrama del proceso de tratamiento del material recuperado:





En todos los casos una vez que el material está triturado debe asegurarse que el almacenaje mantenga la buena calidad y no lo contamine hasta la llegada a la planta de procesamiento.

5-5-5: Plásticos

Los plásticos representan aproximadamente el 8% en peso del flujo total de RSU y un 20% del volumen de los mismos. La industria del plástico recicla el material limpio y por tipo procedente de recortes y otras actividades. El material recuperado es recolectado, triturado, mezclado con resina virgen y regranulado.

El reciclaje se dirige a los envases plásticos presentes en los RSU. El procesamiento de este material es viable económica y operativamente. El impacto más importante sobre el total de RSU es sobre la reducción de volumen. A continuación se detalla los plásticos más utilizados para la fabricación de envases:

<i>Plástico</i>		<i>Utilización</i>
Poliétileno de baja densidad	PE-LD	Envoltorio
Poliétileno de alta densidad	PE-HD	Botellas
Polipropileno	PP	Comidas rápidas, botellas
Poliestireno	PS	Botellas de remedios, tapas
Poliétileno tereftalato	PET	Botellas
Policloruro de vinilo	PVC	Botellas de aceite o agua

Analizando la composición volumétrica de los papeles de diarios reciclables, envases no plásticos y envases plásticos se ve que estos últimos representan un alto porcentaje del total.

Esto justifica su selección como material para realizar una reducción del flujo de RSU. Además los procesos de recuperación se mejoran constantemente, cualquier fábrica que moldee algún producto plástico tiene la capacidad de procesar y reutilizar el plástico reciclado. Otro factor importante es el precio del petróleo ya que los plásticos son derivados del mismo. Mientras suba el precio del petróleo aumentará el interés por la recuperación de los plásticos.

Desde el punto de vista del generador, la presencia de plásticos en el flujo de RSU ocasiona las opiniones más negativas ya que existe la percepción de que los plásticos no son naturales. Es esta otra razón por la cual su recuperación es importante para el Estado.

Con el objeto de facilitar la selección es interesante exigir una codificación de los envases según el tipo de resina con la que están fabricados. El código es una flecha triangular con un número y unas letras en el medio. Los códigos son:

- | | |
|----------|----------|
| 1- PET | 5- PP |
| 2- PE-HD | 6- PS |
| 3- PVC | 7- Otros |
| 4- PE-LD | |

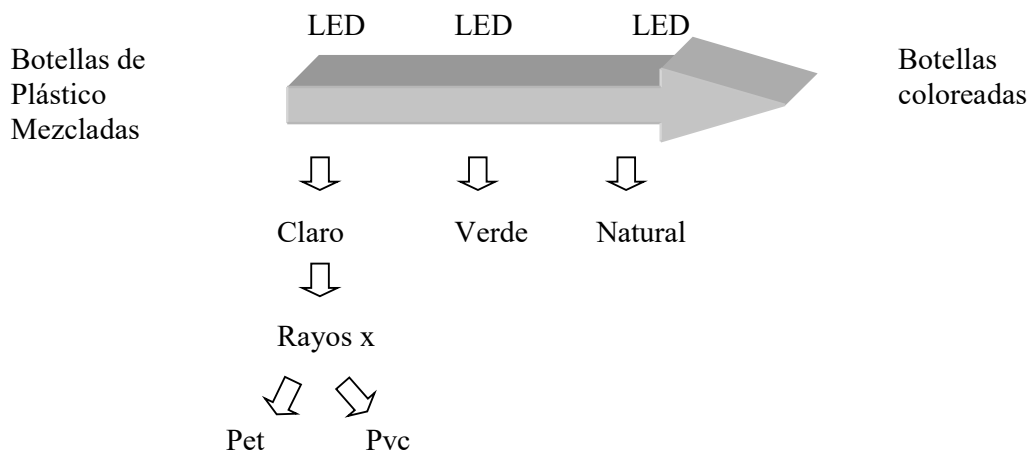


Algunas comunidades de EEUU han prohibido el uso de espuma de poliestireno en embalajes y también se han prohibido utilizar envases de plástico en algunos productos en los que se pueden reemplazar por otro tipo de embalaje. Por ejemplo reemplazar las bolsas de plástico por bolsas de papel. Por supuesto cualquier política de este tipo trae aparejada una reacción por parte de la industria del plástico es por esto que se debe tratar de mantener un equilibrio.

Analizando el porcentaje de envases plásticos en el flujo de RSU y su excelente posibilidad de reprocesado resulta altamente viable la decisión de incluirlos dentro de un programa de reciclaje. En este momento los procesos de reciclaje se enfocan principalmente hacia el PET y el PE-HD, pero ya existen esfuerzos e investigaciones para incluir también el PVC, el PS y el PP.

Es importante aclarar que en cualquier programa de reciclaje se deben incluir sólo los envases que han contenido comida o bebida vacías y se deben desechar los envases de aceite de motor, insecticidas y otros residuos peligrosos. Este aspecto debe estar perfectamente aclarado y explicado antes de iniciar un programa de recuperación.

El método para separar mecánicamente envases plásticos a partir de una mezcla de distintos materiales está perfeccionándose. A continuación se incluye un diagrama sencillo del proceso:



Existe un método más sencillo aplicable a la separación de envases de PET y PE-HD. Se basa en un proceso de flotación y el material se separa por diferencia de densidades. También es posible utilizar la fuerza centrífuga, hidrociclones, para conseguir la separación.

Luego de conseguir la separación el material se traslada a la sección de lavado y trituración, con esto se consigue un material limpio y de excelentes propiedades capaces de competir con el material virgen.

Es posible restaurar las propiedades perdidas por el uso del material mediante el agregado de aditivos y material virgen. Es muy común la utilización de material virgen durante el proceso.



Es posible procesar una mezcla de plásticos de diferentes características. Esto resulta interesante cuando es difícil lograr una buena separación del material inclusive es posible aceptar un pequeño porcentaje de metal y papel. La tecnología más antigua consiste en inyectar y moldear la mezcla de plásticos. El producto se utiliza en la fabricación de postes, bancos, tablas, etc.

5-5-6: **Residuos de jardín**

Los residuos de jardín incluyen las hojas, césped, ramas, tallos y raíces que normalmente aparecen en el flujo de RSU. El método más utilizado para reciclar este tipo de residuos es el compostaje.

El proceso de compostaje será abordado específicamente más adelante. Por el momento solamente diremos que es un proceso de descomposición biológica de residuos orgánicos bajo condiciones aerobias. Su resultado es un producto estable apto para la fertilización del suelo.

Los generadores más comunes son las viviendas, las instituciones y algunos sectores comerciales. Normalmente estos residuos no se incluyen en el flujo de RSU, sino que se recolectan aparte. La cantidad de este tipo de RSU y su composición varía bastante con el clima, estación del año, lugar geográfico, sector de la población, urbanización, etc.

A continuación se incluye una distribución típica anual:

% ANUAL DE CADA MATERIAL EN LOS RESIDUOS DE JARDÍN	
Hojas	19 – 28 %
Hierba	54 – 64 %
Leñosos	17 – 18 %

El volumen que ocupan los residuos de jardín depende del tipo de residuo y del porcentaje de humedad. Muchas comunidades han implementado programas de compostaje doméstico con el objeto de conseguir una reducción en origen. Otra forma de lograr la reducción en origen es promocionar la práctica de dejar el césped cortado sobre el jardín, además esto mejora el contenido de nitrógeno del suelo.

La recolección se puede realizar directamente con camiones que aspiran el material o mediante la utilización de bolsas. Si el residuo contiene un alto porcentaje de humedad el almacenamiento prolongado puede traer problema de olores debido al desarrollo de condiciones anaerobias dentro de la bolsa. Respecto a los materiales leñosos la recolección debería exigir que los residuos no superaran un diámetro de 5 cm y una longitud de 1,2 metros.

Las bolsas plásticas son prácticas y baratas pero ocasionan problemas durante la elaboración del compost. Existen bolsas de papel resistentes pero su costo es mayor.

Entonces, es necesario analizar todas las posibilidades frente a la situación característica de cada región para determinar la correcta formulación del programa de recolección.



5-5-7: **Latas de acero**

La utilización de latas de acero comienza en el siglo XIX. Son sencillas de fabricar, son fuertes, fáciles de almacenar y son útiles como envases de alimentos y otros productos. Por estas razones su uso está muy generalizado y se encuentran en una cantidad considerable dentro de los RSU. Por supuesto, como para todas las categorías, es necesario realizar una caracterización de los RSU para determinar si su recuperación resulta interesante y viable económicamente.

Las latas de acero generalmente llevan un recubrimiento interior de estaño para mejorar las propiedades del envase. A este tipo de lata se la denomina “de hojalata”. Existen algunas que no llevan ningún recubrimiento y otras que tienen un cuerpo de aluminio y se denominan bimetálicas.

Las latas de acero pueden separarse por cualquier sistema de selección y recolección mencionado para las otras categorías; aunque es importante destacar la separación magnética. Debido a su propiedad de ser magnéticas las latas de acero pueden ser separadas del flujo de RSU y de esta manera se puede decir que son la categoría de reciclables más fáciles de separar y manipular. Así, es posible separar fácilmente las latas de acero de las latas de aluminio, del plástico, del papel y del vidrio.

Respecto al flujo de latas de acero con probabilidad de ser recuperadas es interesante considerar que los locales dedicados a comida utilizan gran cantidad de este material y de tamaño variable. Además de estos comercios es posible recuperar gran cantidad de tapas de acero las que también contribuyen al flujo de material recuperado.

Respecto del proceso de reciclado el material recuperado de las latas de acero sigue teniendo excelentes propiedades que lo hacen útil para la producción de latas de acero y de cualquier otro producto férreo. Normalmente, todos los productos férreos tienen un porcentaje de acero reciclado el cual se obtiene de latas de acero, chatarra, etc. También es posible recuperar el estaño del recubrimiento de las latas de acero mediante un proceso químico y electrolítico. Esto, además de recuperar el estaño, proporciona una chatarra limpia apta para utilizarse directamente en las fundiciones de acero.

Los beneficios del reciclado de latas de acero son obvios: disminuye el volumen de residuos que se disponen finalmente en los vertederos y, aunque el acero se fabrica a partir de materiales abundantes y baratos, el ahorro de recursos naturales necesarios para su fabricación es muy importante.

5-5-8: **Neumáticos**

Introducción

Los neumáticos representan un bajo porcentaje dentro del flujo total de RSU, no se recolectan normalmente con los demás RSU, pero reviste importancia debido a su gran duración frente a los demás residuos.



Están compuestos normalmente por polímeros, negro de carbono y ablandadores o aceites de hidrocarburos aromáticos. Sus componentes son carbono, hidrógeno, oxígeno, azufre, nitrógeno y cenizas.

Generalmente se acumulan en los vertederos y en el lugar de generación. Los neumáticos no se descomponen ni se compactan. No es adecuado incinerarlos en hornos porque provocan puntos calientes dentro del horno, debido a su alto poder calorífico, que perjudican la operación. Además contienen azufre, cinc y otros metales que provocan emisiones gaseosas dañinas, que son indispensables controlar sin mencionar el humo negro espeso.

Los neumáticos almacenados al aire libre también tienen el inconveniente de prenderse fuego espontáneamente y una vez iniciado un incendio de este tipo es muy difícil detenerlo. También actúan como depósito de agua, y el consiguiente desarrollo de mosquitos y microorganismos. Su forma es óptima para el albergue de roedores. Una forma de eliminar algunos de estos inconvenientes es la trituración de los neumáticos.

Algunos usos para los neumáticos enteros usados

Los neumáticos enteros usados pueden emplearse en la construcción de rompeolas a poca distancia de la costa. Se pueden armar colchonetas en terrenos pantanosos. Las pilas de neumáticos son útiles barreras parachoques en los sectores peligrosos de las rutas. Tienen amplias utilidades en zonas agrícolas y por supuesto siempre está la opción de recauchutar un porcentaje de neumáticos usados.

Se pueden utilizar los neumáticos enteros como combustible, pero las instalaciones deben adaptarse para quemar solamente este material o mezclas de residuos sólidos.

Esta operación es rentable sólo si el volumen de neumáticos es grande. Además no hay que olvidar el impacto negativo sobre el medio ambiente y la necesidad de controlarlo.

Algunos usos para neumáticos procesados

Los neumáticos se trituran y el caucho se puede utilizar para la fabricación de calzados, juntas, alfombras, etc. Es necesario separar la tela y el acero utilizando técnicas por gravedad y magnéticas. También se puede emplear como aditivo para el asfalto. En Japón se utiliza el caucho triturado en colchones para el ferrocarril, soportan perfectamente las vibraciones y amortiguan los ruidos. Existen usos muy ingeniosos en el campo de la ingeniería civil para los neumáticos usados. Se han utilizado en reemplazo de arena y como relleno en construcción.

Es posible obtener recortes de caucho a partir de neumáticos usados útiles para la fabricación de, por ejemplo, cintas transportadoras.

Los neumáticos triturados se pueden usar como combustible contemplando las mismas restricciones y controles que para los neumáticos enteros.



Disposición inicial y Recolección

6-1: Generalidades.-

El manejo de residuos está compuesto por las etapas de disposición inicial, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

Una vez que se ha programado la forma de selección del flujo de RSU es necesario diseñar el sistema de recolección y transporte de los residuos, separados o no.

El sistema de recolección y transporte de los residuos que dependerá del tipo y volumen de residuos que van a ser manejados, de las necesidades de la comunidad, el tipo de población e incluso de las características geográficas a servir.

Es posible detallar los pasos indispensables a la hora de diseñar un sistema de recolección y transporte.

- a. Definición y caracterización del flujo de RSU que se pretende manipular
- b. Clara definición de la zona a servir y sus características socio-económicas
- c. Planteo de las metas, expectativas y limitaciones correspondientes a la situación
- d. Determinación de la forma de financiación del programa
- e. Análisis de las ventajas y desventajas de cada sistema de recolección y transporte propuesto
- f. Análisis de las frecuencia, horario, ruta y forma de recolección
- g. Determinación de la cantidad de personal, capacitación del personal y de la clase y cantidad de maquinarias
- h. Fijación de un sistema de seguridad e higiene en el trabajo
- i. Análisis de los riesgos ambientales durante el programa
- j. Fijación de un plan de control de la eficacia del sistema

Estos pasos son únicos para cada comunidad porque no existe un sistema que satisfaga completamente a todas las situaciones. En localidades grandes se puede optar por más de un sistema con el objeto de satisfacer las necesidades de la población, no solo las económicas.

Por ejemplo en localidades muy industrializadas, se puede elegir un sistema de recolección para la población y comercios en general y un sistema privado para servir a las industrias solamente. O en regiones donde existen varias localidades cercanas, se puede diseñar un solo sistema que sirva a todas las localidades, y que tenga un destino de disposición final en común. De ésta manera, se disminuyen los costos.

6-2: Disposición Inicial

Existen distintos tipos de elementos y modos de realizar la disposición inicial de los residuos en la vía pública. En general, se presentan los siguientes casos:



- Residuos depositados a granel
- Residuos en bolsas
- Residuos en contenedores individuales
- Residuos en contenedores públicos

a. Residuos depositados a granel

En general, esta práctica está penada por las ordenanzas municipales; genera los inconvenientes de diseminación de residuos por el viento, dificultad y demoras en la carga de los residuos en la recolección.

b. Residuos en bolsas

Es la práctica más común en países en vías de desarrollo. Las bolsas son depositadas directamente en el cordón cuneta o sobre canastas sobreelevados. En general, los canastos sobreelevados se colocan en barrios residenciales de distintos niveles socioeconómicos (para evitar las roturas y diseminaciones producidas por animales), utilizándose las bolsas colocadas directamente en el cordón cuneta en las zonas céntricas. La colocación de bolsas directamente en el cordón cuneta tiene, a su vez, dos alternativas: pueden ser colocadas en una mano (sobre el cordón libre de estacionamiento), o en ambas manos. La primera opción tiene la ventaja de agilizar los tiempos de recolección y minimizar accidentes provocados por el cruce del operario de la recolección entre los vehículos estacionados hasta llegar al camión; la desventaja radica en el potencial rechazo de esta práctica por parte de los vecinos del cordón libre (dado que reciben en su vereda los residuos)

c. Residuos en contenedores individuales

Es un sistema que prácticamente no se utiliza en los países en vías de desarrollo. Son muy utilizados en cambio en municipios pequeños o áreas residenciales de grandes ciudades de países desarrollados, su principal ventaja radica en la posibilidad de establecer una tasa para el cobro del servicio de manejo de residuos relacionada con el volumen de generación de residuos. El usuario puede optar entre tres tamaños distintos de contenedor y cada tamaño tiene un costo asociado.

d. Residuos en contenedores públicos

Existe una gran variedad de contenedores y de usos de los mismos, en principio podemos diferenciar dos tipos:

- Los contenedores de veredas
- Los contenedores de áreas de aportación

Los contenedores de veredas se colocan próximos a las viviendas, como mínimo uno por cuadra, los más utilizados tienen una capacidad del orden de los 500 a 1100 litros.



Contenedor de vereda.-

Para zonas de alta densidad (complejos habitacionales) se utilizan contenedores metálicos de 3000 a 5000 litros de capacidad. Los contenedores de veredas son los más cercanos a los habitacionales y de existir clasificación de residuos en origen. Estos contenedores deben estar colocados para recibir aquellos residuos que son más difíciles de almacenar en los hogares. Su frecuencia de recolección dependerá del volumen del contenedor con relación a la cantidad de habitantes a atender.

Los contenedores de áreas de aportación (conocidos como “campanas”) en general están más retirados de las viviendas y deben recibir aquellos residuos de fácil almacenamiento en los hogares (fácilmente apilables, no producen olores). Su capacidad de almacenamiento es muy variable, es frecuente encontrar desde contenedores de 50 litros (para pilas y baterías por ejemplo) hasta contenedores de 5000 litros. Si se piensa realmente en prestar servicio de recolección de residuos recuperables a través de éste sistema, la distancia entre las campanas no debería ser superior a 500 metros. La frecuencia de recolección en general es mayor que la utilizada para los contenedores de vereda y varía con la relación a la capacidad de las campanas y de la cantidad de población de servir.

Los contenedores tanto de vereda como de áreas de aportación pueden ser:

- ✓ abiertos (esto implica con tapas):



Contenedores de vereda abiertos.-



- ✓ cerrados (esto implica con agujeros por los que se introduce los residuos).



Contenedores de vereda cerrados.-

El sistema de depósito de residuos a través de contenedores tiene varias ventajas:

1. la disminución de los tiempos de recolección,
2. la mejora de la imagen estética en el horario de recolección,
3. la mayor amplitud horaria en la que los vecinos pueden sacar los residuos,
4. la minimización de los problemas de roturas de bolsas y en caso de ser rotas por recolectores informales (la contención de los residuos dentro del contenedor)

Las desventajas están relacionadas con:

1. el rechazo de los vecinos que justamente les ha tocado el contenedor frente a sus domicilios
2. la ocupación de un espacio público importante en zonas céntricas (donde hay gran densidad de edificios y comercios)
3. los costos de inversión
4. y el mantenimiento

En un sistema de recolección por contenedores, es importante considerar además de los gastos de inversión en el equipamiento, los costos de reposición y mantenimiento de los contenedores y los costos de lavado de los mismos. Como ejemplo, en contenedores plásticos de veredas la tasa de renovación anual de los mismos es del 18% y para contenedores metálicos, es de un 3%.-

La limpieza es también un costo a ser considerado, la frecuencia normal de lavado varía de 1 y 4 veces por mes (limpieza interior y exterior). Existen camiones especiales para el lavado interior “lava contenedores”, el sistema es automático y a través de agua a presión se lava el interior del contenedor en 20 segundos, utilizando entre 30 y 50 litros de agua por contenedor. El rendimiento lógico de estos equipos es un recorrido de recolección por jornada de trabajo. El agua utilizada no es recuperada.-



6-3: Recolección

La recolección de los residuos puede realizarse:

6-3-1: Recolección sin vehículos:

- I. La vía húmeda: consiste en la instalación de trituradores de residuos orgánicos en los hogares, los residuos pasan así a la red de saneamiento, siguiendo luego el proceso de las aguas servidas. Este procedimiento está desechándose en todo el mundo dado los excesivos gastos de agua y el sobre dimensionamiento que ocasiona en las plantas de tratamiento de desagües.-

- II. La vía seca: (recolección neumática) es un sistema que se está implementando en los países desarrollados, sobre todo para las nuevas urbanizaciones. Esta experiencia se inició en Suecia hace 35 años. La recolección Neumática de Residuos consiste en el transporte de los mismos desde edificios y lugares donde se generan, a través de una red de tuberías subterráneas, hasta una central de Recolección, donde éstos residuos son depositados en grandes contenedores, compactados y cargados en camiones para su destino final (una especie de planta de transferencia de sistema neumático a camión).-

El sistema consta de los siguientes elementos generales:

- ✓ Buzones de depósito: ubicados en la calle o compuestas de depósito ubicadas en el interior de los edificios, sitios donde los usuarios pueden depositar los residuos. Los buzones y compuertas constan además de una pequeña cámara de almacenamiento para los residuos, separadas de la red general de tuberías por una válvula.

- ✓ Red general de tuberías subterráneas, conecta las cámaras de almacenamiento de los buzones o compuertas con la Central. Por ésta red son transportados los residuos a una velocidad aproximada de 60 / 70 km / h, gracias a una corriente de aire hasta la central de recolección.

- ✓ Central de recolección, es el edificio donde terminan el recorrido todos los residuos y desde donde se opera todo el sistema.

Operatoria del sistema.

La bolsa de residuos se deposita en un buzón, situado dentro o fuera del edificio donde se generó y allí permanece temporalmente (en la cámara de almacenamiento). Cuando es necesario vaciar una cámara de almacenamiento, el control del sistema actúa unos turbo extractores ubicados en la central que provocan una depresión de 3 m.c.a. en toda la red., a través de unas válvulas de aire que permiten la entrada de aire, que será el instrumento mediante el cual se transportan los residuos. En este momento se comienzan a abrir las válvulas que separan las cámaras de almacenamiento de la red, los residuos entran en la red de tuberías y son transportados hasta la central.-



En la central los residuos caen dentro de grandes contenedores, con prensas compactadoras, una vez completado el contenedor existe un área de acopio de contenedores.

El aire utilizado para el transporte de los residuos se filtra para su eliminación a la atmósfera, ya limpio de olores e impurezas.

La ventaja que tiene este sistema, es que los residuos no son expuestos en la vía pública, lo que disminuye los olores y las posibles roturas. Tampoco es necesario ocupar espacios en la vía pública con los contenedores de residuos; todo esto mejora la imagen estética de la vía pública. Además elimina las molestias causadas por los camiones de recolección, embotellamientos, ruidos, contaminación atmosférica. Se puede organizar la recolección diferenciada con muy poco costo adicional, solo se deben instalar 2 o 3 buzones por punto (o por cámaras de almacenamiento independiente), siendo que todo el sistema de tuberías y la Central no debe ser modificada.

6-3-2: Recolección con vehículos:

Existen gran variedad de vehículos construidos específicamente o adaptados para la recolección de los residuos, dependiendo del desarrollo económico de la comunidad, podemos encontrar hoy en día en Sudamérica; desde acoplados tirados por tractores, hasta sofisticados equipos de carga lateral de contenedores con sistemas de cámaras los cuales requieren de un solo operario para las tareas de recolección y transporte.

Para hacer una división general de los vehículos de recolección podemos clasificarlos en vehículos:

- ✓ Sin compactación y
- ✓ Con compactación.

Vehículos sin compactación:

Los primeros en general utilizan camiones para movimientos de suelos (camiones volcadores) tienen de 6 a 12 m³ de capacidad, su ventaja es la economía, tanto en la compra como en el mantenimiento de la unidad, además de la posibilidad de dar al vehículo otros usos. En general son utilizados para la recolección de residuos voluminosos, restos de poda diámetro superior a los 7cm, o restos de construcción, dado que estos tipos de residuos pueden romper los sistemas hidráulicos de los camiones compactadores.

No son recomendables para la recolección de residuos domiciliarios (salvo de pequeñas comunidades de orden de los 5000 habitantes) dado que tienen poca capacidad de transporte en lo que a tonelaje de este tipo se refiere, dependiendo de la capacidad de la caja, pueden llevar en el orden de 1,2 a 3 toneladas de residuos domiciliarios. Además, desde el punto de vista de salud pública, tampoco son muy aconsejables, ya que el hecho de que sean descubiertos y carentes de sello hermético en el fondo, propician el esparcido de residuos líquidos contenidos en la misma basura, a lo largo de sus recorridos dentro y fuera de sus rutas de operación.



Camión volcador.-

Vehículos con compactación:

Dentro de los equipos con compactación existen tres variables principales:

- ❖ Carga trasera
- ❖ Carga lateral
- ❖ Carga frontal

Estos vehículos son generalmente de 12 a 30m³ de capacidad volumétrica, con mecanismos de carga y de descarga de contenedores, cuya capacidad varía de uno a seis metros cúbicos según la potencia de dicho mecanismo.

Su principal uso es para la recolección de basura en centros de gran generación como mercados, multifamiliares, unidades habitacionales y supermercados, etc.

Las cajas compactadotas, son mecanismos que han evolucionado mucho en los últimos años, las partes a analizar son las siguientes:

Carrocería, aquí los puntos esenciales son el peso y la resistencia

El sistema de llenado y compactado

El sistema de vaciado

Equipos de carga trasera (cola de pato)

Este equipo puede ser usado tanto para la recolección manual o mecanizada.

Consta en su parte trasera de una tolva donde se colocan los residuos sin compactar, una pala compactadora de dos o tres cuerpos (alojada en la cola de pato) la cual va apretando los residuos hacia el interior de la caja sobre la cual se van compactando los residuos. Conforme la presión de los residuos aumenta la placa interior (llamada también placa expulsora) va retrocediendo hacia la parte delantera de la caja (contra la cabina), cuando esta placa llega al final de la caja, el camión está completo.



Para vaciar el camión se levanta la cola de pato (tolva y pala compactadora) y la placa expulsora (utilizada anteriormente para aumentar la compactación) se desplaza en sentido inverso llevando los residuos hacia el exterior de la carrocería.-



Camiones con equipos de compactación de carga trasera

Este tipo de camiones son muy cómodos para la recolección manual, dada la altura conveniente de la tolva, además permiten llegar a densidades del orden de 0,5 a 0,6 toneladas / m³, la desventaja sería que los sistemas de compactación son de elevado costo.



Contenedor para equipos de carga trasera

Equipos de carga lateral



Camión de carga lateral.-

Este equipo puede ser usado tanto para la recolección manual o mecanizada. El sistema de compactación y vaciado es más sencillo y económico que el de carga trasera. Los residuos se depositan sobre una tolva ubicada en la parte anterior a la caja compactadora y desde allí son compactados hacia el interior de la caja.



El sistema de vuelco de la caja es a 45°.

El costo del sistema de compactación es económico y se logran densidades del orden de 0,4 toneladas por m³.

Equipos de carga frontal

Este equipo es usado para la recolección mecanizada (mediante contenedores). Este equipo de camiones se utiliza para lugares de gran generación de residuos, tienen un alto costo en mecanismos de elevación y compactación. Este sistema tiene gran dificultad para la maniobrabilidad del camión.



Camiones con equipos de compactación de carga delantera



Contenedor para equipos de carga delantera



6-4: Frecuencia de recolección:

La prestación de servicio de recolección es una de las etapas más caras del sistema del manejo de residuos y, una de las que presenta mayores oportunidades para la minimización de costos. Uno de los factores que más influye sobre el sistema, es la *frecuencia de recolección*, la cual deberá prever que el volumen acumulado no sea excesivo.

En cuanto a la regularidad con la que se debe recolectar la basura se presentan a continuación algunas alternativas:

- a. Recolección Diaria: los camiones recolectores deben recorrer la totalidad de las rutas diariamente, excepto los domingos; por lo que los lunes, la basura que se recolecta corresponde al período sábado-domingo. Para los efectos prácticos, puede decirse que los lunes se recolecta un 100% más de basura que el resto de los días de la semana.
Naturalmente, esta frecuencia es la que ofrece una mejor imagen del sistema hacia los usuarios, pero al mismo tiempo, es el que mayor costo involucra.
- b. Recolección cada tercer día: el camión recolector pasa un día si y otro no, a excepción de los domingos, por lo que equivale a pasar tres veces por semana.

Con este sistema se tienen las ventajas:

Los camiones recolectores se llenan en un tiempo más corto y en un recorrido menor, es decir, el concepto de “costo por tonelada-kilómetro”, sería menor al compararla con la frecuencia diaria.

Para aclarar este concepto, se puede decir que cada camión recolector recorre cierta distancia cargando y recolectando los desechos de un solo día bajo el primer sistema; mientras que el mismo camión recorrería la mitad de esa distancia al llenarse más rápido, recolectando la basura de dos días.

A mediano y largo plazo, los costos por concepto de mantenimiento serían menores, también por tonelada de basura transportada.

Además, al recolectar tres veces por semana implica, además, que la sobrecarga de la recolección debida al domingo, no recaería únicamente en el siguiente día de recolección (los lunes), sino que sería repartido en dos días (en este caso los lunes y los martes).

Sin embargo, el emplear esta alternativa en cuanto a la frecuencia de recolección, acarrea las desventajas que se indican a continuación:

Se crea cierta incomodidad a la comunidad servida, dado que la basura podría generar malos olores, requiriendo mayor limpieza en el interior de la vivienda y debido a la frecuencia de la recolección, se verá un ligero incremento de insectos.

- c. Recolección dos veces por semana: el camión establece un horario de servicio en el que se eligen dos días a la semana cada dos y/o tres días. Los conceptos indicados anteriormente, referentes al “costo por tonelada-kilómetro”, en teoría



se abaten conforme se disminuye la frecuencia de recolección, ya que los camiones recolectores se llenarían cada vez más rápido y en un recorrido cada vez menor; por lo cual las dos primeras ventajas que se indican para la alternativa anterior, se hacen mayores conforme se disminuye la frecuencia.

Por otro lado, la sobrecarga que representa la recolección en seis días de la semana, se reparte en un mayor número de días, conforme se disminuya la frecuencia en la recolección.

Sin embargo, así como se incrementan esas ventajas, la disminución de la frecuencia agudiza también las desventajas que se mencionaron, creando una desventaja adicional: se crea la posibilidad de hacer que proliferen los tiraderos clandestinos, al incrementarse las incomodidades de los habitantes servidos.-

6-5: Posibles financiaciones del sistema.

La financiación del sistema debe cubrir los costos operativos. Existen tres tipos comunes de financiación:

Tasa municipal: Se incluye en los impuestos a los inmuebles. Es cobrado por la municipalidad de manera muy simple administrativamente; pero el aumento de una tasa impositiva origina una opinión negativa en la población con respecto al cambio del programa antiguo al moderno. Es necesario mostrar las desventajas del sistema anterior y las ventajas del nuevo sistema, mediante campañas de información y concientización muy bien diseñadas.

Tasa específica de monto fijo: Consiste en el cobro del servicio en forma discriminada de los otros servicios municipales y en una cantidad predeterminada. Es cómodo aplicarlo cuando el servicio lo presta una empresa privada. Esta forma de financiación resulta interesante a la hora de determinar los costos correspondientes a la recolección y transporte de los RSU. Pero, como el anterior, no resulta muy popular entre la comunidad.

Tasa específica de monto variable: En este caso el generador paga según la cantidad de residuos que desecha. Este sistema sirve como incentivo para la reducción en origen; aunque administrativamente es más complicado que los anteriores. Puede resultar interesante fijar un volumen mínimo de residuos recolectados que son financiados por una tasa fija. Cuando el generador supera ese mínimo se comienza a cobrar una tasa variable.

6-6: Sistemas de recolección: operación y costos

La frecuencia de recolección debe reunir las siguientes condiciones:

- ✓ Ser económicamente viable
- ✓ Cumplir con las necesidades y expectativas de la comunidad
- ✓ Considerar la capacidad de almacenaje o tratamiento del programa de tratamiento
- ✓ Considerar situaciones especiales o de emergencia



La determinación de la frecuencia de recolección depende de cada localidad. Normalmente, en nuestro país, la recolección se realiza diariamente. En otros países las frecuencias son mucho menores.

Una rutina de recolección de dos veces por semana es adecuada, aunque por supuesto no es posible generalizar. También se puede realizar una recolección por clase de residuos, por ejemplo los residuos orgánicos tres veces a la semana y los inorgánicos dos veces a la semana. En ciudades grandes se divide en rutas con frecuencias diferentes de acuerdo a las necesidades de cada zona.

La cantidad de operarios depende por supuesto de la población servida y de la frecuencia e itinerario de recolección. Disminuir la cantidad de mano de obra, implica aumentar el tiempo del recorrido.

Todo proyecto tiene un costo. En el caso de la recolección y el transporte de RSU suele subestimarse este aspecto y el cálculo no se realiza. Simplemente se fija un valor de acuerdo a estimaciones más o menos subjetivas. Los cálculos de costos son útiles para conocer y mejorar la eficacia del programa. Y sirven, también, para justificar ante la población la toma de decisiones económicas y operativas.

Cualquier cálculo de costos requiere de información, monitoreo y control del sistema. Es necesario que diariamente se informe sobre:

- Toneladas o metros cúbicos recolectados
- Distancias y tiempos totales
- Cantidad de recorridos realizados
- Tiempos de espera en los centros de recolección
- Problemas de operación

6-7: Rutina de cálculo para el diseño de sistemas de recolección y transporte

1. Cantidad de domicilios atendidos por un vehículo determinado (N)

$N = (C \times D)/W$ donde,

C = capacidad del vehículo (m³)

D = densidad de carga (Kg. / m³)

W = total residuos generados / total de domicilios atendidos (Kg./dom.atend.)

2. Tiempo requerido para recolectar la carga completa de vehículo (E)

$E = N \times L$ donde,

L = tiempo necesario para realizar un servicio incluyendo el tiempo de desplazamiento entre uno y otro.



3. Número de cargas completas por día de trabajo (n): es el número de cargas que una dotación de recolectores puede realizar en un día puede ser estimada en base a la extensión de la jornada de trabajo (T), el tiempo consumido por requisitos administrativos y lapsos de descanso (T1), el requerido por las operaciones de descarga y retorno al circuito (T2) y el tiempo efectivamente empleado en los circuitos de recolección (T3).

- a) Tiempo empleado en cumplir requisitos administrativos, almuerzos y descansos (T1)

$$T1 = A + B \text{ donde,}$$

A = tiempo requerido (por ejemplo para impartir instrucciones, modificar recorridos, llenar planillas de operaciones, etc.)

B = tiempo para almuerzos y descansos

- b) Tiempos empleados en descarga u otros recorridos conexos (T2)

$$T2 = (n \times H) - F + G + J \text{ donde,}$$

n = número de descargas por día de trabajo

F = tiempo para volver del lugar de disposición al circuito de recolección.

H = tiempo necesario para ir hasta el lugar de disposición, descargar el camión y volver al circuito de recolección.

G = tiempo para ir de la playa de estacionamiento del camión hasta el circuito.

J = tiempo requerido para volver del sitio de disposición a la playa de estacionamiento.

- c) Tiempo empleado en los circuitos de recolección (T3).

$$T3 = n \times E$$

- d) Extensión de la jornada de trabajo.

$T = T1 + T2 + T3$ ecuación donde T viene dada por los convenios de trabajo a partir de la que, reemplazando T2 y T3 por sus expresiones, permite determinar el valor de n.

- 4) Cálculo de la cantidad de vehículos y dotaciones (K)

$$K = (S \times F) / (N \times n \times M) \text{ donde,}$$

S = número total de servicios en el área de recolección

F = frecuencia de recolección (semanal)

M = cantidad de días de recolección por semana



5) Cálculo del costo anual en vehículos y mano de obra

Costo de los vehículos = depreciación + mantenimiento + combustible + patente +habilitación + seguro + gastos generales

Costo de la mano de obra = salario conductor + salario operarios + remuneraciones adicionales + mano de obra indirecta + vestimenta y elementos de trabajo + gastos generales

6-8: Equipos y vehículos de recolección

Para realizar la selección de los equipos y vehículos que estarán afectados a la recolección es necesario analizar los siguientes tópicos:

- Categorías de materiales incluidos en el flujo de RSU
- Características de la separación en origen
- Tipo y tamaño de contenedores
- Frecuencia de recolección
- Funciones de los operarios recolectores
- Proceso de recuperación o reciclaje que recibirá el residuo recolectado

✓ Selección de contenedores domésticos

La correcta selección del contenedor incrementa la tasa de recuperación, beneficia al generador porque le facilita el almacenaje y transporte, y sirve como publicidad e incentivo. Por otro lado le ayuda al operario a distinguir las distintas categorías separadas.

Existen cuatro tipos de contenedores domésticos: cajas rectangulares, cubos cilíndricos, contenedores con ruedas y bolsas. El contenedor debe ser lo suficientemente grande para permitir la acumulación de los reciclables hasta la recolección. Pero no tan grande como para incomodar su traslado o almacenamiento.

El contenedor rectangular se deposita dentro o fuera de la vivienda y, una vez lleno, se saca hasta la zona de recolección. Las bolsas tienen la ventaja de que se pueden fabricar de colores diferente para codificarlas y son baratas; pero tienen la desventaja de que se rompen y son difíciles de separar de los demás residuos.

✓ Selección de los vehículos

La selección de los vehículos debe considerar los siguientes aspectos:

- *Capacidad*: Depende de la cantidad y características del residuo a transportar. Generalmente la capacidad varía entre 11 y 24 m³.

- *Dimensiones del vehículo*: La forma del vehículo, su ancho, altura y longitud se deben considerar cuando existen tramos en el recorrido de dimensiones reducidas.



- *Flexibilidad*: El vehículo debe permitir adaptarse a los cambios en lo posible. Sabemos que existen fluctuaciones en el flujo de RSU por distintas causas y el sistema debe poder absorber esos cambios.

- *Características de diseño*: El sistema de recolección exige determinadas características al vehículo de recolección para poder cumplir con las exigencias prefijadas y para asegurar la eficiencia del sistema. La utilidad del vehículo, entonces, se reflejará directamente en el costo de la recolección.

- *Costo*: Se deben considerar los costos de inversión y los de operación. El costo de inversión dependerá de las características de diseño del vehículo. El costo operativo incluye los gastos ocasionados por el funcionamiento del vehículo y también por la mano de obra de los operarios. Si el vehículo es demasiado sencillo se deben utilizar varios operarios y por lo tanto el costo de la mano de obra será mucho mayor que para un vehículo que sea más automatizado.

6-9: Aspectos a considerar en las rutas de recolección.

- ✓ Número y tipo de equipo seleccionado
- ✓ Tamaño de la tripulación
- ✓ Frecuencia de recolección
- ✓ Distancia entre paradas y estaciones
- ✓ Distancia al sitio de transferencia (si lo hay) o disposición final
- ✓ Maniobrabilidad de los contenedores
- ✓ Topografía del terreno
- ✓ Tráfico de ruta
- ✓ Condiciones de los caminos

Otras condiciones son:

- ✓ Las rutas no deben de estar fragmentadas o superpuestas
- ✓ Cada ruta deberá ser compacta, atacando un área geográfica y estar balanceada
- ✓ El tiempo total de cada ruta deberá ser razonablemente el mismo
- ✓ Cuando sólo se recolecta de un lado de la acera, es preferible rodear las manzanas
- ✓ Cuando la recolección es por los dos lados de la acera, es preferible recolectar en línea recta por varias manzanas.

6-10: Sistemas de separación

6-10-1: Generalidades

Frente a la iniciativa de diseñar y llevar adelante un programa de gestión de RSU es indispensable el análisis de los sistemas de recolección, separación, transporte, procesamiento, comercialización y concientización del público.

Obviamente no es práctico ni económico recuperar el 100% del material reciclable presente en el flujo de residuos. La **tasa de captura** indica el porcentaje en peso del material elegido que se ha podido separar dentro del total de RSU. La tasa de captura es



diferente para cada material y determina directamente la viabilidad de reciclado de cada material.

Se considera, en el caso de residuos domiciliarios, a la vivienda como unidad. En el caso de residuos comerciales o industriales la unidad es el comercio o industria. La **tasa de participación** es el porcentaje de unidades que respetan el programa de separación. Se estima que un programa de concientización bien diseñado logra una tasa de participación de un 80%, aunque no siempre la tasa de captura llega a ser tan alta.

Otro índice interesante es la **tasa de disposición** que indica la participación de la vivienda en cualquier día establecido previamente. Con tasa de participación de un 80% es posible conseguir una tasa de disposición de un 60%.

La **tasa de reciclables** indica la cantidad de reciclables mensuales obtenidos por vivienda. Se puede referir a la totalidad de viviendas que reciben el servicio, viviendas que participan o viviendas totales.

6-10-2: Separación

Antes de comenzar a analizar esta etapa de la gestión de los RSU definiremos algunos términos utilizados comúnmente:

No seleccionado: Esta terminología requiere una aclaración del material que no está seleccionado; por ejemplo “envases para comidas y bebidas no seleccionados”.

Separado en origen: Se refiere a la situación en la cual el generador realiza la separación. Esta denominación se puede aplicar cuando el generador separa solamente reciclables de no reciclables o cuando el generador separa a los reciclables por categorías preseleccionadas.

Separado en acera: Es utilizado cuando un empleado del servicio de recolección recibe los residuos y los separa en categorías para luego trasladarlos. Generalmente el generador realiza una preselección.

