014.310
J 11
IV
46148

PROVINCIA DE SANTA FE

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

"SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA LAS LOCALIDADES DE CHABÁS, BIGAND, VILLADA Y FIRMAT, PROVINCIA DE SANTA FE"

INFORME FINAL

TOMO 4

PROPUESTAS GENERALES

SETIEMBRE 2007

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES
BIBLIOTECA
Dr Manuel
Belgrano

Experta Principal
Ing. Química Diana Jaime

INDICE TOMO 4

9. Consideraciones generales para un sistema de gestión regional de los RSU 425

9.1 Sistema Integral de Gestión de RSU micro-regional 426
9.1.1 Conformación de las microregiones 426
9.1.2 Desvío de los residuos 428

9.2 Infraestructura necesaria para una regionalización 430
9.2.1. Plantas de Transferencia 430
9.2.2. Plantas de separación 432
8.2.3. Plantas de Tratamiento 433
9.2.4. Centro de Tratamiento y Disposición Final 434
9.2.5. Rellenos Sanitarios o Controlados (RC) 436

9.3 Propuesta para la Microregionalización del SGIRSU 436
9.3.1. Alternativa 1 437
9.3.2. Alternativa 2 442
9.3.3. Análisis del costo de recolección, barrido y transporte con regionalización 446
9.3.4. Análisis comparativo de las distintas alternativas de recolección, transporte y tratamiento de los RSD. ... 449

9.4 Propuesta técnica para la regionalización del Sistema de Gestión de RSU 450
9.4.1. Estación de Transferencia 451
9.4.2. Planta de Clasificación de Residuos - Capacidad: 20 tn/turno 454
9.4.3. Conclusión de los costos de la Gestión de RSU de la ET, Transporte y RC 457

10. Acciones complementarias 460

10.1 Fortalecimiento de la capacidad de gestión municipal. 460
10.1.1 Propuesta de mejoramiento de la Organización Municipal y Comunal 460
10.1.2 Propuesta de mejoramiento de la Normativa Vigente 463
10.1.3. Estructura para la creación de micro-regiones para el tratamiento y DF conjunta de los R.S.U. 466

10.2. Modelo de convenio intermunicipal y comunal para la creación de la microregión para el tratamiento y disposición de los R.S.U. 467

10.3. Programa de comunicación y educación ambiental para la micro región 469
10.3.1. Propuesta general 469
10.3.2. Propuesta para la recuperación de materia orgánica en los establecimientos educacionales 471
10.3.3. Herramientas de difusión y Educación 473
10.3.4. Motivadores 477
10.3.5. Rescate de materiales reciclables: modelos de recolección 477
10.3.6. Rol de Municipios y Comunas 478
10.3.7. Escuelas 478
10.3.8. Comunidades Vecinales 478
10.3.9. Medios de Comunicación 478

10.4. Conclusiones Finales 478

11. ANEXO TÉCNICO 479

11.1. Evolución en la aplicación de criterios geotécnicos. 480

11.2. Criterio de selección del sitio para la disposición final 484
11.2.1. Determinación del nivel de criticidad 488
11.2.2. Definición de los indicadores de criticidad y criterios de evaluación 489
11.2.3. Caracterización de los conflictos 491
11.2.4. Criterio de determinación del grado de incidencia de los factores 493
11.2.5. Definición de las variables para la Evaluación de Criticidad 494
11.2.6. Criterio de evaluación de las variables 494
11.2.7. Ponderación de las variables y factores 497
11.2.8. Operaciones evaluativos de criticidad ambiental 498
11.2.9. Grados de criticidad 499

11.2.10. Ejemplo de evaluación de criticidad 500

11.3. Estudio de Impacto Ambiental de los rellenos sanitarios 502
11.3.1. Introducción 502
11.2.2. Alcance y Fuentes de Información 502
11.13.3. Objetivos de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA): 502
11.3.4. Identificación y evaluación de impactos 502
11.3.5. Identificación de Impactos de las Alternativas 503
11.3.6. Identificaciones de acciones de cada alternativa 505
11.3.7. Representación Matricial del proyecto de Relleno Sanitario 505

11.4. Propuestas generales del sistema de gestión de RSU 507
11.4.1. Separación en origen 507
11.4.2. Procedimientos de barrido y limpieza 510
11.4.3. Procedimiento de recolección 512
11.4.4. Propuesta Alternativa: Modernización de la gestión de residuos 518

11.5. Propuesta para los procedimientos de recepción de residuos 521
11.5.1. Tipos de residuos recepcionados 521
11.5.2. Procedimientos de recepción en general 522
11.5.3. Procedimientos de recepción de residuos urbanos 523
11.5.4. Procedimientos de recepción de residuos comerciales e industriales asimilables 526
11.5.5. Procedimientos para el tratamiento o disposición 529
11.5.6. Procedimientos para el acopio transitorio de residuos 530
11.5.7. Procedimientos de gestión de los mismos 531
11.5.8. Procedimientos para la disposición y compactación de residuos en el frente de 532

11.6. Evaluación de parámetros para proyectos de prefactibilidad de diseño de rellenos sanitarios manuales 533
11.6.1 Información básica 534
11.6.2. Procedimiento para determinar la generación de lixiviado 550
11.6.3. Preparación del terreno para la construcción de los CTDF 559

11.7. Especificaciones técnicas de infraestructura básica. 562
11.7.1. Oficina, sanitarios y laboratorio. 562

11.8. Construcción del relleno 566

11.9. Planta de tratamiento para lixiviados 571
11.9.1 Mantenimiento 571

11.10. Planta de transferencia o de clasificación 572
11.10.1. Descripción general 572
11.10.2. Tipos de plantas de transferencia 573
11.10.3. Planta de separación 573

11.11. Centro de tratamiento y disposición final 575
11.11.1. Diseño del procesamiento de los residuos 576
11.11.2 Diseño de procesamiento de residuo de comida 577
11.11.3. Proceso de compostaje 578
11.11.3. Condiciones del proceso de descomposición 579
11.11.4. Lombricompostaje 582
11.11.5. Operatividad de la planta de separación y tratamiento 586
11.11.6. Operatividad de la Planta de Disposición Final 590

11.12. Relleno de seguridad 591
11.12.1. Criterios básicos para el diseño de un relleno de seguridad 591
11.12.2. Rellenos de seguridad en los países industrializados 592
11.12.3. Criterios de diseño Para rellenos de seguridad 593
11.12.4. Pre-tratamiento de los residuos 595
11.12.5. Operación del relleno de seguridad 598

11.13. Procedimientos para la minimización de lixiviados 600

11.14. Procedimientos para el control y monitoreo 600

11.15. Plan de Contingencias **601**
11.15.1. Tipos de eventos 601
11.15.2. Plan de respuestas ante contingencias 602

11.16. Manual de higiene y seguridad **603**
11.16.1. Para los operarios del frente de trabajo 603
11.16.2. Para los operarios de la planta de clasificación y selección 604
11.16.3. Para los operarios de los residuos peligrosos domésticos 604

11.17. Propuesta para la inserción de los trabajadores informales **605**

11.18. Participación social en el manejo de los RSU **606**

11.19. Conclusiones de la caracterización, diagnóstico y propuesta del SGIRSU **610**

12. PROYECTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD PARA LA REMEDIACIÓN DE LOS "BASURALES A CIELO ABIERTO" EXISTENTES ***610***

12.1. Propuesta de saneamientos de los basurales existentes **611**

12.2 Propuesta de una metodología de remediación **613**

12.3. Análisis de una las metodologías preseleccionadas **614**
12.3.1. Definiciones y herramientas conceptuales utilizadas 614
12.3.2 Camino metodológico seguido 614

12.4. Descripción del emplazamiento y del ambiente afectado **615**

12.5. Definición general del área de afectación: (Campo de reacción): **616**
12.5.1 Descripción preliminar del ambiente afectado 617
12.5.2 Factorización primaria 617
12.5.3 Primera definición de factores - aspectos afectados 618
12.5.4 Primer chequeo de impactos 620

12.6. Evaluación de la fase 1 ..... **620**
12.6.1. Clasificación de la información 620
12.6.2. Determinación preliminar de variables críticas (riesgo) 620
12.6.3. Determinación de vacíos de información 621
12.6.4. Descripción final del emplazamiento 622
12.6.5. Descripción detallada del foco 622