Es lógico pensar que los programas tendrán mayor participación por parte del generador cuanto menor esfuerzo requieran por parte del mismo; aunque planificando una buena política de concientización y motivación es posible aumentar la participación en gestiones más exigentes.

A continuación se analizarán las diferentes formas de separación:

Recolección de residuos mezclados: En esta situación se recolectan la totalidad de los residuos mezclados. El generador y el recolector realizan el menor esfuerzo y la tasa de participación es, generalmente, del 100%. El problema aparece a la hora de separar la totalidad de los RSU y de recuperar o reciclar el material seleccionado.

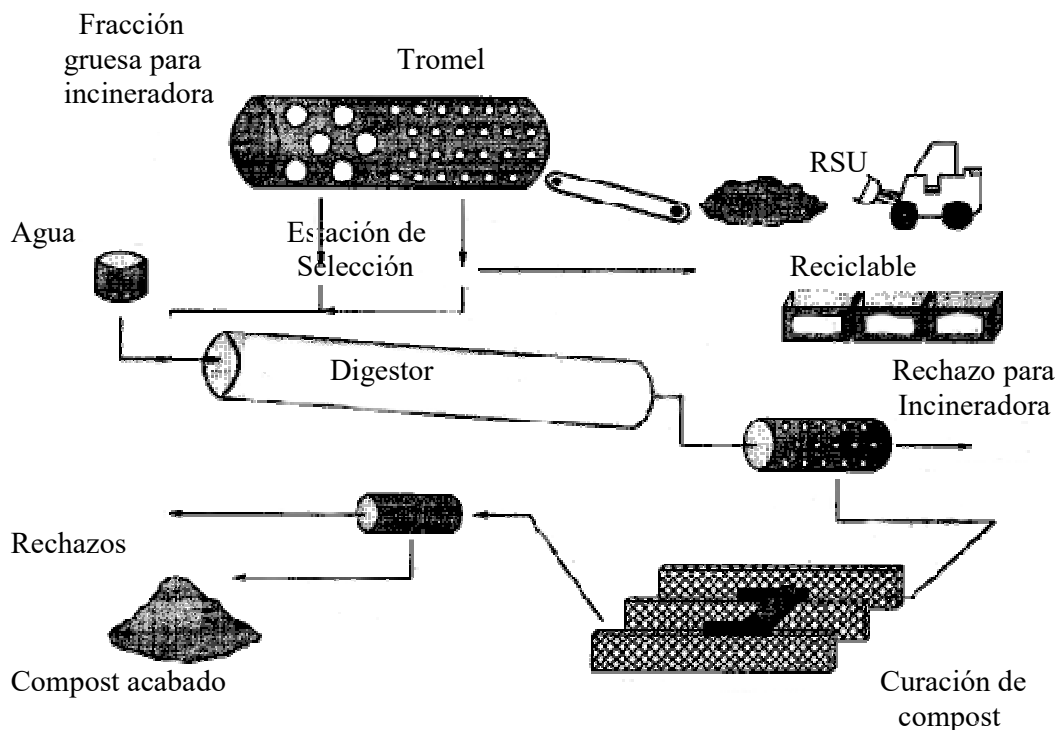
Existen muy pocos ejemplos de gestiones de este tipo, aunque actualmente surgen permanentemente nuevos procesos de separación y recuperación de residuos mezclados



que pueden resultar económicamente atractivos. De todas maneras son procesos muy nuevos y, por lo tanto, aún tienen poca probabilidad de ser aplicados eficientemente.

Con respecto a la participación de la población se ha comprobado que en zonas residenciales se logra tasas mucho más altas que en zonas céntricas o en zonas de bajos recursos económicos. Esto se puede explicar teniendo en cuenta que en zonas céntricas o comerciales existe un gran porcentaje de personas de paso, que probablemente no reciban la información necesaria para participar del programa. En zonas marginadas además de falta de información respecto del programa, hay que considerar la existencia de problemas mucho más importantes para la población que influyen negativamente en la implementación del programa. En estos casos es interesante analizar la posibilidad de formular soluciones de recuperación de materiales mezclados.

La recolección, separación y procesamiento de residuos mezclados es también una solución para poblaciones en donde ya se cuenta con una flota de vehículos recolectores. El cambio de la antigua flota por otra flota de vehículos preparados especialmente para recibir los residuos separados resulta, para algunos municipios, económicamente inviable.



Con respecto al proceso de separación, los residuos más homogéneos son los adecuados para realizar el procesamiento de la mezcla. Las etapas, en general, son similares a las seguidas en las plantas residuo-energía. Los materiales recuperados del flujo de residuos más comunes son el cartón, botellas de vidrio, latas de aluminio, madera, chatarra, combustible, sustrato para compost y papel. Los residuos mezclados llegan a la planta de separación, se depositan en una cinta transportadora y los operarios seleccionan manualmente los materiales más fáciles de separar. Posteriormente, si así lo requiere el



programa, se separa por algún medio mecánico las categorías de reciclables más complicados de extraer en la primer etapa. La tecnología para esta segunda etapa de separación se perfecciona permanentemente. El diagrama muestra el flujo de un proceso típico de separación de residuos mezclados.

Separación en origen única: En este caso el generador de los residuos es el encargado de realizar la separación. Una de las formas más simples de separación desde el punto de vista del generador es entre reciclables y no reciclables. Es indispensable establecer claramente a qué se va a tomar como material reciclable. Generalmente se incluye en este rubro al vidrio, envases, diarios, cartón y plásticos.

Un concepto nuevo de separación única, utilizado recientemente en Europa, es separar en material “húmedo” y “seco”. El papel, cartón, metal, plástico, etc. se separa y se envía a plantas residuo-energía y a plantas de procesamiento de reciclables. La fracción húmeda, como residuos de comida, se convierte en compost. La implementación de este tipo de separación se realiza utilizando dos clases de envases de diferente color, aunque las plantas de separación de los materiales secos en muchos casos no resultan económicamente aceptables.

En algunos países se beneficia al generador que procesa en origen los residuos orgánicos mediante una disminución en sus impuestos.

Otra opción para facilitar la participación en programas de separación única es suministrar bolsas especiales y resistentes al generador para introducir los reciclables. De este modo, la recolección se puede realizar conjuntamente con los no reciclables, lo que provoca un ahorro en la etapa de recolección. Este método tiene la desventaja de que el costo de las bolsas es alto, es difícil abrirlas y muchas veces el generador no introduce en ellas el material reciclable solamente.

En definitiva se recomienda no adoptar políticas en las que no existe ningún tipo de separación en origen. En los residuos mezclados se ve perjudicada principalmente la recuperación del papel, el cual se contamina y disminuye considerablemente la calidad del material recuperado.

Separación en origen múltiple: Como ya se mencionó previamente, la mayoría de los programas de gestión de RSU requiere de una separación múltiple por parte del generador.

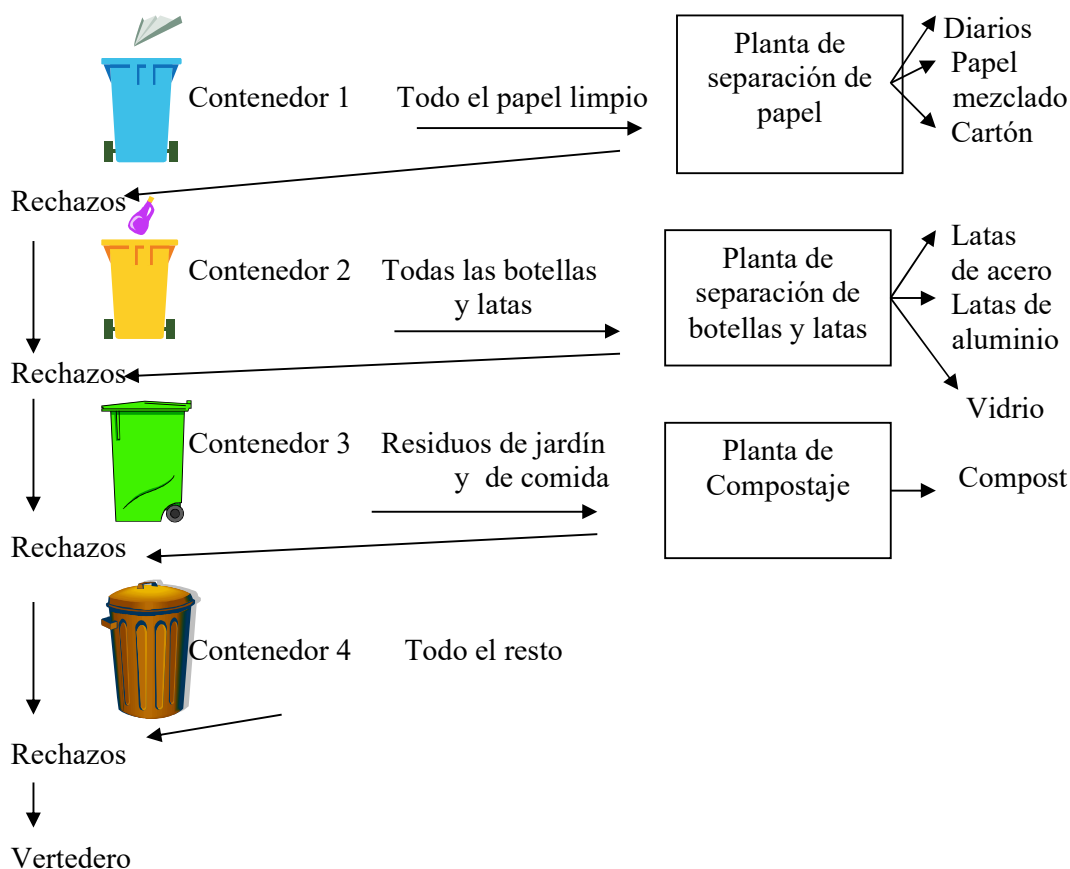
Existen muchas categorías de materiales y es importante determinar cuál es la adecuada selección de los materiales a separar para garantizar una alta eficiencia del proyecto y lograr una buena participación de la población. Una de las formas de mejorar la participación de la población es establecer que la separación se realice fuera del hogar del generador.

Como ejemplo de selección de categorías a separar útil a los fines de la recuperación y el reciclado y a la vez con alta probabilidad de participación de la población se puede contemplar el siguiente diagrama de contenedores de separación:



- Contenedor para los residuos de comida y orgánicos (pañales descartables, residuos de jardín)
- Contenedor para el papel limpio
- Contenedor para botellas y latas
- Contenedor con los demás residuos

El material recolectado de los tres primeros contenedores se destina a plantas de procesamiento específicas y los residuos del último contenedor se depositan finalmente en un vertedero. En esta separación modelo falta considerar los residuos peligrosos los cuales deben tener un tratamiento especial. A continuación se muestra un esquema de separación en origen múltiple.



Separación en acera: En general la separación en acera se realiza posteriormente a la separación en origen. Por ejemplo, el generador separa los RSU en materiales reciclables y no reciclables. El recolector recibe el material preseleccionado y separa los reciclables en cinco categorías: una para cada color de vidrio, una para el papel y el cartón y una para las latas.

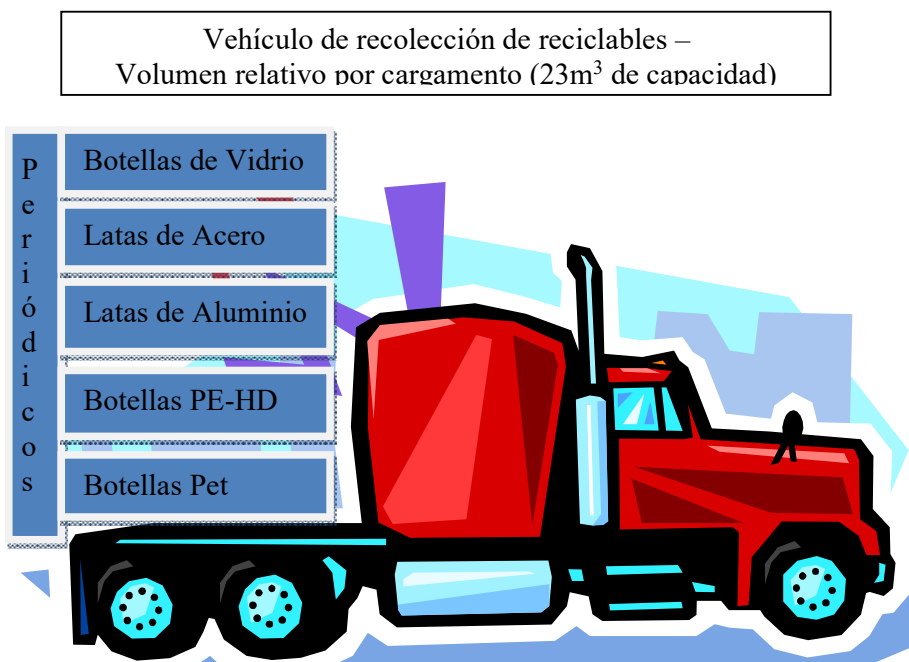
Cada categoría se deposita en un compartimento preparado en el camión recolector. La separación en acera evita pérdidas en la calidad del material a recuperar, por ejemplo el vidrio, y disminuye el costo de las plantas de procesamiento. Otra ventaja de este



sistema es el control que se puede tener de la correcta participación de la comunidad. Al realizar el operario la separación en acera descarta todo el material no reciclable mal seleccionado por el generador y lo puede devolver al generador o colocar en el contenedor de los no reciclables, lo que irá acompañado del correspondiente llamado de atención.

Puede suceder que, revisando la eficiencia de la gestión, se decida implementar un cambio en la etapa de separación. La separación en acera permite realizar cambios en este sentido sin cambiar la rutina en el generador.

La principal desventaja es el tiempo que se consume mientras el operario realiza la separación esto afecta directamente la duración del recorrido. Otra desventaja se presenta a la hora de decidir cómo se dividirá el camión recolector con el objeto de disminuir los viajes hasta la planta de procesamiento. Las divisiones deben permitir que todas se llenen más o menos al mismo tiempo, por ejemplo se podría suponer que los compartimentos para papel y plástico deberían ser mayores que las divisiones preparadas para el vidrio.



En definitiva es una situación de compromiso entre la calidad del material reciclable y los costos de procesamiento, frente al aumento en el tiempo de recolección y el aumento en la cantidad de viajes.

Centros De Recolección Selectiva: Son centros donde el generador de RSU deposita algunos o todos los residuos reciclables. Estos centros pueden aceptar uno o más categorías de reciclables y pueden o no requerir de la presencia de un encargado. Es muy importante la adecuada selección de su ubicación con el objeto de brindar comodidad a los participantes del programa de recuperación. Este tipo de centros es



conveniente cuando una comunidad no cuenta con un servicio de recolección o cuando la recolección es deficiente.

Cuando el centro de selección cuenta con un encargado es muy fácil controlar la correcta selección de los reciclables por parte del generador y sancionar si así estuviera reglamentado.

El sistema puede contar simplemente con contenedores grandes ubicados en lugares estratégicos, perfectamente señalizados, donde el generador pueda depositar el material a recuperar y que periódicamente se recolecte su contenido. Es muy importante planificar un eficaz sistema de recolección para evitar acumulación de residuos en la zona.

Separación y recolección: claves a tener en cuenta

Sea cual fuera el programa de selección propuesto a la comunidad es muy importante la consulta y la información dirigida a todas las personas, instituciones y comercios involucrados. El proceso de información y consulta observará los siguientes principios:

- Las decisiones acertadas solo pueden tomarse a partir de un análisis profundo e informado y del intercambio de opiniones acerca de las potenciales desventajas involucradas.
- El debate debe ser flexible: todas las características son negociables.
- Una formulación cuidadosa y una conducción firme son esenciales para el éxito de este proceso de toma de decisiones.
- La autoridad pública juega un importante papel en cuanto a garantizar un debate efectivo.
- Toda la información, oral o escrita, debe ser veraz. Esto permitirá destrabar conflictos.
- La solución a la que se arribe debe haber contemplado todos los impactos ambientales posibles.

Una vez evaluados los resultados de la información recolectada se decide cual será la forma de selección de los RSU. Se ha comprobado, en países con mayor experiencia y tiempo de monitoreo de programas, que la combinación de la separación en origen y la recolección en acera es mucho más eficaz que la implementación de centros de recolección selectiva y de recompra.

Programa de recolección	Ventajas	Desventajas
Recolección en acera y selección en origen	Cómodo para generador Alta participación	Costo alto de implantación y funcionamiento. No es necesario incluir muchas categorías de



		reciclables.-
Centros de recolección selectiva o de recompra	Útil cuando existen recorridos de recolección largos. Costos bajos de mantenimientos y equipos. Pueden incluir varias categorías de reciclables.-	Participación moderada o baja.-
Residuos mezclados	Máxima comodidad para el generador. Participación del 100%	Costos de procesamientos muy altos.-

Otro aspecto muy importante es decidir si la participación del público en el programa de separación será voluntaria u obligatoria. Se ha podido comprobar estadísticamente que los programas obligatorios tienen una participación promedio del 55%, mientras que los programas voluntarios registran una participación promedio del 34%. Estos porcentajes varían en función de las gestiones realizadas. Por ejemplo se han registrado participaciones de un 70% para programas voluntarios y participaciones de un 30% para programas obligatorios.

Cuando se exige una separación obligatoria es necesario controlar cada familia para poder aplicar una multa o sanción esto es bastante complicado excepto cuando existen centros de recolección selectiva que abren cada bolsa recibida. Los programas de recolección en acera permiten también el control; aunque es muy difícil que el operario además de separar los reciclables realice el control. En este caso sería positivo incluir en el plan un inspector que haga este trabajo. En todos estos casos es interesante contar con vecinos involucrados directamente en el programa de selección los cuales pueden denunciar a las familias que no participan en el programa. Por supuesto para conseguir los objetivos fijados es muy importante la información y la claridad brindada previamente.

Los contenedores de los RSU separados son un aspecto del programa de selección y recolección al que generalmente se le resta importancia. Es aconsejable que sean uniformes, con alguna leyenda o dibujo y provistos por alguna entidad. El hecho de que se suministren gratuitamente logra aumentar la participación del público porque sirven como publicidad y como estímulo, además es un recordatorio permanente del programa y les facilitan a los participantes el almacenamiento de sus RSU hasta que éstos sean recolectados. En resumen, los contenedores son un arma efectiva para lograr un impacto positivo del programa en la comunidad.





6-11: Sistema de recolección y transporte en la ciudad de Firmat

6-11-1: Generalidades.-

La localidad de Firmat cuenta con un sistema de recolección mixto integrado por Firmat Gas SA y la Municipalidad de Firmat.-

La empresa - cuyo 90% de las acciones son municipales- se encarga de la recolección de residuos domiciliarios.-

Por un lado se realiza la recolección de los residuos sólidos **domiciliarios**, que son los provenientes de los hogares y residencias, (restos de alimentos, follajes, papeles, envases de diferentes materiales, trapos, etc.), de los **comercios**, que son los resultantes de las actividades de los establecimientos comerciales en general, restaurantes, bares, carnicerías, verdulerías, cines etc (papeles, cartones, plásticos, restos de alimentos, etc.).

Y por el otro se realiza la recolección de los residuos **mayores**, que son los originados por la limpieza de los lugares públicos (calles, paseos, plazas, etc.), poda de árboles, mercados, ferias, materiales de construcción, etc.

Para esto, la municipalidad de Firmat, cuenta con:

Para residuos domiciliarios:

- 2 camiones Mercedes Benz con caja compactadora, para los residuos domiciliarios.-
 - 1 Mercedes Benz 1114 – Mod 78- Adquirido en el año 2006, con caja compactadora nueva
 - 1 Mercedes Benz 1114 – Mod 81- Adquirido en el año 2006, con caja compactadora nueva

Para residuos mayores:

- 2 camiones VW 0 km con caja volcadora, para la recolección de residuos mayores.-
- 1 Mercedes Benz 1114 – Mod 82
- 1 Chevrolet - Mod 68
- 1 Ford - Mod 84



Para ramas y restos de poda:

- 1 Chipeadora, que permite procesar hojas, ramas y residuos de poda, reduciendo su volumen (10 a 1), generando un rico abono para el suelo.-



Camión recolector de Firmat



Camión recolector de Firmat



Maquina chipeadora



Maquina chipeadora

6-11-2: **Sistema de recolección y transporte.**-

6-11-2-1: **De residuos domiciliarios.**-

Cada camión recolector de residuos domiciliarios lleva un chofer, y dos operarios encargados correr para ir juntando las bolsas de residuos y llevarlas hasta el camión que transita al lado de ellos.

Se va transitando por todas las calles de la ciudad y recolectando los residuos de ambas veredas, así se circula una sola vez por cada cuadra.-

La frecuencia es diaria de domingo a viernes en el horario de 17:00 a 22:00 hs.

La ciudad tiene aproximadamente unas 400 cuadras. Se decidió separar a la ciudad en dos partes, cada una con una cantidad de 200 cuadras una para cada camión recolector y dichas partes por barrios y por horarios de recolección de la siguiente forma:



Barrio La Patria, Quintas del Sur hasta 1° de Mayo: de 17:00 a 18:00 hs.-

Barrio Carlos Casado, Centenario, Cementerio: de 18:00 a 19:00 hs.-

Barrio Malvinas y La Quemada: de 20:00 a 21:00.-

Barrio Centro, de Av. Santa hasta Ituzaingo de 21:00 a 22:00 hs.-

Barrio Fredriksson y Sarmiento: de 17:00 a 18:00 hs.-

Barrio Nadal y La Hermosa: de 19:00 a 20:00 hs.-

Barrio San Lorenzo: de 20:00 a 21:00 hs.-

Barrio Carlos Dose hasta calle San Martín: de 21:00 a 22:00 hs.-

Cada camión realiza un viaje al lugar de deposición final por día, excepto los días domingo, que van dos veces. El horario de descarga, es cuando finalizan su recorrido, los días hábiles y los días que van dos veces, lo hacen en el horario en que se encuentra llena su unidad compactadora y cuando finalizan su recorrido.-

6-11-2-2: **De residuos Mayores.**

La recolección de este tipo de residuos (ramas, chatarra, vidrios, muebles y otros) también está a cargo de la Municipalidad.

Para el diseño de la ruta de recolección, se dividió a la ciudad en cinco sectores, para así poder tener una frecuencia de por lo menos una vez por semana, haciendo aproximadamente 1 viaje por día.

- Lunes y viernes, zona 1: Centro y parte de Carlos Dose (desde Alvear por Bv. Colón, 1° de Mayo, Entre Ríos, 25 de Mayo, Remedios de Escalada, Alte. Brown, Ruta 33, Av. Rivadavia y Alvear hasta Bv. Colón).
- Martes, zona 2: Sarmiento y Fredriksson. Desde Alvear por Bv. Solís, 3 de Febrero, Posta de Los Juárez, Namuncurá, Cuyo, Ovidio Lagos, Godoy Cruz, Scalabrini Ortiz, Italia y Alvear hasta Bv. Solís.
- Miércoles, zona 3: Carlos Casado y Centenario. Desde Bv. Solís por Alvear, Italia, J. M. Rosas, María Curie, Artigas, Mendoza, Luis Leloir, y Bv. Solís hasta Alvear.
- Jueves, zona 4: San Lorenzo y parte de La Quemada (desde 25 de Mayo por Av. La Quemada, Ruta 93, Ruta 33, Alt. Brown, Remedios de Escalada y 25 de Mayo hasta Av. La Quemada). La Hermosa y Nadal (desde Ruta 33 por Kennedy, San Nicolás, Islas Malvinas, Dr. P. Tiscornia, Kennedy, Carlota Joubin, Ruta 33, Bv. Colón, Alvear, Av. Rivadavia, y Ruta 33 hasta Kennedy).
- Viernes por la tarde, zona 5: La Patria, Quintas del Sur y parte de La Quemada (desde 1° de Mayo por Bv. Colón, Los Algarrobos, Los Tilos, Los Lapachos,



Los Ceibos, Los Alamos, Ruta 93, Av. La Quemada, 25 de Mayo, Entre Ríos y 1º de Mayo hasta Bv. Colón).

6-11-3: De residuos Patogénicos y Peligrosos

Estos son los provenientes de los hospitales, que pueden ser peligrosos o no, conforme a la procedencia de los mismos.

Y los que provienen de las industrias, que son los provenientes de la actividad industrial en general. Su composición es muy variable, dependiendo del tipo de industria.

Hay que tener especial atención en el en las tareas de almacenamiento, manipulación, retiro, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos patológicos o los peligrosos, ya que constituyen un riesgo sanitario o un riesgo de contaminación muchas veces invaluable.-

Los generadores de residuos patológicos utilizan servicios de terceros para la concreción de las etapas que se realizan fuera de los establecimientos generadores, siendo estas las tareas de retiro, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final. Y cuya frecuencia depende de la cantidad y calidad que genera cada caso en particular.

Los residuos patogénicos domiciliarios, se embolsan adecuadamente en polietileno y se los trasladara a los Centros de Salud de la ciudad, hospital público, ya que los mismos poseen convenios con empresas que se ocupan de recolectar dichos residuos y trasladarlos a lugares apropiados, fuera de la ciudad, donde se lleva a cabo su incineración, acorde a lo establecido por la legislación vigente.-

Este trabajo, no contempla almacenamiento, manipulación, retiro, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos patológicos o los peligrosos, ya que merece un análisis particular y exhaustivo, donde además tanto la disposición final como el tratamiento tienen legislaciones diferentes y particulares para cada caso, fuera del alcance de este proyecto, donde solo se tratan los residuos sólidos domiciliarios.-



Tratamiento, Recuperación y Valorización de los R.S.U.

7-1: Separación de Residuos para Reciclado

Introducción

El mercado de la materia prima reciclada ha sido un mercado muy cambiante a lo largo del tiempo, marcado por la inestabilidad, la informalidad y las grandes diferencias de precios a lo largo de la cadena de abastecimiento.

Este hecho no ha sido exclusivo de nuestro país, precisamente por estas características es que los gobiernos de los países desarrollados tiene la política de intervenir permanentemente en el mercado de la materia prima reciclada, aportando subvenciones cuando es necesario, con el objetivo de mantener un piso en el valor de la misma y con ello mantener el sistema de recuperación de residuos en funcionamiento.

El mercado para productos reciclados en los países en vías de desarrollo con frecuencia es limitado debido a la población reducida y a la pequeña cantidad de recicladores a gran escala (plantas de acero, productores de vidrio, fabricantes de papel, recicladores de plástico, etc.).

En este caso, muchos recolectores y recuperadores de desechos tienen que vender sus productos a plantas ubicadas muy lejos del lugar de producción, lo que no sólo representa un problema de logística sino también de costos muy elevados de transporte. Un segundo factor que presenta una traba al reciclaje, es que la eliminación de los residuos en los países en vías de desarrollo por lo general es fácil y barata. Generalmente las autoridades locales recolectan los residuos de hogares y negocios privados sin ningún costo extra, y estos residuos son depositados en el mejor de los casos en un relleno sanitario a un costo muy bajo, en otros casos, ciudadanos arrojan sus desechos en terrenos abandonados.

En Argentina, luego de la salida de la convertibilidad, el valor de la materia prima reciclada aumentó siguiendo la evolución del dólar, lo cual produjo un vuelco muy favorable para todo el mercado de la recuperación.

Los precios de la materia prima reciclada varían mucho dependiendo en que etapa de la cadena de comercialización son colocados.

Para vender en etapas superiores de la cadena hay que asegurar cantidad, calidad y constancia en las entregas.

Es de remarcar que ninguna empresa va a comprar materia prima recuperada de los residuos en vez de materia virgen, si no existe una diferencia realmente significativa de precios, dado que los materiales recuperados tienen el potencial inconveniente de falta de uniformidad e impurezas, dependiendo del tipo de elemento (por ejemplo en los plásticos) estas impurezas pueden afectar en mayor o menor medida todo el proceso productivo al que se lo destina.



Desde las Comunas y Municipios se han emprendido en más de una oportunidad programas de recuperación de residuos sin estudiarse previamente su viabilidad económica, lo que ha generado en más de un caso el fracaso de la iniciativa. Es fundamental realizar una investigación adecuada de todos los factores que podrían influir en el emprendimiento antes de iniciar una recuperación de residuos.

Es importante considerar que como se está trabajando con residuos (elementos de nulo o muy escaso valor), los costos del transporte influyen fuertemente la viabilidad de proyecto.

En el sector de reciclaje, se tienen que investigar tres áreas importantes:

- Disponibilidad de la materia prima.
- Disponibilidad de la tecnología y los fondos para la recuperación y el acondicionamiento.
- Prospección de mercado para el producto.

Lista de verificación para la elaboración de proyectos en el sector de reciclaje:

a. Materia Prima

¿Qué tipo de material de desecho se recolectará?

Para cada tipo:

¿En dónde se recolectará?

¿A cuánto ascenderá la cantidad mensual de desechos recolectados?

¿Qué medios de transporte se requieren?

¿Cuál es la calidad del material de desecho?

b. Tecnologías administración del manejo de desechos.

Arreglo general:

¿En dónde se acumulará / almacenará el material?

¿Qué tipos de instalaciones se requieren?

¿Qué tipo de infraestructura se requiere en las instalaciones?

¿A cuánto ascenderá la inversión total para establecer la infraestructura?

¿Cuántas personas se contratarán y qué estructura organizativa se requerirá?

Para cada tipo de material de desecho:

¿Cuál es la calidad del material que ingresa?

¿Qué tipo de proceso se aplicará para mejorar la calidad?

¿Qué tipo de maquinaria se necesitará?

¿Cuántos trabajadores se necesitarán para mejorar la calidad?

¿Cuál será su productividad?



- ¿Qué se consumirá durante el proceso (energía eléctrica, combustibles, lubricantes, agua, tratamiento de efluentes, etc.)?
- ¿Qué inversión se necesitará hacer para adquirir la maquinaria requerida, los vehículos de transporte, el equipo de oficina, etc.?
- ¿Cuál será la calidad de los productos que se venderán?
- ¿A cuánto ascenderán los costos de operación?

c. Mercadeo de productos.

Para cada producto:

- ¿Cuáles son los clientes para el producto?
- ¿En dónde están ubicados los clientes?
- ¿Cuál es el precio de mercado del producto?
- ¿A qué distancia se transportará y cuáles son los costos de transporte?
- ¿A cuánto asciende la cantidad mensual que se embarcará y se venderá?
- ¿Qué medios de transporte se necesitan?
- ¿Cuál será la utilidad neta operativa del total de la operación?

Si bien no se puede dar respuesta a todas estas preguntas de inmediato, se tiene que invertir el mayor esfuerzo en el diseño técnico, la planificación de la inversión y el cálculo del flujo del capital, para que después las sorpresas no aparezcan una vez iniciado el proyecto.

Tratamientos utilizados para mejorar las condiciones de la disposición final

Existen otro tipo de tratamientos realizados sobre los residuos ya no con el objeto recuperarlos o darles un valor agregado, sino para mejorar las condiciones de la disposición final de los mismos, dentro de estos tratamientos se destacan:

- La compactación de los residuos en fardos.
- El pre tratamiento biológico (aeróbico) de toda la masa de residuos.

El primer sistema pretende la optimización de la disposición final en lo que se refiere a volúmenes de ocupación y disminución de la generación de líquidos lixiviados. Este proceso demora la degradación de la materia orgánica

El segundo proceso procura acelerar la degradación de la materia orgánica con la intención de disminuir volúmenes y minimizar la generación y peligrosidad de los lixiviados.

Los residuos una vez pasado el proceso pueden ser manejados como inertes, con los menores requerimientos en lo que a disposición final se refiere.



7-2: **Recuperación de materiales.**

Hasta ahora hemos analizado el programa de gestión de RSU en sus primeras etapas. En esta sección daré los aspectos referentes al diseño de instalaciones de procesamiento de los residuos recolectados por los diferentes sistemas.

Cada material a recuperar debe cumplir con ciertas especificaciones para ser aceptado por las industrias que lo van a utilizar como materia prima. Las especificaciones correspondientes a los papeles generalmente incluyen normativas sobre densidad del material, porcentaje de humedad y un porcentaje máximo de papeles contaminantes. El vidrio incluye especificaciones como límites máximos de sustancias contaminantes, separación por color y trituración. La industria del plástico también determina límites máximos para las tapas y otros materiales contaminantes. Las especificaciones correspondientes a las latas de aluminio se refieren a la densidad del material recuperado. Durante la planificación y el diseño de instalaciones de procesamiento es indispensable considerar estas especificaciones como punto de partida.

El tamaño de la instalación dependerá, principalmente, de:

- El mercado para la comercialización
- El volumen manejado durante el proceso
- El tipo de separación y recolección que se ha establecido
- La categoría de reciclables seleccionados
- Las especificaciones del mercado
- El recurso o material que se quiera obtener
- La seguridad requerida en la planta

Una de las claves para lograr eficacia en el proceso de cualquier instalación para la recuperación de materiales es evitar la manipulación, especialmente manual, de los RSU. Es muy común la manipulación manual en este tipo de plantas. Otro aspecto a tener en cuenta es la adecuada selección de lugares dedicados al almacenamiento de material sin recuperar y recuperado con el objeto de evitar congestionamientos de RSU cuando la planta debe parar por alguna razón. Normalmente las instalaciones para el tratamiento de RSU son habitualmente muy ruidosas entonces, para proteger la seguridad de los trabajadores, se deberían ubicar estratégicamente los equipos más ruidosos para minimizar este problema.

El sistema de procesamiento depende de las características de RSU que llegan a la planta:

- Si llega un solo material para recuperar el sistema es muy sencillo y simplemente consiste en una reducción de tamaño por trituración y un cribado.
- Cuando se reciben dos o más categorías de reciclables la instalación debe separarlos y recuperarlos. Su diseño es más complicado.



- La situación más complicada es la recepción de un flujo de RSU mezclados con alto contenido de material reciclable.

7-3: **Etapas de procesamiento**

RECEPCION Y PREPARACION: Muchas veces el flujo de RSU se recibe y se tritura para disminuir su tamaño mediante un molino de martillos. El molino de martillos cuenta con unos ejes giratorios acoplados a martillos sueltos que giran, golpean, cortan o baten el flujo de residuos que se recibe. Esta operación se utiliza mucho sobre el papel y el vidrio. Debajo de los martillos se ubica una parrilla que recibe el material triturado. Esta parrilla además sirve para controlar y homogeneizar el tamaño del material recibido. Es muy común realizar un cribado inicial para eliminar los residuos muy voluminosos.

La operación de trituración también se aplica al final del proceso con el objeto de mejorar la calidad del material recuperado y también para reducir el tamaño de los rechazos que se derivan a instalaciones residuos-energía o para compostaje.

SEPARACION: Esta operación generalmente es la combinación de varias etapas de acuerdo a los objetivos que se deben lograr y el material recibido. Podemos citar las siguientes formas de separación:

- ◆ Separación manual: Generalmente se ubica después de la descarga del material y sirve para eliminar del flujo de residuos los materiales peligrosos o demasiado grandes. Constan de una cinta transportadora que facilita a los operarios la selección manual.

Normalmente cada operario retira del flujo de residuos un tipo de rechazo.

- ◆ Cribas: La criba es semejante a un tamiz que selecciona el material por tamaño. Es una operación muy útil por lo que es común encontrar cribas en varias etapas del proceso.

Cribas trómel: Son horizontales, cilíndricas y giratorias. Cuenta con placas que favorecen la mezcla de los residuos y los de menor tamaño caen. El giro evita y desarma aglomeraciones de residuos. Existen cribas trómel con cuchillas en su interior, muy útiles para romper las bolsas de residuos. La abertura del trómel logra una buena selección por tamaño y es posible armar una combinación en serie de varios trómel para lograr una selección determinada.

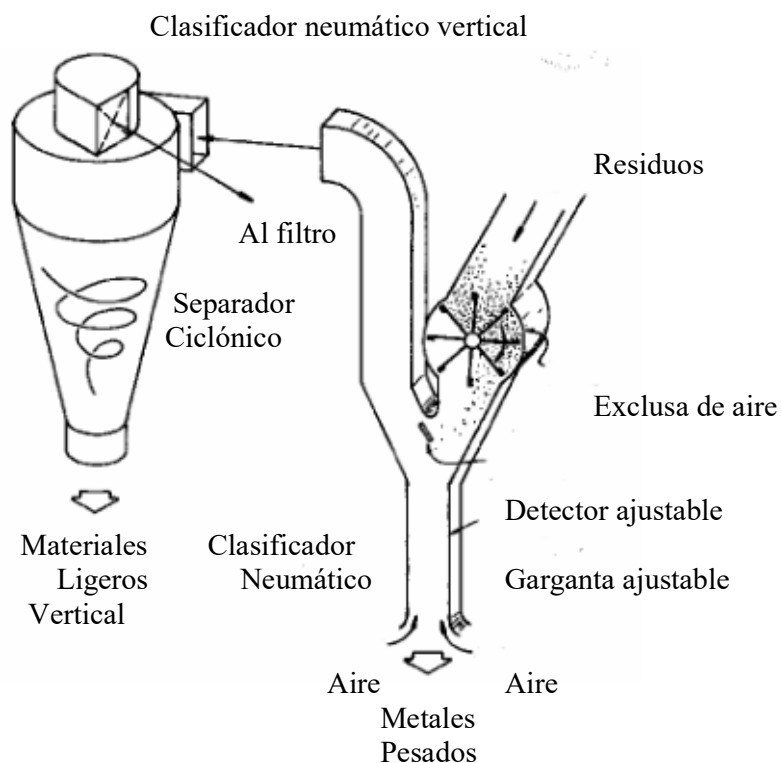
Cribas de discos: La criba de discos está formada por filas sucesivas de discos verticales giratorios. Los discos mezclan y transportan los residuos. Los objetos pequeños caen a través de los discos. Este tipo de cribas no produce tanto polvo como los trómeles, ocupan menos lugar, consumen menos potencia y son más baratas. Pero tienen la desventaja que no mezclan tanto como el trómel el residuo y cuando éste está muy húmedo lo transportan como un bloque. La separación entre los discos se regula y permite variar el tamaño de la selección.

- ◆ Separación neumática: Esta operación separa los materiales por la diferencia de densidad y por su forma aerodinámica. Los residuos entran en una corriente

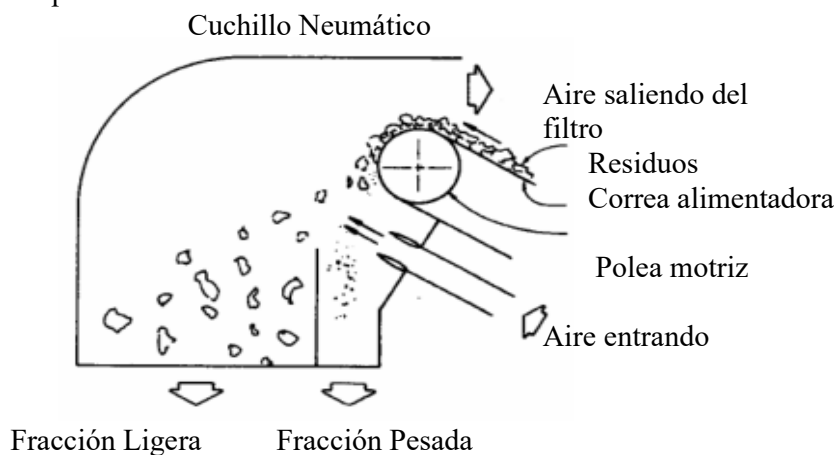


de aire y en función de su forma y densidad permanecen flotando o caen. La desventaja de estos artefactos es que como la separación depende de la forma muchas veces el mismo material es separado, por ejemplo las latas de aluminio sanas y las latas de aluminio abolladas. El aire del proceso se envía, generalmente, hacia un ciclón en donde el polvo y otros materiales se separan del aire y posteriormente éste se elimina a la atmósfera.

Existen separadores neumáticos verticales en los que el material entra desde arriba y el aire entra por abajo. Se provoca una turbulencia para mejorar la separación.

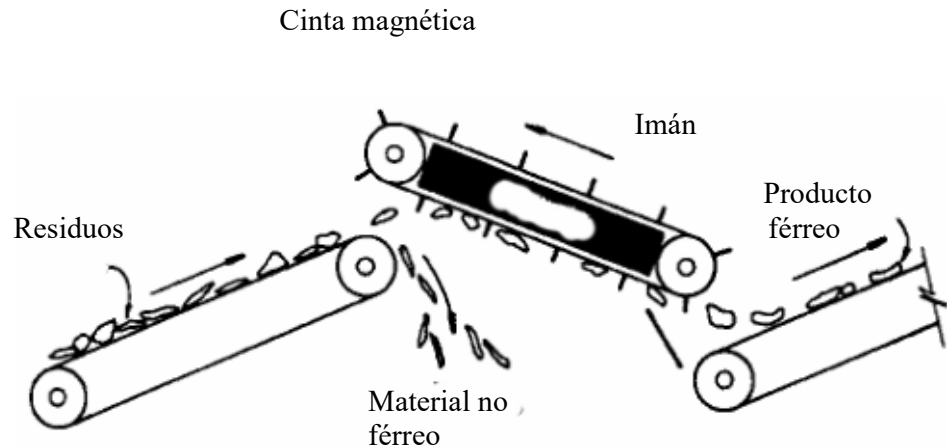


También, utilizando el mismo fenómeno, se puede citar al cuchillo neumático. El aire divide el flujo de residuos, separándolo en dos fracciones. La fracción que se separa con eficacia es la más pesada.