12.7. Definición del área de afectación **623**
12.7.1. Descripción final del ambiente afectado 624

12.8. Estudio de medidas correctivas y su viabilidad **626**

12.9. Determinación de variables críticas **626**

12.10. Sistema de control **632**

13. CONSIDERACIONES FINALES ***633***

ILUSTRACIONES

Cuadros

Cuadro N° 4. 1- Infraestructura en cada localidad 428
Cuadro N° 4. 2 - Caracterización de los RSU 438
Cuadro N° 4. 3 - Cantidad de residuos de la microregión oeste 438
Cuadro N° 4. 4 - Cronograma de recorrido 439
Cuadro N° 4. 5 - Km por día/año 440
Cuadro N° 4. 6 - Costo por kilómetro 440
Cuadro N° 4. 7 - Costo por habitante 441
Cuadro N° 4. 8 - Costo de operación de la Planta de Transferencia 442
Cuadro N° 4. 9 - Costo total mensual para la Alternativa 1 442
Cuadro N° 4. 10 - Toneladas de residuos a relleno y a Planta de Tratamiento 443
Cuadro N° 4. 11 - Costo por viaje 443
Cuadro N° 4. 12 - Costos de los recorridos 443
Cuadro N° 4. 13 - Costos totales 444
Cuadro N° 4. 14 – Cantidad de residuos destinados al RC 444
Cuadro N° 4. 15 - Costo de disposición final de residuos 445
Cuadro N° 4. 16 - Costos totales mensuales del sistema de gestión de RSU 445
Cuadro N° 4. 17 - Comparativa de costo mensual entre localidades 446
Cuadro N° 4. 18 - Costo recolección, barrido y transporte con regionalización 447
Cuadro N° 4. 19 - Comparación entre el costo s/proyecto - con proyecto y con regionalización – Alternativa 1 447
Cuadro N° 4. 20 - Comparación entre el costo s/proyecto - con proyecto y con regionalización – Alternativa 2 448
Cuadro N° 4. 21 - Localidades dentro de la zona de influencia del CTDF 457
Cuadro N° 4. 22 - Frecuencia de los recorridos con descarga directa en las ET 458
Cuadro N° 4. 23 - Costo de operación de cada Estación de Transferencia 459
Cuadro N° 4. 24 - Costo total del sistema de transporte (recorridos + transferencia) 459
Cuadro N° 4. 25 - Costo total mensual la DF en el RC para cada localidad 459
Cuadro N° 4. 26 – Costo total 460
Cuadro N° 4. 27 - Tabla de Ponderación 495
Cuadro N° 4. 28 – Factores de cálculo 498
Cuadro N° 4. 29 – Ejemplo de criticidad 500
Cuadro N° 4. 30 – Criticidad con aplicación de medidas correctivas 501
Cuadro N° 4. 31 - Resultado de la Valoración Ambiental Global (VAG) 507
Cuadro N° 4. 32 - Consideraciones de criterio mínimo de dimensionamiento 517
Cuadro N° 4. 33 - Horarios de recolección propuesto 517
Cuadro N° 4. 34 - Ejemplo de planilla 537
Cuadro N° 4. 35 - Coeficientes de permeabilidad 538
Cuadro N° 4. 36 - Ángulos dependientes del talud a usar 545
Cuadro N° 4. 37 - Valores indicativos de algunos suelos 548
Cuadro N° 4. 38 - Factores de seguridad y estabilidad 548
Cuadro N° 4. 39 - Parámetros a medir en el agua subterránea y superficial y en el lixiviado 557
Cuadro N° 4. 40 - Modelo de Planilla de aprovechamiento de Terreno 558
Cuadro N° 4. 41 - Tabla de cálculo operarios/día 559
Cuadro N° 4. 42 - Cantidad de Personal y horarios de trabajo para el funcionamiento de la Planta 586
Cuadro N° 4. 43 - Infraestructura mínima 591
Cuadro N° 4. 44 - Personal mínimo requerido 591
Cuadro N° 4. 45 - Equipos de seguridad de los operarios 605
Cuadro N° 4. 46 - Acciones básicas para involucrar la participación social en el manejo de los RS 608
Cuadro N° 4. 47 - Participación de la sociedad en el manejo de los RS 608
Cuadro N° 4. 48- Subproyectos 612
Cuadro N° 4. 49 - Composición porcentual de los residuos 616

Cuadro N° 4. 50 - Variables críticas 626
Cuadro N° 4. 51 - Procedimientos de estudio 629
Cuadro N° 4. 52 - Definición final de impactos 632

Figuras

Figura N° 4. 1-Planta de transferencia 431
Figura N° 4. 2 - Planta de separación mínima 433
Figura N° 4. 4 - Centro de tratamiento y disposición final 434
Figura N° 4. 5 - Prensa Estacionaria 451
Figura N° 4. 6 - Esquema de una Estación de Transferencia 451
Figura N° 4. 7 - Sistema de descarga 454
Figura N° 4. 8 - Cinta de clasificación 455
Figura N° 4. 9 - Área de aporte a cada contenedor 514
Figura N° 4. 10 - Área de aporte a cada contenedor 514
Figura N° 4. 11 - Portacontenedor fijo 516
Figura N° 4. 12 - Esquema de un porta-contenedor fijo 516
Figura N° 4. 13 - Corte transversal del Porta Contenedor 517
Figura N° 4. 14 - Contenedor de carga lateral propuesto 517
Figura N° 4. 15 - Contenedores subterráneos 519
Figura N° 4. 16 - Esquema de soterramiento de contenedores 520
Figura N° 4. 17 - Diagrama de flujo del ingreso de los residuos al relleno 522
Figura N° 4. 22 - Procedimientos administrativos del SGR industriales o asimilables 528
Figura N° 4. 23 - Tratamiento de los residuos 529
Figura N° 4. 24 - Frente de trabajo 532
Figura N° 4. 25 - Diseño de las trincheras o zanjas 542
Figura N° 4. 26 - Relleno de forma de trinchera 543
Figura N° 4. 27 - Cava tipo y corte transversal 543
Figura N° 4. 28 - Talud en excavación 546
Figura N° 4. 29 - Taldud en relleno 546
Figura N° 4. 31 - Corte de una celda 547
Figura N° 4. 32 - Secciones de la zanja 549
Figura N° 4. 33 - Canales de lixiviados 554
Figura N° 4. 34 - Chimeneas para la evacuación de gases 556
Figura N° 4. 35 - Pozos de monitoreo 556
Figura N° 4. 36 - Corte transversal de un relleno con membrana superior 558
Figura N° 4. 38 - Colector de lixiviados 567
Figura N° 4. 39 - Quemado de gases 568
Figura N° 4. 40 – Terrazas para drenaje pluviales 570
Figura N° 4. 41- Planta de separación y tratamiento 574
Figura N° 4. 42 - Procesamiento de residuo de poda 577
Figura N° 4. 43 - Organigrama de Planta de Selección de RSD: 590
Figura N° 4. 44 - Representación esquemática del Sistema de gestión de residuos peligrosos 593
Figura N° 4. 45 - Sección esquemática de un relleno de seguridad (fosa o trinchera) 594
Figura N° 4. 46- Modelo de una instalación de relleno de seguridad (talud) 595
Figura N° 4. 47 - Alternativas de drenajes 597
Figura N° 4. 48- Sistema de triple seguridad para la recolección de los lixiviados 597

Fotos

Foto N° 4. 1 - Cinta para separación manual 435
Foto N° 4. 2 - Trituradora de residuos orgánicos 435
Foto N° 4. 3- Cinta Transportadora 435

Foto N° 4. 4 - Camas de compostaje. Fuente: Municipalidad de Esperanza 575

Gráficos

Gráfico N° 4. 1 - Parámetros deformacionales para rellenos sanitario 481
Gráfico N° 4. 2 – Comparativo de VGA 507

Mapas

Mapa N° 4. 1 - Propuesta de Regionalización 427
Mapa N° 4. 2 – Ruteo alternativa N° 1 437
Mapa N° 4. 3 – Ruteo alternativa N° 2 437
Mapa N° 4. 4 – Curvas isofreáticas 539

Planos

Plano N° 4. 1– Localidades < a 25.000 habitantes 515
Plano N° 4. 2 – Localidades de 25.000 a 100.000 habitantes 515
Plano N° 4. 3 – Plano oficinas, administración y laboratorio 565
Plano N° 4. 4 – Plano planta separación 573

9. Consideraciones generales para un sistema de gestión regional de los RSU

Se entiende como un Sistema de Gestión Regional de los RSU a aquel que se implementa en una zona del territorio provincial e incluye un conjunto de localidades dispuestas a gestionar en forma conjunta los residuos sólidos urbanos por ellas generados. Cada región está compuesta por un Centro de Tratamiento y Disposición Final (CTDF), con un relleno sanitario o controlado y por un sistema de Plantas de Transferencia de residuos.