- ◆ **Corrientes de Foucault:** Consisten en inducir un campo magnético repulsivo que separa los materiales no féreos con un consumo de energía mínimo. Frecuentemente se utiliza para separar aluminio (hasta el 98%) posteriormente a un cribado inicial.
- ◆ **Magnéticos:** Separan los materiales féreos por sus propiedades magnéticas. El material pasa cerca de un imán que atrae los materiales féreos, los transporta y los deposita en un contenedor. El imán puede ser permanente o electroimán, y también se pueden utilizar múltiples imanes o cintas magnéticas.



TRANSPORTADORES: Esta es una operación que se utiliza durante todo el proceso de recuperación. El transporte puede ser manual, por gravedad, por rampas, neumático o mediante maquinarias.

El sistema más popular es la cinta transportadora de caucho. Es económica, silenciosa y no interfiere en la separación magnética; pero se rompen con materiales cortantes o calientes

Para evitar los problemas de rotura se puede reemplazar la cinta transportadora por un transporte con placas metálicas con bisagras que son resistentes pero más caros y ruidosos.

Los transportadores de cadena son semejantes a los de cinta y tienen la ventaja de que pueden lograrse diferentes inclinaciones en un solo tramo sin cortar el sistema.

También existe el transportador helicoidal que rompe las bolsas mientras transportan el material.

DENSIFICACION: Esta operación consiste en una reducción de tamaño del material procesado mediante la trituración, compactación, embalaje o densificación. Tienen la función de facilitar el transporte del material recuperado hasta la fábrica y cumplir las especificaciones del mercado. Es necesario estudiar la forma más conveniente de presentar el material recuperado: en fardos estandarizados, embalado, en forma de “ladrillos” o triturados.

PROCESAMIENTO: Esta operación está incluida en el proceso de recuperación en diferentes etapas de la planta. Comúnmente el material recibido se debe lavar, aclarar, limpiar de contaminaciones o triturar. La cantidad y complejidad de los equipos involucrados va más allá de los alcances de este curso.



OTROS ASPECTOS A TENER EN CUENTA

Una vez que se han determinado los objetivos, dimensiones y equipamiento se debe evaluar la ubicación y el diseño arquitectónico de las plantas de recuperación. Es muy apropiado utilizar almacenes ya construidos y remodelarlos para hacerlos funcionales. Pero también es interesante producir una reacción positiva en el público mediante la construcción de estructuras llamativas y agradables. Esto mejorará la aceptación de la planta por parte del público y además será un elemento excelente de publicidad del programa de recuperación. Por supuesto que esta decisión no debe comprometer las necesidades de comodidad, seguridad y eficiencia del proceso.

La selección, manejo y capacitación de los operadores es otro factor a tener en cuenta, especialmente en instalaciones donde el trabajo manual es muy importante.

7-4: Propuesta para la localidad de Firmat.

Planta de Tratamiento y Reciclado de Residuos Sólidos Domiciliarios.-

El proyecto de la Planta de Tratamiento y Reciclado de Residuos Sólidos Domiciliarios, fue desarrollada como respuesta a una demanda creciente para solucionar la problemática de la disposición final de los residuos generados cotidianamente por la comunidad, los cuales son dispuestos a cielo abierto por mucho tiempo, originando un daño y riesgo ambiental, difícil de mensurar (malos olores, presencia de roedores e insectos, contaminación visual, etc.). Será necesario, para conocer los impactos del proyecto en su totalidad, la ubicación geográfica del mismo, así como también realizar un Estudio y Evaluación del Impacto Ambiental que tendrá la planta.-

El proyecto se realiza en conjunto con el ECOCLUB Patrulla Ambiental, que desde Julio de 1992, viene trabajando en Firmat para tratar de solucionar el problema de contaminación que produce el basural al acumular y al darle un manejo inadecuado.

7-4-1: Objetivos generales

Solucionar el problema sanitario que provocan los basurales a cielo abierto en forma integral, evitando daños irreparables en los ecosistemas, como la contaminación de tierras, agua, aire, envenenamiento de animales y vegetales, repercutiendo gravemente en la salud humana en el último extremo.

Crear una conciencia ambiental en la comunidad, logrando el convencimiento general de que sin el esfuerzo de todos nada será posible, utilizando para ello una estrategia clara, transparente, flexible e imaginativa. La escuela, los niños, las instituciones, voluntariamente deben jugar un papel fundamental en el desarrollo del proyecto.

Recuperar socialmente a los operadores marginales (cirujas) que buscan el sustento en los lugares en que el resto de la sociedad arroja lo que desecha, incorporándolos como operarios, aprovechando la experiencia que poseen con los residuos, incluyéndolos dentro de la sociedad con expectativas de una vida digna.



Promover la participación comunitaria generando un cambio de hábitos para el cuidado del medio ambiente.

Generar metodología para la implementación dentro de un sistema económicamente accesible, considerando a la planta como una fábrica, en la cual transformamos nuestra materia prima “residuo”, en productos aptos para su comercialización, pretendiendo el autofinanciamiento a mediano plazo.

7-4-2: **Objetivos específicos.**

Conseguir la máxima optimización operativa, introduciendo tecnologías modernas, que permitan el proceso de tratamiento de los residuos en los menores plazos y con las mayores condiciones de salubridad para los operarios.

- Preclasificación domiciliaria, significa, repartir sobre cada vecino una parte del problema que ocasionan los residuos, contribuyendo mediante la suma de todos los esfuerzos separadores a recuperar la mayor cantidad de los componentes.
- Mejorar la rentabilidad económica y social del proyecto, logrando la mayor calidad y cantidad de los materiales recuperados, la búsqueda de los mejores canales de comercialización y evaluando los métodos operativos óptimos para mejorar los costos.
- Reactivar la actividad forestal mediante el uso de abonos orgánicos obtenidos a partir de la transformación de los residuos. El compost representa un excelente abono natural, evitando el uso de fertilizantes artificiales que producen aumento en los costos de producción y desequilibrio en el ecosistema.
- Realizar un seguimiento técnico, económico y social de los mecanismos a aplicar, evaluándolos permanentemente para optimizar los resultados finales, manteniendo el pleno convencimiento de que el problema de los residuos no terminó con la puesta en marcha de la planta de tratamiento, si no que deben incorporarse diariamente nuevas estrategias de aprovechamiento del producido.

7-4-3: **Beneficios.**

1º-Beneficio Ecológico: Dado que hemos erradicado el basural, erradicando así también 25 posibles enfermedades virósicas que surgen de ellos, entre las cuales la triquinosis es la más frecuente. Contribuimos en forma directa a preservar el medio ambiente.-

2º-Beneficio económico: que en este caso tiene dos aspectos, el directo sobre el municipio, producido por las ventas de los residuos inorgánicos reciclables y el abono orgánico. El otro aspecto, que no lo percibe en forma directa el municipio, pero que influye en la calidad de vida de todas las personas, es por ejemplo, el ahorro de energía eléctrica, ya que si consideramos que para producir 1 Ton. de papel se necesitan 6.000 kw/h y para producir 1 Ton. de papel reciclado solamente 1200 kw/h, ahorrando en consecuencia 4800 kw/h que equivale a brindar energía a 20.000 viviendas. Con el



reciclado de aluminio el ahorro de energía es aún mayor ya que con sólo el 5% de la energía necesaria para la elaboración, se recicla la misma cantidad, con la ventaja adicional que en este caso no se producen los barrojos como desechos de la fabricación primaria de aluminio.

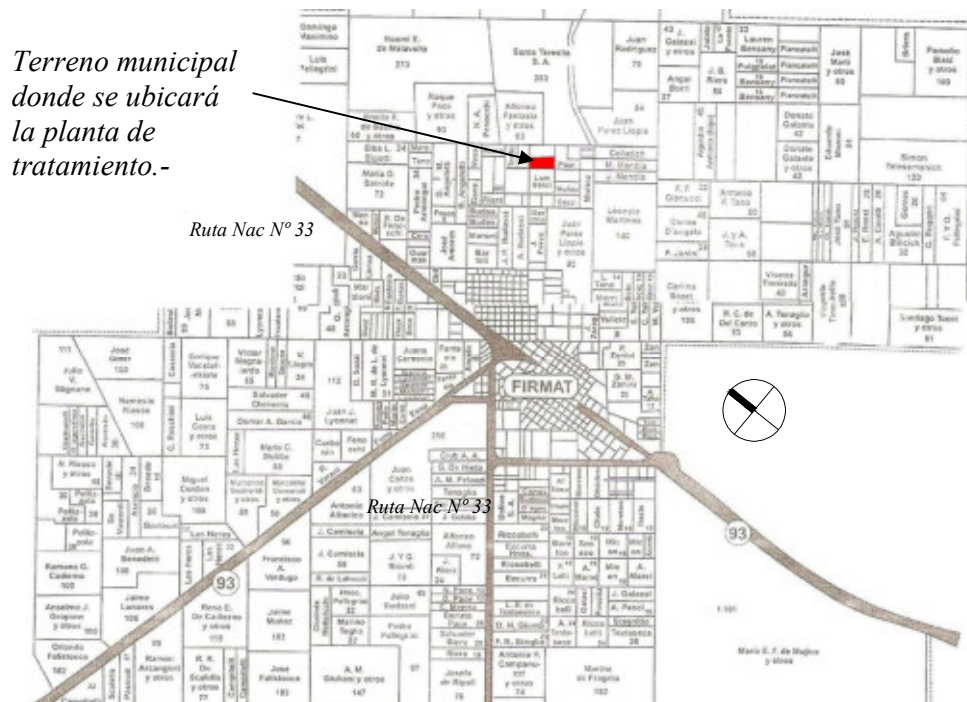
3º-Beneficio social: en este aspecto debemos considerar a los operadores marginales ("Cirujas"), que podrán contar con un trabajo estable en la Planta, con los beneficios de una obra social para ellos y sus familias y con aportes jubilatorios.-

4º-Beneficio paisajístico: al no tener más basural se incorpora al paisaje una nueva imagen de la ciudad, con nuevas parquizaciones y paseos.

7-4-4: Ubicación de la Planta de Tratamiento.-

Para esta selección se trata de ubicar un lugar con una ubicación geográfica determinada que no genere molestias a las poblaciones cercanas. Ver Plano N° 3.-

Por ello, consideramos que la ubicación de la Planta es la correcta, en función de los vientos de la zona, la distancia al radio urbano, encontrándose instaladas, en zonas aledañas, las piletas de tratamientos de residuos cloacales de Aguas Santafesinas SA y la Planta de tratamientos de efluentes de DPA. (Ex Nestlé SA).-



*Terreno municipal
donde se ubicará
la planta de
tratamiento.-*

Ruta Nac N° 33

Ruta Nac N° 33

Plano rural de la ubicación del Terreno

El terreno donde se va a instalar la Planta, es de propiedad del municipio, ocupa una superficie de alrededor de 4 has., emplazado en la zona rural de la ciudad, a una



distancia de 2 Km. de la misma, teniendo como acceso un camino en excelentes condiciones para soportar el tránsito pesado de camiones. Esta vía de acceso, culmina en la entrada a la planta.-



Camino a la Planta de Tratamiento



Ingreso a la Planta de Tratamiento

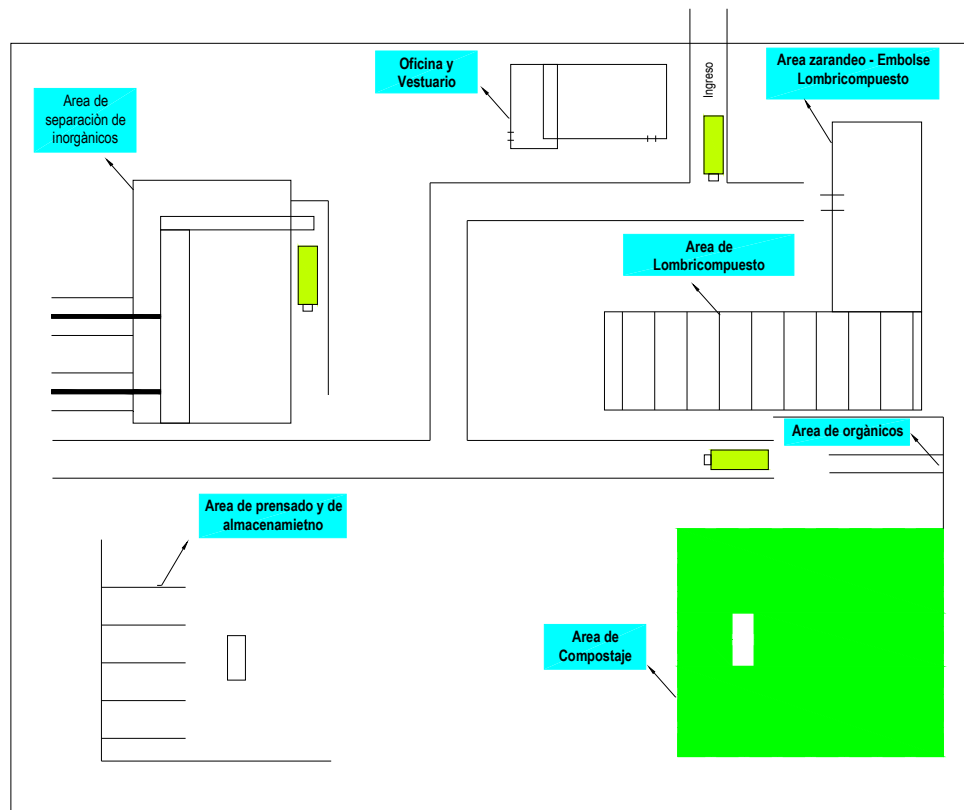


La Planta va a poseer una infraestructura administrativa, donde se establecerá una oficina para tal fin, como también las infraestructuras de usos sanitarios y/o vestuarios para el personal de la planta.-

Una vez cumplida esa etapa, se realiza lo que se denomina “estudio de impacto ambiental”. En éste se analiza la flora y la fauna del lugar, topografía y geología del suelo, napas freáticas, cursos de aguas cercanos. Todo esto a efectos de determinar la factibilidad del lugar, para llevar adelante una actividad como ésta.-

Como se sabe, el hecho de que cualquier nuevo emprendimiento que genere el ser humano, produce inevitablemente una modificación en el ambiente. Se trata entonces, con estos estudios previos, de determinar el grado de impacto y la posibilidad de minimizar los mismos de tal manera que no perjudiquen, fundamentalmente la vida de los pobladores de la zona, como así tampoco a animales y plantas.-

7-4-5: Esquema y partes integrantes de la Planta de Tratamiento



7-5-1: Obra Civil

- ✓ *Construcción de un galpón:* Tiene como finalidad, alojar los elementos técnicos y operativos de la Planta de Tratamientos de Residuos. Sus dimensiones serán de 35 m de largo por 15 m de ancho por 4 m de altura como mínimo. Los portones



tendrán dos puertas para hombres, de no menos 1,80 m de altura y 0,70 centímetros de ancho.-

- ✓ *Estructura:* será metálica, con columnas y cabreadas de soporte, techo parabólico a dos aguas, recubierto con chapas de Zinc acanaladas, al igual que las paredes. El piso será de H° A°, con estructura para circulación de camiones de porte, de hasta 30 toneladas como mínimo.-
- ✓ La planta tendrá además, una infraestructura administrativa, donde se establecerá una oficina para tal fin, como también las infraestructuras de usos sanitarios y/o vestuarios para el personal de la planta.
- ✓ *Movimiento de Suelo:* Se realizará en todo el predio destinado, tanto a la construcción del galpón como a la parte perimetral del mismo, para la correcta circulación de los camiones.-

7-5-2: Equipamiento necesario

Fosa con Cinta de elevación: La fosa de recepción insertada en el muelle de descarga, la misma sería en chapa de 1/8, en el piso de la misma arrancaría la cinta de elevación, la misma sería entre 9 y 11 mts. de longitud, ángulo de trabajo entre 30° y 40°, con banda de transporte de 700/800 mm. de ancho, 5 mm. de espesor y tacos de polipropileno, motoreductor marca STM de 7,5 HP, con sistema pivot, con variador de frecuencia para regular la velocidad de trabajo. Toda la estructura de la cinta, bastidores laterales, cuna de chapa, retorno de la banda de transporte (protector) en chapa de 1/8. Raspadores y rodillos centralizadores de la banda de transporte. Sistema de estiradores de correa en perfil “U” de ¼.



Imagen de la fosa de descarga



Imagen de la cinta de elevación.

Trommel desgarrador / preclasificador: Chapa de $\frac{1}{4}$ cilindrada, diámetro 1500 mm. potencia 10 HP, con velocidad de giro regulable con motoreductores marca STM de 10 HP. Desgarrador de bolsas a sistema de cuchillas y zaranda rotativa, que permite sacar gran parte del orgánico del proceso. Variador de frecuencia para regular la velocidad de proceso. Elimina el 30% antes de comenzar el proceso.



Imagen lateral del Trommel



Imagen vista frontal del Trommel



Imagen vista frontal del Trommel

Cinta de clasificación de 18 mts.: Este producto se encuentra montado en la estructura de trabajo en altura, longitud de la misma 18 mts. consta de bastidores laterales y cuna de chapa de 1/8, banda de transporte de 1000 mm. de ancho y de 2 telas, motoreductor marca STM de 5.5 HP, variador de frecuencia para regular la velocidad de trabajo. Retorno de la banda sobre eje y ruedas, raspadores y rodillos centralizadores de la banda de transporte, sistema de estiradores de correa en perfil “U” de ¼ .



Cinta de clasificación

Estructura en altura para cinta de 18 mts.: la misma está construida en perfil “C” de 1/8, piso antideslizante, 2 escaleras de acceso y barandas de protección de acuerdo a normas de seguridad e higiene, 18 ductos para la clasificación de productos, ganchos para la colocación de Big Bag (bolsones), longitud de la misma 18 mts., ancho 3 mts.



Estructura en altura



Molino de orgánico: Molino de material orgánico compuesto por las siguientes partes: Estructura de 2,20 metros de altura - Plataforma portante de molino, motor y Pasarela de inspección, escalera de acceso del tipo marinera. Sistema de molienda por medio de cuchillas rotantes y contra cuchillas fijas. Volante de inercia - Potencia instalada 10 Hp.

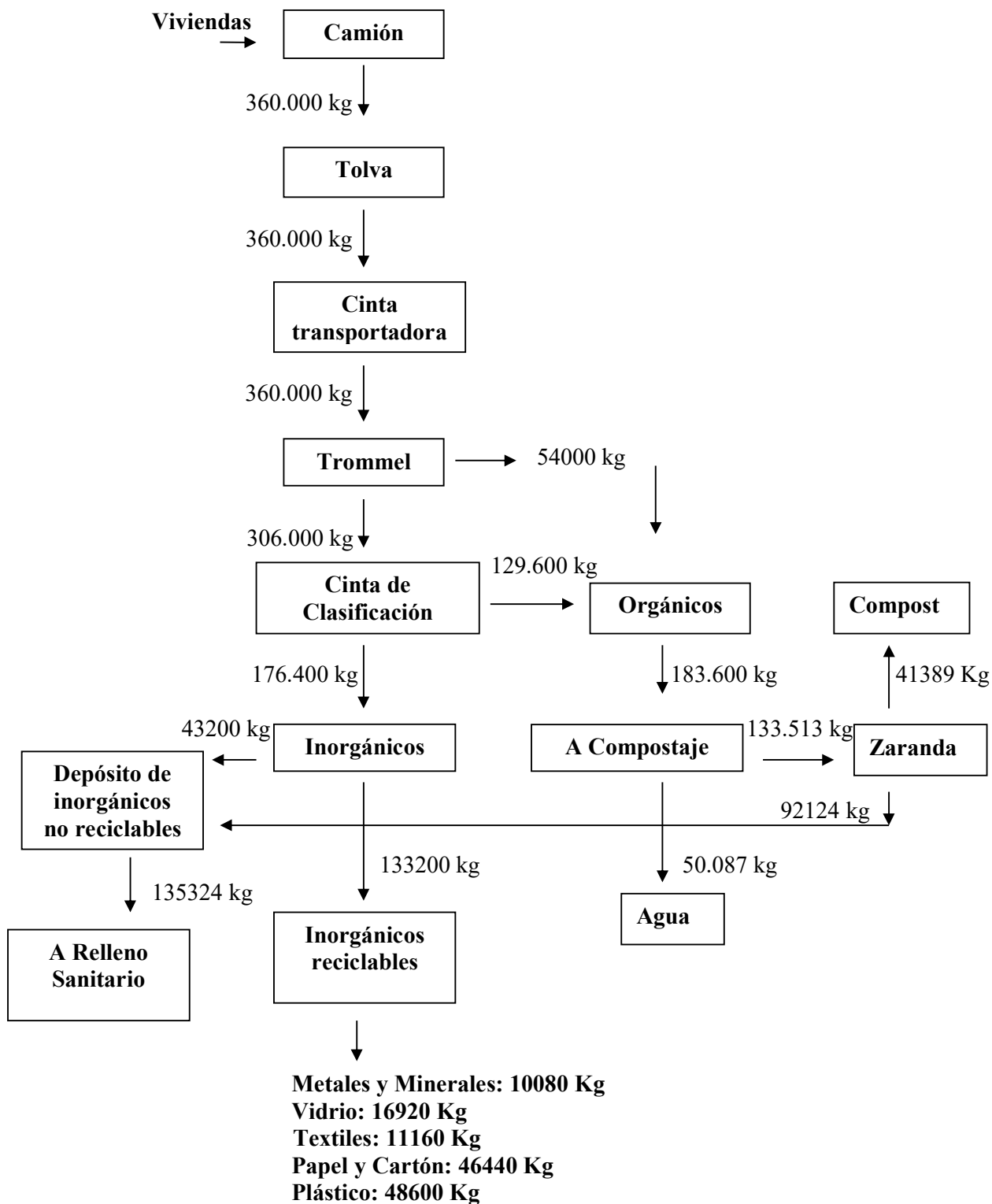
Prensa compactadora – Enfardadora cvm – 1200: Este producto permite hacer un fardo de 1200 mm. de largo, hasta 1100 de alto y 800 mm de ancho, la altura del fardo se regula de acuerdo al peso que se quiera obtener del mismo. Expulsor automático del fardo, bomba de 45 Lts., motor de 10 HP, comando hidráulico de corte automático por diferencia de presión, trampa magneto mecánica para evitar que cualquier viruta pueda ingresar en el circuito y lo dañe, sensor de seguridad para evitar que la misma funcione sino están las puertas cerradas, hecha toda en perfil normalizado y sistema de prensado de doble cilindro hidráulico. Se pueden hacer fardos en PET hasta de 200/250 Kg., Cartón hasta 400/450 kg.



Fardos de Plásticos, Papeles, Cartones y Vidrios

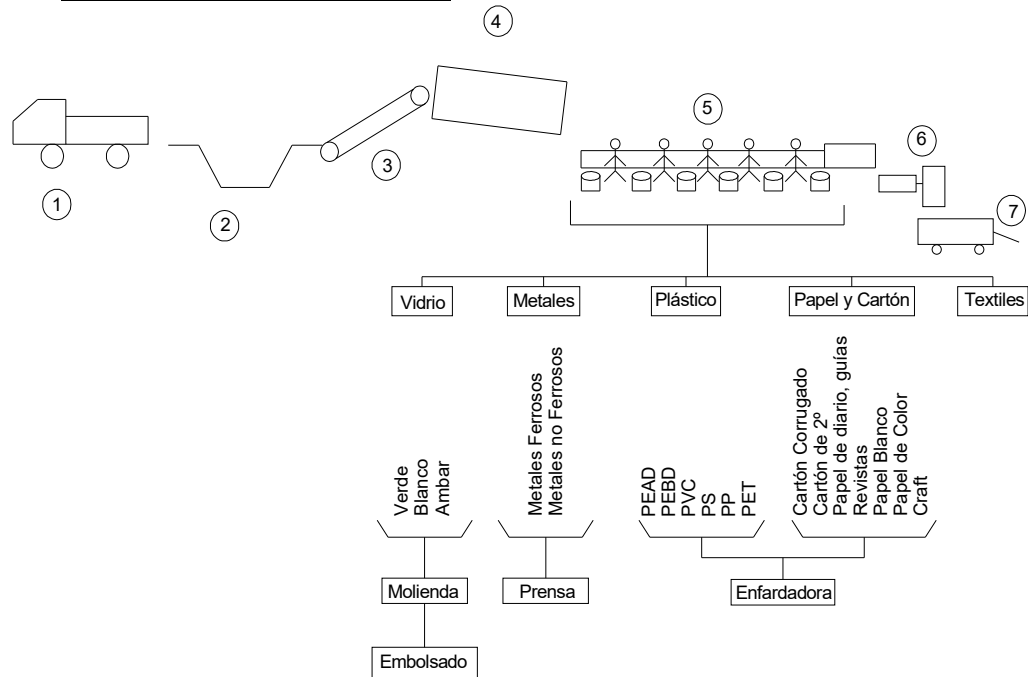


7-5-3: **Balance de masas.-**





7-5-4: Proceso operativo de la Planta



1. Camión recolector de residuos.-

Firmat cuenta con dos camiones recolectores de residuos, ambos con la misma capacidad de transporte y los dos son del tipo compactadores. Su capacidad aproximada de 8 m^3 cada uno.

Los caminos recolectores trasladan a la planta los residuos, depositándolos en la zona de descarga ubicada en la nave central de separación.-

2. Tolva o fosa de recepción de residuos.-

Ella es la que recibe la descarga de los camiones recolectores, por lo tanto, debe tener la capacidad de poder almacenar, hasta el comienzo del trabajo de la planta, la totalidad de los residuos. Por lo tanto, su capacidad será de 20 m^3 .-

Mediante una pala mecánica, se arrojan los residuos en la tolva de recepción embutida en el piso del muelle de descarga.-

Para facilitar la extracción de los líquidos lixiviados fuera la fosa, es necesario darle al fondo pendientes adecuadas, y colocar cañerías para derivar éstos utilizando bombas. Estos son llevados a una pileta de acopio donde recibirán el tratamiento adecuado.-

3. Cinta elevadora.

Del piso de la fosa de descarga arranca la cinta de elevación, que es la encargada de transportar los residuos desde la fosa hasta el Trommel ubicado en el otro extremo de la misma.-



4. Tromel desgarrador o preclasificador.-

La función del tromel es la de actuar de criba con los residuos sólidos urbanos, separando la materia orgánica que vienen entre los residuos.

Este dispone de unos orificios que sirve para que la materia orgánica pase por ellos, mientras que el resto de lo materiales continúan avanzando por dicha criba. Además de esos orificios el tromel también tiene unas cuchillas cuya función es la de romper las bolsas mientras van avanzando a lo largo del tromel.-

En este lugar, se lleva a cabo la primera separación del material, eliminando hasta un 15% antes de comenzar el proceso de clasificación.-

5. Cinta de clasificación.-

Se encuentra montada en la estructura de trabajo en altura. Cuenta con una cinta por donde corren los residuos orgánicos e inorgánicos, producto del rechazo del tromel, y el personal, debidamente provisto de su equipamiento e indumentaria, ubicado a ambos lados de la misma, clasifica y separa en forma manual, todos los residuos que por ahí corren.

Cada material que separan, la fracción inorgánica: (papel, cartón, plásticos, vidrios, metales), más la fracción patogénica (pañales descartables, jeringas, medicamentos vencidos, etc.) y algunos residuos domésticos peligrosos (baterías, pilas, restos de esmaltes, pinturas, etc.) son clasificados y caerán en canastos móviles e individuales que permiten su traslado a la zona de acondicionamiento, quedando al final de la cinta solo material orgánico: (restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne, huevos).-



Personal clasificando los residuos en la cinta transportadora



6. Cinta transportadora y molino de orgánicos.-

Esta se carga automáticamente con todo el material orgánico que ha quedado al final de la cinta de clasificación, para transportarlo a la molienda o trituración previa al compostaje, que se realiza fuera de la nave central.-

7. Carro o carretilla.-

Transporta el material producto de la molienda o trituración al lugar destinado para la elaboración del compost, que se encuentra dentro del predio mismo de ubicación de la planta de tratamiento de residuos.-



Carro que transporta el material para la elaboración de compost.

Al finalizar la tarea diaria en los distintos sectores de la Planta, se realiza la limpieza, lavado y ordenado de cada sector para el óptimo funcionamiento al día siguiente, debiendo los operarios higienizarse antes de retirarse.-

7-5-5: **Fracción Orgánica**

A través del proceso biológico fermentativo del compostaje aeróbico, se convierte la fracción orgánica de los residuos en un material húmico estable y no contaminante, denominado compost.

Para obtener el mismo se utilizará el sistema de hileras o parvas lineales, debido a la baja inversión requerida, la simplicidad del proceso y la disponibilidad de terreno.

Así, con los residuos orgánicos se puede elaborar Compost (Abono Orgánico), con el vidrio, el papel y la mayor parte de los plásticos y metales se pueden hacer nuevos productos de esos mismos productos.

En la planta de tratamientos, los residuos orgánicos se descargan en plataformas de cemento abovedadas. A los costados, ésta plataforma tendrá dos canaletas donde se



recolectarán los líquidos que escurren, y se concentrarán en cámaras que evitan que se contaminen las napas de agua. Estos líquidos serán depurados y/o reutilizados.

Los residuos se acumularán en montones, que denominaremos "pilas" y se cubrirán con paja para que el calor generado por los microorganismos se conserve en su interior. El aumento gradual de la temperatura de la pila (que alcanza las 70° C) acelera el proceso de descomposición y causa la muerte de los posibles patógenos que pudieran estar presentes entre los residuos (pasteurización de la masa) y de los huevos de insectos que se puedan haber depositado. Durante un período que oscila entre 2 y 3 meses, se controlará la temperatura de cada pila y su descenso por debajo de los 35° C, marca el final del proceso de compostaje. El producto estará listo para ser trasladado al lombricario para su maduración final.

Para la maduración final del producto se construirán las camas de lombrices, con una tela llamada media sombra de 2 mts. de largo por 1 de ancho y de aproximadamente 0,30 mts. de alto. Se utilizarán lombrices del grupo de las rojas (*Eisenia Foetida*) que demoran 1 mes en transformar el alimento que les ofrecemos. Al finalizar ésta etapa, el compost estará listo para ser utilizado. Previo a su envasado, el compost será tamizado y se retirarán las partes que no fueron degradadas por los microorganismos o lombrices (carozos, cáscaras de huevo, huesos etc.) Estos residuos serán triturados y envasados separadamente. El abono obtenido contiene una gran cantidad de materia orgánica, y por ello es un excelente mejorador de la estructura del suelo y de su capacidad de retención de agua.

Una parte del compostaje lo utilizará el Municipio, para aplicarlo en la forestación y jardinería de los espacios públicos y a la comercialización, mientras que la restante se aplicará a la lombricultura, cuyo objetivo es obtener un material de mejor calidad y mayor retorno económico.

La lombricultura es una técnica que consiste en alimentar lombrices rojas californianas con material orgánico acondicionado, lográndose reducir aún más el volumen de los residuos e incrementar la calidad del producto final (humus de lombriz).-

Material orgánico: (51%) que representaran 183,60 TN por mes

7-5-6: **Fracción Inorgánica**

7-5-6-1: **Fracción Inorgánica Reciclable:**

Una vez realizada la separación de los residuos, se procede al prensado del papel, cartón, trapos, metales y plásticos.

Mediante prensas hidráulicas se enfardan los materiales descritos, según las características de peso y volumen requeridas por el mercado.-

Posteriormente, es acopiado en sitios específicamente determinados dentro de la Planta: papel, cartón, y trapos en boxes cubiertos, mientras que: metales, plásticos y vidrios en boxes a la intemperie.-

Material inorgánico reciclable: (35,2%): que representan 133,20 TN por mes



- Vidrio (4,7%): 16,92 TN por mes
- Metales y Minerales (2,8%): 10,08 TN por mes
- Plástico (13,5%): 48,6 TN por mes
- Papel y Cartón (12,9%): 46,44 TN por mes
- Textiles (1,3%): 20 TN por mes

7-5-6-2: **Fracción Inorgánica No Reciclable:**

Material inorgánico no reciclable: (12,2%) que representan 43,92 TN por mes

El mismo será depositado en el relleno sanitario construido dentro del mismo predio.-

7-5-7: **Fracción Patogénica**

Los residuos patogénicos domiciliarios, se embolsan adecuadamente en polietileno y se los trasladara a los Centros de Salud de la ciudad, hospital público, ya que los mismos poseen convenios con empresas que se ocupan de recolectar dichos residuos y trasladarlos a lugares apropiados, fuera de la ciudad, donde se lleva a cabo su incineración, acorde a lo establecido por la legislación vigente.

Los residuos, tanto patológicos como peligrosos que ingresan a nuestra planta, mezclados con los residuos domiciliarios serán puestos en áreas de cuarentena para que sean retirados por los operadores encargados de manipularlos, transportarlos y depositarlos en los lugares apropiados para ahí sí darles el o los tratamientos adecuados para su disposición final. Por ello, no los tendremos en cuenta para nuestra planta.-

Material Patogénico (1,6): que representan 5,76 TN por mes

7-6: **Recursos Humanos**

La Mano de Obra para 12 TN/día, que equivalen a 360TN por mes, con personal perteneciente y contratado por la Municipalidad, cirujas o tercerizado, a saber:

- Selección de residuos = 10 operarios
- Compostaje = 3 operarios
- Manejo inorgánico = 3 operarios
- Capataz = 1 operario
- Administración = 1 operario
- Mantenimiento = 2 operarios

Total = 20 empleados



Pretratamiento mecánico-biológico.

8- Generalidades

Se basa principalmente en acelerar la estabilización de la fracción orgánica existente en los residuos.

Una vez extraídos o estabilizados los contaminantes orgánicos, el resto de los residuos pueden ser considerados y manejados como inertes o de muy baja bio degradabilidad.

La estabilización de los RSU en un relleno sanitario tradicional tiene un periodo aproximado de 25 años, para reducir el periodo de vigilancia ambiental se puede minimizar el potencial contaminante de los RSU antes de que los mismos sean depositados en el relleno sanitario.

El proceso mecánico biológico tiene dos etapas:

- La primera mecánica, donde los residuos son homogeneizados y humedecidos.
- La segunda biológica donde se desarrolla una fermentación aeróbica de la materia orgánica.

Existen distintas tecnologías (con mayor o menor grado de sofisticación) para realizar cualquiera de las dos etapas (tanto la mecánica como la biológica).

A continuación describiremos dentro de los tratamientos mecánicos biológico el patentado por la empresa Faber Ambra (Alemania), por ser el más difundido en países en vías de desarrollo.

8-1: Tipos.

8-1-1: Tratamiento Faber Ambra (Alemania).

8-1-1-1: Descripción:

El tratamiento mecánico se realiza en camiones rotocompactadores convencionales a los cuales se les agrega dos dispositivos: unas cuchillas y un chorro agua a alta presión. Este chorro de agua es utilizado tanto para romper las bolsas de polietileno como para llegar a la humedad óptima dentro de la masa de los residuos.

Una vez realizado el tratamiento mecánico los residuos son dispuestos en una gran parva donde se realiza la fermentación aeróbica con aireación pasiva.

La aireación pasiva se logra colocando los residuos sobre una base que deja pasar el aire (generalmente se utilizan pallets descartados), luego se instalan desde la base hasta la superficie de la parva caños corrugados perforados cada cierta cantidad de metros cuadrados.



Al iniciarse el proceso de fermentación aeróbica la masa de residuos comienza a calentarse lo que provoca un movimiento ascendente del aire y de esta manera se airea la masa de residuos.

El tratamiento mecánico-biológico es un proceso que convierte los residuos en un material semi-inerte antes de su disposición final.

8-1-1-2: **Ventajas y desventajas del tratamiento**

Ventajas:

- Prolonga la vida útil del relleno dado que los residuos una vez tratados tienen una densidad del orden de 1.0 a 1.4 t/m³ (antes de ser compactados).
- Mejora las condiciones ambientales de los rellenos sanitarios por las siguientes razones:
 1. Reduce de la cantidad de lixiviados y el potencial contaminante de los mismos, dado que ya se ha producido en el proceso biológico la degradación de la mayor parte de la fracción orgánica. Según bibliografía (GTZ), la concentración de COT, DBO5 y compuestos de nitrógeno en los lixiviados se reduce en el orden de 60 a 80%. La mayor cantidad de lixiviados se producen durante el pre tratamiento, momento en el cual los lixiviados se pueden captar y controlar.
 2. Reduce de emisión de biogás en el relleno sanitario dado que material es biológicamente semi-inerte.
 3. Es posible eliminar todos los agentes patógenos durante el proceso de degradación biológica. Para ello la temperatura se debe mantener entre 60 y 70° C durante 24 horas, la degradación aerobia esta acompañada de liberación de calor, la temperatura en la pila alcanza hasta los 80° C.
 4. Mejora las condiciones de operación del relleno
 5. Reduce los asentamientos en los rellenos, dado que la fracción orgánica esta prácticamente degradada.
 6. Reduce los tiempos de monitoreo del relleno luego de la clausura a unos 5 años en vez de 25 a 30 años, por el bajo potencial contaminante de los residuos sólidos dispuestos
 7. Reduce la necesidad de material de cobertura, dado que el material proveniente del pre tratamiento biológico posee alta densidad y baja permeabilidad, reduciendo así por si mismo el ingreso de agua de lluvia dentro de la masa del relleno.



Desventajas

- Alta generación de lixiviados al ser realizado el tratamiento al aire libre, dado que existe mucha superficie de exposición al agua de lluvia.
- Generación de olor. El olor es causado por la emisión de gases, producto de metabolismo microbiano. Los principales causantes del olor son el amoníaco, ácido sulfhídrico, ácidos alifáticos, aminas y aromáticos. El olor se puede convertir en un problema si la degradación de los residuos apilados no se controla apropiadamente. Una de las formas para reducir significativamente el olor es la cobertura de la pila con material previamente estabilizado y tamizado que actúa como "biofiltro" y retiene las sustancias volátiles emitidas por la degradación.
- Presencia de vectores, diseminación de materiales livianos (papeles y materiales plásticos) y el aspecto estético de la planta, son también problemas que en mayor o menor medida se minimizan con la ejecución de una buena cobertura superficial.

8-1-2: **Compactación previa de los residuos.**

8-1-2-1: **Generalidades.-**

Este sistema es conocido también con el nombre de relleno seco.

Básicamente consiste en compactar los residuos en prensas de gran porte conformando posteriormente fardos de residuos. Los fardos son transportados en acoplados sin barandas y colocados en el relleno con equipos tipo clark.

8-1-2-2: **Ventajas y desventajas del tratamiento:**

Ventajas:

- Prolonga la vida útil del relleno dado que los fardos de residuos pueden alcanzar una densidad entre los 1400 y 1500 kg/m³.
- Mejora las condiciones ambientales de los rellenos sanitarios por las siguientes razones:
 1. Minimiza la superficie expuesta de residuos dado que los fardos son apilables y no son necesarias grandes áreas para distribuir y compactar los residuos con topadores y equipos compactadores sobre ruedas.
 2. Disminuye la dispersión de residuos ligeros (papeles, plásticos) por acción climática.
 3. Mejora la apariencia visual.



4. Reduce la presencia de vectores, dado que los fardos apilados y la menor superficie expuesta desalienta la presencia de pájaros, roedores, moscas, perros, etc.
 5. Genera mucho menos cantidad de lixiviados. Primeramente por que gran parte se extrajo al momento de la compactación (este líquido debe ser tratado), segundo al ser tan densos los fardos es muy lenta la percolación del agua de lluvia, tercero al tener tan alta compactación hay escasa presencia de humedad y de oxígeno, lo que demora los procesos de degradación de la materia orgánica.
 6. Genera menor caudal de biogás dada la lenta degradación de la materia orgánica.
- Mejora las condiciones de operación del relleno
 1. Reduce los asentamientos en los rellenos dada la mayor densidad y consistencia de los fardos y su lenta degradación.
 2. Reduce la necesidad de material de cobertura
 3. Mejora la operación ante situaciones de intensas lluvias, los camiones descargan dentro del galpón donde se encuentra la compactadora, los fardos de residuos compactados son transportados posteriormente por acoplados sin baranda y colocados con equipos tipo clark en el relleno sanitario. Se evita la descarga de los residuos, la distribución y el compactado bajo la lluvia.

Desventajas:

- Existe poca experiencia con esta tecnología a largo plazo, por lo que los tiempos de estabilización de la masa de residuos no son conocidos.
- Los residuos quedan como “momificados” estimándose que la descomposición completa se alcance a los 100 años. Esto significa que el tiempo de monitoreo de biogás y de lixiviados de pos clausura probablemente es mucho más largo que en un relleno sanitario convencional.
- Gran dependencia del equipo compactador, un equipo muy costoso, de alta tecnología, nada versátil en comparación con los equipos utilizados normalmente en los rellenos (palas cargadoras, topadores, compactadores).



Disposición Final de los Residuos Sólidos Urbanos

9-1: Relleno Sanitario

9-1-1: Definiciones

Según la ASCE (Asociación Norteamericana de Ingenieros Civiles), “Relleno Sanitario una técnica para la disposición de los residuos en el suelo sin causar perjuicios al ambiente y sin causar molestias o peligros para la salud y la seguridad pública; este método utiliza principios de ingeniería para confinar los residuos en la menor área posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable y cubriéndolo con capas de tierra en una frecuencia necesaria o por lo menos al fin de cada jornada”

Otras definiciones

El Relleno Sanitario es una obra de ingeniería, concebida para minimizar los impactos negativos sobre el ambiente de la disposición final de los desechos sólidos en el suelo. Los principios de ingeniería deben utilizarse para las fases de planificación, diseño, construcción, operación, monitoreo-seguimiento y posterior clausura.

El relleno sanitario es el método más difundido mundialmente para realizar la disposición final de residuos sólidos urbanos, debido a la seguridad que proporciona y a su relativo bajo costo respecto de otras tecnologías.