El hecho de conformar una región posibilitaría una reducción significativa de los costos operativos y de inversión, permitiendo así la sustentabilidad tanto en los programas de desvío (reciclado y compostaje) como en la adecuada disposición final de los residuos. El parámetro de corte de la región está vinculado a las condiciones del transporte de los residuos (costo de flete) desde los centros de generación (localidades) al punto de disposición final (relleno controlado).

En principio, el concepto de Gestión Integral de los RSU a nivel regional, es aplicable a todo el Departamento, pero se sabe que el parámetro de corte antes mencionado puede excluir a algunas localidades cuyas distancias a los centros de disposición final harían antieconómico el transporte. Además, esta situación es factible que ocurra en aquellas localidades en donde la ocupación del espacio resulta extremadamente discontinua y el tamaño de las localidades sea muy pequeño.

Esto no significa que se obligue a una determinada localidad a ser excluida del concepto de Gestión Integral Regional, sino que sólo es un indicador de que el proceso, tal vez, deba ser efectuado a una escala local. Para estos casos, el grupo de trabajo elaboró un modelo de relleno controlado de menor costo operativo, aplicable para pequeñas localidades, que permitirá gestionar adecuadamente sus residuos.

Estos rellenos requerirán un mínimo de maquinaria, donde su operación será fundamentalmente manual. Junto a este modelo se incorporará un plan de manejo de la recolección, de procesamiento de los residuos (reciclado, compostaje, etc.) así como una estrategia de difusión del Plan y capacitación comunitaria.

Esta propuesta es válida también para otras localidades del Departamento, que no integran el presente análisis y por lo tanto no están comprendidas en la evaluación. En este estudio se elaboró un proyecto de ingeniería básica, que presenta la secuencia lógica del proceso de diseño de un relleno, que incorporará, en el transcurso del Programa, las consideraciones ambientales que minimizan los impactos generados y permite aprovechar al máximo la ocupación del predio destinado, siendo de aplicabilidad indistintas para cualquier localidad.

La propuesta contiene los siguientes componentes:

⇒ Construir una red de estaciones de transferencia y un relleno controlado regional.

⇒ Gestión integral de los RSU a nivel regional con el fin de disminuir los costos.

⇒ Elaborar una norma que garantice la ejecución, operación y control del nuevo sistema regional de gestión de los RSU.

⇒ Clausura de basurales a cielo abierto existente a partir de la construcción de los rellenos controlados.

En síntesis, el objetivo principal de la presente propuesta es el manejo adecuado de los RSU en las distintas localidades que conforman el presente estudio, asimismo, recomendar metodologías que minimicen los impactos ambientales y simultáneamente permitir el recupero de los materiales económicamente reusables, sustentándolo con requisitos mínimos obligatorios. Otro eje de especial interés, es propiciar una educación y concientización ciudadana como base de sustentación de un adecuado sistema de gestión integral de los RSU, avalado con normas de carácter regional.

9.1 Sistema Integral de Gestión de RSU micro-regional

9.1.1 Conformación de las microregiones

La propuesta de Regionalización para la gestión de los RSU, atendiendo a la voluntad expresada por los representantes de los cuatros Municipios/Comunas, integrantes de la microregión, considera, primero, generar acciones comunes para avanzar hacia un Sistema de Gestión Integral de RSU a fin de garantizar la sustentabilidad económica, social y ambiental, según lo manifestado en la aceptación del presente Proyecto, y segundo, su viabilidad económica-financiera.

A fin de dar cumplimiento al mencionado objetivo, se propone la conformación, a mediano plazo, de la microregión como Experiencia Piloto de un Centro de Tratamiento y Disposición Final de los RSU en forma conjunta, con un relleno controlado en la localidad de Villada. En primer lugar, se consideró que para localidades cercanas (<30 km) es factible unificar la recolección y transporte de los residuos bajo las actuales condiciones de generación, con la posibilidad de encontrar una ecuación económica favorable.

La generación de residuos es dispar, especialmente en las localidades de baja cantidad de habitantes, y es por ello que se considera conveniente que en ellas se plantee como solución, la recolección conjunta de los materiales orgánicos y su posterior traslado a la localidad donde se realizará la disposición final.

Las siguientes localidades serán consideradas Estaciones de Transferencia Regional cuando se materialice la propuesta de regionalizar el Sistema de Gestión Integral de los RSU en:

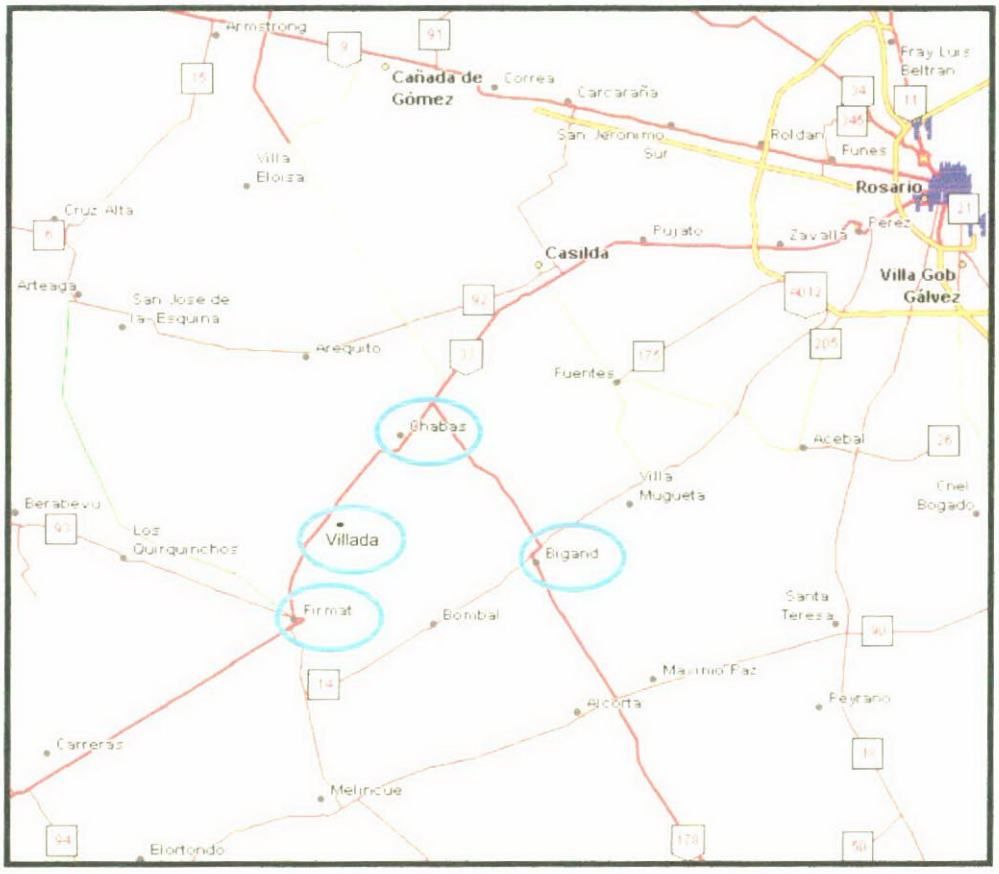
1) Firmat,
2) Bigand,
3) Chabás

En cada una de las localidades de más de 1.500 habitantes que conforman las microregiones, se evaluó la posibilidad de instalar Plantas de Tratamiento, evitando la construcción de una planta de compostaje en aquellas que lo consideren no necesaria con el fin de disminuir la cantidad de residuos destinado a la disposición final. Los residuos inorgánicos serán acopiados en boxes en cada Municipio/Comuna para su posterior comercialización en conjunto o individualmente.

A partir de los siguientes criterios básicos:

1. Todas las localidades separan en residuos orgánicos e inorgánicos en domicilio;
2. Se propone realizar disposición final únicamente en la localidad de Villada;
3. Cada localidad dispondrá de un terreno mínimo para realizar manipulaciones básica de los residuos según corresponda

El grado de inversiones en infraestructura de las diferentes localidades dependerá de cada una de ellas y de la propuesta regional; por ejemplo hay actualmente localidades que ya cuentan con alguna inversión en Plantas de Separación por lo que, en la propuesta a realizar, se aprovechará esta decisión. Con esto ya se tiene el material localmente separado y listo para su comercialización. Lo mismo para aquellas localidades que ya disponen de Plantas de compostaje.