A continuación se puede apreciar la tendencia mundial en lo que respecta al tratamiento y disposición final de los desechos sólidos.

PAIS / REGION	TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL(%)		
	RELLENOS	INCINERACION	COMPOSTAJE
	SANITARIOS		
ESTADOS UNIDOS	80	19	< 1
JAPON	30	70	2
ALEMANIA	70	30	3
FRANCIA	55	40	9
SUIZA	20	80	0
SUECIA	40	55	5
ESPAÑA	80	15	5
LATINOAMERICA	98	< 1	< 1

Fuente: Diagnosis of municipal solid waste management in Latin America and the Caribbean.
OPS - OMS - CEPIS Septiembre/1998

9-1-2: Principios básicos de un relleno sanitario

En realidad los rellenos sanitarios han surgido como una evolución de los basurales a cielo abierto, a partir de la búsqueda de soluciones para contrarrestar las diferentes molestias y perjuicios causados por los mismos.



Desde el punto de vista de su construcción es muy similar a cualquier obra de grandes movimientos de suelos. Se utilizan los mismos equipos y técnicas constructivas muy similares (salvo determinados temas específicos) y es por eso que los ingenieros civiles han sido en general los responsables del diseño y operación de los rellenos sanitarios.

Desde el punto de vista de la bioquímica el relleno sanitario es un reactor biológico gigante donde en general se tiene poco control en los procesos de degradación de la materia orgánica.

El objetivo de los rellenos sanitarios es crear una barrera entre el ambiente y los residuos, controlando además las emisiones líquidas y gaseosas generadas dentro de la masa de los residuos.

El relleno sanitario se basa en el concepto de aislar los residuos del ambiente hasta que los mismos se estabilicen mediante procesos naturales biológicos, físicos y químicos.

En general el relleno sanitario debe cumplir los siguientes requisitos:

- Compactación de residuos, para minimizar la ocupación de terreno y controlar los asentamientos producidos por la masa de residuos degradados.
- Cubrir los residuos con material de cobertura con una determinada periodicidad (hace diez años atrás la frecuencia establecida era diaria), para evitar el contacto con el ambiente.
- Controlar y prevenir el impacto adverso sobre los recursos suelo, aire y agua y su impacto posterior en la salud pública.

Las diferencias principales que marcan los distintos niveles entre los rellenos sanitarios y entre rellenos sanitarios y enterramientos controlados o entre rellenos sanitarios y basurales, consisten en el nivel y seguridad en el aislamiento, el control de efluentes líquidos y el control de efluentes gaseosos.

Las diferencias entre rellenos sanitarios, basurales y enterramientos controlados a veces no son tan fáciles de reconocer a simple vista si no se tiene una mínima experiencia, dado que lo que se ve inicialmente es que los residuos son volcados sobre la tierra. Esta característica junto con la denominación errónea que se le ha dado a la palabra “relleno sanitario”, hace que comúnmente la gente relacione a un relleno sanitario moderno con un basural.

Como vimos anteriormente, el objetivo de los rellenos sanitarios es crear una barrera entre el ambiente y los residuos, controlando además las emisiones líquidas y gaseosas generadas dentro de la masa de los residuos.

Para aislar los residuos del medio ambiente disminuyendo al máximo su exposición se debe:



- Controlar los ingresos al terreno:

Si se permite el ingreso de terceros a realizar tareas de recuperación de residuos de tipo informal, se rompe con una de las reglas de aislar los residuos del ambiente. La cuestión de la prohibición de ingresos de tercero no habilitados no es arbitraria, si no existe una organización y una serie de normas de higiene y seguridad, pueden devenir en intoxicaciones por ingerir alimentos en mal estado (aquí se presenta el caso no solo de ingestión en el lugar, sino de retiro de elementos comestibles del relleno y posterior venta), accidentes con los equipos pesados si los hubiera, transmisión de enfermedades por los mismos vectores que normalmente se encuentran en los residuos (ratas y moscas). El control de ingresos debe extenderse a animales (caninos los más abundantes, porcinos, equinos, etc.) por ser potenciales vectores de transmisión de enfermedades. También se debe controlar el ingreso del tipo de residuos, dado que la tecnología desarrollada para rellenos sanitarios contempla la disposición final de RSU y no de residuos del tipo peligroso.

- Cubrir los residuos depositados:

Al realizar la tapada con material de cobertura (generalmente suelo) se busca aislar la masa de residuos de los agentes meteorológicos, de las personas, de los animales e insectos, y del aire. De esta manera se disminuye la superficie expuesta de los residuos y con ello se disminuye el ingreso de terceros no autorizados para recuperar residuos, la proliferación de vectores, el diseminado de materiales livianos por causa del viento y también la generación de los líquidos lixiviados (efluente líquido generado en un relleno sanitario) por percolación de agua de lluvia a través de la masa de los residuos. Es de hacer notar que la cobertura diaria de los residuos (muy difundida en normativas) no es siempre factible desde el punto de vista económico y a veces no se justifica. Por ejemplo no se justifica en ciudades grandes donde existen recolecciones diurnas y nocturnas, y el ingreso de residuos se realiza prácticamente durante 24 horas, en estos casos la superficie recién cubierta de residuos vuelve a estar descubierta (con una nueva capa de residuos) a las pocas horas. El suelo también es un recurso a cuidar y colocarlo dentro de la masa del relleno no tiene ningún sentido, a menos que esa superficie donde se tapa no estará en operación durante algunos días. Lo más lógico y racional es que la superficie de disposición final de residuos sea lo más pequeña posible, de manera tal de que el área expuesta sea chica y además de esta manera se llega rápidamente a la altura de depósito de residuos establecida en el proyecto de relleno, una vez alcanzada con los residuos la cota de coronamiento, allí sí se tapan los residuo con la cobertura final. Existen distintos tipos de coberturas finales las cuales veremos en detalle más adelante.

- Aislamiento de la base:

Dependiendo de la cantidad de residuos, sus características y el régimen de lluvias, debe preverse el aislamiento también de la masa de residuos con respecto al suelo sobre el cual es depositada. Este aislamiento busca proteger suelo y aguas subterráneas, que pueden ser contaminadas con la percolación del líquido lixiviado a través del suelo.



9-1-3: **Localización de un relleno sanitario**

Mucho es lo que se ha escrito sobre los criterios a considerar en la localización de un relleno sanitario, inclusive se han desarrollado matrices de ponderación para comparar las aptitudes de distintos terrenos para la recepción de un emprendimiento de disposición final de RSU.

Se han elaborado tanto criterios de evaluación, como criterios de exclusión (si el terreno no cumple con determinadas características no debe utilizarse para la disposición final de residuos).

A continuación consignaremos una serie de factores a considerar al momento de pensar en un terreno para la disposición final de residuos.

Si bien existen terrenos con mejor aptitud que otros para construir un relleno sanitario, desde el punto de vista de la preservación del ambiente físico, actualmente existe la tecnología para realizar esta obra prácticamente en cualquier ubicación (salvo algunos casos extremos).

Lo que en realidad se modifica cuando un terreno no es inicialmente adecuado para la disposición final de residuos, son los costos asociados a la construcción y operación del relleno para transformar ese terreno no adecuado en un terreno adecuado.

Dado que el diseño del relleno sanitario tiene como objetivo principal la minimización de impactos ambientales de la disposición final de los residuos, las características físicas del lugar de emplazamiento (del cuerpo receptor) son los principales condicionantes al momento de diseñar la obra de disposición final y proyectar la ejecución y hasta la operación de la misma.

También hay que considerar que la localización de un sitio para la disposición final de los residuos, puede afectar a otros componentes del sistema de gestión de residuos como por ejemplo el sistema de transporte.

Las excesivas distancias de transporte pueden hacer viables económicamente la construcción de estaciones de transferencia y hasta la ampliación de la recuperación de residuos.

9-1-4: **Factores de estudio y evaluación**

Los factores a tener en cuenta para seleccionar un sitio en relación a varios sitios posibles en general son:

a. Localización:

La ubicación del terreno es de gran importancia en la explotación de todo el sistema, dado que la distancia (o el tiempo) al centro generador de residuos repercute grandemente en el costo de transporte, debiéndose propender al uso económico de los vehículos recolectores.



La distancia de transporte es una variable importante en la selección de un lugar para instalar un relleno sanitario.

Por un lado es deseable que esté lo más próximo posible de los centros de generación de residuos a fin de minimizar los costos de transporte pero por otro lado, la excesiva cercanía a los centros poblados puede generar fuerte oposición entre sus pobladores.

Por otra parte puede suceder que un sitio cuya ubicación resulta algo alejada para servir a una determinada población puede a su vez estar lo suficientemente cerca de otro núcleo urbano como para sumarla al servicio y así disminuir los costos fijos de instalación y operación del relleno sanitario (por la economía de escala).

Si bien tanto en bibliografía como en normativas existen determinaciones de distancias mínimas desde un relleno sanitario hasta una urbanización, no es posible encontrar una justificación técnica que determine cual es la cercanía máxima admitida.

El concepto de distancia mínima tiene que ver con dejar una zona de amortiguación de impactos, distancia donde se estima que los efectos se diluyen, los efectos tienen que ver principalmente con olores, ruido de equipos, impacto visual y tránsito. Todos estos aspectos pueden subsanarse con tecnología. Los olores se producen principalmente por mal manejo del lixiviado (chorreaduras, encharcamientos), por los mismos gases provenientes de la degradación de la materia orgánica los cuales en general tienen sulfhídrico (gas responsable del olor).

b. Vías de acceso:

El terreno debe estar cerca a una vía principal (rutas de acceso a la localidad o rutas de circunvalación, o avenidas de ingreso a la ciudad), para que el acceso de los camiones sea fácil y resulte más económico el transporte de los residuos sólidos y la construcción de las vías internas de penetración. Estas deben permitir el ingreso fácil, seguro y rápido a los vehículos recolectores hasta el frente de trabajo en todas las épocas del año.

Nunca es conveniente concentrar el flujo de los camiones de la recolección por calles interiores de un barrio de viviendas.

c. Vida útil del terreno:

La capacidad del sitio debe ser suficientemente grande para permitir su utilización a largo plazo, dadas las dificultades cada vez mayores para localizar un relleno sanitario y los costos en obras de infraestructura, la vida útil del terreno es un factor de alto valor de ponderación al comparar dos posibles terrenos.

Obviamente depende de la disponibilidad de terrenos, pero en regla general se estima que la vida útil debe ser mínima de 10 años.



d. Condiciones climáticas de la zona:

Dependiendo la región las condiciones climáticas pueden ser un factor de comparación de sitios o no.

En la pampa argentina (donde se concentra la mayor cantidad de población y por lo tanto de residuos) las condiciones climáticas son muy uniformes a lo largo de cientos de kilómetros, por lo que no tiene sentido utilizar este factor como un factor de ponderación.

En las zonas de montaña donde las poblaciones se han asentado generalmente en los valles fértiles inter montañosos, esto varía radicalmente, existiendo diferencia de precipitaciones de más de 1000 mm/año, en distancias de 10 kilómetros, por lo que aquí si las condiciones climatológicas pueden ser un importante factor de ponderación.

De todas maneras es importante para el desarrollo del proyecto y la planificación del relleno sanitario contar con un estudio climatológico de la zona de su implantación, ya que será necesario conocer el régimen de precipitaciones pluviales, vientos predominantes, humedad y temperaturas extremas.

Las lluvias provocan problemas en el manejo del relleno sanitario, tanto por las dificultades para el desplazamiento de los camiones recolectores de residuos, como por los problemas que crean para el movimiento del suelo necesario para construir la infraestructura y efectuar las coberturas.

En función de las lluvias que se produzcan deberán proyectarse las obras hidráulicas de drenaje que correspondan para permitir el rápido drenaje de las aguas fuera de la zona del relleno sanitario.

El régimen de lluvias también influirá en las cantidades de líquido lixiviado que se producirá en el relleno.

Los períodos sin lluvias, aunque menos problemáticos para el relleno sanitario, también se los debe tener en cuenta, ya que en esas condiciones se incrementa la posibilidad de voladura de elementos livianos y polvo, especialmente si hay caminos de circulación de tierra, en los que se deberá contemplar su frecuente riego con camiones tanque apropiados.

Los vientos dispersan los materiales volátiles y será necesario prever las barreras necesarias para su contención.

Asimismo, si los vientos predominantes son hacia una zona poblada pueden llevar olores molestos que causen problemas con los habitantes del lugar.

Las altas temperaturas y humedades aceleran el proceso de descomposición de la materia orgánica contenida en la basura, generando olores y aumentando la temperatura de los residuos, con el consiguiente peligro de producción de incendios.



Esta situación deberá ser controlada planificando adecuadamente la cobertura de los residuos dispuestos.

e. Hidrogeología

Es necesario evaluar la profundidad del manto freático o escurrimiento subsuperficial y también de la primera napa de aguas subterráneas. Es necesario mantener una distancia de seguridad entre las capas de aguas y los residuos sólidos. Así mismo, es preciso identificar las características del suelo y de la roca que separará los residuos de los cursos subterráneos, en cuanto a su permeabilidad, estabilidad y capacidad de absorción de contaminantes. Esto en general se estudia con perforaciones y basándose en información general de la zona.

Como vimos, uno de los principios básicos de un relleno sanitario es crear una barrera entre el ambiente y los residuos, los datos anteriores nos dan una buena idea de la calidad natural de esta barrera en el terreno.

f. Hidrología superficial:

Se deben estudiar los escurrimientos superficiales sobre los terrenos elegidos con base en los relevamientos topográficos y los datos meteorológicos de lluvias recopilados.

Asimismo se deben investigar los cursos de agua permanente o no permanente que crucen el terreno o sus adyacencias, analizando sus niveles normales y de inundación en época de crecidas, ya que son factores que condicionarán el proyecto.

Si bien tanto en bibliografía como en normativas existen determinaciones de distancias mínimas desde un relleno sanitario hasta un curso de agua, en este caso tampoco es posible encontrar una justificación técnica que determine cual es la cercanía máxima, depende del tipo de curso de agua, sus curvas de inundación para distintas recurrencias y el tipo y proyecto a realizar.

g. Material de cobertura

El terreno debe tener abundante material de cobertura, ser fácil de extraer y, en lo posible, con buen contenido de arcilla por su baja permeabilidad y elevada capacidad de absorción de contaminantes. Cuando sea escaso en el propio sitio, se debe garantizar su adquisición en forma permanente y suficiente, teniendo en cuenta su disponibilidad en lugares vecinos y los costos de transporte. De no ser así, es preferible desechar el lugar antes del inicio de cualquier trabajo, puesto que se corre el riesgo de convertirlo en un basural a cielo abierto.

h. Características planialtimétricas:

La planialtimetría del terreno y su entorno es fundamental para la realización del anteproyecto del relleno, estudiar las posibilidades de zonas de préstamo de suelo y analizar el escurrimiento superficial. Para eso se podrá recurrir a relevamientos planialtimétricos expeditivos, también son de mucha utilidad las cartas de suelo del



Instituto Geográfico Militar (para el caso de Argentina). Es de mucha utilidad también el uso de fotografías aéreas que brindan información sobre el uso de los suelos en la zona, ubicación de obras de interés, etc.

i. Condiciones ambientales preexistentes:

En el estudio de las condiciones ambientales locales se deben tener en cuenta los aspectos antrópicos y naturales, analizando el grado de antropización de la zona, la flora y la fauna del lugar, la cercanía de recursos hídricos y las condiciones de contaminación existentes para estudiar los potenciales impactos a producirse durante las distintas etapas de instalación, operación y cierre del relleno sanitario, definir las medidas de mitigación que fueran necesarias para los impactos negativos y deslindar futuras responsabilidades que pudieran atribuirse al relleno sanitario.

Así, se debe monitorear la calidad del agua subterránea y superficial y estudiar los usos anteriores del suelo para identificar posibles contaminaciones previas del sitio.

j. Plan regulador o Plan Director de usos del suelo:

Es para conocer la delimitación del perímetro urbano, y los usos del suelo actuales y planes futuros, para así evaluar su compatibilidad de los mismos con la instalación de un relleno. Se recomienda que la dirección o sentido del crecimiento de la urbanización se efectúe en dirección al sitio, esto no debe realizarse de inmediato, a fin de que una vez concluida la vida útil del relleno sanitario, el terreno pueda ser usufructuado por la comunidad.

k. Otros factores:

Dado que los residuos una vez dispuestos atraen gran cantidad de aves, los posibles sitios de ubicación deben estar alejados de aeropuertos para no generar interferencia con los aviones en el momento del aterrizaje y despegue.

La tendencia actual es evitar la instalación de rellenos sanitarios en humedales o bañados, salvo que soluciones de ingeniería garanticen que no se producirán daños al medio ambiente.

La ubicación de un relleno sanitario en un lugar muy expuesto a la visión de los pobladores de la zona no resulta conveniente ya que puede producir un impacto visual negativo.

9-1-5: Desarrollo de un Proyecto Ejecutivo de un Relleno Sanitario.-

a. Definiremos

Módulo: recinto estanco conformado por la base del relleno sanitario y los terraplenes perimetrales.



Sector: Es una de las partes de las cuales se subdivide el módulo, para escalonar su construcción y operación. Cada sector tiene un sistema de colección y extracción de líquidos lixiviados independientes.

Un mismo módulo puede tener uno o varios sectores dependiendo del diseño.

b. Etapas

Para realizar el proyecto constructivo de un relleno sanitario, se deben desarrollar distintas etapas las cuales podemos resumir en:

- Diseño general del relleno
- Planificación de etapas constructivas
- Características constructivas
- Cálculos de diseño

c. Diseño general del relleno

Para establecer el diseño general de un relleno sanitario se necesitan obtener los siguientes datos:

- a.- Cálculo del ingreso diario de residuos al relleno sanitario.
- b.- Vida útil de diseño del relleno.
- c.- Terreno disponible en lo que se refiere a forma, superficie, particularidades (como líneas de alta tensión u otras).
- d.- Pendiente del terreno
- e.- Profundidad de la napa
- f.- Tipo de suelo que conforma el perfil estratigráfico desde el nivel de terreno natural hasta la primera napa.
- g.- Capacidad portante del suelo donde se depositarán los residuos.
- h.- Cotas de inundación del terreno por escurrimientos superficiales
- i.- Condiciones del entorno (cercanía de barrios de vivienda, entorno paisajístico)
- j.- Accesibilidad de materiales para la obra (terraplenes, coberturas, drenes, etc.)

Con los puntos a y b se establece las toneladas totales de residuos a ingresar al relleno, este dato hay que pasarlo a volumen, es decir se debe dividir por la densidad a la cual se planifica enterrar los residuos.

Esta densidad depende de la composición de los RSU, del equipamiento utilizado y modo de ejecución de la distribución y compactación de los residuos dentro del relleno.

En reglas generales podemos decir que trabajando sin equipamiento específico de compactación, se llega sin mucho inconveniente a una densidad de 0,8 ton/m³ y trabajando con equipos y procedimientos específicos de compactación, se puede llegar hasta 1,2 ton/m³.

La elección de la densidad de diseño vendrá dada por las condiciones específicas de cada caso y dependerá sobre todo de: la cantidad de residuos a ingresar (cuanto mayor es el ingreso diario más rápidamente se amortizan los equipamientos específicos) y la disponibilidad de terrenos.



Una vez que hemos establecido la densidad con la cual trabajaremos, ya se tiene el volumen total que encerrará el relleno, a partir de aquí, con la superficie del terreno, la máxima cota de excavación, la máxima altura (cota de coronamiento) que alcanzará el relleno y las pendientes laterales, se van probando distintos diseños, y modos de ocupar el terreno hasta adoptar el más conveniente.

Si bien no hay a priori criterios preestablecidos que definan la forma del volumen que generará el relleno, en general, se intenta seguir las formas topográficas naturales del entorno y de no ser posible (caso de zonas muy planas) se intenta que adopten una forma suave y armoniosa.

Otro criterio muy utilizado también es el de minimizar, dentro del terreno disponible, el área ocupada por el relleno, para poder así maximizar las áreas de transición (áreas que se desarrollan desde el límite del módulo de disposición final de residuos hasta el límite del terreno).

Lo más racional sería tener definido desde el momento de la planificación del relleno, cual será el uso futuro del terreno ocupado por el relleno, en base a este uso definido diseñar la forma que el relleno deberá tomar.

La forma del terreno y sobre todo del módulo que se construya dentro del mismo es de fundamental importancia dado que los costos de la ocupación del terreno, de la impermeabilización de la base y de la construcción del sistema de captación de lixiviados son inversiones elevadas.

Por este motivo cuando se diseña un relleno se busca lograr un tirante de residuos (m^3 de residuos dispuestos por metros cuadrados de superficie ocupada) lo más elevado posible, de esta manera los gastos de construcción del módulo y su infraestructura se amortizan entre una mayor cantidad de toneladas de residuos.

Con este concepto, para una misma superficie disponible, las formas rectangulares tendientes al cuadrado o las formas ovales tendientes a la circunferencia brindan una mayor capacidad receptiva de residuos que las formas alargadas, esta consideración es válida tanto para el terreno como para el módulo.

Cuando los terrenos presenten interrupciones como canales, líneas de alta tensión, u otros obstáculos es necesario realizar dos o más módulos dentro del terreno, lo que provoca una gran pérdida en lo que a volumen de recepción de residuos se refiere.

En lo que a pendientes del terreno disponible se refiere, si las mismas son pequeñas (menores al 2%) prácticamente no tendrán influencia en el diseño. Cuando la pendiente del terreno varía entre 2 y 10% determina en gran medida el diseño del sistema de captación y colección de los lixiviados y hasta la cantidad de sectores en los que se dividirá el módulo.

Para pendientes mayores al 10% se deben estudiar posibles fallas del relleno por deslizamiento, generalmente requiere de diseños de fondo del relleno especiales.

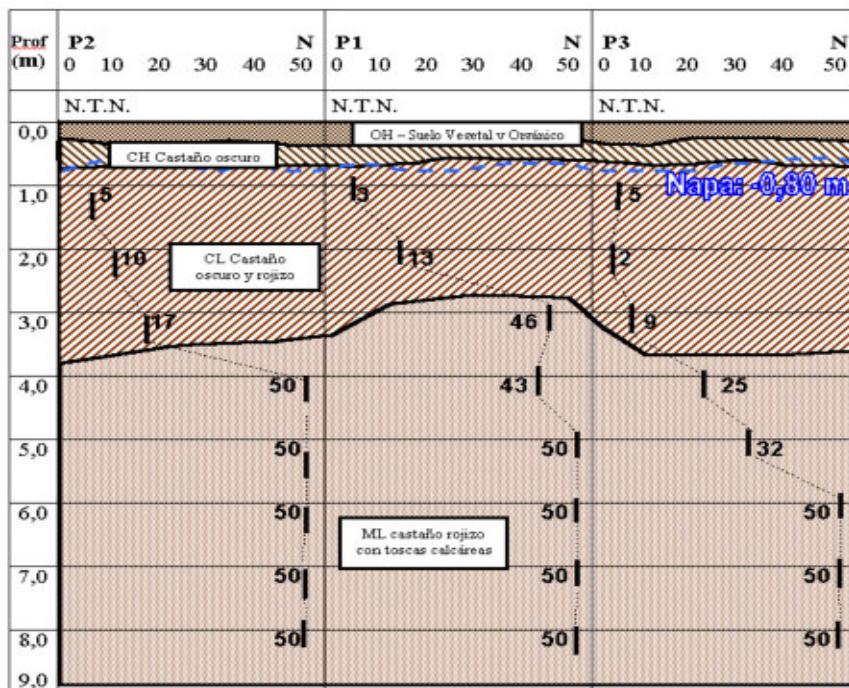


La profundidad a la cual se encuentra la primera napa y el tipo de suelo que conforma el perfil estratigráfico desde el nivel de terreno natural hasta la primera napa, es determinante en lo que se refiere a:

- Establecer cual será la cota máxima de excavación, esto no solo define el volumen de residuos bajo tierra sino también el tipo y el volumen de material disponible para realizar la obra (suelo de excavación).
- Determinar el tipo de protección de fondo que hay que realizar al relleno sanitario.

La capacidad portante del suelo donde se fundará el relleno, nos determinará la altura máxima que puede alcanzar el relleno (cota de coronamiento) sin que se produzcan asentamientos que comprometan la integridad del sistema de impermeabilización de fondo, por ejemplo una tensión admisible de 2 kg/cm² permite un tirante máximo de 20 metros de residuos (considerando una densidad de 1ton/m³).

La imagen siguiente representa un estudio básico expeditivo de suelos para la ubicación de un relleno sanitario.



Este gráfico establece la profundidad de la napa 80 cm. (por lo que de usarse este terreno no solo será imposible excavar, sino que se deberá rellenar para dar mayor protección a la napa).

Establece el tipo de suelo, un primer horizonte de suelo vegetal de aproximadamente 35 cm. de espesor, una arcilla plástica de otros 35 cm. de espesor, un manto de arcilla poco



plástica de 2 a 3 metros de espesor y un manto de limo poco plástico de más de 6 metros de espesor.

También se establece la capacidad portante del suelo de manera indirecta (este es un ensayo rápido de penetración), los números indican la cantidad de golpes del ensayo de penetración que soporta el suelo cada metro de profundidad, se establece que habrá grandes asentamientos en las primeras capas, solo el limo presenta buena capacidad portante.

Como hay que aislar la masa de residuos del medio ambiente, normalmente se construye un terraplén perimetral a todo la zona de depósito de residuos (módulo) la cota o altura de este terraplén debe ser superior a la máxima cota registrada de inundación del terreno por escurrimientos superficiales

Las condiciones del entorno (cercanía de barrios de vivienda, entorno paisajístico), también pueden influenciar el proyecto determinando cotas máximas de coronamiento, ocupación de determinados espacios dentro del relleno, elección de determinados tratamiento para efluentes líquidos y gaseosos.

d. Planificación de etapas constructivas

Dado que los rellenos sanitarios son obras que estarán en operación durante varios años, lo que se hace, normalmente, es planificar su construcción en etapas.

De esta manera se ahorran costos financieros y costos de movimientos de suelos.

El proceso general es el siguiente:

En la primer etapa se prepara la infraestructura básica como cerco perimetral, caminos, oficinas, iluminación, red de drenajes del terreno, planta de tratamiento de lixiviados, pozos de monitoreo de aguas y forestación entre otros y se prepara además un área para depósito de residuos con una capacidad que puede variar entre 6 y 12 meses.

El suelo excavado para ejecutar la primera área de depósito de residuos será utilizado para la construcción de caminos, lagunas, terraplenes y lo restante será almacenado.

Conforme se va avanzando en el relleno de la primera área de depósito, se inicia con la segunda etapa constructiva, la cual consistirá en excavar una segunda área para el depósito de residuos, el suelo proveniente de la excavación será utilizado para tapar los residuos depositados en la etapas número uno y el sobrante será acopiado.

Así se continúa hasta la última etapa, los residuos depositados en esta etapa serán tapados con lo acopiado durante las etapas anteriores.

e. Características constructivas

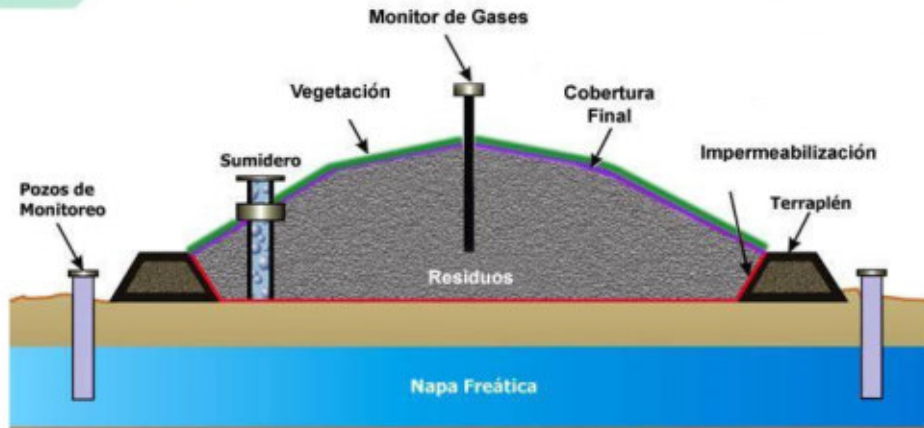
Las principales características constructivas a definir son:

- a.- Sistema de impermeabilización del terreno
- b.- Sistema de recolección de lixiviados
- c.- Control de aguas de escorrentía y erosión del suelo



d.- Sellado del relleno. Clausura.

Relleño Sanitario



- Sistema de impermeabilización del terreno

En nuestro país no existe una norma que defina el tipo de impermeabilización que debe tener un relleno sanitario.

En general las ciudades más grandes (con mayores recursos) están trabajando con una capa de 20 a 50 cm. de suelo arcilloso compactado o mezcla de suelo bentonita (tal que de una permeabilidad $< 1 \times 10^{-7}$ cm. / seg.), una membrana de 1,5 mm de polietileno de alta densidad (PAD) y 30 cm de suelo del lugar tamizado (para proteger la membrana).



Excavación de una trinchera (sin impermeabilización de fondo), enterramiento controlado.



Trinchera terminada



Excavación de dos sectores



Colocación de membrana de PAD



Se observa la colocación de membrana en un sector y los residuos del sector adyacente cubiertos por una cobertura sintética en vez de tierra.



Dos sectores impermeabilizados donde se está colocando un geotextil de protección de membrana



Colocación del suelo de cobertura de membrana

En los países desarrollados los sistemas de impermeabilización de base de rellenos sanitarios, están estandarizados, sin importar el tipo de suelo que conforma el soporte



del relleno, ni la profundidad a la cual se encuentra la napa, ni el régimen de precipitaciones, ni las características de los residuos a disponer.

El criterio general es el siguiente: Las zonas de depósito de residuos deben contar con un sistema de impermeabilización con materiales compuestos.

La base y laterales del módulo pueden estar formados por los siguientes componentes:

- ❖ 1,00 m de arcilla recompactada, $K < 1 \times 10^{-7}$ cm./seg., o capa mineral equivalente con un espesor mínimo de 0,50 m
 - ❖ Geomembrana de PEAD (Polietileno de Alta Densidad) en la base y los taludes laterales del relleno, mínimo de 1,5 mm a 2,5 mm de espesor (según país).
 - ❖ Manto de Bentonita en la zona de captación de lixiviados (cámaras de captación).
 - ❖ Geotextil no tejido de mínimo 500 a 2000 grs./m² (según país).
 - ❖ Capa de drenaje para la recolección de lixiviados. (grava 30 cm. de espesor) para taludes se utiliza geodrenes.
- Sistema de recolección de lixiviados

El sistema de colección de lixiviados tendrá como objeto evitar que se formen acumulaciones de lixiviados sobre la base de las celdas.

El sistema de colección de lixiviados incluirá todos los componentes necesarios para conducir el lixiviado desde el fondo del relleno hasta la planta de tratamiento.

El sistema de colección de lixiviados será independiente en cada sector del módulo (etapa de operación) y en general esta compuesto por:

- Capa de drenaje del sistema de impermeabilización. En los países desarrollados se utiliza toda una capa uniforme, en países más pobres, la membrana normalmente se cubre con suelo (para protegerla de roturas y no con geotextiles) y sobre este suelo se construyen canales drenantes
- Las pendientes adoptadas, ya sea en sentido transversal al canal como en sentido longitudinal.
- Las cámaras de captación (pozos realizados en la parte más baja del sector). Aquí es donde termina el canal drenante y se acumula el líquido retenido por el sistema de impermeabilización, las cámaras se ejecutan generalmente contra el perímetro interior del terraplén perimetral del módulo.



- Caños de extracción, son caños de PAD u hormigón, enterrados dentro de la misma masa de residuos, los mismos vinculan la cámara de captación con el exterior. Si el terreno tiene el desnivel suficiente el lixiviado acumulado en la cámara puede ser conducido a través de la cañería por gravedad hasta un camión tanque o hasta la misma planta de tratamiento, en caso de que por la poca pendiente del terreno, las cámaras de extracción queden bajo el nivel de terreno natural, por los mismos se introducen bombas sumergibles con las cuales se extrae el lixiviado desde el fondo del relleno, para ser transportado luego por camiones tanques o por gravedad a la planta de tratamiento.
- Control de aguas de escorrentía y erosión del suelo

El relleno sanitario implica indefectiblemente una modificación en la topografía del terreno. Esta modificación que puede alcanzar varias decenas de metros, produce normalmente concentraciones en la escorrentía del agua de lluvia. Por otro lado el suelo de cobertura del relleno (sobre el cual se realiza la escorrentía) es un suelo traído de otro lugar, el cual es muy difícil de compactar dado que se está trabajando sobre una masa elástica (los residuos), esto produce normalmente erosión.

El diseño de un relleno sanitario se proyectará para que la erosión del suelo de cobertura y de la zona inmediata al módulo quede reducida al mínimo debido a la acción de las aguas pluviales.

En general para controlar la erosión se tiene que prever al diseñar la forma del relleno, la formación de cuencas de captación, la ejecución de zanjas permanentes y/o de disipadores de energía para el escurrimiento. Otra manera de minimizar la erosión es trabajar con diseños del tipo terrazas y laderas (para minimizar la velocidad de escurrimiento).

En todo el control de la erosión, la vegetación es fundamental, dado que el sistema radicular fija el suelo y le confiere mayor resistencia a la erosión.

- Sellado del relleno. Clausura

El diseño incluirá una descripción detallada y justificada del sistema de sellado final propuesto. Este ha de incluir por lo menos espesores y tipo de materiales a utilizar, sistemas de control de erosión y sistemas de extracción de gas.

En los países desarrollados es muy común encontrar que el cierre del relleno se realiza con la aplicación de varias capas, a saber:

- 1- una capa de suelo para homogeneizar la superficie,
- 2- una capa de material drenante para coleccionar los gases,
- 3- una membrana sintética para aislar los residuos del ambiente,
- 4- una capa de drenaje para el agua de lluvia y
- 5- finalmente la capa de suelo donde se implantará la cobertura vegetal.



En los países en vías de desarrollo generalmente lo único que se utiliza como cobertura final del relleno sanitario es una capa de suelo de espesor variable entre 0,60 y 1,2 metros, en general se utiliza el mismo suelo obtenido de la excavación del módulo, colocándose como última capa el suelo vegetal.

En realidad la cobertura final de un relleno no debería ser solo tapar los residuos con tierra, se debe calcular en función del tipo de suelo disponible y las pendientes laterales del relleno, el espesor necesario de la capa de cobertura de manera tal de que se minimice el ingreso de agua de lluvia dentro de la masa de los residuos.

Para ello intervienen parámetros como el coeficiente de escurrimiento, (dependiente del tipo de suelo, la pendiente y la cobertura vegetal o no) y la capacidad de campo del suelo (volumen de agua que puede retener un determinado volumen de suelo antes de percolar)

En la siguiente tabla se presentan valores típicos de escurrimiento superficial.

		TIPOS DE SUELOS		
Cobertura	Pendiente (%)	Arcilla arenosa	Arcilla margosa	Arcilla
Con cobertura vegetal	0 - 5	0.10	0.30	0.40
	5 - 10	0.16	0.36	0.55
	10 - 30	0.22	0.42	0.60
Suelo simple	0 - 5	0.30	0.50	0.60
	5 - 10	0.40	0.60	0.70
	10 - 30	0.52	0.72	0.82

La precipitación efectiva, o sea la cantidad de mm que realmente ingresan en la cobertura, es igual a la precipitación por el coeficiente de escurrimiento, el resto del agua de lluvia escurrirá por sobre la cobertura.

$$Pe = Ce \times P$$

De la precipitación efectiva, parte puede quedar retenida por el suelo de cobertura y parte infiltrar dentro de la masa de residuos. A continuación se transcriben valores típicos de capacidad de los suelos para retener humedad (capacidad de campo).

Arena mal graduada	0,045 vol/vol
Arena bien graduada	0,06 a 0,08 vol/vol
Arena limosa	0,1 a 0,2 vol/vol
Limo poco plástico	0,23 a 0,28 vol/vol
Arena arcillosa	0,24 vol/vol
Arcilla	0,32 a 0,38 vol/vol

Con los datos anteriores es que se debe dimensionar el espesor de una determina cobertura.



f. Cálculo de diseño

1. Generación de lixiviados
2. Balance del movimiento de tierras
3. Análisis de estabilidad de taludes
4. Análisis de carga admisible
5. Análisis de asentamiento

➤ *Determinar la generación de lixiviados a lo largo de la vida del relleno.*

Dentro de los factores más importantes y que mayor incertidumbre presenta en el diseño de un relleno se encuentra la estimación de la generación de lixiviados, directamente relacionada con el comportamiento hidrológico de la totalidad del mismo.

Con respecto a este punto debemos calcular el volumen de lixiviados que se producirán en periodos largos de tiempo, lo cual nos dará la cantidad de metros cúbicos a tratar por día y también los caudales máximos a generarse en determinados periodos, con lo cual dimensionaremos el almacenamiento temporal en el relleno y el sistemas de bombeo del lixiviado.

Básicamente los factores que intervienen en la generación de lixiviados son:

- Balance hídrico de la zona (1)
- Modo de operación del relleno (sup. expuesta – sectores) (2)
- Diseño del relleno (tipo de materiales de cobertura, compactación, pendientes y espesores) (3)
- Humedad contenida en los residuos (4)

El lixiviado se genera en un relleno sanitario por los siguientes acontecimientos:

- ❖ Infiltración de agua de lluvia a través del frente de residuos sin cobertura y/o con cobertura temporaria. (Intervienen los factores 1 y 2)
- ❖ Infiltración del agua de lluvia a través de la cobertura final. (Intervienen los factores 1 y 3)
- ❖ Agua de lluvia que al escurrir sobre los residuos o al precipitarse directamente dentro del sector en operación y entrar en contacto con los lixiviados generando un mayor volumen de un lixiviado disuelto. (Intervienen los factores 1 y 2)
- ❖ Humedad contenida en los residuos. (Interviene el factor 4)

Para evaluar la generación de lixiviados se utiliza distintos modelos matemáticos computarizado.

El programa HELP (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance) se ha convertido en un requisito imprescindible para la obtención del permiso de apertura y explotación de cualquier nuevo relleno en la legislación de los Estados Unidos.



Dicho programa estudia el balance hidrogeológico dentro del relleno, mediante métodos matemáticos y datos históricos climáticos.

Los datos de entrada son: evapotranspiración, precipitaciones diarias, temperaturas diarias, radiación solar diaria, datos del suelo/materiales utilizados para las coberturas, datos del diseño (pendientes, superficies, tirante de residuos) y humedad de los residuos.

En el programa se establecen hipótesis o escenarios presentes en el relleno a lo largo de su vida útil (ejemplo frente cubierto - descubierto, intensidad de lluvias y en distintos momentos de la vida útil del relleno).

➤ *Balance de suelos*

El relleno sanitario debe ser diseñado de forma tal de minimizar el aporte de suelos desde el exterior, de esta manera se intenta compensar el suelo que se requerirá para:

- Terraplenes perimetrales
- Caminos temporarios
- Coberturas intermedias
- Cobertura final

Con el suelo obtenido de la excavación del módulo del relleno y de las laguna de tratamiento.

➤ *Análisis de estabilidad de taludes*

No es muy común estudiar la estabilidad de taludes de residuos en zonas de llanura, donde las pendientes finales son a lo máximo de 1 en vertical 3 en horizontal, pero en zonas de montañas han ocurrido más de un accidente por deslizamiento de taludes de residuos.

Este análisis se realiza también con herramientas informáticas de cálculo (las mismas utilizadas en estabilidad de taludes de suelo).

Para ello una vez establecida la configuración del modelo final del relleno tras la clausura, se estudia en equilibrio de taludes en cortes transversales y longitudinales.

Se introducen como datos las propiedades de los suelos/materiales que conforman el talud (Peso específico, Cohesión, Angulo de fricción), se seleccionan las secciones críticas en el relleno, prestando especial atención a los puntos de interfase entre diferentes capas del talud.

Normalmente las fallas se dan en zonas donde se cambia de material (el excesivo acumulamiento de lixiviados es una de las principales causas de rotura, dado que la presencia del mismo provoca una disminución en el coeficiente de fricción de los materiales), generalmente se presentan los siguientes dos casos de fallas



Base con pendiente elevada —————> Deslizamiento de bloques
Talud de residuo con pendiente elevada —————> Roturas circulares

➤ *Carga admisible*

Se debe evaluar la carga admisible máxima en el aislamiento de arcilla recompactada si lo hubiere, la capacidad de resistencia de la capa de arcilla recompactada debe ser suficiente para soportar las cargas máximas planificadas de las obras del relleno.

➤ *Asentamientos*

Se debe efectuar un análisis de asentamiento de la sub-base del relleno, esto con el objetivo de garantizar que la base de aislamiento del relleno y el sistema de recolección del lixiviado mantendrán su integridad y las inclinaciones mínimas requeridas durante y después de haberse depositado los residuos. Dado que normalmente las pendientes del fondo del relleno son desde la parte central hacia el borde y considerando que la mayor carga de residuos se encontrará en la parte central del relleno, es necesario prever cual será el asentamiento para evitar que las pendientes de los canales de colección de lixiviados se vean afectadas.

9-2: Vertederos

Los vertederos son zonas donde se depositan residuos urbanos.

9-2-1: Vertedero controlado

Son lugares preparados para depositar desechos en donde se compacta e impermeabiliza tanto el fondo como los laterales. En estos vertederos la basura se coloca en capas y se recubre todos los días con una delgada capa de tierra para dificultar la proliferación de ratas y malos olores y disminuir el riesgo de incendios.