Mapa Nº 4. 1 - Propuesta de Regionalización

El presente estudio propone la siguiente infraestructura para cada localidad, según se detalla en el Cuadro Nº 4.1.

Cuadro Nº 4. 1- Infraestructura en cada localidad

Localidad	Planta de Transferencia	Planta de Separación	Planta de Tratamiento	CTDF
Villada				
Firmat				
Bigand				
Chabás				

9.1.2 Desvío de los residuos

Se considera como "desvío de los residuos" a aquella acción por la cual los residuos son retirados de los cirujas, para su posterior comercialización o industrialización. Existe un considerable grupo de emprendimientos de recuperación de materiales en distintas localidades de la micro región que no han prosperado, básicamente por dos aspectos:

- ⇒ Por no reunir un volumen económicamente comerciable para hacer sustentable el proyecto, o
- ⇒ Por la falta de un Sistema Integrado de Gestión

El proyecto de regionalización, a través de la concentración de materiales recuperados en pocos puntos (plantas de acopio y revalorización), generará la escala necesaria para facilitar la rentabilidad de las políticas de desvío.

La creciente concientización y compromiso en programas de esta naturaleza por parte de la comunidad y de los Gobiernos locales, hace posible estimar que puede realizarse una reducción de aproximadamente 20 % en la generación de residuos *per cápita* en el mediano plazo. No obstante ello, toda vez producida dicha generación, la sociedad debe encarar el problema de qué destino asignarle al material de desecho. Este último aspecto concierne a la aplicación de otras estrategias tales como el reuso y el reciclaje, a fin de ir reduciendo por distintas vías, la cantidad de residuos que se deben disponer en rellenos.

La situación descripta ocasionará cambios en la estrategia de los sistemas actuales de gestión de los residuos sólidos urbanos, los cuales se irán afianzando a estos nuevos conceptos de SGIRSU, y con mayor rapidez, a partir de los compromisos que asuman los gobiernos, las empresas y los ciudadanos en general.

El presente estudio promueve la intensificación y la puesta en práctica de estos cambios los que se los identifica con programas ambientales designados como de las 3 R: reducción, reuso y reciclado.

Reducción

"El mejor residuo es el no generado". Esto puede tomar una variedad de formas en cuanto a su estrategia. Entre ellas pueden citarse las siguientes:

- Modificar los sistemas productivos, la relación con las materias primas, e incorporar en el diseño del producto la problemática de la disposición final de los residuos resultantes, como la mejor manera de gestionar los mismos.
- Reducir la cantidad y la toxicidad de los residuos generados.
- Reducir la generación de residuos mediante el diseño, la fabricación y el embalaje de productos, orientado a minimizar la toxicidad de los materiales, los volúmenes utilizados y/o prolongar el tiempo de vida útil de dichos productos.
- Sustituir productos, que requieren inevitablemente una disposición final, por aquellos que puedan ser recuperables.
- Aumentar en los productos el contenido de material reciclable.
- Promover el compostaje cuando ello resulte factible económicamente o atendiendo a otros factores de costo- beneficio ambiental.

Reuso

El reuso significa darle otro ó similar uso al producto que ha sido descartado, como restaurar artefactos u objetos viejos. El reciclaje se orienta el cambio del material hacia otra forma utilizable. La otra componente que deberá ser mejorada con mucho énfasis es el estudio y desarrollo de los mercados para estos materiales reciclables, y fundamentalmente la educación como instrumento encausador de las conductas sociales.

Reciclado

Del total de lo producido, aproximadamente el 30 % es compostable, y el 35 % corresponde a materiales potencialmente reciclables (comercialización o industrialización de los mismos).El problema más común a todas las Plantas de Separación o Tratamiento, está en la dificultad de separar aquello tan heterogéneo, mezclado y compactado, como los residuos que llegan en los grandes camiones-prensa.

Esta estrategia requiere, fundamentalmente, de una primera separación (en residuos orgánicos e inorgánicos) en el mismo lugar en que se generan, y de una recolección diferenciada, como un procedimiento básico para la posterior separación/clasificación y recuperación de los residuos en las Plantas, a fin de poderlos comerciar o industrializar. Como ejemplo de ello, puede citarse la utilización de papel de periódicos para la fabricación de cierto tipo de papel, y la recuperación de vidrio, metales o envases de plásticos, para su introducción en el mercado de materiales secundarios. La viabilidad y característica de esta estrategia se halla directamente relacionada con la composición cuali-cuantitativa de los residuos.

9.2 Infraestructura necesaria para una regionalización

La infraestructura necesaria en cada localidad dependerá de cuales son los procesos de gestión que en cada una de ella se realice, resumiéndose en:

- ☑ Planta de Transferencia
- ☑ Planta de Separación
- ☑ Planta de Tratamiento
- ☑ Centro de Tratamiento y Disposición Final (CTDF)
- ☑ Estaciones de Transferencia

9.2.1. Plantas de Transferencia

Son aquellas que utilizan la menor infraestructura básica (Ver Figura N° 4.1) y generalmente instaladas en localidades pequeñas, menos de 1.000 habitantes o en aquellas que conformen una regionalización del sistema. Aquí, las operaciones de transferencia y transporte a un CTDF son necesarias por no contar con un predio para realizar la disposición final de los residuos y no se justifica la compra del mismo,por la escasa generación de residuos producidos por la comunidad. Esta situación obliga a una gestión regional.

La desventaja de esta gestión se presenta cuando las distancias a los sitios de disposición final se incrementan tanto, que el transporte directo ya no es económicamente factible. En la mayoría de los casos, las operaciones de transferencia son una parte integral en la gestión de los RSU.

Los factores que determinan la instalación de una Planta de Transferencia dentro de la estrategia de gestión son:

1. Sitios de disposición final relativamente alejados de las rutas de recolección local, sumando al incremento de costos de estos servicios, los asociados a la compra un predio adecuado en caso de no contar con él;
2. Evitar la disposición clandestina de residuos (micro basurales) a causa de excesivas distancias de transporte de los mismos para una correcta disposición;
3. Utilización de vehículos de recolección de baja capacidad, obsoletos o carencia de los mismos;
4. En localidades muy pequeña, donde una gestión local de los RSU es antieconómica;
5. Reducción de riesgos del tránsito de vehículos en rutas desde los circuitos de recolección a los sitios de disposición final.

Los beneficios en la utilización de Plantas de Transferencia pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Procurar un eficaz sistema de recolección y transporte.
- Agilizar la gestión de recolección y disposición final de los residuos.
- Evitar mayores inconvenientes de tránsito en las rutas.
- Disminuir los costos de disposición final.

Tipos de plantas de Transferencia

Según el método utilizado para descargar los vehículos de transporte, se pueden clasificar las Plantas en tres tipos generales:

1. Carga directa.
2. Almacenamiento y carga.
3. Combinadas carga directa y descarga-carga.

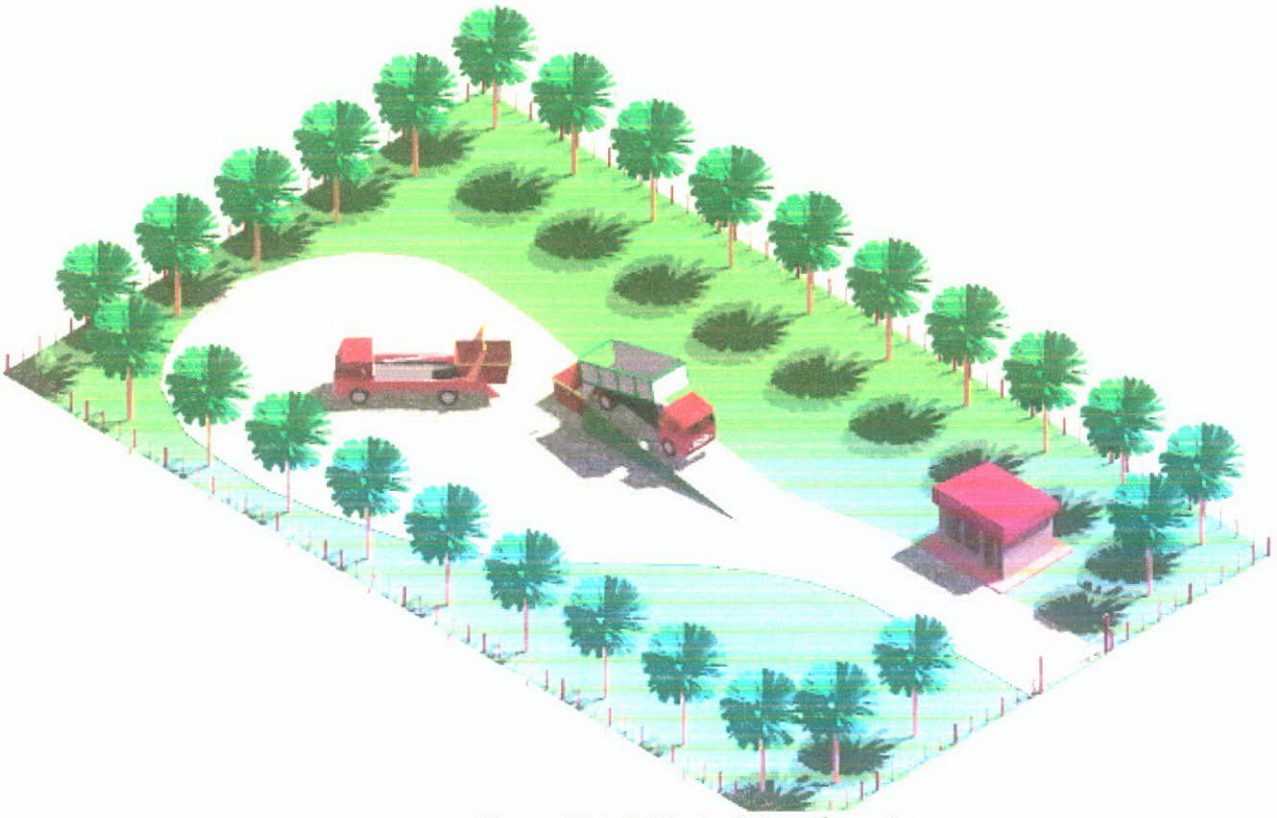


Figura N° 4. 1-Planta de transferencia

En todos los casos, las instalaciones que comprenden una Planta de Transferencia son las siguientes:

- Cerco perimetral.
- Oficinas Administrativas para el control de accesos.
- Rampa de descarga.

- Dársena para alojar los contenedores de transferencia de 28 m^3 de capacidad, los que según sea el tipo de Planta de Transferencia, podrán ser cerrados o abiertos.
- Playa de operación y maniobra de los vehículos.

9.2.2. Plantas de separación

Estas son de una mayor infraestructura con respecto a las que solamente cumplen la función de Transferencia. En las mismas se realizará el proceso de separar y clasificar los distintos materiales reusables, procedentes de las bolsas de residuos inorgánicos que fueron separados en origen, para su comercialización o procesamiento. Estas Plantas son diseñadas y propuestas, generalmente, en localidades entre 1.000 y 2.500 habitantes.

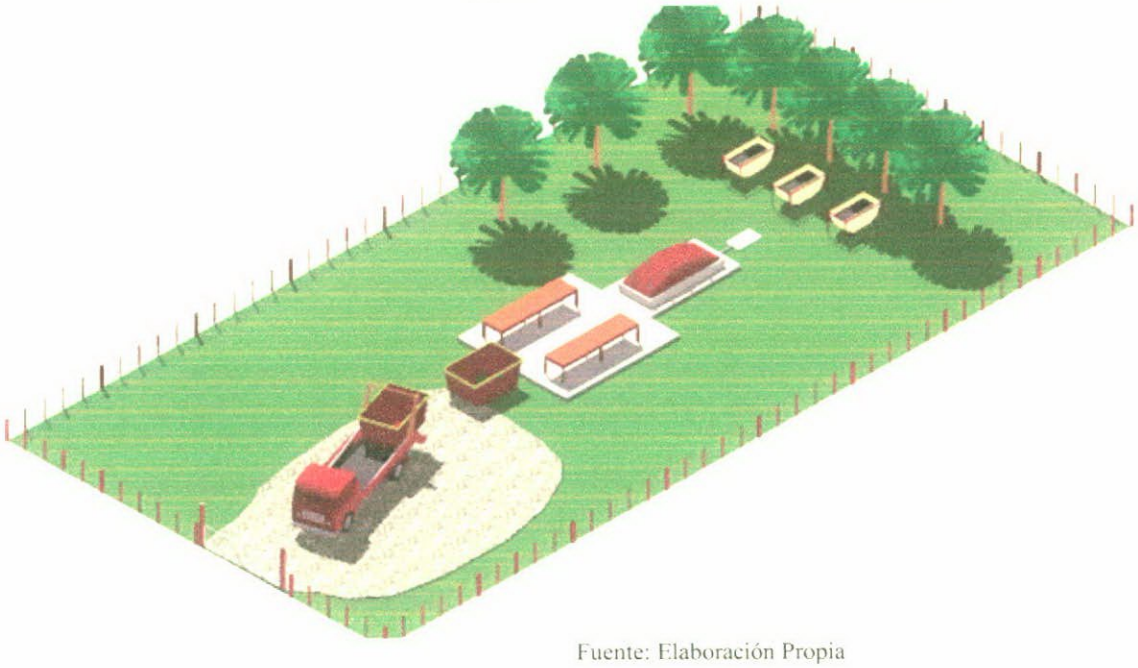
En el marco de un Sistema de Gestión Regional, en las Plantas de Separación, no se dispone de un lugar para relleno controlado, ya que el remanente de lo recolectado y no separado (residuos orgánico e inorgánico no utilizable) es enviado al CTDF de la microregión.

Dependiendo de los casos y las características de la región, se prevé en el proyecto, para estas Plantas, la construcción de las siguientes instalaciones:

- Cerco perimetral.
- Forestación perimetral.
- Portón de acceso y carteles indicadores.
- Oficinas Administrativas para el control de accesos.
- Rampa de descarga.
- Dársena para alojar los contenedores de transferencia de 28 m^3 de capacidad, los que según sea el tipo de Planta de Transferencia, podrán ser cerrados o abiertos.
- Sistema de colección y tratamiento de lixiviados.
- Playa de operación y maniobra de los vehículos.
- Prensas estacionarias de residuos.
- Balanza de control de camiones.
- Tinglado para la zona de selección / reciclado.
- Zona de disposición voluntaria.

La ingeniería básica, comprende también los Planes de Operación , Procedimientos, y Planes de Higiene y Seguridad.

Figura N° 4. 2 - Planta de separación mínima

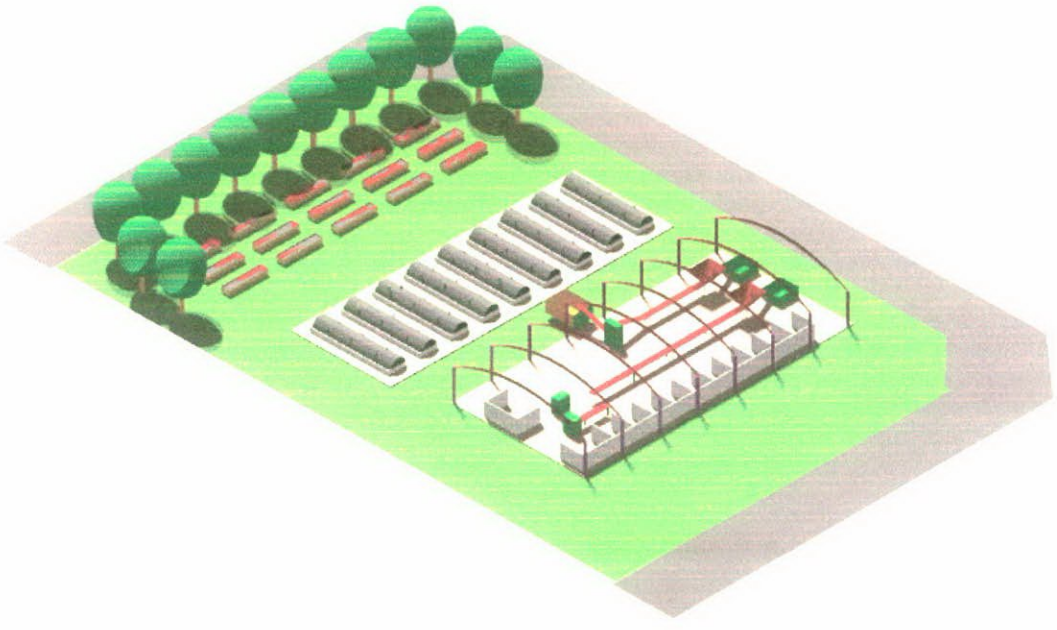


Fuente: Elaboración Propia

8.2.3. Plantas de Tratamiento

Estas Plantas se diferencian de las anteriores porque, además de la separación, se realiza el proceso de compostaje y lombricompostaje de los residuos orgánicos. Se impone la construcción de las "camas" de cemento y las "cajas", para poder realizar, el proceso degradativo de la materia orgánica y la elaboración del humus, a través de las lombrices californianas. Esta estructura es factible, a criterio del grupo de trabajo, generalmente en localidades de más de 1.500 habitantes.