En este tipo de vertederos se instalan sofisticados sistemas de drenajes para las aguas que filtran y para los gases (metano) que se producen. Las aguas se deben tratar en plantas depuradoras antes de ser vertidas a ríos o al mar y los gases que se recogen se aprovechan en pequeñas plantas generadoras de energía que sirven para abastecer las necesidades de la planta de tratamiento de las basuras y, en ocasiones, pueden añadir energía a la red general.

Estos lugares deben estar vigilados y se hacen análisis frecuentes para conocer las emisiones que se están produciendo y corregir los problemas de funcionamiento.

Cuando el vertedero se llena se debe recubrir adecuadamente y dejar el terreno lo más integrado con el paisaje posible. Si esto se hace bien el lugar es apto para múltiples usos, pero se debe seguir controlando durante cierto tiempo después de que haya sido cerrado para asegurar que no se acumula metano que podría provocar peligrosas explosiones, y que no se filtren sustancias tóxicas.



El procedimiento más usual, aunque no el mejor, de disponer los residuos suele ser depositarlas en vertederos. Aunque se usen buenos sistemas de reciclaje o la incineración, al final siempre quedan restos que deben ser llevados a vertederos. Es esencial que los vertederos estén bien contruidos y utilizados para minimizar su impacto negativo. Uno de los mayores riesgos es que contaminen las aguas subterráneas y para evitarlo se debe impermeabilizar bien el suelo del vertedero y evitar que las aguas de lluvias y otras salgan del vertedero sin tratamiento, arrastrando contaminantes al exterior. Otro riesgo está en los malos olores y la concentración de gases explosivos producidos al fermentar los residuos. Para evitar esto se colocan dispositivos de recogida de gases que luego se queman para producir energía. También hay que cuidar cubrir adecuadamente el vertedero, especialmente cuando termina su utilización, para disminuir los impactos visuales.

9-3: **Incineración**

Es un proceso que consiste en la oxidación térmica a alta temperatura en el cual los residuos son convertidos, en presencia de oxígeno, en gases y residuales sólidos incombustibles. Los gases generados son emitidos a la atmósfera previa limpieza y los residuales sólidos son depositados en un relleno de seguridad.

Quemar las basuras tiene varias ventajas, pero también algún inconveniente. Entre las ventajas está el que se reduce mucho el volumen de vertidos (quedan las cenizas) y el que se obtienen cantidades apreciables de energía. Entre las desventajas el que se producen gases contaminantes, algunos potencialmente peligrosos para la salud humana, como las dioxinas. Existen incineradoras de avanzada tecnología que, si funcionan bien, reducen mucho los aspectos negativos, pero son caras de construcción y manejo y para que sean rentables deben tratar grandes cantidades de basura.

Incinerar los residuos sólidos tiene dos aspectos positivos: se reduce mucho el volumen de restos a almacenar porque, lógicamente, las cenizas que quedan ocupan mucho menos que la basura que es quemada y además se obtiene energía que se puede aprovechar para diferentes usos.

Es muy conveniente quitar algunos de los componentes de la basura antes de incinerarlas. Uno de ellos es el vidrio porque si no, se funde y es difícil de retirar del incinerador. Otro son los restos de los alimentos que contienen demasiada humedad y hacen más difícil la incineración. Los materiales que mejor arden y más energía dan son el papel, los plásticos y los neumáticos.

Al incinerar se produce CO₂, partículas diversas, metales tóxicos y otros compuestos que salen como humo. Para evitar que salgan a la atmósfera se deben limpiar los humos con filtros electrostáticos que atraen las partículas, las aglutinan y caen por gravedad a unirse a las cenizas. También pasa el humo por una lluvia de agua con productos químicos que neutraliza y retira compuestos tóxicos del humo. Al final salen los humos mucho más limpios si el proceso funciona bien, lo que no siempre ocurre si no se vigila y pone a punto continuamente. Otro importante peligro está en que algunos compuestos como el PVC (policloruro de vinilo) y algunas tintas, cuando arden producen dioxinas y otras sustancias gravemente tóxicas y muy difíciles de eliminar de los gases. De todas



formas, una incineradora de moderna tecnología que funciona bien, produce unas emisiones perfectamente aceptables, aunque también su costo es muy alto.

Otro de los puntos a resolver cuando se instala una incineradora es decidir donde se depositarán las cenizas que contienen elementos tóxicos. Normalmente se hace esto en vertederos controlados.

Con todo lo dicho anteriormente, el sistema confiable y de largo plazo debe ser un componente importante en la gestión integral de residuos sólidos urbanos, sobre todo si se considera que muchos de estos materiales son irrecuperables para el ciclo productivo.

De ahí que la única alternativa aceptable sea el relleno sanitario, con el que de una vez por todas se elimina la práctica del “botadero de basura”.

Cualquiera que sea el sistema de tratamiento de los residuos elegido, siempre implicará la existencia de un *relleno sanitario* como solución complementaria a su funcionamiento.

En conclusión, la prioridad en la gestión de residuos, relacionada con su tratamiento y disposición final, debe estar orientada a la construcción de rellenos sanitarios, puesto que es urgente minimizar los riesgos para la salud de la población, frenar la contaminación del medio ambiente y el deterioro de los recursos naturales. Sin duda alguna, se trata de la actividad más crítica de todo el servicio de aseo urbano municipal.-





9-4: Diferencia entre los distintos métodos.-

A continuación se presenta una tabla que de modo orientativo que establece las diferencias entre basurales, enterramientos, rellenos sanitarios según distintos parámetros.

Parámetro	Basural	Enterramiento controlado	Relleno sanitario	Relleno sanitario moderno
Elección de terreno estudios previos	En general se utiliza el lugar disponible, sin ningún tipo de estudios	En general se utiliza el lugar disponible, sin ningún tipo de estudios	Se realizan estudios (topográficos, de mecánica de suelos, se recaba información previa) para realizar el proyecto	Se realizan estudios (topográficos, de mecánica de suelos, se recaba información previa) para realizar el proyecto
Planificación de la obra	No existe	No existe o es muy rudimentaria	Se realizan proyectos de ingeniería civil y sanitaria	Se realizan proyectos de ingeniería civil y sanitaria
Control de ingresos	No existe ningún control	Varía el nivel de control	Se tiene control y registro de los ingresos	Se tiene control y registro de los ingresos
Obras de impermeabilización de la base	No existe	No existe	Si se realizan	Si se realizan
Cobertura de los residuos	No existe cobertura de los residuos	Se realiza la cobertura de los residuos	Se realiza la cobertura de los residuos	Se realiza la cobertura de los residuos
Control de vectores	No existe	Se realizan fumigaciones y otras tareas de control de poblaciones	Se realizan fumigaciones y otras tareas de control de poblaciones	Se realizan fumigaciones y otras tareas de control de poblaciones
Captación y tratamiento de lixiviados	No existe	No existe	Si existe aunque con grandes deficiencias en la capacidad de las plantas	Si existe y se trata todo el lixiviado generado
Captación y tratamiento de gases	No existe	No existe	No existe	Se extrae el gas y se lo quema mediante antorcha o se lo aprovecha para generar energía
Monitoreos ambientales	No existe	Pueden o no existir	Se realiza control de aguas subterráneas y superficiales, gases (inmisión emisión), calidad de	Se realiza control de aguas subterráneas, gases (inmisión emisión), calidad de lixiviados, recuento



			lixiviados, recuento de poblaciones de vectores, entre otros	de poblaciones de vectores, entre otros
Control sobre los procesos de la degradación de los residuos	No existe	No existe	No existe	Se monitorea el grado de degradación de los residuos

9-5- **Relleno Sanitario para Firmat**

Para que una gestión Integrada de Residuos Sólidos Urbanos sea exitosa, debe brindar la solución óptima (entendiendo por tal aquella que es sumamente buena y no puede, dentro de ciertos límites, ser mejor) al manejo de los residuos de las comunidades, buscando compatibilizar los principios básicos de la salud pública, del manejo racional del entorno natural, de la ingeniería, de la economía y fundamentalmente de las expectativas de los ciudadanos.

Sin duda alguna que lograr la solución que compatibilice los principios mencionados, por la complejidad del problema, requiere la participación interdisciplinaria, de ciencias tales como la planificación urbana y regional, la medicina, la demografía, la educación, la ingeniería, la sociología, las ciencias políticas y la economía entre otras.

Cualquiera sea la selección de alternativas y tecnologías para encarar el manejo de los residuos, siempre se debe considerar el sistema que permita la evacuación segura a largo plazo de aquellos residuos que no se reciclan o que quedan luego de conversión y/o aprovechamiento energético, y en este aspecto está comprobado que el método más económico técnica y ambientalmente adecuado es el **Relleno Sanitario**, entendiéndose por tal aquél que es diseñado bajo principios científicos y de ingeniería; donde se contempla el control, manejo y tratamiento de los lixiviados, evacuación correcta de los gases, características estructurales, plan de explotación, clausura, y pos-clausura como también todos los aspectos ambientales (control de vectores, de olores, dispersión de residuos livianos, preservación de las aguas superficiales y subterráneas, entre otros), paisajísticos, sociales y económicos.

9-5-1: **Estudio de suelo**

El estudio de suelo de Firmat, nos dice que tiene una pendiente de entre 0 y 1 %, drenaje lento y es poco anegable. Los suelos se desarrollaron sobre materiales franco limosos finos. Por lo tanto, la pendiente del terreno prácticamente no tendrá influencia en el diseño del relleno sanitario.



Descripción del perfil

A1: 0 a 24cm; pardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro en húmedo y pardo grisáceo muy oscuro en seco; franco limoso; estructura en bloques angulares y sub angulares medios y finos moderados; friable; no plástico, no adhesivo; límite inferior claro, ondulado.-

A2: 24 a 31cm; pardo muy oscuro en húmedo y pardo oscuro en seco; franco arcilloso limoso; estructura de grano simple; muy friable; no plástico, no adhesivo, moteados escasos, finos, precisos; límite inferior abrupto, suave.-

B21t: 31 a 64cm; pardo a pardo oscuro en húmedo y pardo en seco; franco arcilloso limoso; estructura en prismas regulares gruesos fuertes que rompe a prismas medios moderados; firme; plástico, adhesivo; lenguas del horizonte A2; comunes barnices de color pardo muy oscuro gruesos; moteados abundantes finos, precisos; límite inferior claro, suave.-

B22t: 64 a 109cm; pardo a pardo oscuro en húmedo y pardo claro en seco; franco limoso; estructura en prismas irregulares medios moderados que rompe en bloques angulares medios débiles; firme; plástico, adhesivo; comunes barnices gruesos de color pardo oscuro; moteados escasos, finos, débiles; límite inferior gradual, suave.-

B3: 109 a 140cm; pardo a pardo oscuro en húmedo y pardo claro a rosado en seco; franco limoso; estructura en bloques angulares finos moderados y débiles; friable;



ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; moderada cantidad de carbonatos libres en la masa, comunes concreciones calcáreas; límite inferior gradual, suave.-

C: 140 a160cm+; pardo en húmedo y pardo claro a rosado en seco; franco limoso; estructura de grano simple; muy friable; no plástico, no adhesivo; moderada cantidad de carbonatos libres en la masa; escasas concreciones calcáreas.-

Datos analíticos del perfil típico

Horizonte	A1	A2	B21t	B22t	B3	C
Profundidad de la muestra en cm	0-24	24-31	31-64	64-109	109-140	140-160
Materia Orgánica, %	2,71	0,86	1,14	0,57	0,39	0,24
Carbono Orgánico, %	1,57	0,5	0,66	0,33	0,23	0,14
Nitrógeno total, %	0,153	0,059	0,081	0,045	0,031	0,025
Relación C/N	10	8	8	7		
Arcilla, < 2μ, %	20,5	14,8	35,1	20,7	19,2	19,2
Limo, 2-50 μ, %	73,6	78	56,2	72,5	71,4	70,5
Arena muy fina, 50-100 μ, %	5,3	6,7	7,4	6,3	7,9	9,6
Arena fina, 100-250 μ, %	0,6	0,5	1,3	0,5	1,0	0,7
Arena mediana, 250-500 μ, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arena gruesa, 500 - 1000 μ, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arena muy gruesa, 1 - 2 mm, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Calcáreo, CaCO ₃ %	0,0	0,0	0,0	Vest.	0,4	0,5
Equivalente de humedad, %	28,1	23,9	41,8	34,3	31,1	29,3
PH en pasta	5,6	6,0	7,0	7,7	7,8	8
PH en agua 1:2,5	5,8	6,2	7,5	8,1	8,5	8,7
Cationes de intercambio, m.e./100gr						
Ca ++	10,1	5,3	11,9	12,1		
Mg ++	2,3	1,8	8,9	8		
Na +	0,3	0,4	0,4	4,7	5,5	6,3
K +	1,4	1,0	2,8	3,5	3,3	3,3
Acidez de Intercambio	7,3	3,7	5,1	3,5		
Na+, % del valor T			14	17	22	30
Suma de bases, m.e./ 100 gr (S)	14,1	8,5	27,6	28,3		
Cap. De intercambio catiónico, m.e. gr (T)	16,4	9,8	27,9	27,0	24,4	21,0
Saturación con bases, % (S/T)	86	87	99			

9-5-2: Pasos a seguir para la construcción del Relleno Sanitario

Desmante de suelo vegetal

En el terreno se debe preparar un área que sirva de base o suelo de soporte a los terraplenes que conformarán el relleno; algunas veces será necesaria la tala de árboles y arbustos para que no sean un obstáculo durante la operación. Esta limpieza se hará por etapas y de acuerdo con el avance de la obra. De este modo, se evitará la erosión del terreno.

Inicialmente se realizaremos el desmante (excavación) de la primera capa de suelo que contiene los mayores nutrientes para el desarrollo de la vegetación autóctona de la zona. Este suelo es acopiado en lugares diferenciados, ya que luego será colocado nuevamente en la parte superior a efecto de restituir la flora que existía antes de iniciar los trabajos.



Nivelación

Se recomienda que la superficie de la base de las plataformas de residuos tenga una pendiente negativa de 2 ó 3% con respecto a los taludes del fondo y laterales, con el objetivo de garantizar el escurrimiento rápido de los líquidos percolados y su almacenamiento en las zanjas de drenaje.

Para la nivelación del suelo de soporte y los cortes de los taludes, se recomienda que el movimiento de tierra se haga por etapas, dependiendo de la vida útil del sitio; así la lluvia no erosionará el terreno ni se perderá la tierra, que podría emplearse como cobertura. Hay que conservar y almacenar la cubierta vegetal de las áreas iniciales, ya que servirá para la siembra de pasto a medida que se vayan terminando algunas áreas del relleno.

En la nivelación del suelo de soporte o base de los terraplenes y en la apertura de las trincheras o zanjas se debe emplear equipo pesado (tractor de orugas y/o retroexcavadora), puesto que la excavación manual es demasiado ineficiente. El mismo equipo servirá para la construcción del camino de acceso y la(s) vía(s) interna(s) o la extracción y el almacenamiento de material de cobertura; es preferible que esta última actividad se realice solo en periodos secos.





Excavación y Construcción de Terraplenes

Se realiza una excavación promedio de 1,40 m; este suelo es utilizado para la construcción de terraplenes perimetrales de 2,60 m de altura. Es decir que una vez concluido el trabajo, la profundidad de los módulos es de 4 m tomados desde el fondo de solera al coronamiento de los terraplenes.



Compactación

Todos los terraplenes y principalmente la solera son compactados. Luego de estos trabajos se realizan los ensayos de densidad y de permeabilidad del suelo para verificar el grado de compactación y estanqueidad.

Sellado de superficie

Terminada la compactación utilizando rodillos pata de cabra, se procede al sellado de la superficie utilizando rodillos neumáticos o rolos tipo aplanadora, a efectos de dejar lisa y sin elementos punzantes la superficie de apoyo de la geomembrana.

Colocación de geomembrana

Con la superficie terminada, controlada y supervisada por los colocadores de este material, comienza el trabajo de instalación de la membrana. Este material es de polietileno de alta densidad especialmente utilizado para impermeabilizar piletas destinadas al acopio tanto de agua como de residuos y desechos domiciliarios o industriales. La importancia de la colocación de esta membrana radica en que asegura la estanqueidad, contiene los lixiviados dentro y evita que estos lleguen a las napas freáticas. La doble costura que se realiza en la unión de los paños, da mayor seguridad a la junta, como así también permite realizar el ensayo neumático en cada una de ellas, el cual es primordial como control.



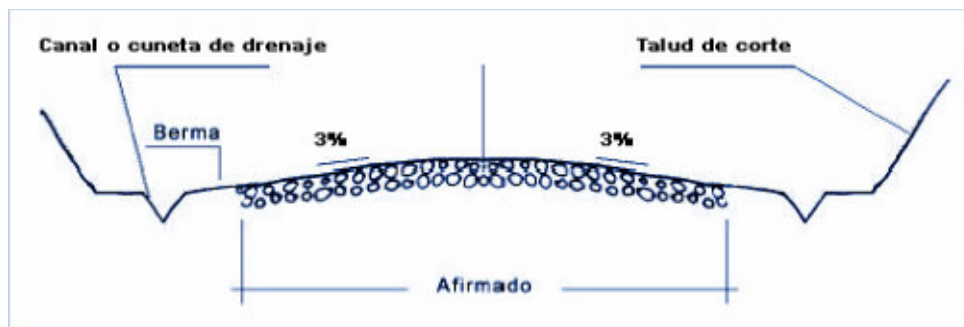
Cobertura de protección de Geomembrana

Concluida la etapa anterior, resta proteger la membrana para dejar todo preparado para la disposición de los residuos. En el caso de este relleno se utiliza el mismo suelo de la zona, libres de piedras, raíces u otro elemento punzante que pueda dañar la lámina. Utilizando máquinas livianas se distribuye el suelo con un espesor de 0,30 m.

Drenaje perimetral de aguas de lluvias

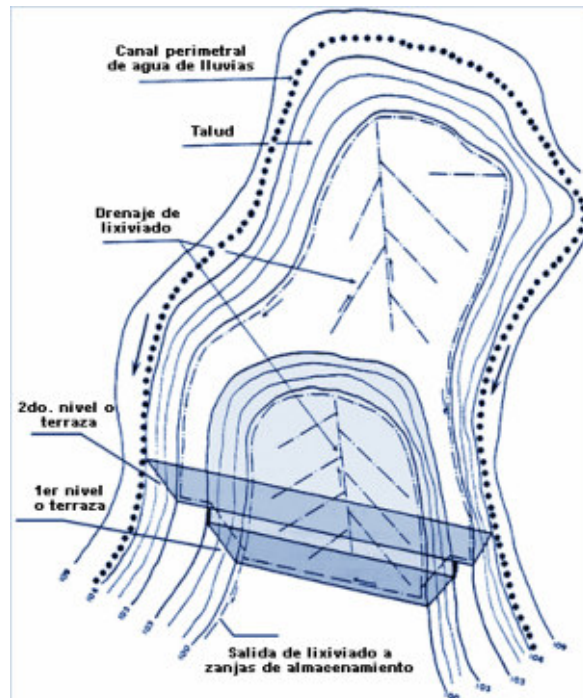
Apenas se pueda, las fuentes o pequeñas venas de agua existentes en el área del relleno deben ser desviadas y canalizadas antes del inicio de la operación. Además de interferir negativamente en la operación, su paso por la masa de residuos contribuirá al aumento del volumen del líquido percolado.

La interceptación y el desvío del escurrimiento superficial de las aguas pluviales fuera del relleno contribuyen significativamente a la reducción del volumen de lixiviado y al mejoramiento de las condiciones de operación. El canal siempre deberá ser construido en la curva de nivel que garantice una velocidad máxima que no provoque una excesiva erosión.



Construcción del sistema de drenaje interno de lixiviado

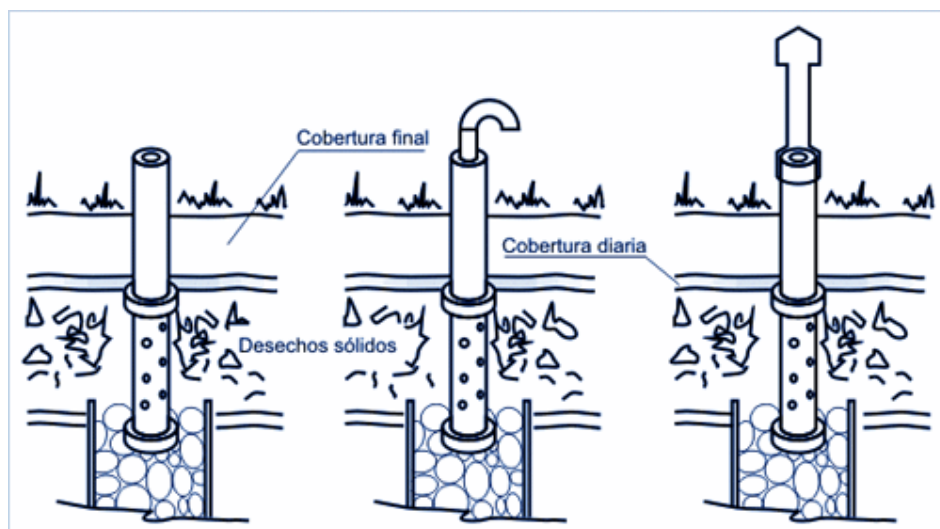
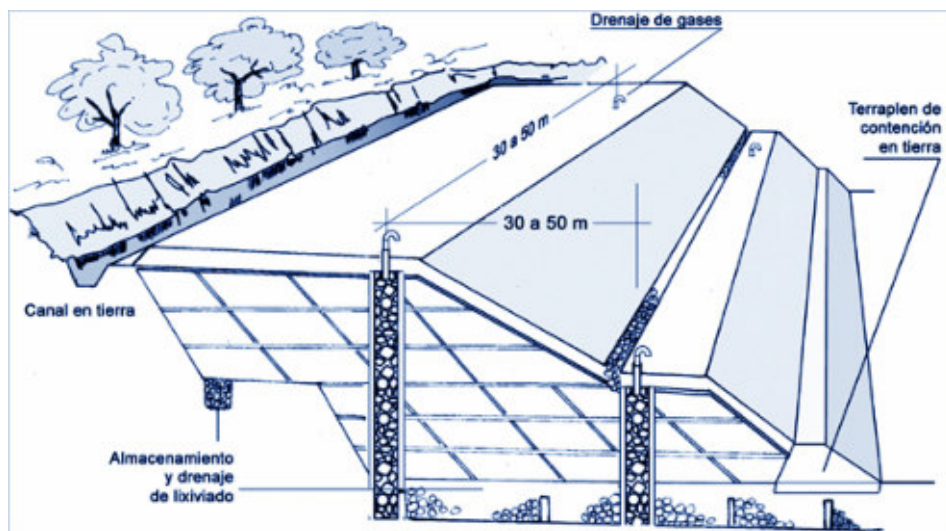
Se traza en el terreno la línea por donde se ubicará el drenaje, el cual puede ser similar al de un sistema de alcantarillado



Drenaje de gases

El drenaje de gases está constituido por un sistema de ventilación de piedra o tubería perforada de concreto (revestida con piedra) que funciona a manera de chimeneas o tubos de ventilación que atraviesan en sentido vertical todo el relleno. Estas se construyen conectándolas a los drenajes de lixiviado que se encuentran en el fondo y se las proyecta hasta la superficie, a fin de lograr una mejor eficiencia en el drenaje de líquidos y gases.

Estas chimeneas se construyen verticalmente a medida que avanza el relleno, procurando que su entorno esté bien compactado. Se recomienda que cada una tenga un diámetro de 0,30 a 0,50 metros y que sean instalados cada 20 ó 50 metros.



Pozos de monitoreo

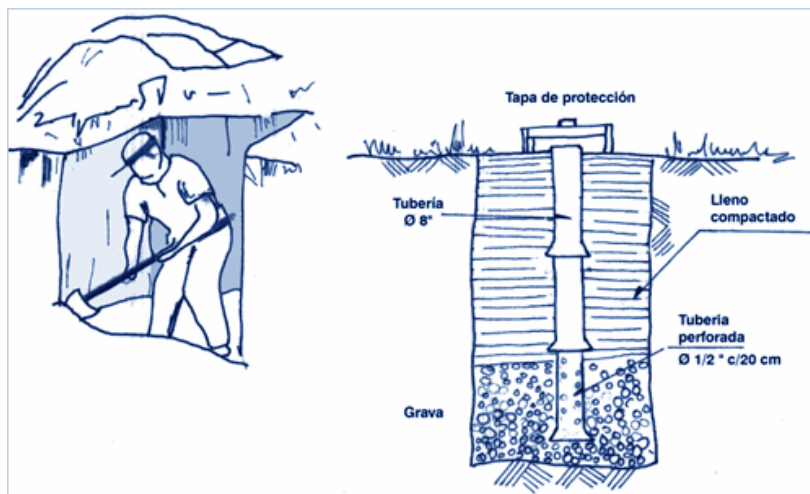
Como resultado de los mecanismos de descomposición de los RSU que ocurren en el relleno ya mencionados, se generan líquidos, gases y productos intermedios. Algunos son retenidos en los poros del terreno, mientras que otros pueden ser arrastrados y/o solubilizados por los líquidos que atraviesan las capas de tierra y basura hasta alcanzar las fuentes de agua.

Por lo tanto, aunque no es necesario en todos estos pequeños proyectos, se recomienda instalar una serie de pozos de monitoreo con la finalidad de detectar la probable contaminación del agua subterránea que resulta de la construcción del relleno sanitario.

Estos pozos podrán ser cavados manualmente y, dependiendo del tipo de suelo, se



tomarán medidas para evitar derrumbes durante la excavación. Una vez hallado el nivel freático, se coloca en el fondo el material granular y se instala una tubería de 8" de diámetro que permita el ingreso de una botella plástica o garrafón para tomar muestras del agua. Después de instalar la tubería, se llena el resto del pozo con la misma tierra excavada (figura 6.19).



9-5-3: Tratamientos de líquidos lixiviados

Este tratamiento comprende a los líquidos lixiviados generados en el relleno sanitario y a los efluentes líquidos generados fuera del relleno, ya sea por el lavado de equipos de transporte, área de mantenimiento, de la limpieza diaria de la Planta, más los efluentes cloacales de las dependencias sanitarias.

Este proyecto, incluye también la construcción de una pileta depuradora, siguiendo el concepto de tratamiento integral de los residuos, para llevar a cabo un sistema de depuración de los líquidos lixiviados para que, una vez tratado el efluente líquido, cumpla con los límites de vertido admisibles por la normativa vigente.

Aprovechando que en el terreno lindante con nuestra planta de Tratamiento de Residuos Sólidos, se encuentran las piletas de tratamientos de residuos cloacales de Aguas Santafesinas SA, volcaremos allí nuestro líquido, previo tratamiento, según la RESOLUCIÓN N° 1089/82, de la Secretaría de Medio Ambiente.

Mediante una red de colectores subterráneos que abarcan los distintos sectores de la Planta, estos residuos son conducidos hasta una cámara primaria de decantación de sólidos, pasando los líquidos lagunas de depuración.



9-6: Actividades complementarias

Se propone una serie de actividades ecológicas, sustentables y productivas complementarias para aprovechar al máximo los RSU, que sintetizamos así:

- Parquización interna con arboleda perimetral



- Zona de reciclado y boxes de recuperos de materiales
- Invernaderos
- Huertas y granjas orgánicas
- Elaboración de fertilizantes orgánicos
- Micro emprendimientos que surjan de este proyecto: fundición de aluminio, elaboración de madera plástica, venta de productos reciclados, transformados y/o elaborados, etc.
- Muestras educativas.-





9-7: Cálculos para el diseño de un Relleno Sanitario

Del total de residuos sólidos urbanos de Firmat, o sea, del 100 % de los residuos, solo se dispondrá en el relleno sanitario los residuos inorgánicos no reciclables más los residuos producto de la elaboración del compost ya que son los residuos no reciclables. El resto (los orgánicos, los inorgánicos reciclables), fue procesado en la planta de tratamiento de residuos.

Por lo tanto los kg de los residuos que se dispondrán en el Relleno Sanitario es =

135324 Kg/mes

❖ Cálculo de la producción per cápita:

La producción per cápita de RSU se puede estimar globalmente así:

$$ppc = \frac{DSr \text{ en una semana}}{Pob \times 7 \times Cob} = 0,26 \text{ Kg/hab/día} \quad [1]$$

donde:

ppc = Producción por habitante por día (kg/hab/día)

DSr = Cantidad de RSU recolectados en una semana (kg/sem)= 33831 Kg/sem

Pob = Población total (hab)= 18924 hab

7 = Días de la semana

Cob = Cobertura del servicio de aseo urbano (%) = 100 %

La cobertura del servicio es el resultado de dividir la población atendida por la población total:

$$\text{Cobertura del servicio (\%)} = \frac{\text{Población atendida (hab)}}{\text{Población total (hab)}} \quad [2]$$

❖ Producción total

El conocimiento de la producción total de RSU permite tomar decisiones sobre el equipo de recolección más adecuado, la cantidad de personal, las rutas, la frecuencia de recolección, la necesidad de área para el tratamiento y la disposición final, los costos y el establecimiento de la tarifa de aseo.

$$DS_d = Pob \times ppc = 4756,44 \text{ Kg/día} \quad [3]$$

donde:

DS_d = Cantidad de RSU producidos por día (kg/día)

Pob = Población total (habitantes)= 18294 hab

ppc = Producción per cápita (kg/hab-día) = 0,26 Kg/hab/día



❖ Cálculo del volumen necesario para el relleno sanitario

Los requerimientos de espacio del relleno sanitario están en función de:

- La producción total de RSU.
- La cobertura de recolección (la condición crítica de diseño es recibir el 100% de los residuos generados).
- La densidad de los RSU estabilizados en el relleno sanitario manual.
- La cantidad del material de cobertura (20-25%) del volumen compactado de RSU.

❖ Volumen de residuos sólidos

$$V_{\text{diario}} = \frac{DS_p}{D_{\text{rsm}}} = 9,51 \text{ m}^3/\text{día} \quad [4]$$

$$V_{\text{anual compactado}} = V_{\text{diario}} \times 365 = 3472,20 \text{ m}^3/\text{año} \quad [5]$$

donde:

V_{diario} = Volumen de RSU por disponer en un día ($\text{m}^3/\text{día}$)

V_{anual} = Volumen de RSU en un año ($\text{m}^3/\text{año}$)

DS_p = Cantidad de RSU producidos ($\text{kg}/\text{día}$) = 4756,44 Kg/día

365 = Equivalente a un año (días)

D_{rsm} = Densidad de los RSU recién compactados ($400\text{-}500 \text{ kg}/\text{m}^3$) y del relleno estabilizado ($500\text{-}600 \text{ kg}/\text{m}^3$) = 500 Kg/m³

❖ Volumen del material de cobertura

$$m. c. = V_{\text{anual compactado}} \times (0,20 \text{ ó } 0,25) = 868,05 \text{ m}^3/\text{año} \quad [6]$$

donde:

m. c. = material de cobertura equivale al 20 a 25% del volumen de los desechos recién compactados.

❖ Volumen del relleno sanitario

Con los resultados obtenidos de las formulas [5] y [6] se puede calcular el volumen del relleno sanitario para el primer año, así:

$$V_{\text{RS}} = V_{\text{anual estabilizado}} + m. c. = 4340,25 \text{ m}^3/\text{año} \quad [7]$$

donde:

V_{RS} = Volumen del relleno sanitario ($\text{m}^3/\text{año}$)

m. c. = material de cobertura (20 a 25% del volumen recién compactado de RSU) = 868,05 m³/año



❖ Cálculo el volumen total ocupado durante la vida útil

$$V_{RSvu} = \sum_{i=1}^n V_{RS} = 43402,5 \text{ m}^3 \text{ durante su vida útil estimada en 10 años [8]}$$

donde:

V_{RSvu} = Volumen relleno sanitario durante la vida útil (m^3)= 4340,25 $\text{m}^3/\text{año}$

n = Número de años= Cálculo para 10 años

❖ Cálculo del área requerida

Con el volumen se puede estimar el área requerida para la construcción del relleno sanitario, con la profundidad o altura que tendría el relleno. Esta solo se conocerá si se tiene una idea general de la topografía.

El relleno sanitario debe proyectarse para un mínimo de cinco años y un máximo de diez. Sin embargo, algunas veces es necesario diseñarlo para menos de cinco años si se considera la dificultad de encontrar terrenos disponibles. Este tiempo se llama *vida útil o periodo de diseño*.

El área requerida para la construcción de un relleno sanitario manual depende principalmente de factores como:

- cantidad de RSU que se deberá disponer;
- cantidad de material de cobertura;
- densidad de compactación de los RSU;
- profundidad o altura del relleno sanitario, desde cota fondo hasta cota arriba terraplén
- áreas adicionales para obras complementarias.

$$A_{RS} = \frac{V_{RS}}{h_{RS}} = 10850,62 \text{ m}^2 \quad [9]$$

donde:

V_{RS} = volumen de relleno sanitario ($\text{m}^3/\text{año}$)= 43402,5 $\text{m}^3/10$ año

A_{RS} = área por rellenar sucesivamente (m^2)

h_{RS} = altura o profundidad media del relleno sanitario (m)= ; o sea, que nuestra profundidad de excavación es de 1,4m pero hasta arriba del terraplén sería de= 4m

y el área total requerida será:

$$A_T = F \times A_{RS} = 15190 \text{ m}^2 \quad [10]$$

donde:

A_T = Área total requerida (m^2)

F = Factor de aumento del área adicional requerida para las vías de penetración, áreas



de retiro a linderos, caseta para portería e instalaciones sanitarias, patio de maniobras, etc. Este es entre 20-40% del área que se deberá rellenar.

Por lo tanto, el área necesaria para instalar el relleno sanitario sería de 1,5 hectáreas.

Como el terreno con el que contamos para la construcción del relleno es de un total de 4 hectáreas, y la necesaria para su construcción es de 1,5 hectáreas, vemos que podemos realizar en el mismo la Planta de Tratamiento. *Disposición del mismo, ver croquis adjunto.-*

9-8: Cálculo de la generación de lixiviado o percolado

El volumen de lixiviado o líquido percolado en un relleno sanitario depende de los siguientes factores:

- Precipitación pluvial en el área del relleno.
- Escorrentía superficial y/o infiltración subterránea.
- Evapotranspiración.
- Humedad natural de los RSU.
- Grado de compactación.
- Capacidad de campo (capacidad del suelo y de los RSU para retener humedad).

$$Q = \frac{1}{t} P \times A \times K = 0,106 \text{ L/seg} \quad [11]$$

Q = Caudal medio de lixiviado o líquido percolado (L/seg)

P = Precipitación media anual (mm/año) = 898,60 mm/año

A = Área superficial del relleno (m²) = 15000 m²

t = Número de segundos en un año (31.536.000 seg/año)

K = Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura, cuyos valores recomendados es el siguiente: 0,25

Por lo tanto, el caudal del lixiviado de nuestro Relleno Sanitario sería de 0,106 L/seg que representan 0,106 L/seg x 3600 seg x 24 horas = 9158,4 litros /día



Manual Operativo

10-1: Generalidades.-

El presente manual será de observancia obligatoria para todo personal, permanente o eventual, técnico u operativo, que cumpla funciones en la planta de tratamiento y en el relleno sanitario de la ciudad de Firmat.-

10-2: Objetivos

- Brindar las pautas que posibiliten un manejo adecuado del relleno en su fase operativa.
- Describir cada una de las tareas a realizar durante la operación del relleno, en orden para posibilitar un entendimiento de las mismas por parte de todo el personal, (con y sin formación técnica) que trabaje en la obra.-
- Establecer los principios mediante los cuales se deberán modelar las distintas necesidades de capacitación del personal que llevará adelante la operación del relleno.-

10-3: Personal

Se presentan a continuación los requerimientos mínimos de personal sugeridos como para llevar adelante una eficaz gestión del relleno en todos sus aspectos.

10-3-1: Detalle del personal operativo requerido

Puesto	Cantidad
Encargado	1
Oficial especializado (maquinista)	1
Ayudantes	2

10-3-2: Descripción de los puestos

Encargado del relleno:

- Es responsable del funcionamiento del predio
- Supervisa de forma directa al grupo de operarios del relleno
- Programa, distribuye, asigna tareas y controles
- Tiene a su cargo los equipos y materiales
- Es responsable del cumplimiento de las medidas de seguridad
- Controla los resultados operativos



- Es el responsable de los registros diarios y de los informes
- Reporta a la Autoridad Directiva designada por la municipalidad

Oficial especializado (maquinista) del relleno:

- Conduce los equipos asignados a las operaciones del relleno
- Es responsable de verificar el buen funcionamiento, la higiene y los elementos de seguridad del equipo y de realizar el mantenimiento diario del mismo
Realiza también tareas de reparaciones menores.
- Dirige las tareas de operación de descarga de los vehículos que transportan los residuos dentro del frente de descarga
- Realiza distribución y compactación de los residuos
- Realiza los movimientos de suelos necesarios para la cobertura de los residuos (temporaria y final) y todo otro movimiento necesario para la buena operación del relleno (reparación de baches, etc.)
- Reporta al encargado técnico del relleno

Ayudantes

- Realizan tareas de mantenimiento y limpieza de las instalaciones e infraestructura del relleno
- Realizan la limpieza y recolección de elementos livianos dentro del área del predio y excepcionalmente fuera del mismo cuando por condiciones climáticas ocurra la voladura de los mismos fuera del predio
- Realizan el control de acceso al predio
- Prestan asistencia en tareas auxiliares como carga de combustible, mantenimientos menores, etc.
- Llevan a cabo el bombeo del líquido lixiviado
- Realizan desinsectaciones, desratizaciones y recuentos de cuevas de roedores
- Reportan al encargado técnico del relleno

10-4: Descripción de tareas y funciones

A continuación se describen las principales tareas que se deben llevar adelante para la operación del relleno, discriminándolas en diarias, periódicas y excepcionales.-



10-4-1: **Operaciones diarias**

Constituye el conjunto de tareas que se realizan diariamente, bajo cualquier condición climática, en el relleno en operación. Se pueden categorizar bajo las siguientes funciones:

- ❖ Recepción y disposición final de residuos
- ❖ Mantenimiento del predio (higiene)
- ❖ Seguridad del predio

10-4-1-1: **Recepción y disposición final de residuos**

Esta función engloba las siguientes tareas:

➤ *Control de ingresos y registro de datos*

Al llegar un vehículo a descargar al predio, será recibido por personal del relleno, quien verificará que el vehículo esté autorizado para ingresar, no permitiéndose el ingreso de ningún vehículo que no cuente con la debida autorización otorgada por la municipalidad.-

Adicionalmente deberá efectuarse la revisión de la carga de los camiones, haciendo especial hincapié en aquellos residuos procedentes de vehículos conocidos o que no descargan habitualmente en el predio. Se hará un anexo donde se detallara los residuos no autorizados para su entrega y difusión entre la planta de trabajadores del relleno, siendo además recomendable la entrega de dicha lista a los transportistas para una mejor comprensión de qué residuos no pueden ingresar al sitio. Los vehículos que se detecte transporten residuos no autorizados deberán ser detenidos inmediatamente, reportando al encargado técnico del relleno para tomar las medidas que correspondan. La inspección sistemática de la carga contribuye a que el transportista sea más cuidadoso de los residuos que transporta y con ello, se minimice la posibilidad del ingreso de residuos no autorizados de manera irregular.

Una vez efectuados los controles precedentes, y autorizado por lo tanto el vehículo a ingresar, el personal que se encuentre a cargo del control de ingresos consignará en la planilla diaria entre otros los siguientes datos:

- Fecha
- Tipo y volumen estimado de residuos transportados
- Dominio del vehículo
- Horario de ingreso y egreso
- Procedencia
- Firma y aclaración del chofer

Una vez llenada la planilla se indicará la zona de descarga y el modo de acceso a la misma. Se brindará también todo tipo de información relativa a las condiciones de circulación en el predio (maquinaria que se encuentre trabajando, estado de los caminos, otros vehículos descargando, etc.)