Figura N° 4. 3- Planta de tratamiento



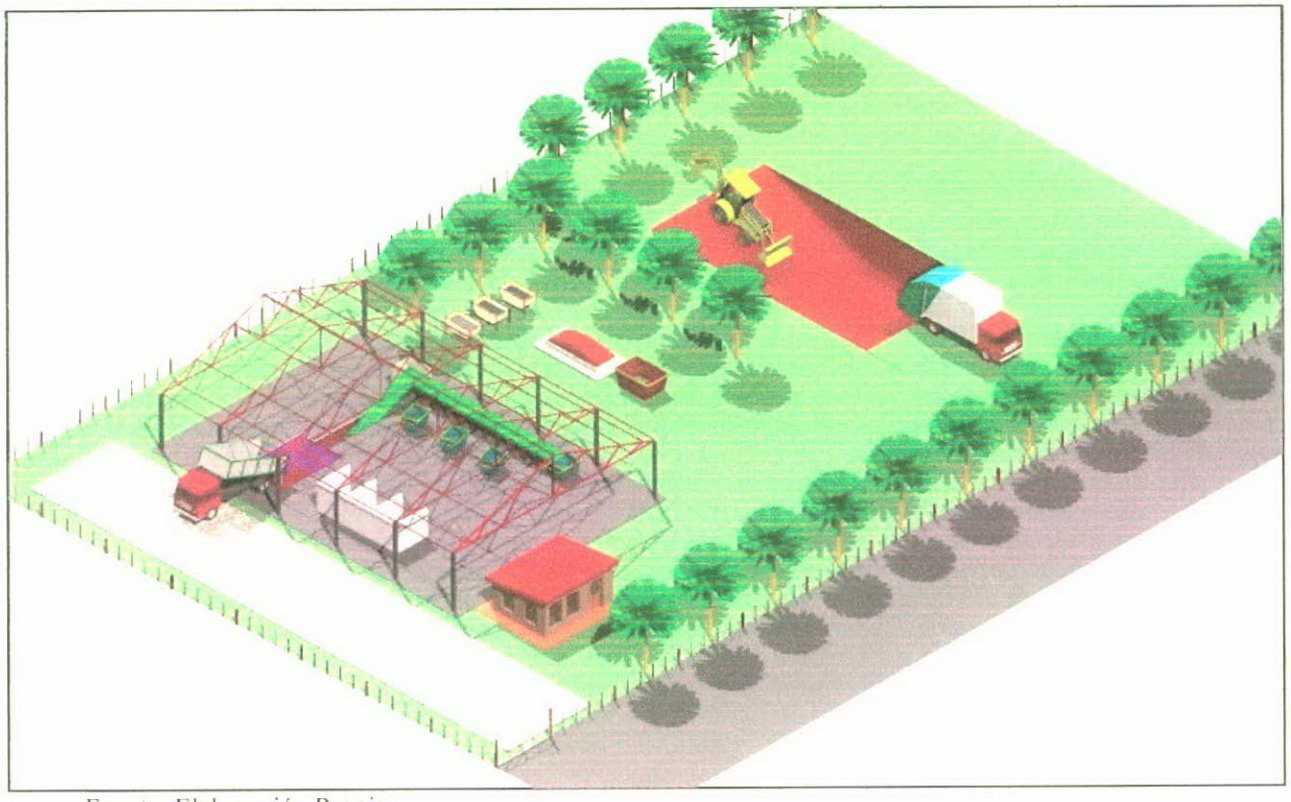
Fuente: Elaboración Propia

Al igual que el caso anterior no es necesario que la Comuna disponga de un sitio para la Disposición final del remanente de residuos, dado que los mismos pueden ser derivados al CTDF de la microregión.

9.2.4. Centro de Tratamiento y Disposición Final

Generalmente los CTDF se encuentran en las localidades cabeceras de las micro regiones con una infraestructura básica semejante a las de la Planta de Tratamiento, más un sitio para la construcción de un relleno controlado para la disposición final de los residuos propios y los de las otras localidades de la micro región.

Figura Nº 4. 4 - Centro de tratamiento y disposición final



Fuente: Elaboración Propia

Como en las anteriores Plantas, el siguiente listado corresponde a las instalaciones básicas necesarias para su operatividad:

- Cerco perimetral.
- Control de accesos con barreras y Oficinas de control.
- Oficinas administrativas.
- Instalaciones y núcleos sanitarios para el personal.
- Instalaciones para mantenimiento general.
- Balanza para camiones.
- Planta de tratamiento de lixiviados.
- Red de monitoreo freatimétrico.

- Área de recepción de residuos de particulares.
- Área de pre-procesamiento de residuos.
- Módulos para la Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos, con sistemas de impermeabilización de bases y taludes, así como sistemas de cobertura intermedia y final de los mismos.
- Módulos para la disposición de residuos de construcción, demolición y objetos voluminosos.
- Zona para disposición de residuos industriales compatibles con los urbanos.
- Sistema de control y extracción de lixiviados.
- Sistema de control y gestión de gases de los rellenos.
- Tratamiento del paisaje, mediante barreras forestales y visuales.
- Planta de clasificación y selección de materiales recuperados / reciclados.
- Áreas para el desarrollo de programas de compostaje de residuos.
- Playa de operaciones para empresas recolectoras de residuos urbanos.
- Lavadero de camiones y equipos de disposición.
- Áreas para el procesamiento de neumáticos, chatarras, escombros, poda, etc.



Foto N° 4. 1 - Cinta para separación manual



Foto N° 4. 2 - Trituradora de residuos orgánicos



Foto N° 4. 3- Cinta Transportadora

9.2.5. Rellenos Sanitarios o Controlados (RC)

Con el fin de garantizar la disposición final de los residuos urbanos de forma ambientalmente adecuada, se hace necesaria la existencia de rellenos controlados. Como se mencionara en el Sistema Integral de Gestión de los RSU, a nivel de microregión cada una de ellas contará al menos con un sitio de disposición final. La magnitud del mismo (capacidad de recepción de residuos) dependerá de la cantidad de habitantes que conforman las micro regiones propuestas.

Con respecto al diseño, éste dependerá de las condiciones geológicas, hidrogeológicas y climáticas de cada emplazamiento. De todas maneras, existe un proyecto de diseño básico (anteproyecto) que todos los rellenos regionales deberán cumplir como mínimo.

En el mismo se detalla la ingeniería básica de los rellenos controlados, donde están incorporadas consideraciones ambientales con el objeto de minimizar los posibles impactos de este tipo de instalaciones.

Junto al diseño de los rellenos controlados, se desarrollaron los Planes de operación, mitigación, prevención de riesgos a la salud, higiene y seguridad del personal, así como las operaciones de monitoreo ambiental y control de vectores. Estas herramientas permitirán garantizar una correcta operación de los mismos.

La propuesta de construcción de los rellenos controlados considera dos tipos de instalaciones: básicas y complementarias. Las instalaciones básicas comprenden instalaciones con las que contarán obligatoriamente todos los rellenos regionales. Estas permitirán alcanzar un mínimo de prestaciones y calidad de las operaciones. La ingeniería básica del relleno controlado, prevé áreas disponibles para las de los CTDF.

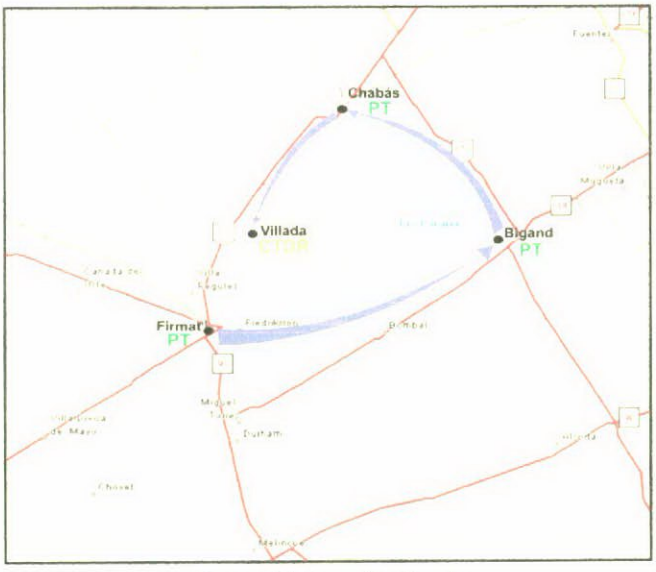
En relación a las instalaciones complementarias, corresponden a aquellas que podrán ser llevadas adelante por los operadores de los rellenos controlados o no, y que dependerán de las condiciones locales de cada región.

9.3 Propuesta para la Microregionalización del SGIRSU

Para realizar esta propuesta se evaluaron dos alternativas:

Alternativa 1: Cada localidad realiza su recolección y lo dispones transitoriamente en una Planta de Transferencia. Con un único recorrido (ver Mapa N° 4.2) de un Camión Compactador se recolecta la totalidad de los residuos de las Plantas de Transferencia y llevarla al CTDF en la localidad de Villada.

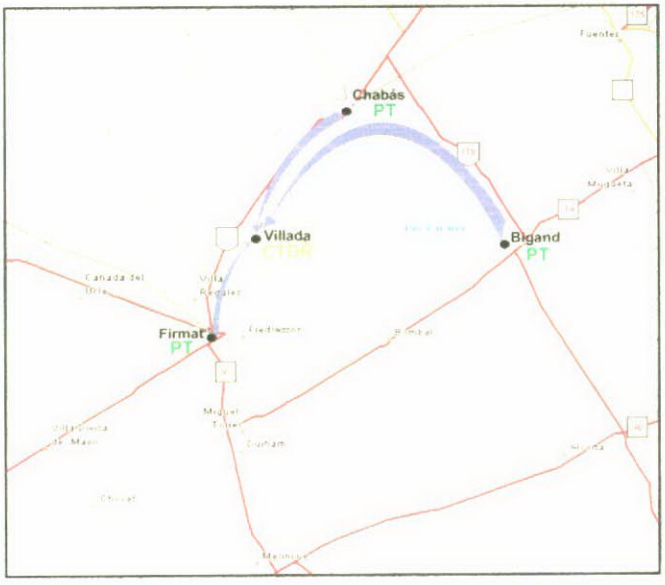
Mapa N° 4. 2 – Ruteo alternativa N° 1



Fuente: Elaboración Propia

Alternativa 2: Cada localidad trasladará sus residuos al punto consolidación para la disposición final regional, según se detalla a continuación

Mapa N° 4. 3 – Ruteo alternativa N° 2



9.3.1. Alternativa 1

En este caso, el sistema propuesto, consiste en que un camión compactador con una capacidad de 55 m^3 realice el recorrido por las localidades involucradas en la microregión y carga la totalidad de los residuos orgánicos en cada Planta de Transferencia.

Este vehículo debe ser aportado y el mantenimiento del mismo afrontado en forma conjunta por las localidades que componen dicha unidad regional o bien ser subcontratado a privados. El punto de consolidación será el Centro de Tratamiento y Disposición final de la localidad de Villada.

Recolección y Transporte

Se propone la compra de un vehículo, amortizable en diez años, la capacidad se determinará considerando la población y la producción de residuos en el año 2.013, de esta manera la sobredimensionamiento de la unidad inicialmente, o la pronta obsolescencia por falta de capacidad del vehículo

Para decidir el tipo de vehículo a comprar se considera la totalidad de los residuos a recoger por día, con el fin de satisfacer la demanda mediante una unidad que complete la totalidad de la carga.

Cuadro N° 4. 2 - Caracterización de los RSU

Localidad	Habitantes	PPC (kg/hab.)	Cantidad de residuos (kg/día)	Residuos Orgánicos %	Residuos Inorgánicos %	kg /día Residuos Orgánicos	kg /día Residuos Inorgánicos
Firmat	19.132	0,54	10.331,3	30	70	3.099,4	7.231,9
Bigand	5.508	1,23	6.774,8	45	55	3.929,4	2.845,4
Chabás	7.462	0,68	5.074,2	64	36	3.247,5	1.826,7
Villada	1.232	1,115	1.373,7	43	57	590,7	783,0
Totales	**33.334**		**23.554,0**			**10.867,0**	**12.687,0**

Si se considera a la recolección diferenciada como la más adecuada, se plantea que los residuos orgánicos sean recolectados los días lunes, miércoles y viernes. El día lunes es el que acumula mayor cantidad de residuos, porque se recolectan los residuos de tres días (viernes, sábado y domingo), por lo tanto es un parámetro a tener en cuenta para determinar la capacidad que debe tener el vehículo de transporte, en el Cuadro N° 4.3 se detalla la cantidad de residuos que genera la microregión:

Cuadro N° 4. 3 - Cantidad de residuos de la microregión oeste

Localidad	Cantidad de residuos (tn/día)	Cantidad aprox. de RO (tn/día)	Cantidad aprox. de RI (tn/día)
Firmat	10,33	3,10	7,23
Bigand	6,78	3,93	2,86
Chabás	5,07	3,25	1,82
Villada	1,.37	0,59	0,78
Totales	**23,55**	**10,87**	**12,68**

Esto indica que los días lunes se deben recolectar aproximadamente 33 tn de residuos orgánicos. Se propone la compra de un camión compactador de 55 m^3 de capacidad.

Los residuos compactados dentro del camión tienen una densidad de aproximadamente 0,65 tn / m^3, por lo que esta unidad puede llevar por viaje un máximo aproximado de 35,75 tn, lo que indica que la capacidad del mismo es aproximadamente igual a la cantidad de residuos generados en esos tres días. Es decir que la recolección de la totalidad de los residuos orgánicos se puede realizar en 1 (un) viaje, los días lunes, miércoles y viernes.

Asimismo, se realizará un viaje para recoger los inorgánicos, los días martes y jueves, si es que se decide enviarlos parcial o totalmente al Centro de Tratamiento y Disposición Final en la localidad de Villada, las residuos con valor de reventa pueden ser comercializados por cada localidades por separado o bien entregarlos como parte del pago del canon de cada localidad por llevar sus residuos al CTDF.

Este recorrido puede ser realizado con un camión con contenedor cerrado o con un camión con caja volcadora que se utiliza normalmente en la recolección de los residuos no convencionales

Cuadro N° 4. 4 - Cronograma de recorrido

Localidad	Vehículo	Lunes	Miércoles	Viernes	Turno
Firmat	c. comp. 22 m^3	1 (9,3)	1 (3,1)	1 (3,1)	6:30 a 7:30 hs
Bigand	c. comp. 22 m^3	1 (11,79)	1(3,93)	1 (3,93)	8:30 a 9:30 hs
Chabás	c. comp 22 m^3	1 (9,6)	1 (3,2)	1 (3,2)	10:30 a 11:30
Villada	c. comp 22 m^3	1 (1,8)	1 (0,6)	1 (0,6)	12:30 a terminar
Nota: *El número que figura en cada columna corresponde al número de viajes que realiza el vehículo y entre paréntesis la cantidad de residuos que recoge en toneladas.* *c. comp. – camión compactador*					

La recolección se realizará a partir de las 6:30 horas comenzando en Firmat, se continúa en la localidad de Bigand, luego se realiza la recolección en Chabás, finalizando en Villada, donde además se realizará el recorrido interno a fin de completar el servicio a toda la comunidad, descargando lo recolectado en el CTDF de esta última localidad.

Los días martes y jueves se completa el servicio de recolección de los residuos inorgánicos. Al igual que la recolección de los residuos orgánicos, el recorrido comienza en Firmat, se continúa en la localidad de Bigand, luego se realiza la recolección en Chabás, finalizando en Villada, donde además se realizará el recorrido interno, a fin de completar el servicio a toda la comunidad, descargando lo recolectado en el CTDF de esta última localidad.

- **Propuesta de Ruteo**

Se mantiene la propuesta que este estudio realiza para el recorrido en las distintas localidades como fueron determinadas en las alternativas a nivel local.