En el control de ingresos es recomendable también, efectuar los siguientes controles adicionales a los vehículos:

- 1- Vehículos mal cargados, con posibilidad de voladura o dispersión de residuos pulvulentos
- 2- Negligencia e incumplimiento de medidas de seguridad

Es conveniente minimizar estas irregularidades dado que las mismas pueden originar problemas a la población aledaña a las vías de acceso al relleno, creando descontento y rechazo a la existencia del sitio de disposición final.-

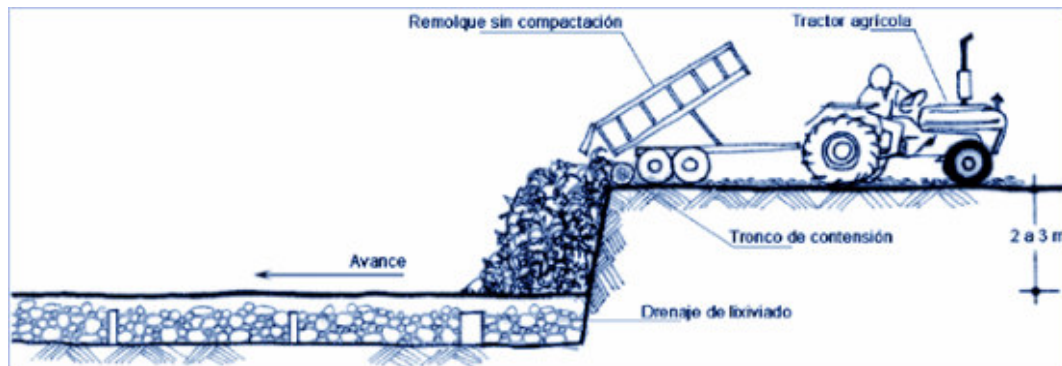
➤ *Recepción en playa de descarga*

En la zona de descarga el camión será recibido por el encargado del sector (maquinista) quien indicará el punto de volcado de los residuos. Una vez volcados será obligatorio para el camionero realizar en el lugar, toda otra operación adicional (cerrado de compuertas, limpieza, etc.) necesaria para asegurar el egreso de la playa de descarga en perfectas condiciones de higiene. Luego de realizada esta operación, el camión se dirigirá nuevamente a la portería para ser registrado su horario de salida del predio.-

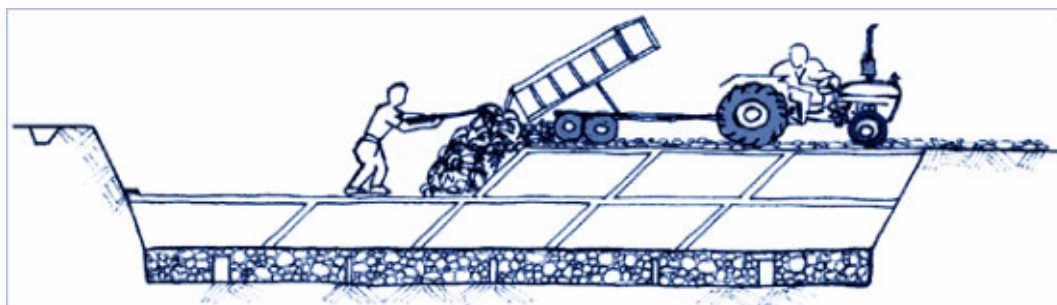
➤ *Distribución y compactación de los residuos*

Los residuos provenientes de la Planta de Tratamiento, serán volcados en la playa de descarga del relleno, serán introducidos por la topadora sobre orugas en la celda de operación. Una vez allí, los mismos serán distribuidos en capas por el mismo equipo.

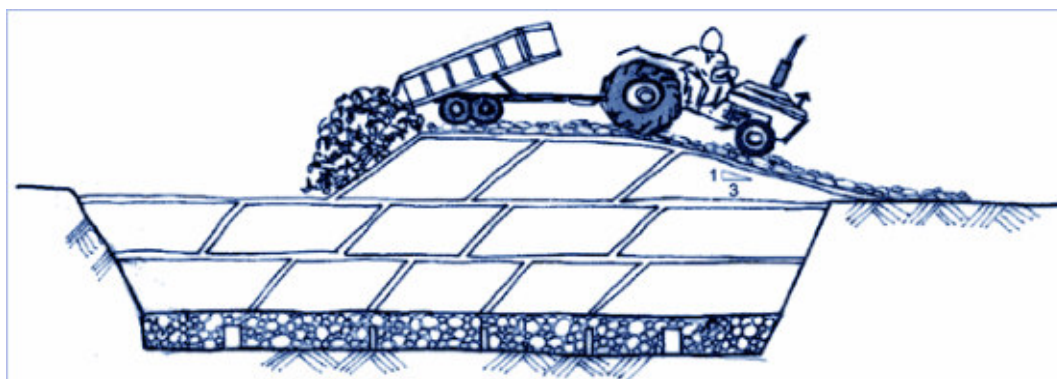
Conformada la capa, se realizarán sucesivas pasadas hacia adelante y hacia atrás sobre los residuos distribuidos con el objetivo de realizar una compactación en los mismos que, aunque mínima, aumentará su densidad y contribuirá con el proceso posterior de degradación. Una vez finalizada la compactación de la primera capa, se procederá de igual manera conformando una segunda capa de residuos compactados sobre la primera y así sucesivamente hasta que se terminen de distribuir y compactar todos los residuos ingresados en el día.-



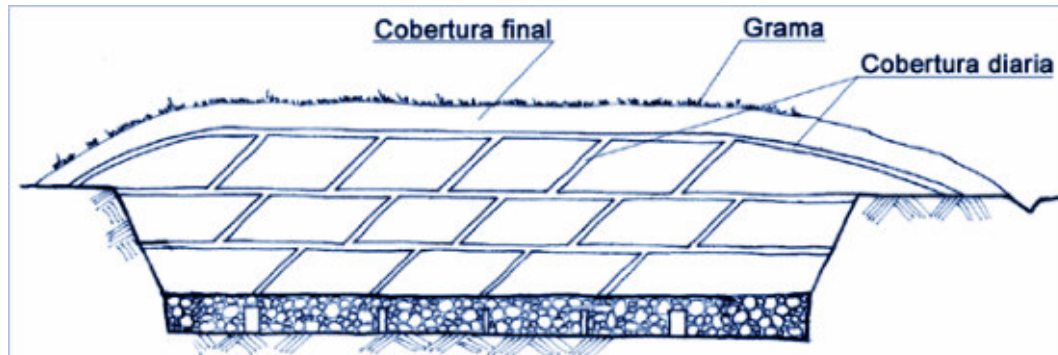
Volcado de residuos proveniente de la Planta de Tratamientos



Volcado de residuos un tiempo despues



Volcado de residuos casi al final de la vida útil del relleno



Relleno Sanitario al fin de su vida útil

10-4-1-2: **Mantenimiento del predio (Higiene)**

Esta función engloba la siguiente serie de tareas:

➤ *Limpieza de caminos y áreas internas y externas*

Diariamente se procederá a realizar la limpieza del predio completo retirando los elementos que pudieran haber caído de los vehículos o haber sido desplazados de otros sectores por acción del viento o agua, se deberá poner especial cuidado en áreas de ingreso y egreso al predio, caminos permanentes y temporarios y la playa de descarga.



➤ *Regado de caminos*

En épocas de sequía se efectuará diariamente, previo al ingreso de los camiones de la recolección, el regado de los caminos de acceso y circulación interna del relleno, con un volumen total de agua que asegure una operación en condiciones de salubridad, minimizando el material en suspensión producido por el paso de los camiones.

La frecuencia puede espaciarse en temporadas húmedas o lluviosas. En caso de ser posible, se recomienda extender la longitud de caminos regados e incluir aquellas áreas pobladas cercanas al relleno que deban ser atravesadas por camiones que concurren a descargar al predio.-

10-4-1-3: **Seguridad del predio**

Esta función engloba la siguiente serie de tareas:

➤ *Control de acceso*

El acceso al predio estará restringido únicamente al personal operativo del predio, a los camiones que acceden a descargar con el personal autorizado a tal fin y a aquellas personas autorizadas. El acceso de todo tercero no perteneciente a la planta de personal del relleno quedará registrado en la planilla diaria como observación.-

a. *Recuperación de materiales*

Dado que en las sucesivas visitas y relevamientos efectuados al predio se detectó un número de entre 4 y 8 personas que realizaban tareas de recuperación de materiales de los residuos, se plantean alternativas a fin de abordar este tema:

Primero: Se prohibirá totalmente el ingreso de terceros no autorizados por el municipio para realizar actividades de recuperación de materiales y enseres. Es necesario contar con carteles que lo indiquen y relación directa con la policía local para solicitar su intervención en caso de que no se obedezcan las indicaciones impartidas por el personal del relleno.-

Segundo: Se promoverá una “formalización” de las actividades desarrolladas dentro del predio. Como parte de las mismas, los trabajadores informales serán registrados, otorgándose identificaciones que los autoricen a desarrollar actividades dentro del mismo. Es conveniente solicitar además:

- Registro completo de datos filiatorios, inclusive grupo familiar
- Compromiso de cumplimiento de normas de comportamiento y convivencia dentro del predio
- Cumplimiento de normas mínimas de Higiene y Seguridad desarrolladas a partir del municipio
- Compromiso de cumplimiento del programa de vacunación exigido

b. *Verificación del estado del cerco olímpico perimetral*



Diariamente se recorrerá todo el perímetro del predio verificando el estado del cerco olímpico perimetral, procediendo a reparar inmediatamente cualquier rotura detectada en el tejido. De haber sido esta producida intencionalmente por terceros para ingresar al predio o por cualquier otra razón se asentará la correspondiente denuncia policial. El informe de lo actuado se adjuntará a la planilla diaria.-

10-4-2: **Operaciones periódicas**

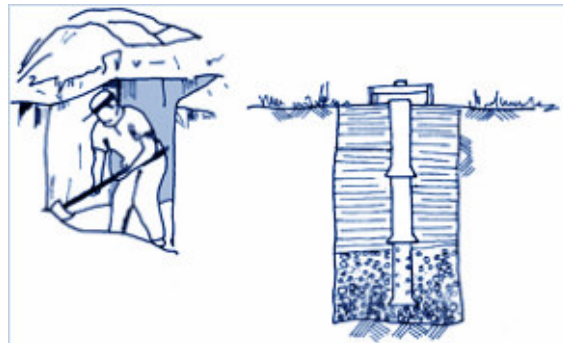
Constituye el conjunto de tareas que se realizan en el predio toda vez que un evento lo justifica (ejemplo, lluvias fuertes vientos, etc.) o cuando hay una acumulación de material o de trabajo que justifique el movimiento del personal y/o maquinaria (bombeo de lixiviado). Se incluyen también las mediciones de parámetros ambientales y de operación que no se realizan diariamente. Las tareas a desarrollar se pueden categorizar bajo las siguientes funciones:

- 1- Monitoreo de parámetros ambientales y de operación
- 2- Manejo de lixiviados
- 3- Mantenimiento del predio y del equipamiento (higiene, infraestructura etc.)

10-4-2-1: **Monitoreo de parámetros ambientales y de operación**

Esta función engloba las siguientes tareas:

- a- Medición de napa: mensualmente se medirá la profundidad de la primera napa en los pozos construidos en el predio del relleno. Los resultados de estas mediciones se dejarán asentados en la planilla diaria del predio y servirán para evaluar el comportamiento del acuífero.



Tareas de medición de la napa freática



10-4-2-2: **Manejo de lixiviado**

Toda vez que resulte necesario, se implementarán los medios correspondientes a fin de extraer el lixiviado del interior del módulo del relleno mediante bombas sumergibles. Se deberá asentar en planilla diaria el volumen de lixiviado extraído y el destino dado al mismo.

10-4-2-3: **Desmalezado**

Periódicamente se realizara el desmalezado completo del predio, área de ingreso, perímetro, drenajes, áreas rellenadas y sectores no afectados a la operación. La periodicidad del desmalezado dependerá de la estación del año y del sector del cual se trate. Se recomienda extender el desmalezado de banquetas y veredas hasta las áreas más cercanas.

10-4-2-4: **Control de vectores**

Se fumigará con la periodicidad que la temporada requiera y se asentará en la planilla diaria, donde se indicará: operador, fecha, zona fumigada, tipo de producto utilizado, cantidad y dilución del producto. Se tendrá especial cuidado de no efectuar aplicaciones innecesarias a fin de no originar acostumbramiento a los productos. Las fumigaciones deberán ser ordenadas siempre por el encargado.



Tareas de fumigación

Equipamiento recomendado

- a- Equipo termonebulizador (moscas)
- b- Motomochila (moscas)
- c- Pistolas fumígenas (ratas)
- d- Palas (ratas)
- e- Elementos de protección personal



Toda la información relacionada con los insecticidas (catálogos, antídotos, tratamientos) serán archivados en forma separada y de fácil acceso ante cualquier emergencia. Los registros de aplicación de insecticidas se guardarán durante 3 años.-

10-4-2-5: **Mantenimiento y limpieza de maquinaria**

Se elaborará y seguirá un plan de mantenimiento de la maquinaria, en el cual constarán todas las operaciones que impliquen una parada necesaria de la misma. Se tomarán las previsiones necesarias (determinación de áreas de descarga, movimientos previos de materiales, pedido de repuestos con anticipación) a fin de que estas detenciones ocasionen el menor trastorno posible. El seguimiento de éste plan, hará posible que las detenciones extraordinarias de la maquinaria se minimicen, dotando de continuidad a las operaciones de disposición final.

10-4-2-6: **Distribución de cobertura provisoria**

A menos dos veces por semana deberá preverse la cobertura de los residuos dispuestos. Para ello, deberá proveerse tierra en cantidad suficiente como para asegurar una cobertura eficaz que permita además el tránsito de la maquinaria de obra.-

10-5: **Planilla de Operación**

En la planilla de operación se registrará todo el movimiento que se haga diariamente en el predio. El responsable por la confección y veracidad de los datos en ella apuntados, es el encargado técnico. Es recomendable una revisión diaria de los datos asentados a fin de asegurar la exactitud de los mismos.-

10-6: **Aspectos de Higiene y Seguridad**

10-6-1: **Plan de capacitación.**

Se sugiere implementar un Plan de Capacitación al personal de seguridad que contemple como mínimo los siguientes ítems:

- Riesgos inherentes al uso de las máquinas y equipos afectados a la obra
- Fuego y matafuegos
- Uso seguro de productos químicos para control de insectos y vectores
- Uso de elementos de protección personal
- Primeros auxilios
- Residuos que no se reciben en el relleno

10-6-2: **Protección contra incendios**

Se instalará en lugar visible y libre de obstáculos un matafuego tipo triclase ABC de polvo químico bajo presión de 10 kg en perfecto estado de uso y carga controlada, a ser



verificado periódicamente. La maquinaria afectada a obra contará con matafuego reglamentario.-

10-6-3: **Botiquín de primeros auxilios**

La obra contará con un botiquín de primeros auxilios con los siguientes elementos como mínimo: tela adhesiva, gasas hidrófilas, tijera para corte de gasa, agua oxigenada, alcohol, antiséptico, algodón, aspirinas.

10-6-4: **Equipos y elementos de protección personal**

Salud y seguridad de los trabajadores

El contacto de los trabajadores del relleno sanitario con los RSU es una actividad que merece toda la atención del administrador a fin de proteger su salud y seguridad.

Las causas de riesgo pueden tener dos orígenes: condiciones inseguras de trabajo y negligencias del propio trabajador.

Las principales condiciones de inseguridad en el trabajo son:

- Recoger residuos con las manos, sin el empleo de guantes, puede producir cortaduras si se tropieza con vidrios rotos u objetos punzocortantes.
- Trabajar en jornadas excesivamente largas, con la consiguiente fatiga de los trabajadores.
- No llevar ropa adecuada ni equipos personales de protección.
- No realizar el aseo personal al terminar la jornada de trabajo.
- Ingerir alimentos en el frente de trabajo y no lavarse las manos con agua y jabón.

Entre los actos de negligencia más comunes del propio trabajador se encuentran:

- No usar la ropa ni el equipo personal de protección.
- Ingerir bebidas alcohólicas durante la jornada de trabajo o llegar embriagado.
- Levantar en forma indebida objetos pesados.
- No prestar atención a la descarga del camión recolector de residuos.
- No dar un buen mantenimiento a los equipos y herramientas de trabajo.
- Permitir el ingreso de personas ajenas al relleno sanitario.
- Recibir RSU no previstos en el proyecto de relleno sanitario, que por sus peligrosas características pueden afectar a los trabajadores y al ambiente.
- Usar la ropa y el equipo de seguridad personal fuera del sitio de trabajo.



- Quemar los RSU.
- Usar los RSU para alimentar animales.
- Fumar durante la jornada de trabajo.

Se deben identificar cuidadosamente todas las condiciones inseguras y las causas más comunes de accidentes de trabajo a que está expuesto el trabajador con el objeto de darles la solución adecuada.

Recomendaciones para minimizar los problemas anteriores:

- Evaluar las causas de accidentes más comunes y adoptar las medidas preventivas del caso.
- Elaborar normas de seguridad de trabajo, con las respectivas indicaciones para el uso de equipo.
- Proveer al personal de un vestuario y duchas donde asearse y cambiarse de ropa después de la jornada de trabajo, a fin de no llevar a sus hogares algún tipo de contaminación.
- Establecer un programa de exámenes médicos para identificar, prevenir o curar las posibles enfermedades que se relacionan con su actividad.
- Mejorar la calidad del equipo y herramientas de trabajo.
- Dotar a los trabajadores de los implementos mínimos de protección personal, tales como guantes, botas, gorra o sombrero y, por lo menos, dos uniformes al año.
- Llevar un registro sencillo de los accidentes y contingencias laborales en el que se expliquen sus causas con el objeto de prevenir hechos similares en el futuro

Por todo lo dicho anteriormente, los elementos y equipos de protección personal serán entregados a los trabajadores de acuerdo al riesgo de la tarea a ejecutar y serán utilizados obligatoriamente por éstos.

Los trabajadores serán entrenados y capacitados en el uso y conservación de los elementos de protección personal.

La vestimenta será adecuada a las condiciones del puesto de trabajo, se ajustará al cuerpo del trabajador resultando cómoda y permitirá facilidad de movimientos. Se proveerá además ropa y calzados para desarrollar tareas bajo lluvia.-

La protección de las manos se efectuará con guantes, manoplas, mitones, etc., los cuales serán impermeables en caso de ser necesario, por ejemplo para el bombeo del lixiviado.-

Los miembros inferiores serán protegidos con zapatos, botines, botas, etc., con suela antideslizante, los cuales contarán además, con punteras de acero de refuerzo.-



Se entregará al personal periódicamente o según la necesidad, los siguientes elementos de indumentaria y seguridad:

- ❖ Calzado con puntera de seguridad y suela antideslizante
- ❖ Lentes o antiparras de seguridad
- ❖ Guantes resistentes a la perforación
- ❖ Delantal de seguridad para operación de desmalezadora
- ❖ Botas de lluvia
- ❖ Campera y pantalones impermeables
- ❖ Ropa de trabajo (camisa y pantalón)



10-7: **Señalización**

La obra contará con carteles de advertencia y de formación con el objetivo de generar condiciones de seguridad en la operación del predio.

Se sugiere contar con las siguientes señales:

- ❖ Cartel de ingreso al predio con los siguientes datos:

Tipo de obra (relleno) y nombre del mismo

Datos del Municipio

Residuos permitidos

Horarios de atención

Prohibición de ingreso sin autorización

Teléfono de contacto



❖ Carteles de obra

Conformada como mínimo con las siguientes señales:

Señal de Pare: a ser ubicada previamente a la portería

Señal de Prohibido el Ingreso sin Autorización: en cantidad mínima de 4, los cuales serán distribuidas equiespaciadamente en el perímetro del predio

Cartel de Punto de descarga: móvil, se lo ubicará en la playa de descarga.

10-8: Clausura del Relleno Sanitario

El relleno sanitario también debe tener consideraciones estéticas y paisajísticas, para que, una vez concluida su vida útil, pueda integrarse al ambiente natural y se armonice con el entorno.

10-8-1: Uso del futuro del Relleno Sanitario clausurado

El terreno de un relleno sanitario clausurado se presta para desarrollar programas de recuperación paisajística y social como un parque, un campo deportivo o una zona verde.

No se recomienda la construcción de edificaciones, viviendas, escuelas ni infraestructura pesada sobre la superficie del relleno, debido a su poca capacidad para soportar estructuras pesadas, además de los problemas que pueden ocasionar los hundimientos y la generación de gases.



El uso futuro de un relleno sanitario depende del clima, de su localización respecto al área urbana, de su distancia de las zonas habitadas, de su extensión o área superficial y de las características constructivas. Estas últimas tienen que ver con la configuración final del relleno, la altura y el grado de compactación y, por supuesto, la capacidad económica de la población.

10-8-2: **Pasos y acciones para la clausura del Relleno Sanitario**

Se le hará una cobertura final compactada de 0,4 a 0,6 metros, como mínimo, y los drenajes de aguas de escorrentía y gases son esenciales para la vida vegetal sobre el relleno, la que se restringe a especies de raíces cortas mientras el relleno se estabiliza.

La colocación de las capas de la cobertura final y la siembra de pasto en los terraplenes terminados que ya no recibirán más residuos requieren gran atención porque contribuyen al buen funcionamiento del relleno y mejoran su aspecto. Es conveniente, entonces, acelerar el proceso de siembra colocando terrones con césped al menos en 10% del área, a fin de que la obra se armonice rápidamente con el paisaje natural del entorno.



Colocación de panes de césped

Para la recuperación del paisaje es conveniente la siembra de plantas de raíces cortas y césped o grama. En muchos casos, después de la cobertura final, el pasto crece en forma espontánea.

Se recomienda sembrar en toda el área arbustos de raíces cortas que no traspasen la cobertura. Se admite también el plantío en hoyos rellenos con tierra abonada más pasto o grama, a fin de evitar la erosión y el aumento del lixiviado. A medida que se terminen algunas áreas del relleno, conviene sembrar el pasto sin esperar a que se acabe toda la superficie de las plataformas o terraplenes.



10-8-3: Controles a realizar pos clausura del Relleno Sanitario

Como ya se sabe, con el transcurso del tiempo, los RSU se descomponen (parte se transforma en gas y parte en líquido), por lo que la tierra de cubrimiento y la humedad penetran en los espacios vacíos del relleno, asentándolo. Después de dos años, el asentamiento se reduce mucho y prácticamente desaparece a los cinco años. Como este no es uniforme, se producen depresiones en la superficie de la obra, donde se acumula el agua de las lluvias; en consecuencia, se debe mantener nivelada toda la superficie del terreno y contar con buen drenaje que tenga una pendiente de 2 a 3%.

La administración municipal o la del relleno debe velar para que una vez concluida su vida útil se le dé el acabado final y el mantenimiento necesarios, con el objeto de que el terreno sea disfrutado por la comunidad, tal y como fue previsto al inicio del proyecto.

De no ser así, la población se verá afectada y es probable que después rechace la construcción de nuevos rellenos, lo que obligaría a hacerlos en zonas bastante alejadas. Así, aumentarían los costos de transporte y del servicio de limpieza.

Al terminar la vida útil de un relleno sanitario, se debe colocar un nuevo cartel o letrero que informe a toda la población vecina y a los transeúntes que aquel se encuentra fuera de servicio. Pasado un tiempo prudencial en el que se haya conseguido su estabilización y se lo haya acondicionado como área recreativa o zona verde, se recomienda destacar que las nuevas obras están construidas sobre un relleno sanitario ya clausurado.



Costos

11-1: Generalidades

Al igual que en cualquier otro diseño, se debe incluir una evaluación o un presupuesto como información básica del proyecto.

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo Total
Terreno El predio tiene una superficie total de 4 ha, de las cuales utilizaremos para la Planta de Tratamiento y Relleno Sanitario 3 has	4	has	u\$s 20000	\$ 280.000,00
Excavación Excavación para la realización del relleno sanitario, profundidad, 1,40m con el depósito del material en el mismo terreno, o sea que no hay traslado del mismo	21266	m ³	\$ 15,00	\$ 318.990,00
Construcción cerco perimetral Se construir un cerco perimetral olímpico de 2,20m de altura con postes de hormigón cuadrados de 15 x 15 cm con 3 púas de alambre de terminación	786	m	\$ 49,00	\$ 38.514,00
Barrera de forestación perimetral Circundante a todo el predio, para poder cumplir con los objetivos deseados en cuanto a impacto visual y ambiental, para ello se colocara una hilera de Grataegus, Leilandi y Pino Eliotis separados aprox. 1m de distancia	614	u	\$ 22,00	\$ 13.508,00
Obra Civil Construcción de un galpón Sus dimensiones serán de 35 m de largo por 15 m de ancho por 4 m de altura como mínimo. Los portones tendrán dos puertas para hombres, de no menos 1,80 m de altura y 0,70 centímetros de ancho.- Estructura: será metálica, con columnas y cabreadas de soporte, techo parabólico a dos aguas, recubierto con chapas de Zinc acanaladas, al igual que las paredes. El piso será de H° A°, con estructura para circulación de camiones de porte, de hasta 30 toneladas como mínimo.-	525	m ²	\$ 600,00	\$ 315.000,00
Cabina de recepción y control Se construirá una cabina de control y recepción de los residuos que constara de una sala principal y un baño de servicio, la construcción será llave en mano	30	m ²	\$ 1.100,00	\$ 33.000,00
Planta de Tratamiento Fosa con Cinta de elevación Trommel desgarrador / preclasificador	1	u	\$ 300.000,00	\$ 300.000,00



Cinta de clasificación			
Estructura en altura			
Molino de orgánico			
Prensa compactadora – Enfardadora			
Elementos de Protección			
Personal	1 u	\$ 15.600,00	\$ 15.600,00
Calzados con punteras de seguridad y suela antideslizante			
Lentes o antiparras de seguridad			
Guantes resistentes a la perforación			
Delantal de seguridad para operación de desmalezadora			
Botas de lluvia			
Barbijos			
Camperas y pantalones impermeables			
Ropa de trabajo			
Protectores auditivos			
Cartelería			
Cartelería para el predio			
Cartelería para la planta			
Maquinaria			\$ 1.147.500,00
Retro excavadora	1 u	\$ 315.000,00	
Pala frontal	1 u	\$ 52.500,00	
Minicargador frontal	1 u	\$ 175.000,00	
Camión volcador	2 u	\$ 297.500,00	
Rodillo pata de cabra	1 u	\$ 10.000,00	
TOTAL			\$ 2.462.112,00

11-2: Posibilidades de Financiación

Con el Plan Nacional de Residuos Sólidos Urbanos, se promueve un enfoque ambiental de los residuos y se apoya a las iniciativas municipales, asistencia técnica y financieramente a los municipios que compartan estos objetivos.

Por lo tanto para poder llevar adelante la construcción y el posterior mantenimiento de la Planta de Reciclado y Tratamiento de Residuos Urbanos, se va a necesitar ser asistido por con un aporte de dinero en carácter de subsidio, a través de las líneas de financiamiento que ofrece el Plan Nacional de RSU(*), que cubra como mínimo el costo total estimado del proyecto.

Parte del mantenimiento de la Planta, se va a financiar con recursos propios municipales y los que se obtengan con lo que se recupera de los materiales orgánicos e inorgánicos, que representan un 50% y 70% respectivamente de lo por hoy que ingresará a la Planta.



Proyecto Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PNGIRSU)

La gestión actual de los residuos en nuestro país se reduce a la recolección domiciliaria, higiene urbana; y la disposición final, en muchos casos es efectuada en basurales a cielo abierto con escasos controles ambientales y técnicos. Las medidas tomadas hasta el momento para resolver esta problemática, no han tenido carácter integral y por lo tanto, no han podido dar solución a todos los factores implicados.

Si bien los municipios son los responsables directos del manejo de los residuos, la magnitud de la problemática requiere de la participación de los distintos niveles de gobierno ya que su inadecuada gestión compromete las condiciones necesarias para asegurar la salud pública y la protección ambiental. Frente a este escenario la Nación a través de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) diseñó la Estrategia Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU) con el objetivo de brindar respuestas adecuadas y concretas al manejo de los residuos y configurar así, una verdadera Política de Estado.

Dada la necesidad de financiamiento para poder llevar adelante la ENGIRSU, el Gobierno Argentino solicitó apoyo técnico y financiero al Banco Mundial. El Directorio de dicho organismo multilateral de crédito aprobó -el 28 de febrero de 2006- el Convenio de Préstamo BIRF-7362-AR, correspondiente al Proyecto Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (PNGIRSU).

¿Qué es el PNGIRSU?

Es el primer Proyecto Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (PNGIRSU), el cual tiene como objetivo implementar soluciones integrales a la problemática de los residuos, a través de emprendimientos sostenibles desde una perspectiva federal.

El Proyecto brinda asistencia técnica y económica a modo de incentivo para que las provincias y sus municipios puedan elaborar sus propios planes y sistemas de gestión integral, en el marco de los objetivos de la Estrategia Nacional.

En este Proyecto se prevé la financiación de los costos de infraestructura para la disposición final y sus sistemas asociados, a través de la construcción de rellenos sanitarios, plantas de tratamiento, estaciones de transferencia y el cierre de basurales a cielo abierto, según se requiera. Otros de los componentes son, el fortalecimiento institucional de las autoridades involucradas en la gestión de residuos, en todos los niveles de gobierno y la elaboración de planes sociales en las diferentes jurisdicciones para la inclusión social de los recuperadores informales de residuos.

¿Cuáles son los OBJETIVOS?

La finalidad del Proyecto es la implementación de sistemas de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) en todo el territorio nacional; desde un abordaje social-ambiental aceptable y sostenible financieramente, a efectos de lograr una mejora en el medio ambiente, la salud pública y la calidad de vida de la población.

A partir de este objetivo general se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Construir centros de disposición final (CDF) regionales en los casos que sea factible, plantas de tratamiento y estaciones de transferencia según se requiera, además del cierre de los basurales a cielo abierto,



- Brindar asesoramiento en la gestión financiera municipal para la recuperación de costos y asegurar así la sostenibilidad de la gestión,
- Promover la inclusión social de los recuperadores informales de residuos,
- Establecer políticas que promuevan la minimización de residuos a generar y a disponer, a través de su máxima valorización en todas las etapas de la gestión integral.

¿Quiénes son los ACTORES involucrados?

La implementación del Proyecto demanda la construcción de consensos entre los actores claves y los grupos de interés involucrados en la gestión integral de los RSU:

- Sector Público; Gobierno Nacional, Provincial y Municipal
- Sector Privado formal e informal
- Organizaciones de la Sociedad Civil
- Comunidad Educativa
- Comunidad en general

¿Cuáles son los BENEFICIOS?

- Erradicar los problemas de salud vinculados a una mala gestión de los residuos,
- Preservar el ambiente,
- Mejorar la calidad vida de los recuperadores informales de residuos,
- Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.

Jurisdicciones comprendidas a la fecha

Municipio de General Pueyrredón
Municipio de Rosario
Municipio de Córdoba Capital
Provincia de Chubut
Provincia de San Juan
Provincia de Mendoza
Provincia de Jujuy
Provincia de Chaco
Provincia Santa Cruz
Provincia de Córdoba
Provincia de Santa Fe
Provincia de Salta



Marco Legal

12-1: **A nivel Nacional**

12-1-1: **Residuos Domiciliarios - Ley 25916**

La ley establece como regla para el manejo ambientalmente adecuado de los residuos domiciliarios la Gestión Integral, donde los componentes técnico-operativos son interdependientes y complementarios entre sí y cada etapa anticipa a la anterior y condiciona a la siguiente.

Promueve un enfoque ambiental de los residuos, comprendiendo en la etapa de tratamiento al conjunto de operaciones tendientes al acondicionamiento y valorización de los residuos, a fin de introducir los materiales recuperados en el proceso productivo y reducir el volumen que se va a destinar a disposición final.

Refuerza el rol preponderante que tienen las autoridades competentes de las jurisdicciones locales en el manejo de los residuos domiciliarios.

Esta ley, la última sancionada hasta la fecha en materia de presupuestos mínimos, en virtud de la materia que regula y de lo dispuesto en su art. 6° resulta fundamentalmente de aplicación y reglamentación local, sin perjuicio de las competencias que le corresponden a la autoridad federal en virtud de lo dispuesto en la misma norma.

Por un lado, se propone reglamentar por decreto del PEN las funciones que la ley le adjudica a la autoridad de aplicación nacional en los artículos 24 y 25. Se prevé poner a consideración de las áreas técnicas y sustantivas de la SAyDS la propuesta de reglamentación.

Asimismo, se proyectan pautas de contenido técnico y metodológico aprobadas por resolución, destinadas a guiar a las jurisdicciones locales en la implementación de la gestión integral de residuos. A tal fin, pondrá a consideración de la Comisión de Residuos del COFEMA el documento borrador sobre pautas técnicas y metodológicas para la gestión integral de los residuos domiciliarios elaborado por áreas técnicas y jurídicas de la SAyDS.

Se considera oportuno consultar, a través del procedimiento previsto por el artículo 3 y el Anexo V del Decreto 1172/03 "Reglamento General para la Elaboración Participativa de Normas", a los sectores interesados en la materia y a la ciudadanía en general, garantizando la participación pública en la elaboración participada de la norma. A tal fin se tramita por expediente N° 1141/2007 la propuesta reglamentaria de la ley citada.

Por su parte, la autoridad de Aplicación Nacional (SAyDS), cumpliendo con las obligaciones que le caben, promueve y facilita el adecuado cumplimiento de esta ley en el ámbito local, a través de la instrumentación de Planes y Programas, la asistencia técnica y financiera y, en los casos que lo estime necesario o conveniente, podrá establecer a través de decretos reglamentarios o resoluciones, sistemas que ordenen, unifiquen y hagan operativos los criterios de gestión específicos.



Gestión de residuos domiciliarios - Ley 25.916

Establécense presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios. Disposiciones generales. Autoridades competentes. Generación y Disposición inicial. Recolección y Transporte. Tratamiento, Transferencia y Disposición final. Coordinación interjurisdiccional. Autoridad de aplicación. Infracciones y sanciones. Disposiciones complementarias.

Sancionada: Agosto 4 de 2004

Promulgada parcialmente: Septiembre 3 de 2004

12-1-2: **Gestión de residuos domiciliarios - Decreto 1158/2004**

Que el citado Proyecto de Ley establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la "Gestión integral de residuos domiciliarios".

12-2: **A Nivel Provincial**

12-2-1: **Resolución N° 0128**

El expediente N° 00101-0108100-8 del registro del Sistema de Información de Expedientes;

CONSIDERANDO:

Que atento a lo establecido en el artículo 1° de la Ley N° 11.872 se prohíbe en todo el territorio provincial el desmalezamiento por medio del fuego y la instalación de cualquier tipo de depósito a cielo abierto, público o privado, de residuos sólidos, urbanos, industriales o de cualquier otra naturaleza, proclives a la combustión, auto combustión y generación de humos o gases, que pudieran ocasionar riesgos al tránsito en las rutas provinciales y nacionales, y en vías ferroviarias que atraviesan la Provincia, sin que a los mismos se los trate con técnicas que impidan estas consecuencias;

Que el organismo encargado del control y vigilancia es la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, la que podrá delegar la facultad de policía en municipios y comunas, en un todo de acuerdo a lo establecido en las enmiendas a la Ley N° 11.872, propuestas por el artículo 2° del Decreto N° 3.820/00 y que fuera promulgada por el Decreto N° 1.425/01;

Que el humo proveniente de la combustión de residuos sólidos urbanos ha ocasionado innumerables accidentes de tránsito que ha costado la vida de muchas personas;

Que es necesario determinar normas técnicas que aseguren una correcta disposición de los residuos sólidos urbanos a los efectos de evitar impactos ambientales negativos que puedan afectar los recursos naturales y calidad de vida de la población;



Que el artículo 45° de la Ley N° 2.756 "Ley Orgánica de Municipalidades" establece que son bienes privados de las municipalidades los residuos sólidos urbanos dejados o abandonados por sus dueños en la vía pública, por consiguiente son ellas quienes deben adoptar las normas técnicas para su correcto tratamiento o disposición final;

Que la Ley N° 2.439, "Ley Orgánica de Comunas", establece en su artículo 45° que son atribuciones de los municipios, las referentes a Higiene y Salud;

Que la Ley N° 11.717 establece que la preservación, conservación y mejoramiento del medio ambiente comprende, entre otras cosas, el ordenamiento territorial, la utilización racional del suelo, subsuelo y agua y la minimización de riesgos ambientales;

Que el artículo 4° inc. n) de la ley mencionada en el considerando precedente, otorga a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable las funciones de fiscalizar el destino definitivo de los desechos de cualquier tipo;

Que la Ley N° 25.916, establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios;

Que la competencia en la materia surge de lo establecido en las Leyes Nros. 11.717 y 11.872;

POR ELLO:

EL SECRETARIO DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

Y DESARROLLO SUSTENTABLE

R E S U E L V E

ARTICULO 1°.- El tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos deberán realizarse de acuerdo a las presentes "Normas Técnicas".

ARTICULO 2°.- Los residuos sólidos urbanos deberán ser sometidos a alguno de los siguientes métodos de tratamiento y/o disposición final:

a- Relleno sanitario, con o sin recuperación previa de materiales.

b- Estabilización biológica, asociada o no a lombricultura, con disposición final en relleno sanitario de la fracción no estabilizada.

c-Recuperación de materiales: mediante selección manual o mecánica, con disposición final en relleno sanitario de los materiales no recuperados.

d-Otros métodos, de disposición final o tratamiento, cuyos procesos y productos finales no generen molestias o peligros a la salud pública o contaminación al medio ambiente y que sean aprobados, previo informe técnico de las áreas competentes de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.



ARTICULO 3°.- Se prohíbe en el ámbito provincial:

- a-La disposición final de residuos sólidos urbanos en vertederos a cielo abierto.
- b- La quema a cielo abierto de los residuos sólidos urbanos.
- c- El uso de residuos sólidos urbanos para el relleno de lagunas o zonas anegables.
- d- La selección y extracción informal de residuos en el predio de disposición final y centros de transferencia.
- e-La presencia de animales de corral y animales domésticos en los sitios de disposición final.

ARTICULO 4°.- Los Municipios y Comunas deberán tratar y disponer sus residuos sólidos urbanos en forma individual o por asociación entre ellos.-

ARTICULO 5°.- La disposición inicial de los residuos sólidos urbanos será responsabilidad de las Comunas y Municipios. Esta deberá efectuarse mediante métodos apropiados que eviten los posibles impactos negativos sobre el ambiente y la calidad de vida de la población. La Comuna o Municipalidad establecerá el método de disposición inicial y fiscalizar su cumplimiento, tanto para generadores individuales como para generadores especiales, requiriendo la implementación de programas particulares de gestión cuando lo considere necesario.-

ARTICULO 6°.- La recolección y el transporte de los residuos sólidos urbanos entre los diferentes sitios comprendidos en la gestión integral será responsabilidad de las Comunas y de los Municipios. Este deberá efectuarse en vehículos cuyo diseño garantice la ausencia de impactos negativos sobre el ambiente y la calidad de vida de la población.-

ARTICULO 7°.- El tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos podrán ser realizados por personas físicas o jurídicas, públicas o privadas.-

ARTICULO 8°.- El predio destinado al tratamiento o disposición final de residuos sólidos urbanos, o centro de transferencia, deberá estar situado en el área que cuente con la conformidad de la autoridad municipal o comunal, previa aprobación del estudio de impacto ambiental.-

ARTICULO 9°.- El predio donde se efectúe el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos deberá situarse a más de 400 (cuatrocientos) metros de rutas nacionales o provinciales pavimentadas. La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable autorizará distancias menores basándose en fundamentos técnicos.-

ARTICULO 10°.- El predio donde se efectúe la disposición final de los residuos sólidos urbanos, o donde se instale el centro de transferencia, deberá situarse a más de 3.000 (tres mil) metros de aeródromos o pistas de aterrizaje de aviones.-



ARTICULO 11°.- El predio donde se efectúe la disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos, cuente o no con provisión de agua, deberá contar con un espacio perimetral interno que actúe como control de propagación horizontal de fuego. Este espacio deberá tener como mínimo 15 (quince) metros de ancho y estar sujeto a ampliación según la magnitud del sitio de disposición final.-

ARTICULO 12°.- El diseño del relleno sanitario deberá responder a las siguientes pautas de diseño y operación:

a-La base del relleno deberá estar a una distancia mínima de 1,5 metros (un metro y cincuenta centímetros) del nivel de la capa freática. Si esta condición no se puede cumplir la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, estudiará el caso y, si correspondiere, establecerá los requisitos a cumplir.

b-La base del relleno y las paredes deberán ser de material arcilloso compactado o arcilla con bentonita, cuyo espesor no deberá ser menor de 0,60 m. y la permeabilidad no deberá ser inferior a 1×10^{-7} cm/seg., o de otro material, o combinación de materiales, que reúna las características de permeabilidad antes mencionadas, que impidan la contaminación de las capas subterráneas y en su diseño se tomarán todos los recaudos que permitan reforzar ese impedimento, requiriéndose, además membrana de polietileno de por lo menos 0,80 milímetros en rellenos sanitarios donde se dispongan cantidades de residuos superiores a cien (100) toneladas diarias.

c-Esparcimiento y compactación de los residuos sólidos urbanos. Deberán compactarse los residuos en capas cuyo espesor no supere los 30 (treinta) centímetros, considerándose óptima la compactación cada 20 (veinte) centímetros.

d-Recubrimiento con tierra u otros materiales adecuados, las veces que sea necesario en función de la secuencia de operación presentada.

e- Cubierta final de cierre con características de espesor y permeabilidad similares a las mencionadas en el inciso b., que impida la penetración de agua de lluvia en la masa de residuos.

f-Monitoreo, aguas arriba y aguas abajo del sitio de emplazamiento del relleno sanitario. Dicho monitoreo, que determinará la calidad del agua, en cuanto a sus características físico - químicas y bacteriológicas, se realizará antes del emplazamiento, durante la vida útil del mismo y con posterioridad al cierre, estableciéndose la secuencia del mismo de acuerdo a la magnitud del emprendimiento.

g- Gestión integral del líquido lixiviado.

h-Accesibilidad y funcionamiento bajo todas las condiciones climáticas, que incluya sistema de drenaje de las aguas pluviales en el área de trabajo, para evitar el ingreso del agua de lluvia de los terrenos circundantes en el relleno.

i-Ventilación asegurada de las zonas rellenas.



j-Monitoreo de gases y partículas.

k-Fijación de los terrenos (cubierta final, taludes, etc.) a fin de evitar los efectos de la erosión hídrica, asentamientos, etc., y preparación para su uso posterior.

l-Cercado perimetral, identificación y señalización del predio.

m-Control de vectores.

n-Cortina forestal o barrera de contención.

ARTICULO 13°.-La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable podrá exigir la disposición final de los residuos sólidos asimilables a urbanos en celdas diferenciadas.-

ARTICULO 14°.- Las personas físicas o jurídicas privadas, que realicen tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos deberán inscribirse en el "Registro de Operadores" que a tal efecto habilite la Secretaría de Estado de Medio Ambiente Desarrollo Sustentable.-

ARTICULO 15°.- Las comunas y municipios que actualmente dispongan sus residuos en vertederos a cielo abierto deberán presentar -en un plazo no mayor a 180 días desde la fecha de la presente Resolución- un "plan de adecuación" atento a lo establecido en la presente. Este plan contendrá un cronograma de obras que abarcará inclusive las concernientes a la clausura y cierre del vertedero a cielo abierto.- La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable evaluará este Proyecto, decidirá su aprobación y podrá solicitar medidas de remediación.-

ARTICULO 16°.- Las localidades -o asociación de localidades- cuya población sea superior a cincuenta mil (50.000) habitantes, deberán efectuar la disposición final de los residuos sólidos urbanos en relleno sanitario, en un plazo máximo de un (1) año contado a partir de la fecha de vencimiento del plazo de presentación del "plan de adecuación" descrito en el Artículo 15°.-

ARTICULO 17°.- Las localidades cuya población sea inferior a cincuenta mil (50.000) habitantes y superior a veinte mil (20.000) habitantes, deberán efectuar la disposición final de los residuos sólidos urbanos en relleno sanitario, en un plazo máximo de dos (2) años contados a partir de la fecha de vencimiento del plazo de presentación del "plan de adecuación" descrito en el artículo 15°.-

ARTICULO 18°.- Las localidades cuya población sea inferior a veinte mil (20.000) habitantes deberán efectuar la disposición final de los residuos sólidos urbanos en relleno sanitario, en un plazo máximo de tres (3) años contados a partir de la fecha de vencimiento del plazo de presentación del "plan de adecuación" descrito en el artículo 15°.-

ARTICULO 19°.- Desde la vigencia de la presente y hasta la adecuación definitiva, las comunas y municipalidades deberán realizar la disposición final de los residuos sólidos



urbanos en relleno semicontrolado.- ARTICULO 20°.- La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable será la encargada de evaluar y aprobar la Gestión integral de residuos sólidos domiciliarios.-

ARTICULO 21°.- La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable otorgará la habilitación para el funcionamiento de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos y de centros de transferencia a aquellos emprendimientos públicos o privados que cumplan con lo establecido en el presente decisorio.-

ARTICULO 22°.- La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable fiscalizará periódicamente las plantas de tratamiento, los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos y los centros de transferencia, a fin de verificar el cumplimiento de lo establecido en la presente.-

ARTICULO 23°.- A los efectos de la implementación de la presente deberá entenderse por:

Gestión integral de residuos domiciliarios: al conjunto de actividades interdependientes y complementarias entre sí que conforman un proceso de acciones para el manejo de residuos domiciliarios, con el objeto de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población. La gestión integral de residuos domiciliarios comprende las siguientes etapas: generación, disposición inicial, recolección, transferencia, transporte, tratamiento y disposición final.

a) Generación: es la actividad que comprende la producción de residuos domiciliarios.

b) Disposición inicial: es la acción por la cual se depositan o abandonan los residuos. La disposición inicial podrá ser:

1. General: sin clasificación y separación de residuos.
2. Selectiva: con clasificación y separación de residuos.

c) Recolección: es el conjunto de acciones que comprende el acopio y carga de los residuos en los vehículos recolectores.

La recolección podrá ser:

1. General: sin discriminar los distintos residuos.
2. Diferenciada: discriminando por tipo de residuo en función de su tratamiento y valorización posterior.

d) Transferencia: comprende las actividades de almacenamiento transitorio y/o acondicionamiento de residuos para su transporte.

e) Transporte: comprende los viajes de traslado de los residuos entre los diferentes sitios comprendidos en la gestión integral.



f) Tratamiento: comprende el conjunto de operaciones tendientes al acondicionamiento y/o valorización de los residuos.

Se entiende por acondicionamiento a las operaciones realizadas a fin de adecuar los residuos para su valorización o disposición final.

Valorización: Se entiende por valorización a todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos.

Residuos sólidos urbanos: comprenden los residuos sólidos domiciliarios, residuos sólidos inertes o áridos y residuos asimilables a urbanos:

Residuos sólidos domiciliarios: entiéndese por tales a los materiales sólidos o semisólidos que comprenden los desechos de la actividad familiar, como resultado de la preparación de alimentos, desgaste de útiles, muebles, indumentaria, etc., los generados por locales comerciales tales como materiales provenientes de embalajes, envases (cartones, metales, maderas, vidrios, sogas, plásticos, entre otros) y los desperdicios de establecimientos expendedores de alimentos, los provenientes del servicio de barrido y limpieza de calles, mantenimiento de espacios verdes y jardines.

Residuos sólidos inertes o áridos: entiéndase por tales a los residuos que no experimentan transformaciones químicas, físicas o biológicas significativas. No afectan negativamente a otros materiales con los que entren en contacto.

Residuos asimilables a urbanos: Entiéndase por tales a los residuos que habiéndoseles realizado los test de validación se constata que carecen de las características de peligrosidad, inflamabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad, patogenicidad, lixiabilidad, teratogenicidad, mutagenicidad, carcinogenicidad y radioactividad.

Generador: denomínase generador a toda persona física o jurídica, pública o privada que produzca residuos domiciliarios.

Los generadores, en función de la calidad y cantidad de residuos y de las condiciones en que los generan, se clasifican en:

a-Generadores especiales: aquellos generadores que producen residuos domiciliarios en calidad, cantidad y condiciones tales que, a criterio de la autoridad competente requieran de la implementación de programas particulares de gestión.

b-Generadores individuales: aquellos generadores que, a diferencia de los generadores especiales, no precisan de programas particulares de gestión.

Disposición final: comprende al conjunto de operaciones destinadas a lograr el depósito permanente de los residuos domiciliarios, así como de las fracciones de rechazo inevitables resultantes de los métodos de tratamiento adoptados. Asimismo quedan comprendidas en esta etapa las actividades propias de la clausura y postclausura de los sitios de disposición final.



Relleno sanitario: método para disponer los residuos sólidos en tierra sin crear molestias o peligros a la salud pública o de contaminación, utilizando los principios de la ingeniería para confinar los residuos en la menor superficie de terreno, para reducirlos al volumen más pequeño prácticamente posible, cubriéndolos con una capa de tierra al final de cada jornada o cuantas veces sea necesario.

Relleno sanitario positivo: los residuos sólidos se disponen por encima del nivel del terreno.

Relleno sanitario negativo: los residuos se disponen por debajo del nivel del terreno, en depresiones naturales o en excavaciones realizadas con este objetivo o en excavaciones preexistentes que puedan adecuarse a tal fin.

Vertedero a cielo abierto o vertedero no controlado (basural a cielo abierto): sitio donde se efectúa la disposición final de los residuos sólidos urbanos, de modo tal que el depósito significa riesgo de contaminación para el agua, el aire, el suelo, la fauna y la flora, posible daño del paisaje y molestias o peligro para la salud, el bienestar y la seguridad pública.

Relleno semicontrolado: sitio donde se disponen los residuos sólidos urbanos en forma ordenada y con control de alguna de las emisiones, con riesgo parcial para alguno de los componentes del ambiente, no debiendo ocasionar molestias ni afectar el bienestar y seguridad pública.

Estabilización biológica (compostaje): método de tratamiento de los desperdicios orgánicos basado en el proceso de descomposición o estabilización de la materia orgánica, por bacterias, hongos, mohos, en forma aeróbica o anaeróbica.

Lombricultura: estabilización de la materia orgánica por acción intensiva de lombrices. Recuperación de materiales: selección y recolección de elementos contenidos en los residuos sólidos para utilizarlos en el proceso industrial o para su comercialización directa. Puede realizarse en origen o en plantas de separación por método manual o mecánico, o combinación de ambos.

Reciclaje: selección de elementos contenidos en los residuos sólidos urbanos para incorporarlos como materia prima al ciclo productivo, o para su comercialización directa.

Reuso: es el retorno de un bien a la corriente económica para ser utilizado mediante acondicionamiento previo o no, sin cambio alguno de su forma y/o naturaleza.

Centros de transferencia: Sitios especialmente diseñados para contener provisoriamente los residuos sólidos urbanos y transferirlos, mediante vehículo de transporte adecuado, a sitios de disposición final o plantas de tratamiento. El diseño prever la accesibilidad continua, bajo cualquier condición climática y el control de lixiviados, aguas residuales de lavado y de cualquier emisión que pudiera producirse.



ARTICULO 24°.- El incumplimiento de lo establecido en la presente dará lugar a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable a exigir a los responsables del emprendimiento al cese inmediato de dicha actividad, bajo apercibimiento de iniciar acciones administrativas y/o judiciales, si correspondiere.-

ARTICULO 25°.-Regístrese, comuníquese, publíquese y archívese.

12-2-2: Marco Legal sobre el Tratamiento de Líquidos Lixiviados- Resolución N° 1089/82

REGLAMENTO PARA EL CONTROL DEL VERTIMIENTO DE LÍQUIDOS RESIDUALES

El presente Reglamento establece las condiciones a que deberá ajustarse el efluente y el proyecto, construcción, reparación, modificación, mantenimiento y contralor de funcionamiento de las instalaciones de que debe dotarse a aquellos inmuebles cuyos líquidos residuales requieran un tratamiento previo para alcanzar las condiciones de vuelco aceptables para su descarga a los cuerpos receptores;

Que los objetivos del sistema que se establece son los siguientes:

- a) Obtener que los efluentes no contengan sustancias contaminantes, tendiendo fundamentalmente a asegurar: 1) El saneamiento integral de las poblaciones 2) La no contaminación de las aguas en general.

- b) Orientar las tareas inherentes al proyecto y construcción de las instalaciones internas de carácter industrial y de las instalaciones para la conducción del efluente, no participando en la aprobación de planos. Quedando como únicos responsables del proyecto y construcción de las obras el propietario del establecimiento y el matriculado, exigiéndose solamente la presentación de planos esquemáticos y de la documentación mínima indispensable.

Las facultades fueron conferidas oportunamente a la ex DIRECCION PROVINCIAL DE OBRAS SANITARIAS por el artículo 4° inciso 15) de la LEY ORGANICA N° 8711/80 , en la actualidad competencia de la SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA emergente de la Ley N° 11.220/94 y Decreto N° 1.550/96.-

CAPITULO I

AMBITO DE APLICACIÓN - FACULTADES

ART. 1: Las disposiciones del presente REGLAMENTO son de aplicación a todos los inmuebles ubicados en el territorio de la Provincia de Santa Fe, destinados total o parcialmente a usos industriales (fábricas, talleres, etc.), a usos comerciales (hoteles, restaurantes, estaciones de servicio, etc.), o a usos especiales (hospitales, escuelas,



clubes, etc.) cuyos LIQUIDOS RESIDUALES no satisfagan CONDICIONES DE VUELCO exigidas para su descarga al CUERPO RECEPTOR.

ART. 2: Queda prohibido construir, alterar, remover o modificar cualquier parte de las INSTALACIONES declaradas, sin previa autorización. La ejecución de nuevos trabajos que impliquen alteración, remoción o modificación de las INSTALACIONES se ajustará a las disposiciones del REGLAMENTO que rigen para la construcción de obra nueva.

ART. 3: Se podrá disponer la clausura del DESAGÜE DEL ESTABLECIMIENTO cuyo propietario no diera cumplimiento a las disposiciones que se impongan en virtud de lo establecido en el REGLAMENTO.

ART. 4: Todos los plazos que se establecen en el Reglamento deben ser computados en día hábiles administrativos.

ART. 5: Se resolverán en forma particular las situaciones que no estén contempladas en el REGLAMENTO, teniendo en cuenta las circunstancias particulares de cada caso.

CAPITULO II

REQUISITOS PARA LAS INSTALACIONES

ART. 6: Los ESTABLECIMIENTOS a que se alude en el Art. 1 deben ser dotados de las correspondientes INSTALACIONES DE TRATAMIENTO para que los EFLUENTES cumplan las CONDICIONES DE VUELCO establecidas por SMAE, salvo que resulten innecesarias por:

a) Cumplir con las condiciones de vuelco. b) Mejor administración técnica. c) Optimización del proceso. d) Recirculación. e) Sustitución de materia prima. f) Cambio de proceso.

ART. 7 : Todo ESTABLECIMIENTO tendrá sus INSTALACIONES completas e independientes a los fines del REGLAMENTO, salvo que en dos o más de ellos la SMAE resuelva consentir, en las condiciones que en cada caso fije, la existencia de INSTALACIONES en común, a solicitud de la totalidad de los PROPIETARIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS interesados. ART. 8°: Las INSTALACIONES PARA LA CONDUCCION DEL EFLUENTE desde la salida del ESTABLECIMIENTO hasta el CUERPO RECEPTOR fijado de conformidad con los Artículos 18° y 19°, cuando éste no se encuentre contiguo a aquel, deberán ser fijadas por la SMAE. Los planos para este tipo de obras podrán tramitarse en forma separada de aquellos correspondientes a las INSTALACIONES DE TRATAMIENTO, salvo indicación en contrario de la SMAE, siendo por cuenta del PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO la obtención de los permisos necesario para el emplazamiento de dichas INSTALACIONES PARA LA CONDUCCION DEL EFLUENTE en la vía pública o en predios de propiedad privada.

ART. 9°: Se establece como punto de enlace de las INSTALACIONES DE TRATAMIENTO o de PROCESO con las INSTALACIONES PARA LA



CONDUCCION DEL EFLUENTE el punto de su trazado en coincidencia con la línea demarcatoria del límite de la propiedad.

ART. 10°: Todas las INSTALACIONES deberán estar dotadas de una cámara para extracción de muestras y medición de caudales, según las especificaciones vigentes. Dicha cámara deberá hallarse ubicada en el predio privado, sobre la línea municipal o próxima a ella, y con libre acceso desde la vía pública.

ART. 11°: Cuando el EFLUENTE sea de naturaleza corrosiva, será obligatoria la instalación de un tubo testigo, en la forma y del material que establecen las disposiciones vigentes en SMAE. La cámara respectiva deberá hallarse ubicada en las inmediaciones de la indicada en el Artículo 10°.

CAPITULO III

OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES

ART. 12°: EL PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO será responsable exclusivo ante la SMAE:

a) por la calidad del EFLUENTE que concurre al CUERPO RECEPTOR. b) por la eficiencia del tratamiento; c) por el sistema utilizado para la depuración de los LIQUIDOS RESIDUALES. d) Por el cumplimiento de las obligaciones que estén a cargo del matriculas o según el presente REGLAMENTO.

Ello no enerva los derechos que pudieran corresponder frente al MATRICULADO.

ART. 13°: EL PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO es responsable del funcionamiento y conservación de las INSTALACIONES, las que deberán mantenerse permanentemente en condiciones óptimas de funcionamiento y eficiencia, acorde con el fin al que se las destina.

ART. 14°: EL PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO es responsable por los daños o perjuicios que pudieran ocasionarse a terceros o a los CUERPOS RECEPTORES directos o indirectos con motivo de la conducción o del volcamiento de los EFLUENTES.

ART. 15°: La disposición final de los residuos retenidos en las operaciones integrantes del proceso productivo y/o del tratamiento de los LIQUIDOS RESIDUALES, si son desechables, deberá ser realizada en sitios o lugares determinados por las autoridades competentes o por la SMAE, según corresponda, con el fin de impedir la contaminación del ambiente.

ART. 16°: Cuando se proyecte la construcción, modificación o adecuación de las INSTALACIONES con el objeto de que los EFLUENTES se encuadren dentro de las CONDICIONES DE VUELCO establecidas en el ANEXO II, el PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO deberá designar un MATRICULADO, quien tomará a su cargo la responsabilidad profesional para el proyecto y eficiencia del mismo, en un todo de



acuerdo con lo dispuesto en el REGLAMENTO. Todo cambio de MATRICULADO deberá ser comunicado a la SMAE inmediatamente de producido.

ART. 17°: EL PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO, personalmente o por medio del MATRICULADO, según corresponda, están obligados a suministrar toda la información que la SMAE considere necesaria durante el proyecto, construcción y funcionamiento del ESTABLECIMIENTO y de sus INSTALACIONES, siendo responsable por las inexactitudes en que incurran.

CAPITULO IV

TRAMITE DE DOCUMENTACION

ART. 18° : A solicitud escrita del PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO, y dentro del ámbito de su competencia, la SMAE otorgará la FACTIBILIDAD DE VERTIMIENTO de los EFLUENTES a los CUERPOS RECEPTORES que especificará en cada caso. Dicha FACTIBILIDAD DE VERTIMIENTO sólo podrá ser autorizada cuando la capacidad y las condiciones de funcionamiento así lo permitan, y no autorizará la descarga del EFLUENTE al CUERPO RECEPTOR. Para ser volcados a dicho CUERPO RECEPTOR, los EFLUENTES deberán cumplir en forma permanente las CONDICIONES DE VUELCO fijadas por la SMAE para permitir estas descargas.

ART. 19°: Cuando se proyecte evacuar EFLUENTES a un CUERPO RECEPTOR cuya conservación y control hidráulico estén a cargo de otro Organismo, sea éste Nacional, Provincial, Municipal o privado, el PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO gestionará ante aquél la correspondiente FACTIBILIDAD DE VERTIMIENTO. El comprobante de iniciación de ese trámite deberá ser presentado ante la SMAE a fin de gestionar la autorización de volcamiento, la que estará supeditada al otorgamiento de esa FACTIBILIDAD DE VERTIMIENTO.

Art. 20°: Los líquidos provenientes de condensación, refrigeración y otros usos del agua en los que no se altere la calidad de la misma deberán ser vertidos a conducto pluvial o a curso de agua superficial. Sólo por excepción se podrá autorizar su volcamiento a colectora, cuando la capacidad y las condiciones de funcionamiento de ésta lo permitan. A tales efectos, deberá tramitarse la FACTIBILIDAD DE VERTIMIENTO en las condiciones establecidas en los Artículos 18° y 19°.

ART. 21°: EL PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO está obligado a presentar con carácter de declaración jurada, dentro de los plazos que al efecto fije la SMAE, una solicitud de AUTORIZACIÓN PRECARIA DE VOLCAMIENTO, conjuntamente con la siguiente documentación :

I. FACTIBILIDAD DE VERTIMIENTO acordada por la SMAE conforme al Artículo 18°, o el comprobante de iniciación de su trámite ante el Organismo competente, de acuerdo con el Artículo 19°.

II. Memoria descriptiva y de cálculo que comprenda:



a) Proceso productivo. b) Sistema de tratamiento de los LIQUIDOS RESIDUALES y su justificación. c) Calidad de los EFLUENTES. d) Caracterización del volumen de los EFLUENTES. e) Destino de los barros y residuos producidos de acuerdo al Artículo 18°. Para el cumplimiento de este punto, la SMAE entregará un Formulario al que deberá responder el PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO.

III. CRONOGRAMA DE TRABAJO, indicando en un diagrama tareas-tiempo, cada una de las etapas para la construcción, modificación o adecuación de las INSTALACIONES con el objeto de que los EFLUENTES se encuadren dentro de las CONDICIONES DE VUELCO establecidas en el ANEXO II.

IV. Planos de los dispositivos de testificación, muestreo y aforo.

V. Plano de planta de escala, indicando los puntos de descarga y sus características hidráulicas.

Toda la presentación deberá estar firmada por el PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO y por el MATRICULADO quien será en adelante, hasta tanto la SMAE otorgue la AUTORIZACIÓN CONDICIONAL DE VOLCAMIENTO, el único ocurrente. La SMAE tomará conocimiento de dicha documentación y aceptará u observará el CRONOGRAMA DE TRABAJO propuesto.

ART. 22°: Si la documentación presentada según el Artículo 21° no reuniera las condiciones exigidas, o resultara incompleta o inadecuada a juicio de SMAE, se citará al MATRICULADO, quien deberá presentarse dentro de los cinco (5) días de su notificación para recibir las indicaciones que corresponda. La documentación observada será devuelta por el MATRICULADO con las correcciones correspondientes a las indicaciones formuladas plazo que a tal efecto le fijará la SMAE en función de la magnitud de las mismas. El incumplimiento de estas obligaciones será sancionado en la forma establecida en el Decreto respectivo.

ART, 23°: En caso de no merecer observaciones la documentación presentada, o corregidas las que se hubieren formulado, UNO (1) de los ejemplares del plano será devuelto al MATRICULADO, con una copia de la restante documentación indicada en el artículo 21°, otorgando la SMAE la AUTORIZACION PRECARIA DE VOLCAMIENTO. El otro ejemplar de toda la documentación quedará en la SMAE a los efectos que pudieran corresponder. Esta presentación deberá ser previamente visada por el Colegio Profesional Provincial que corresponda en el cual se encuentre inscripto el profesional actuante responsable del diseño del proyecto.

ART. 24°: Las autorizaciones de volcamiento que se concedan conforme lo establecido en el REGLAMENTO, serán de carácter precario o condicional, y la SMAE podrá disponer su cancelación, o el cambio de destino del EFLUENTE cuando las condiciones de éste o del CUERPO RECEPTOR así lo hagan necesario.

ART. 25°: La SMAE otorgará la AUTORIZACION CONDICIONAL DE VOLCAMIENTO una vez terminada la construcción de las INSTALACIONES DE TRATAMIENTO, y siempre que los EFLUENTES se ajusten a las CONDICIONES



DE VUELCO que corresponda en cada caso. Dicha autorización se otorgará por el solo cumplimiento de las CONDICIONES DE VUELCO en los casos en que las INSTALACIONES DE TRATAMIENTO no sean necesarias, tal como se indica en el Artículo 6°.

ART. 26°: Si una vez expedida la AUTORIZACION CONDICIONAL DE VOLCAMIENTO se comprobara que los EFLUENTES no cumplen con las CONDICIONES DE VUELCO establecidas por la SMAE, el PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO estará obligado a realizar las correcciones que sean necesarias para obtener que los EFLUENTES reúnan dichas condiciones, en el plazo que le fije la SMAE.

La falta de cumplimiento de lo dispuesto precedentemente motivará la aplicación de las sanciones establecidas en la Norma respectiva, al PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO.

CAPITULO V

EJECUCION DE OBRAS

ART. 27° : Una vez retirada de la SMAE la documentación, con el CRONOGRAMA DE TRABAJOS aceptado, el PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO asume el compromiso de ejecutar las obras proyectadas dentro de los plazos fijados en dicho cronograma. El plazo para la iniciación de los trabajos contemplados comenzará a computarse a partir de los QUINCE (15) días de la notificación de la resolución administrativa.

La falta de cumplimiento de lo dispuesto precedentemente motivará la aplicación de las sanciones establecidas en la Norma respectiva, pudiendo alcanzar la cancelación de la AUTORIZACION PRECARIA DE VOLCAMIENTO oportunamente acordada.

ART. 28°: Si se cubriera cualquier parte de las INSTALACIONES, cuando sea obligatoria su inspección previa, el MATRICULADO tendrá la obligación de descubrirla para ser inspeccionada, a cargo del propietario.

ART. 29°: EL PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO está obligado a desagotar, desinfectar, cegar y cubrir debidamente los pozos de agua pozos absorbentes o cualquier otro receptáculo análogo que exista en el inmueble cuyo uso no haya sido expresamente autorizado por la SMAE, cumpliendo las instrucciones que un cada caso aquella imparta, y dentro del plazo que se le fije. Se hará lo mismo con los aljibes, salvo que se hicieran estancos y se les destinara para otros fines autorizados por la SMAE.

ART. 30°: Cuando lo crea oportuno, la SMAE podrá disponer las investigaciones necesarias para localizar la existencia de pozos de cualquier naturaleza . Si la SMAE descubriera la existencia de pozos no denunciados, y comprobara que ha existido ocultamiento o mala fe del PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO, se le aplicarán las sanciones previstas en la Norma respectiva.



CAPITULO VI

INSPECCIONES

ART. 31º: Las inspecciones a practicar en las INSTALACIONES contempladas en el REGLAMENTO, en construcción o existentes, serán las siguientes :

a) Inspecciones Obligatorias: Debe solicitarlas al MATRICULADO, en término y con carácter de obligatorio. Serán las de: 1. Enlace del DESAGÜE. 2. Cegado de pozos. 3. Final de funcionamiento.

b) Inspecciones de Control:

Serán dispuestas por la SMAE y realizadas sin aviso previo, con el fin de verificar:

1. Si se cumple el CRONOGRAMA DE TRABAJO aceptado. 2. Si las INSTALACIONES se ajustan al proyecto presentado. 3. Si los materiales que se utilizan reúnan las condiciones exigibles por la SMAE 4. El correcto funcionamiento, mantenimiento, conservación e higiene de las INSTALACIONES. 5. La calidad del EFLUENTE, y su caudal.

En todos los casos deberá labrarse el ACTA DE FISCALIZACION respectiva, suscripta por un representante de la empresa y un funcionario de SMAE.

ART. 32º : Inspección de enlace del DESAGÜE :

Se verificará visualmente si la ejecución del trabajo ha sido correctamente realizada, debiendo asimismo dejarse constancia de la fecha de enlace en el acta respectiva.

ART. 33º: Inspecciones de cegado de pozos:

a) Para extraer agua: se verificará que la obturación del pozo se realice de acuerdo con las disposiciones vigentes en la SMAE. b) Absorbentes: deberá comprobarse que el pozo ha sido agotado. En el caso de pozo negro se ordenará arrojar en él, para su desinfección, CINCUENTA (50) Kilogramos de cal viva, verificándose se cumplimiento; se constatará el relleno del pozo y ejecución de losa o bóveda.

ART. 34º: INSPECCION FINAL DE FUNCIONAMIENTO

Una vez cumplido satisfactoriamente el requisito previsto en el Artículo 39º, y a pedido del MATRICULADO, se practicará esta inspección para verificar: a) Si las INSTALACIONES funcionan en forma normal, y se encuentran en buen estado de conservación y mantenimiento. b) Si los dispositivos de testificación y muestreo concuerdan con el plano presentado ante la SMAE. c) En las INSTALACIONES el las que fuere necesario intercalar tubo testigo, se comprobará que el mismo esté colocado en su respectiva cámara la que deberá mantenerse precintada en forma permanente. Finalizada la inspección, debe constatarse el sellado de las cámaras de inspección, bocas de acceso y de inspección, etc.



ART. 35°: Inspecciones de control : a) Se comprobará, si el estado de la obra lo permite, si las INSTALACIONES se encuentran de acuerdo al proyecto presentado ante la SMAE. b) Se verificará el cumplimiento del CRONOGRAMA DE TRABAJO aceptado por la SMAE. c) Se comprobará se los dispositivos de testificación necesarios para el control ulterior de los EFLUENTES (tubo testigo, cámara para extracción de muestras, medición de caudales, etc.) se ajustan al plano presentado, y si dichos dispositivos están ubicados en lugar accesible, conforme lo establece el REGLAMENTO en sus Artículos 10° y 11°. d) Se verificará si los materiales que se utilizan reúnen las condiciones exigibles por la SMAE. e) Se comprobará mediante rigurosas pruebas de funcionamiento adecuadas a tal efecto, que las cañerías para provisión de agua de fuertes propias (pozos, ríos, etc.) se hallen totalmente incomunicadas, e independizadas de las que suministren agua potable. f) Se verificará que el agua proveniente de fuentes propias sea destinada exclusivamente para los usos autorizados por la SMAE. g) Se comprobará que en las cañerías no existan derivaciones que puedan impedir que la totalidad de los LIQUIDOS RESIDUALES que requieran ser tratados, concurra a las plantas de tratamiento, o que los EFLUENTES concurra los dispositivos de testificación y muestreo, previamente a su volcamiento en el CUERPO RECEPTOR. h) Se verificará el correcto funcionamiento, mantenimiento, conservación e higiene de las INSTALACIONES. i) Se comprobará mediante la toma de muestra y correspondiente análisis, la calidad del EFLUENTE. j) Se determinará el caudal del EFLUENTE. k) Se constatará el precintado de las cámaras de inspección y para tubo testigo.

ART. 36°: El personal autorizado por la SMAE tendrá libre acceso a las fincas para:

- a) Inspeccionar la ejecución de las INSTALACIONES que se estuviesen realizando.
- b) Comprobar el funcionamiento y uso de las mismas.
- c) Controlar los LIQUIDOS RESIDUALES o los EFLUENTES. d) Dar cumplimiento a cualquier otra disposición del REGLAMENTO.

El PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO está obligado a facilitar la entrada en forma inmediata, y a mantener actualizada ante la SMAE una nómina del personal para su atención. Las operaciones de inspección de funcionamiento o de uso de las INSTALACIONES, y las de contralor de los LIQUIDOS RESIDUALES o de los EFLUENTES, se practicarán en horarios que resulten adecuados a juicio de la SMAE, en función de la operatividad del ESTABLECIMIENTO.

ART. 37°: Cuando se opusiere resistencia a la realización de las Inspecciones, los empleados autorizados harán documentar el hecho por autoridad policial, labrando seguidamente el acta correspondiente en la Comisaría de jurisdicción ; luego será solicitado el auxilio de la fuerza pública. Para evitar este último procedimiento, podrá citarse previamente al PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO quien, para hacer innecesaria la intervención de la fuerza pública, deberá comparecer ante la SMAE dentro del término que se le señale y desistir efectivamente de su oposición.



CAPITULO VII

TERMINACION DE LAS OBRAS

ART. 38° : Finalizada la ejecución de las INSTALACIONES, y cumplidos los requisitos pertinentes establecidos en el REGLAMENTO, el MATRICULADO deberá solicitar la INSPECCION FINAL DE FUNCIONAMIENTO, con una anticipación no menor de CINCO (5) días de la fecha para la cual solicita su realización.

ART. 39° : Para solicitar la INSPECCION FINAL DE FUNCIONAMIENTO será indispensable que el análisis del EFLUENTE, practicado por la SMAE previo al pedido de la mencionada inspección, acuse resultado satisfactorio cumpliéndose las CONDICIONES DE VUELCO establecidas.

ART. 40° : Una vez aprobada la INSPECCION FINAL DE FUNCIONAMIENTO, SMAE expedirá la MATRICULADO la CONSTANCIA DE FUNCIONAMIENTO, concediéndosele simultáneamente al PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO la AUTORIZACION CONDICIONAL DE VOLCAMIENTO a que se refiere el Artículo 25°.

ART. 41°: La construcción de las obras se considerará terminada una vez expedida por la SMAE la CONSTANCIA DE FUNCIONAMIENTO.

ART .42°: La SMAE llevará un Registro de Matrículas en el que podrán inscribirse los interesados, que cumplan las siguientes condiciones: a) Ser profesional inscripto, y con domicilio actualizado en la Provincia de Santa Fe. b) Determinar como títulos profesionales habilitados para la realización de proyectos de unidades de tratamiento de efluentes industriales, aquellos que tengan asignadas incumbencias en la materia conforme a lo dispuesto por las instituciones universitarias que lo expidan en cada caso. c) Encontrarse habilitado por el Colegio Profesional que corresponda en el cual se encuentre inscripto el profesional.

ART. 43°: El MATRICULADO está obligado a comunicar de inmediato a la SMAE cualquier cambio de domicilio, y a cumplir estrictamente las disposiciones del REGLAMENTO y demás normas y resoluciones que se dicten en concordancia con el mismo.

ART. 44°: El MATRICULADO está habilitado para actuar en el proyecto, reparación , modificación y mantenimiento y operación de funcionamiento de las INSTALACIONES, así como en toda relación entre el ESTABLECIMIENTO y la SMAE. Toda documentación que el MATRICULADO presente ante la SMAE, deberá ser previamente liquidada y visada por el Colegio Profesional correspondiente.

ART. 45°: Tanto el PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO como el MATRICULADO deben comunicar el eventual cambio de MATRICULADO a la SMAE en el momento en que se produzca.-

ANEXO I



DEFINICIONES GENERALES

Adóptanse las siguientes definiciones para los términos utilizados en el presente REGLAMENTO:

ACTA DE FISCALIZACION: Es un formulario oficial para registrar el resultado de determinadas inspecciones.

ACUIFERO: Es el curso natural de agua subterránea (capa freática o capas confinadas) al que descargan los EFLUENTES volcados en los pozos

AUTORIZACION CONDICIONAL DE VOLCAMIENTO: Es la autorización que acuerda la SMAE al PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO para el volcamiento de los efluentes en el CUERPO RECEPTOR una vez expedida la CONSTANCIA DE FUNCIONAMIENTO. Tiene carácter condicional, y su vigencia se mantendrá mientras los efluentes cumplan con las CONDICIONES DE VUELCO para el respectivo CUERPO RECEPTOR.

AUTORIZACION PRECARIA DE VOLCAMIENTO : Es la autorización que acuerde la SMAE al PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO para iniciar el volcamiento efectivo del EFLUENTE al CUERPO RECEPTOR, durante el período en que se realiza la construcción de las INSTALACIONES, modificación de los procesos, etc., tendientes a la adecuación de los EFLUENTES en los plazos aceptados en el CRONOGRAMA DE TRABAJOS.

Tiene carácter precario y, por lo tanto, podrá ser cancelada en cualquier oportunidad por decisión fundamentada de la SMAE.

CONDICIONES DE VUELCO : Es el conjunto de las normas de calidad físicas y químicas límite fijadas por la SMAE que debe cumplir el EFLUENTE y el caudal máximo autorizado para el mismo, que permite acordar la respectiva AUTORIZACION CONDICIONAL DE VOLCAMIENTO y mantener su vigencia.

CONSTANCIA DE FUNCIONAMIENTO: Es el formulario oficial que expide SMAE al MATRICULADO tras la aprobación de la INSPECCION FINAL DE FUNCIONAMIENTO.

CRONOGRAMA DE TRABAJO: Es el plan de trabajo (diagrama tarea-tiempo) con indicación de las fechas de iniciación y terminación de la obra a ejecutar, y de cada una de las etapas fijadas para la construcción hasta su finalización.

CUERPO RECEPTOR: Es la cañería colectora o conducto cloacal ; la cañería o conducto pluvial ; el canal abierto ; el curso superficial de agua ; el lago o laguna ; el pozo absorbente ; o el pozo excavado o perforado hasta cualquier manto natural de agua, en que se produce la descarga primaria de los EFLUENTES.

CURSO RECEPTOR FINAL: Es el curso natural de agua superficial (río, arroyo, lago, laguna) al que concurren los efluentes luego de su conducción en las cañerías cloacales



o en los conductos pluviales cerrados o abiertos ; que actúan como CUERPO RECEPTOR.

DESAGÜE: Es el dispositivo físico destinado al volcamiento de los EFLUENTES en el CUERPO RECEPTOR.

DILUCION (d): Es el valor adimensional que resulta como cociente entre el caudal del CURSO RECEPTOR FINAL y el caudal del EFLUENTE. Como caudal del CURSO RECEPTOR FINAL se tomará aquél que en un período de registros sea superado en el 90% del tiempo considerado. La extensión de esta serie de observaciones deberá cubrir como mínimo cinco años, excepto si la estación hidrométrica no cubriera este requisito, en cuyo caso se adoptará un caudal en forma métrica no cubriera este requisito, en cuyo caso se adoptará un caudal en forma provisional, con un registro de datos de por lo menos un año. Este valor se corregirá al cabo de los cinco años de observaciones. Como caudal del EFLUENTE se tomará el caudal medio horario. El régimen de desagüe del EFLUENTE debe ser tal que el caudal máximo sea hasta 1,5 veces el caudal medio horario. En el caso de no ser factible operativamente, se considerará, a los efectos del cálculo de la dilución, el caudal medio igual a 0,66 del caudal máximo.

SMAE: Es la SUBSECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGIA de la Provincia de Santa Fe.

DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) : Es la distancia entre el punto de volcamiento de los líquidos al CURSO RECEPTOR FINAL, y el punto en que se ubica la primera obra de toma para el servicio de provisión de agua para bebida e higiene de comunidades urbanas, aguas abajo de aquél, medida a lo largo del eje del cauce.

EFLUENTES: Son los LIQUIDOS RESIDUALES que han sido o no sometidos al tratamiento de corrección, y que escurren desde la salida del ESTABLECIMIENTO hasta el CUERPO RECEPTOR.

ESTABLECIMIENTO: Es el inmueble destinado total o parcialmente a usos industriales, o usos comerciales, o a usos especiales cuyos LIQUIDOS RESIDUALES requieren un tratamiento previo para alcanzar las condiciones físicas y químicas aceptables para su descarga a los CUERPOS RECEPTORES. Incluye el conjunto de instalaciones en que se realiza el PROCESO y los edificios en que las mismas se ubican.

FACTIBILIDAD DE VERTIMIENTO: Es el documento mediante el cual se determina el lugar en que se puede proyectar el vertimiento de los EFLUENTES, expedido solamente en función del caudal a desaguar y de las condiciones hidráulicas del CUERPO RECEPTOR ; no significa autorización para el volcamiento efectivo de los EFLUENTES al CUERPO RECEPTOR.

INSPECCION FINAL DE FUNCIONAMIENTO: Es la que se realiza para la comprobación final del correcto funcionamiento de las INSTALACIONES.



INSTALACIONES: Significa el conjunto de las **INSTALACIONES DE PROCESO**, **INSTALACIONES DE TRATAMIENTO** e **INSTALACIONES PARA LA CONDUCCION DEL EFLUENTE** al **CUERPO RECEPTOR**.

INSTALACIONES PARA LA CONDUCCION DEL EFLUENTE: Son las cañerías, cámaras, bocas de acceso o inspección y todo otro dispositivo complementario para la conducción del **EFLUENTE**, desde la salida del **ESTABLECIMIENTO** hasta el **CUERPO RECEPTOR**.

INSTALACIONES DE TRATAMIENTO: Es el conjunto de elementos para el tratamiento de corrección de los **LIQUIDOS RESIDUALES** provenientes del **ESTABLECIMIENTO**, e incluye las cañerías, cámaras, accesos, tubos testigos y todo otro dispositivo complementario ubicados dentro del **ESTABLECIMIENTO**.

LIQUIDOS RESIDUALES: Son los líquidos provenientes del **PROCESO** que se realiza en el **ESTABLECIMIENTO**, en las condiciones en que se encuentran antes de ser sometidos el tratamiento de corrección.

MATRICULADO: Es el profesional inscripto en el **REGISTRO** de **MATRICULAS** que, designado por el **PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO**, tiene a su cargo la responsabilidad técnica por el proyecto, reparación, modificación, mantenimiento y eficiencia de las **INSTALACIONES** en el **ESTABLECIMIENTO**, y la relación del **ESTABLECIMIENTO** con la **SMAE**.

PROCESO: Es el conjunto de operaciones y procesos unitarios que se realizan en el **ESTABLECIMIENTO** para el cumplimiento de la actividad específica a que está destinado.

PROPIETARIO DEL ESTABLECIMIENTO: Es la persona física o jurídica que resulta ser titular del dominio de las instalaciones físicas en que se realiza el proceso, y de este último ; puede o no ser titular del dominio del inmueble en que se encuentran ubicadas dichas instalaciones.

REGISTRO DE MATRICULAS: Es el Registro que llevará la **SMAE** en el que deberán inscribirse los Profesionales Universitarios que a tal fin autorice y habilite el Consejo de Ingenieros de la Provincia de Santa Fe. Se renovará anualmente entre el 1º y 31 de Diciembre de cada año.

REGLAMENTO: Es el conjunto de disposiciones que integran el presente "Reglamento para el Control del Vertimiento de Líquidos Residuales". En el articulado del **REGLAMENTO**, los términos tienen las definiciones indicadas precedentemente cuando se los consigna en letras mayúsculas.

ANEXO II

CONDICIONES FISICAS Y QUIMICAS a que deben ajustarse los efluentes para su descarga en los cuerpos receptores.



CRITERIOS GENERALES

Los EFLUENTES, además de cumplir con las CONDICIONES DE VUELCO establecidas a continuación, no deberán conferir al CURSO RECEPTOR FINAL características en desacuerdo con los criterios de calidad de agua, adecuados a los diversos usos previstos para ese CURSO RECEPTOR FINAL.

TITULO A - DESAGÜE A COLECTORA

Límites para EFLUENTES que se vuelquen a colectora cloacal

1. pH: deberá estar comprendido entre 6,5 y 8,5.
2. ACEITES Y GRASAS: 200 mg/l.
3. SULFUROS: 2 mg/l.
4. TOTAL DE SOLIDOS SUSPENDIDOS: - secado 105 °C - 500 mG/l.
5. DEMANDA BIOLOGICA DE OXIGENO: - 20 °C sin nitrificación - 300 mg/l.
6. DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO: - dicromato potacio - 375 mg/l.
7. FENOLES: 500 ug/l C6H5OHJ.
8. HIDROCARBUROS TOTALES: 100 mg/l
9. CIANURO: 100 ug/l.
10. DETERGENTES SINTETICOS: 5 mg/l.
11. CROMO: 200 ug/l.
12. CADMIO: 200 ug/l.
13. PLOMO: 500 ug/l.
14. MERCURIO: 5 ug/l.
15. ARSENICO: 500 ug/l.

TITULO B - DESAGÜE CONDUCTO PLUVIAL CERRADO

Los EFLUENTES que se vuelquen a conducto pluvial cerrado, o a sus afluentes, deberán cumplir con las siguientes CONDICIONES DE VUELCO:

1. pH: Deberá estar comprendido entre 5,5 y 10,0.
2. SUSTANCIAS SOLUBLES EN FRIO EN ETER ETILICO: A. Sustancias grasas polares: su concentración deberá ser inferior a 100 mg/l. B. Aceites minerales : su concentración deberá ser inferior a 10 mg/l.
3. SULFUROS: Su cantidad deberá ser inferior a 1 mg/l.
4. SOLIDOS SEDIMENTABLES EN 10 MINUTOS DE NATURALEZA COMPACTA: No debe contener.
5. SOLIDOS SEDIMENTABLES EN 2 HORAS: Su cantidad deberá ser inferior a 1 ml/l. y se exigirá su eliminación en los siguientes casos :
 - 5.1. Cuando por las características del conducto o por la naturaleza del sedimento puedan causar inconvenientes en aquél;
 - 5.2. Cuando sea aconsejable por las



características físicas o por el estado higiénico del CUERPO RECEPTOR FINAL en que desemboca el conducto; 5.3. Cuando sea aconsejable por el uso a que se destina el agua del CURSO RECEPTOR FINAL en las inmediaciones de la descarga.

6. TEMPERATURA: Deberá ser inferior a 45° C.

7. DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO:

7.1. Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D), sea menor de 8 Km.: su valor deberá ser inferior a 50 mg/l. ;

7.2. Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D), sea igual o superior a 8 Km.: su valor deberá ser inferior a los siguientes valores límites indicados en el cuadro, según la DILUCION (d) ;

DILUCION (d) MENOR de 360 ENTRE 361 y 1300 ENTRE 1301 y 5000 ENTRE 5001 y 20.000 MAYOR de 20.000

D.B.O (mg/l)

50

125

180

275

400

8. DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO :

8.1. Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) es menor de 8 Km.; su valor deberá ser inferior a 75 mg/l. ;

8.2. Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) es igual o mayor de 8 K.; su valor deberá ser inferior a los siguientes valores límites indicados en el cuadro, según la DILUCION (d) :

DILUCION (d) MENOR DE 360 ENTRE 361 y 1300 ENTRE 1300 y 5000 ENTRE 5001 y 20.000 MAYOR de 20.000

D.Q.O. (mg/l)

75

190

270

410

600

9. DEMANDA DE CLORO: Si por la naturaleza o el origen de los LIQUIDOS RESIDUALES se considere necesario, se podrá exigir la cloración del EFLUENTE hasta satisfacer su demanda de cloro:



10. LIQUIDOS COLOREADOS o DE OLOR OFENSIVO. No se permitirá la descarga de EFLUENTES intensamente coloreados o de olor ofensivo.

11. GASES TOXICOS O MALOLIENTES, o SUSTANCIAS CAPACES DE PRODUCIRLOS : No debe contener.

12. SUSTANCIAS QUE PUEDAN PRODUCIR GASES INFLAMABLES: No debe contener.

13. RESIDUOS CAPACES DE PRODUCIR OBSTRUCCIONES: No debe contener.

14. SUSTANCIAS QUE POR SUS PRODUCTOS DE DESCOMPOSICION o COMBINACION PUEDAN PRODUCIR OBSTRUCCIONES, INCRUSTACIONES O CORROSIONES: No debe contener.

15. RESIDUOS PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO DE LOS LIQUIDOS RESIDUALES: No se admitirán.

16. SUSTANCIAS TOXICAS ;SUSTANCIAS QUE INTERFIERAN LOS PROCESOS DE AUTODEPURACION DEL CURSO RECEPTOR FINAL ; SUSTANCIAS CAPACES DE PRODUCIR OLOR O SABOR EN PLANTAS DE POTABILIZACION DE AGUA O QUE INTERFIERAN EL TRATAMIENTO DE AGUAS DE CONSUMO HUMANO : No debe contener en concentraciones superiores a las admisibles para aguas de bebida humana, con la sólo excepción de las sustancias que se indican en los cuadros siguientes, para las que se tolerarán valores inferiores a los límites consignados en cada caso :

16.1. Para DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) entre UNO (1) y OCHO (8) Kilómetros:

SUSTANCIAS VALORES LIMITES (en mg/l.)

DILUCION (d) ENTRE 100 a 360

361 a 1300	Mayor de 1300	Arsénico	0,20	0,35	0,50	Cadmio	0,020	0,030	0,050
		Cianuros	0,20	0,25	0,30	Cobre	0,40	0,60	0,80
		Cromo hexavalente	0,10	0,15	0,20	Cromo trivalente	1,00	1,50	2,00
		Detergentes biodegradables	1,00	1,00	1,50	Fenoles	0,020	0,035	0,050
		Hierro	2,50	3,00	3,50	Plomo	0,10	0,10	0,15
		Zinc	5,00	5,00	7,00	Estroncio	90	100	micro
		Radio 226	3	micro	micro	curie/litro, en todos los casos.			
		Radiaciones Beta	1000	micro	micro	curie/l, en todos los casos.			

16.2. Para DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) mayores de OCHO (8) Kilómetros. SUSTANCIAS

VALORES LIMITES (en mg/l)	DILUCION (d) entre 100 a 360	361 a 1300	1301 y 5000	Mayor de 5000	Arsénico	0,50	1,00	1,50	1,50		
		Cadmio	0,05	0,07	0,10	0,15	Cianuros	0,20	0,25		
		0,30	0,45	Cobre	0,40	0,60	0,80	1,50	Cromo hexavalente	0,25	0,50
		0,70	1,00	Cromo trivalente	1,00	2,00	3,00	4,00	Detergentes biodegradables	2,00	3,00



4,50 7,00 Fenoles 0,05 0,10 0,30 0,45 Hierro 3,00 3,65 4,35 5,00 Plomo 0,20 0,30 0,45 0,45 Zinc 5,00 5,00 7,00 10,00 Estroncio 90 100 micro micro curie/l, en todos los casos Radio 226 3 micro micro curie/l, en todos los casos Radiaciones Beta 1000 micro micro curie/l, en todos los casos

16.3. Para DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) menores de 1 Km. , o para DILUCIONES (d) menores 100 no se admitirá la presencia en los efluentes de ninguna de las sustancias antes indicadas en concentraciones superiores a las admisibles para aguas de bebida humana. Para el parámetro HIERRO, su valor deberá ser inferior a 2,00 mg/l.-

16.4. Cuando el EFLUENTE contenga más de TRES (3) sustancias de las indicadas en los cuadros de los puntos 16.1 ó 16.2. , aún cuando cada una de ellas se encuentre por debajo de las tolerancias fijadas no se admitirá su descarga cuando los efectos potenciales entre ellas hagan recomendable su eliminación, a juicio de SMAE. 16.5. Las características del vertido deberán , además , ser tales que la concentración de sustancias tóxicas a 50 metros aguas abajo del punto vertido : ? . no provoquen la muerte de peces. ? . no se detecten por medio de bioensayos apropiados. ? no superen los criterios de calidad definidos para aguas de bebida.

TITULO C -DESAGUE A CONDUCTO PLUVIAL ABIERTO

O A CURSO DE AGUA SUPERFICIAL

Los EFLUENTES que se vuelquen a conducto pluvial abierto o directamente a curso de agua superficial, con excepción de cuenca cerrada, deberán cumplir con los siguientes límites de VOLCAMIENTO.

1. pH: Deberá estar comprendido entre el 5,5 y 10,0.
2. SUSTANCIAS SOLUBLES EN FRIO EN ETER ETILICO :100 mg/l A. Sustancias grasas polares: Su concentración deberá ser inferior a 100 mg/l. B. Aceites minerales: Su concentración deberá ser inferior a 10 mg/l.
3. SULFUROS: Su cantidad deberá ser inferior a 1 mg/l.
4. SOLIDOS SEDIMENTABLES EN 10 MINUTOS DE NATURALEZA COMPACTA: Su cantidad deberá ser inferior a 0,5 ml/l.
5. MATERIA EN SUSPENSION TOTAL:

5.1. Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) sea menor a 8 Km.. : su valor deberá ser inferior a 30 mg/l. 5.2. Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) sea igual o superior a 8 Km. : su valor deberá ser inferior a los siguientes valores límites indicados en el cuadro, según la DILUCION (d) ;



DILUCION (d) MENOR de 360 ENTRE 361 y 1300 ENTRE 1301 y 5000 ENTRE 5001 y 20.000 MAYOR de 20.000

(mg/l)

30

50

100

150

200

6. TEMPERATURA: Deberá ser inferior a 45° C.

7. DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO:

7.1. Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) sea menor de 8 Km.: su valor deberá ser inferior a 50 mg/l.;

7.2. Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) sea igual o superior a 8 Km.: su valor deberá ser inferior a los siguientes valores límites indicados en el cuadro, según DILUCION (d):

DILUCION (d) MENOR de 360 ENTRE 361 y 1300 ENTRE 1301 y 5000 ENTRE 5001 y 20.000 MAYOR de 20.000

D.B.O (mg/l)

50

125

180

275

400

8. DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO:

8.1. Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) sea menor de 8 Km.: su valor deberá ser inferior a 75 mg/l.

8.2. Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) sea igual o mayor de 8 Km.: su valor deberá ser inferior a los siguientes valores límites indicados en el cuadro, según la DILUCION (d) ;

DILUCION (d) MENOR DE 360 ENTRE 361 y 1300 ENTRE 1300 y 5000 ENTRE 5001 y 20.000 MAYOR de 20.000 D.Q.O. (mg/l)

75

190

270

410

600



9. DEMANDA DE CLORO: Si por la naturaleza o el origen de los LIQUIDOS RESIDUALES se considera necesario, se podrá exigir la cloración del EFLUENTE hasta satisfacer su demanda de cloro.

10. LIQUIDOS COLOREADOS O DE OLOR OFENSIVO: No se permitirá la descarga de EFLUENTES intensamente coloreados o de olor ofensivo.

11. GASES TOXICOS O MALOLIENTE O SUSTANCIAS CAPACES DE PRODUCIRLOS: No debe contener.

12. SUSTANCIAS QUE PUEDAN PRODUCIR GASES INFLAMABLES: No debe contener.

13. RESIDUOS CAPACES DE PRODUCIR OBSTRUCCIONES: No debe contener.

14. SUSTANCIAS QUE POR SUS PRODUCTOS DE DESCOMPOSICION O COMBINACION PUEDAN PRODUCIR OBSTRUCCIONES, INCRUSTACIONES O CORROSIONES: No debe contener.

15. RESIDUOS PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO DE LIQUIDOS RESIDUALES: No se admitirán.

16. SUSTANCIAS TOXICAS ; SUSTANCIAS QUE INTERFIERAN LOS PROCESOS DE AUTODEPURACION DEL CURSO RECEPTOR FINAL ; SUSTANCIAS CAPACES DE PRODUCIR OLOR O SABOR EN PLANTAS DE POTABILIZACION DE AGUA O QUE INTERFIERAN EL TRATAMIENTO DE AGUAS PARA CONSUMO HUMANO : No debe contener en concentraciones superiores a las admisibles para aguas de bebida humana, con la sola excepción de las sustancias que se indican en los cuadros siguientes, para las que se tolerarán valores inferiores a los indicados en cada caso.

16.1. Para DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) entre UNO (1) y OCHO (8) Kilómetros.

SUSTANCIAS

VALORES LIMITES.(en mg/l) DILUCION (d) entre

100 a 360 361 a 1300 Mayor de 1300 Arsénico 0,20 0,35 0,50 Cadmio 0,02 0,03 0,05
Cianuros 0,20 0,25 0,30 Cobre 0,40 0,60 0,80 Cromo hexavalente 0,10 0,15 0,20 Cromo
trivalente 1,00 1,50 2,00 Detergentes biodegradables 1,00 1,00 1,50 Fenoles 0,02 0,035
0,05 Hierro 2,50 3,00 3,50 Plomo 0,10 0,10 0,15 Zinc 5,00 5,00 7,00 Estroncio 100
micro micro curie/l, en todos los casos Radio 226 3 micro micro curie /litro, en todos
los casos Radiaciones Beta 1000 micro micro curie/l, en todos los casos

16.2. Para DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) mayores de OCHO (8) Kilómetros: SUSTANCIAS



VALORES LIMITES (en mg/l) DILUCION (d) entre 100 a 360 361 a 1300 1301 y 5000 Mayor de 5000 Arsénico 0,50 1,00 1,50 1,50 Cadmio 0,05 0,07 0,10 0,15 Cianuros 0,20 0,25 0,30 0,45 Cobre 0,40 0,60 0,80 1,50 Cromo hexavalente 0,25 0,50 0,70 1,00 Cromo trivalente 1,00 2,00 3,00 4,00 Detergentes biodegradables 2,00 3,00 4,50 7,00 Fenoles 0,05 0,10 0,30 0,45 Hierro 3,00 3,65 4,35 5,00 Plomo 0,20 0,30 0,45 0,45 Zinc 5,00 5,00 7,00 10,00 Estroncio 90 100 micro micro curie/l, en todos los casos Radio 226 3 micro micro curie/l, en todos los casos Radiaciones Beta 1000 micro micro curie/l, en todos los casos

16.3. Para DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) menores de UN (1) Kilómetro, o para DILUCIONES (d), menores de 100 no se admitirá la presencia en el EFLUENTE de ninguna de las sustancias antes indicadas en concentraciones superiores a las admisibles para aguas de bebida humana.

16.4. Cuando el EFLUENTE contenga más de TRES (3) sustancias de las incluídas en los cuadros de los puntos 16.1. ó 16.2., aún cuando cada una de ellas se encuentre por debajo de las tolerancias fijadas, no se admitirá su descarga cuando los efectos potenciadores entre ellas hagan recomendable su eliminación, a juicio de SMAE.

16.5. Las características del vertido deberán, además, ser tales que la concentración de sustancias tóxicas a 50 metros aguas abajo del punto de vertido : . no provoquen la muerte de peces. . no se detecten por medio de bioensayos apropiados, . no superen los criterios de calidad definidos para aguas de bebida.

TITULO D - DESAGUE A POZOS o A CAMPOS DE DRENAJE

No se admitirá la descarga de EFLUENTES a pozos excavados o perforados conectados a cualquier ACUIFERO libre o confinado, con excepción de los casos singulares que excepcionalmente autorice la SMAyE. En estos casos, las condiciones de los estudios, del diseño, de la construcción y del mantenimiento, y los métodos de contralor, así como las CONDICIONES DE VUELCO admisibles, serán fijadas por la SMAyE al acordarse la autorización de uso.

Los EFLUENTES que se vuelquen a pozos negros o a campos de drenaje no conectados a ningún ACUIFERO (libre ni confinado) deberán cumplir las siguientes CONDICIONES DE VUELCO:

1. pH: Deberá estar comprendido entre 5,5 y 10,0.
2. SUSTANCIAS SOLUBLES EN FRIO EN ETER ETILICO: A. Sustancias grasas polares. Su concentración deberá ser inferior a 100 mg/l. B. Aceites minerales: no debe contener.
3. SULFUROS : Su cantidad deberá ser inferior a 1 mg/l..
4. SOLIDOS SEDIMENTABLES EN 10 MINUTOS DE NATURALEZA COMPACTA : Su cantidad deberá se inferior a 0,5 ml/l..



5. SÓLIDOS SEDIMENTABLES EN 2 HORAS : Su calidad deberá ser inferior a 1 ml/l..
6. TEMPERATURA: No se exigirá la corrección de este parámetro en el EFLUENTE.
7. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO : Su valor deberá ser inferior a 200 mg/l..
8. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO: Su valor deberá ser inferior a 350 mg/l.
9. LÍQUIDOS COLOREADOS O DE OLORES OFENSIVOS: No se permitirá la descarga de EFLUENTES intensamente coloreados o de olores ofensivos.
10. GASES TÓXICOS O MALOLIENTES, O SUSTANCIAS CAPACES DE PRODUCIRLOS: No debe contener.
11. SUSTANCIAS QUE PUEDAN PRODUCIR GASES INFLAMABLES: No deben contener.
12. RESIDUOS PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO DE LOS LÍQUIDOS RESIDUALES: No se admitirán en concentraciones superiores a las admisibles para aguas de bebida humana.-
13. SUSTANCIAS TÓXICAS ; SUSTANCIAS QUE POR INFILTRACIÓN PUEDAN INTERFERIR LOS PROCESOS DE AUTODEPURACIÓN DE ACUÍFEROS ; SUSTANCIAS CAPACES DE PRODUCIR OLORES O SABOR EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO O CON LOS AGREGADOS QUÍMICOS EN EL TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN, O QUE INTERFIERAN DICHO TRATAMIENTO : No debe contener, en concentraciones superiores a las admisibles para aguas de bebida humana. Para el parámetro HIERRO, el valor límite deberá ser de 2,50 mg/l.-.
14. SUSTANCIAS NO CONTEMPLADAS QUE POR INFILTRACIÓN PUEDAN AFECTAR EL ACUÍFERO O LAS CAPAS IMPERMEABLES SUBTERRÁNEAS : No debe contener.

TÍTULO E - DESAGÜE A CUENCA ELEMENTAL CERRADA

Cuando los EFLUENTES se vuelquen a lagos, lagunas, etc. que no están unidos a la red hidrográfica de la corriente principal, las condiciones de vuelco serán establecidas por el SUBSECRETARIO de MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGÍA en función de las características particulares del cuerpo receptor.

TÍTULO F - DESAGÜE A CURSOS DE AGUA NO PERMANENTE

Cuando los EFLUENTES se vuelquen a canales, cañadas, cunetas o cualquier otro curso de régimen no permanente las condiciones de vuelco serán establecidas por el



SUBSECRETARIO DE MEDIO AMBIENTE Y ECOLOGÍA en función de las características particulares del caso.

ANEXO V

Condiciones Microbiológicas para efluentes que descargan en : conductos pluviales cerrados y abiertos o en cursos de agua superficiales de caudal menos a 50 m³/seg.

Criterios Generales:

Los efluentes procedentes de establecimientos lácteos, frigoríficos, mataderos, curtiembres, lavaderos de lana o industrias cuyos efluentes puedan vehiculizar gérmenes patógenos; plantas de tratamiento de líquidos cloacales; vertidos en los que el líquido cloacal se mezcla con el residual y/o aquellos que se dispongan en conductos pluviales cerrados y abiertos o en cursos de agua superficiales de caudal menor a 50 m³/seg. (Q 90). Cuando por la naturaleza del tratamiento del efluente se prevea la reducción de bacterias patógenas, podrá obviarse la Demanda de Cloro prevista en el ítem 9 del presente Reglamento, siempre que el n° de COLIFORMES FECALES en el efluente no superen los 1000 en N.M.P. por 100 ml. 1

12-2-3: Anexo b: Límites para la descarga de efluentes cloacales - LEY 11.220

DETERMINANTE UNIDADES OBLIGATORIO RECOMENDADO OBLIGATORIO
SIN TRATAMIENTO 1 DEMANDA mg/1 O₂ 50 20 300 BIOLÓGICA DE OXIGENO
(@ 20C sin nitrificación) 2 DEMANDA QUÍMICA mg/1 O₂ 125 75 375 DE
OXIGENO (Dicromo potasio) 3 TOTAL DE SÓLIDOS mg/1 60 20 500
SUSPENDIDOS (secado @ 105 C) 4 ACEITES Y GRASAS mg/1 50 - 200 (sustancias
solubles en eter etílico) 5 FOSFORO (Total) mg/1 p 2 Los límites podrán - ser
derogados si el agua receptora no está sujeta a eutroficación 6 NITROGENO (Total)
mg/1 N 15 Los límites podrán - ser derogados si el agua receptora no está sujeta a
eutroficación 7 TEMPERATURA c 45 En el caso de 45 plantas que tomen agua para
refrigeración y luego la descarguen en el río la temperatura del agua de descarga no
debe exceder a la de extracción en más de 10 C. Podrán aplicarse límites más estrictos si
es realmente necesario para proteger el medio ambiente de los peces 8 pH Unidades
8,5 > pH > 7,5 El uso de químicos 8,5 > pH > 6,5 de Ph para corregir el pH no debe
provocar que se infrinjan otros límites aplicables 9 AMONÍACO (Total) mg/1 N 25 Los
límites podrán ser derogados si el agua receptora no. es usada para el abastecimiento de
usos humanos o para el sostén de zonas de pesca reconocidas 10 COLIFORMES (Total)
NMP por 5000 Si el cuerpo receptor 100 ml se utiliza para propósitos recreativos con
contacto físico con el agua las autoridades de regulación podrán exigir que la descarga
sea desinfectada. Esta desinfección no deberá causar que se infrinjan otros límites
aplicables 11 COLIFORMES NMP por 100 1000 - - FECALES ml 12 FENOLES
fg/1 C₆H₅ 50 - 500 OH 13 HIDROCARBUROS mg/1 50 - 100 TOTALES 14
CIANURO fg/1 Cn 100 - 100 15 DETERGENTES mg/1 3 No deberá 5 SINTÉTICOS
formarse espuma en el cuerpo receptor 16 CROMO fg/1 Cr 200 - 200 17 CADMIO fg/1
Cd 100 - 100 18 PLOMO fg/1 Pb 500 - 500 19 MERCURIO fg/1 Hg 5 - 5 20
ARSENICO fg/1 As 500 - 500 21 SULFUROS mg/1 1 - 2



Notas:

- a) Límites recomendados: Los operadores deben programar alcanzar estos límites en condiciones normales de operación en una fecha que se establezca en las normas aplicables.
- b) La definición de frecuencias y métodos de muestreo para verificar el cumplimiento de los límites deberá figurar en las normas aplicables.
- c) Para pequeñas descargas de sistemas de desagües cloacales que sirvan a poblaciones equivalentes a menos de 500 habitantes que no tengan descargas industriales, normalmente se aplicará un standard descriptivo, a menos que se estime que puede causarse un Importante Impacto ambiental en el cuerpo receptor. El standard descriptivo incluirá tipos de procesos de tratamiento y las rutinas de operación y mantenimiento.
- d) Una flexibilización de cualquiera de los límites puede ser considerada en un estudio caso por caso. La flexibilización podrá ser aceptada si se demuestra, a satisfacción de las autoridades de regulación, que no se causará un impacto ambiental Importante.
- e) Se podrán considerar límites más estrictos, caso por caso, si se juzga que la aplicación límites listados pueda causar un importante impacto ambiental sobre el cuerpo receptor inutilizándolo para los usos designados.
- f) Los límites obligatorios expresan la concentración máxima admisible,
- g) Los límites recomendados deben ser interpretados como objetivos de operación normales.
- h) Los límites obligatorios sin tratamiento se aplicarán a los desagües industriales que descarguen a los sistemas de desagües cloacales.
- i) La definición de frecuencias y métodos de muestreo para verificar el cumplimiento de los límites deberá figurar en las normas aplicables.-



BIBLIOGRAFIA

1. **“Residuos Sólidos Urbanos”**
Ms. Cs. Ing. Pablo Seghezzo
2. **“Disposición Final de Residuos”**
Ms. Cs. Ing. Pablo Seghezzo
3. **“Tratamiento, Recuperación y Valorización de los RSU”**
Ms. Cs. Ing. Pablo Seghezzo
4. **“Tratamiento Mecánico - Biológico”**
Ms. Cs. Ing. Pablo Seghezzo
5. **Planta de Recuperación – Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos**
Scudelati & Asociados
6. **Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos**
www.acepweb.org.ar
7. **Carta de Suelos de la República Argentina**
INTA- Centro de Investigación de Recursos Naturales- Reconocimiento de Suelos
8. **ERO – Eco Reciclar Oeste**
Presupuesto de Planta de Clasificación
9. **Diplomatura en Valorización y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos**
Cisa- Centro de Investigación y Formación en Salud Ambiental- Universidad Nacional de Córdoba
<http://www.unc-cisa.com.ar/residuos.html>
10. **Organización Panamericana de la Salud**
Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales
http://www.cepis.ops-oms.org/curso_rsm/e/index.html
11. **Clasificación de Residuos y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos**
A Misiones SA
<http://www.aesamisiones.com.ar/aesa.htm>
12. **Proyecto Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos PNGIRSU**
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación
13. **El Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe**
14. **Gestión de Residuos**
Estrucplan



- 15. Datos suministrados por la municipalidad de Municipalidad de Firmat**
- 16. Datos suministrados por Firmat Gas**
- 17. Proyecto Integral de Valorización y Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos**
Participante en el foro de Desarrollo Sostenible y el Medio Ambiente
Autor: Guillermo Damonte
- 18. Ceamse**
Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado
- 19. Datos suministrados por Firmat Gas**
- 20. Experiencias Urbanas de Gestión Integral de Residuos en 10 municipios de Argentina**
CIMA- Comisión Interdisciplinaria de Medio Ambiente



CONCLUSION

Es por todos conocido, que una de las fuentes de contaminación del medio, son los productos de desecho de la vida cotidiana, que se denominan “ Residuos Sólidos Urbanos” los cuales incluyen los residuos sólidos domiciliarios, los comerciales, los públicos, los hospitalarios y otros tipos o asimilables (chatarras, neumáticos, entre otros), cuya cantidad y calidad generada acompañada al crecimiento poblacional de las ciudades y el constante desarrollo de nuevos productos que son incorporados en el mercado de consumo y demandados por la sociedad.

Si se considera únicamente la cantidad de materiales de desechos sólidos que genera el hombre y el estado que presentan en general los centros urbanos respecto al saneamiento básico, se deduce fácilmente que se sobrepasará la capacidad de absorción del medio natural, conllevando esto a su degradación, ya que una deficiente gestión ocasiona, entre otros, problemas de:

- Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas
- Contaminación atmosférica, debido a la quema de los residuos
- Emanación de olores, proliferación de vectores
- Contaminación de suelo
- Deterioro del paisaje

Ello implica la necesidad de establecer, para los Residuos Sólidos Urbanos, una adecuada gestión integral, cuyos objetivos sean prevenir los problemas que afectan a la salud humana y al medio ambiente.

En general, los problemas de saneamiento de Firmat, no escapan a las características de otras provincias ni de otras ciudades, donde el aumento de su población, fundamentalmente por las actividades comerciales, generan un crecimiento desordenado y que para corregirlo, se deben efectuar importantes inversiones de recursos económicos, para la ejecución de obras de infraestructura requeridas y generar programas de concientización en la población, para mantener una relación armoniosa con el ambiente y así mejorar su calidad de vida.-

Con este proyecto se ha logrado diseñar un Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, teniendo en cuenta que, con el empleo de tecnología apropiada y una buena planificación y administración, es posible dar a los RSU un tratamiento y una disposición final acorde a las leyes vigentes, pero la educación sanitaria y ambiental se hace cada vez más importante a la hora de sensibilizar a la población sobre los problemas derivados del manejo inadecuado de los RSU. Es imprescindible generar un cambio de actitud que permita entender la complejidad del problema y los requerimientos para una buena recolección, tratamiento y disposición final.

Asimismo, se debe hacer ver los costos que implica realizar estas actividades, para que se fomente la participación de los ciudadanos en las prácticas de separación y



recuperación de los residuos en el punto de origen, y así, minimizar los volúmenes y con ellos los costos que genera la disposición final de los mismos.

La concientización a la comunidad puede hacerse mediante las siguientes técnicas:

Desde las escuelas:

- ✓ Inclusión de las comunidades educativas (padres, docentes y alumnos) en el Programa de Gestión Integral de RSU.
- ✓ Talleres para docentes de todas las áreas, no solamente los docentes de grado.
- ✓ Talleres de realización de artesanías para docentes de tecnología.
- ✓ Talleres de realización de instrumentos con elementos reciclados y re-usados para maestras de educación musical.
- ✓ Actividades deportivas con los profesores de educación física (por ejemplo: paseos en bicicleta hasta el “basural” de la ciudad, actividades de limpieza de predios públicos y de la misma escuela) como modalidad de concientización de los niños del problema que generan los residuos.
- ✓ Talleres de simulación y de detección de modalidades y costumbres de consumo responsable y sustentable.
- ✓ Obras teatrales con participación de alumnos y docentes.

Desde la comunidad:

- ✓ Muestras de las actividades desarrolladas en los talleres con las escuelas y otras instituciones.
- ✓ Involucrar distintas instituciones afines e interesadas con el programa tales como: organizaciones ambientalistas, vecinales, clubes, fundaciones, bancos, comercios y organizaciones comerciales e industriales.
- ✓ Utilización de los medios masivos de comunicación en campañas de concientización y de acción, pero también desarrollar un sistema de comunicación “persona a persona”, por ejemplo, con un grupo de alumnos o integrantes de instituciones que realicen visitas periódicas y programadas a los domicilios promoviendo y monitoreando el cumplimiento del plan de gestión de RSU, como así también evacuando todas las dudas de los vecinos, brindando toda la información solicitada.

Desde el municipio:

- ✓ Coordinar todas las acciones del Plan de Gestión Integral de RSU.
- ✓ Ser rigurosos y responsables con los compromisos asumidos para con la comunidad.



- ✓ Plantear la necesidad de la co-responsabilidad social (gobierno-ciudadanos) en el tema de los RSU (es un problema de **todos** y no solo del gobierno municipal, basándonos en el supuesto que todo vecino es un generador de residuos. Por lo tanto, es parte del problema y es conveniente incluirlo como parte de la solución).
- ✓ Es favorable que el Plan o Programa de Gestión Integral de RSU esté presente de alguna manera en los eventos destacados de la ciudad (festejos, festivales, aniversarios, muestras, desfiles, etc.) para promover la responsabilidad compartida en el tema de los RSU (por ejemplo: en los festejos por el aniversario de una comunidad y hacer especial hincapié en depositar los residuos en forma separada en distintos tipos de recipientes, con el fin de fomentar la conciencia social).
- ✓ Medios de comunicación: planificar y definir estrategias de comunicación tanto internas como externas al municipio, de manera de lograr una concienciación global con respecto al problema del tratamiento de los RSU.

Con este proyecto se intento diseñar un Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbano, atendiendo todas las partes que incluye el estudio de los residuos que va desde su disposición inicial hasta su disposición final, y que permite la modificación y mejora de todas sus partes, ya que fue diseñado para tener el 100% de adhesión por parte de los generadores de los residuos.

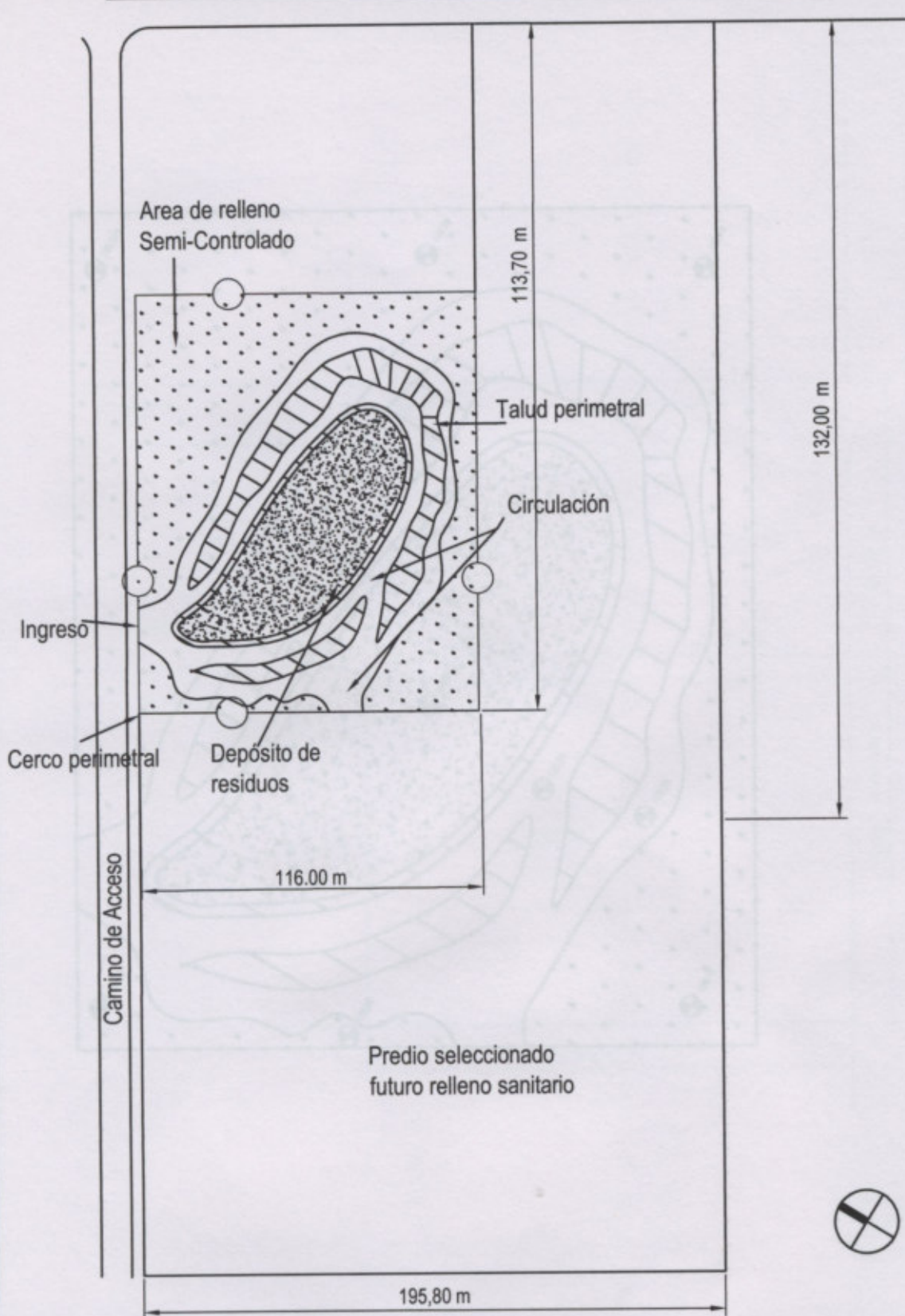
Si los ciudadanos entendieran y se concientizaran del problema que se genera con la disposición mezclada de todos los residuos, pueden colaborar con la clasificación y separación en origen, anulando una gran parte del proceso y por cierta muy costosa.

Pero para esto se necesita una gran campaña y una gran inversión por parte del municipio para demostrar los beneficios que tiene tener conciencia del problema que genera el manejo inconsciente e indiscriminado de los residuos.

Este un plan que pretende cambiar el manejo de la basura urbana para evitar la contaminación de la tierra, las napas de agua subterráneas, el aire, la proliferación de insectos y roedores, que traen enfermedades, y evitar también la pérdida de los recursos naturales.

Darle otra oportunidad a la basura para que vuelva a la tierra como abono en el caso de los desperdicios orgánicos (o húmedos) o que se puedan re-usar o reciclar en el caso de los desperdicios inorgánicos (o secos).

Los recursos se están agotando, tenemos que ser cuidadosos con el consumo indiscriminado de productos y con la basura que generamos.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR

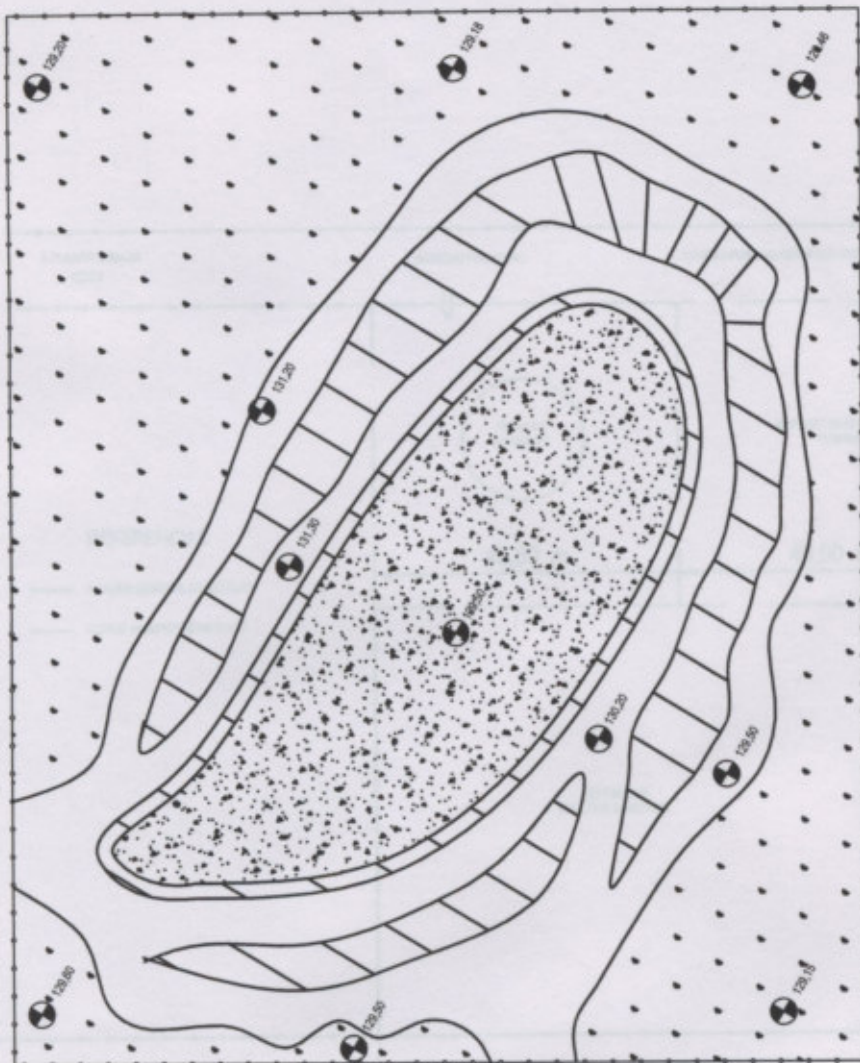
ALUMNA: MARIA VICTORIA MUSSETTO

Fecha:
06/03/09

Escala:
1:2000

Clausura antiguo basural - Creación de un Relleno Semi Controlado como trabajo previo al Relleno Sanitario Definitivo

Plano N° 1



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR

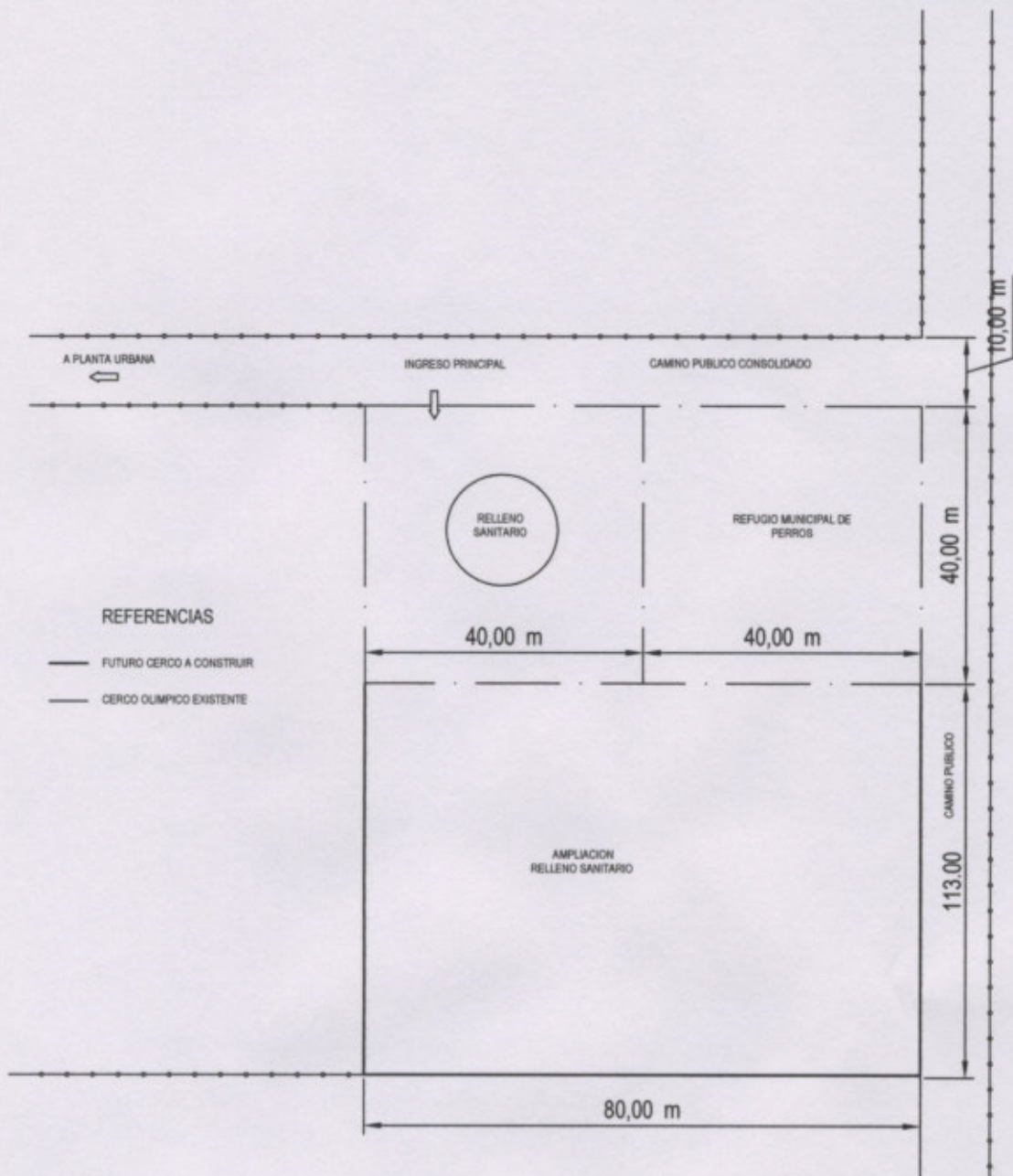
ALUMNA: MARIA VICTORIA MUSSETTO

Fecha:
06/03/09

Escala:
1:2000

Cotas de nivel del Relleno Semi Controlado

Plano N° 2



UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL - REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR

ALUMNA: MARIA VICTORIA MUSSETTO

Fecha:
06/03/09

Escala:
1:2000

Terreno para el Relleno Sanitario

Plano N° 3