Como se detalló anteriormente, para los residuos orgánicos e inorgánicos se realiza el mismo ruteo y recorrido, por la localidad.

Cuadro Nº 4. 5 - Km por día/año

Recorrido	Km por día	Total de días a la semana	Km por semana	Km por año
Firmat (recolección) - Bigand	40	5	200	10.600
Bigand (recolección) - Chabás	31	5	155	8.215
Chabás (recolección) -Villada	14	5	70	3.710
Villada (recorrido interno) - CTDF	40	3	120	6.360
TOTAL	**125**		**545**	**28.885**

- **Valor de la Tonelada Recogida**

a) Residuos orgánicos

Unidad operativa: **Camión compactador capacidad 55 m^3**. Los kilómetros recorridos por año, incluido los viajes semanales a cada localidad, para efectuar la recolección y la descarga en la Planta de compostaje y separación de inorgánicos de Villada representan aproximadamente 29.000 km.

Cuadro Nº 4. 6 - Costo por kilómetro

Unidad Operativa	Consumo Combustible ($)	Cambios de Aceite Motor ($)	Mantenimientos Motor ($)	Cambio Cubiertas ($)	Seguros ($)	Amortización ($)	Engrases ($)	Costo Total por Unidad ($)	Km recorridos por año (km)	Costo por Km ($)
	9.280	435	1.000	1.400	1.500	7.500	120	21.235		
Jornal chofer y viáticos								16.000		
Total								**37.235**	**29.000**	**1,28**

Se consideró los siguientes precios:

- Gasoil = 1,6 $/l con un consumo de 5 km/l
- Aceite por cambio (5 l) = 105 $ cada 7.000 km
- Cada cubierta = 350 $ para recorrer 30.000 km
- Amortización 10 % por año
- Sueldo y viático proporcional a las horas y km realizados

Toneladas recogidas por año (con proyección a diez años) = 10,87 tn / día x 365 días / año = **3.967.55 tn / año**

Costo transporte y recolección de los RSU: $ 37.235 / 3.967,55 tn / año = **10,07 $ / tn**

Se sugiere que el camión compactador lo adquieran las localidades integrantes de la micro región o bien la localidad de Villada, en primer lugar porque los vehículos de recolección actual no se adaptan a este sistema, y en segundo lugar, por ser la localidad que por tener el CTDF, y ofrecerlo como servicio a las demás integrantes de la micro región, puede recuperar la inversión. Villada, debe asumir la responsabilidad de efectuar el servicio a las localidades vecinas, y debiendo absorber éstas, el pago de un canon que permita mantener el servicio y recuperar la inversión.

b) Residuos secos o inorgánicos

La propuesta es realizar la recolección con los propios vehículos que tiene cada Comuna, ya sea con camión volcador o acoplado con caja volcadora, como se planteó en la propuesta local. Cada localidad transformará su Planta en una Planta de Transferencia con boxes para el acopio del material y llevará una planilla con la información de los materiales acopiados para su comercialización en forma individual o en conjunto.

Dos (2) veces por semana (martes y jueves), un camión con caja contenedora realizará el recorrido por las localidades de la microregión recogiendo los residuos inorgánicos que fueron depositados en la Planta de Transferencia, en contenedores de 6 m^3, terminando su recorrido en la localidad de Villada. Toneladas recogidas por año (con proyección a diez años) = 12,69 tn / día x 365 días / año = **4.631,85 tn / año**

Costo transporte y recolección de los RSU: $ 37.235 / 4.631,85 tn / año = **8,04 $ / tn**

Se toma como promedio para ambas recolecciones, pensando que la mayor cantidad de viaje es para residuos orgánicos, el valor de **$ 10 por tonelada**

- **Costo de la recolección y transporte por habitante**

El *costo mensual por habitante*, proyectado por habitante y cantidad de residuo y tomando como valor promedio al año 2013, para la recolección y transporte, en caso de implementarse esta alternativa, es el siguiente:

Cuadro N° 4. 7 - Costo por habitante

Localidad	Habitantes	Cantidad de residuos (tn/día)	Cantidad mensual de residuos	Costo total a 10,00 $/tn	Costo por habitante ($)
Firmat	19.132	10,33	309,9	3.099	0,16
Bigand	5.508	6,78	203,4	2.034	0,37
Chabás	7.462	5,07	152,1	1.521	0.20
Villada	1.232	1,.37	41,1	410	0,33
Totales	**33.334**	**23,55**	**706,5**	**7.065**	

- **Costos asociados a la operación de la Planta de Transferencia**

El costo de operación de la Planta de Transferencia esta compuesto por tres aspectos:

⇒ El mantenimiento,
⇒ los servicios requeridos para su funcionamiento (electricidad y agua) y
⇒ el personal encargado de operarla.

Para este último caso, se requirió un solo operario. No son contemplados los costos de amortización, ya que el presente estudio prevé para este caso el financiamiento no reembolsable para las Plantas de Transferencia.

Cuadro N° 4. 8 - Costo de operación de la Planta de Transferencia

Cálculo costo mensual operación de la PT	
Mantenimiento	$ 500,00
Servicios	$ 200,00
Operario (1) uno	$ 800,00
Total	**$ 1.500,00**

Asumiendo que las Plantas de Transferencia tendrán aproximadamente los mismos costos operativos, el costo total para la operación asciende a $ 1.500,00. El costo total para la Alternativa 1 es el siguiente:

***Cuadro N° 4. 9** - Costo total mensual para la Alternativa 1*

Localidad	Población	Participación poblacional (%)	Costo total mensual transporte al RC ($)	Costo mensual disposición final ($)	Costo total mensual gestión RSU ($)	Costo total mensual por habitante ($)
Firmat	19.132	57,39	4.054,60	860,85	4.915,45	0,26
Bigand	5.508	16,52	1.167,14	247,80	1.414,94	0,26
Chabás	7.462	22,39	1.581,85	335,85	1.917,70	0,26
Villada	1.232	3,70	261,41	55.50	316,91	0,26
Totales	**33.334**		**7.065**	**1.500**		

9.3.2. Alternativa 2

Cada localidad deberá transportar por propia cuenta los residuos (orgánicos e inorgánicos) generados hasta el punto de disposición final, y encarar la comercialización/industrialización en forma conjunta, en este caso, en la Comuna de Villada.

En el Cuadro N° 4.10 se muestran las poblaciones que participan en la microregión y las toneladas generadas en cada una de ellas, considerando que el 30 % de los orgánicos y el 35 % de los inorgánicos serán transportados al relleno controlado y el resto para compostaje y reciclado.

Cuadro N° 4. 10 - Toneladas de residuos a relleno y a Planta de Tratamiento

Localidad	Habitantes	tn /día Residuos Orgánicos	tn /día Residuos Inorgánicos	tn/día de RO destinado al RC	tn/día de RI destinado al RC
Firmat	19.132	3,10	7,23	0,93	2,53
Bigand	5.508	3,93	2,86	1,18	1,00
Chabás	7.462	3,25	1,82	0,98	0,64
Villada	1.232	0,59	0,78	0,18	0,27
Totales	**33.334**	**10,87**	**12,68**	**3,27**	**4,44**

El costo/kilómetro de los viajes al Centro de Tratamiento y Disposición Final (CTDF) surge del análisis realizado sobre la base de un camión compactador de 55 m^3 de capacidad, una velocidad promedio de 50 km/h, y un costo capital (camión compactador) estimado en 75.000 $, lo que determina un costo promedio de 1,28 $/km (ver Cuadro N° 4.6), donde incluye combustible, mantenimiento, jornal, viáticos etc.

Si se analiza el costo del transporte que debe afrontar cada localidad para llevar sus residuos a la localidad de Villada, para la Alternativa 2, y considerando que el costo promedio es de 1,28 $/km, se puede determinar el costo por viaje, según se detalla el Cuadro N° 4.11

Cuadro N° 4. 11 - Costo por viaje

Localidad	Población	km al CTDF	km de ida/vuelta	**Costo por viaje ($)**
Firmat	19.132	12	24	**30,72**
Bigand	5.508	45	90	**115,2**
Chabás	7.462	14	28	**35,84**
Villada	1.232	2	4	**5,12**

Costos de los recorridos

El costo total mensual que le corresponde a cada Comuna/ Municipio, por el traslado de los residuos al CTDF y asumiendo que las Plantas de Transferencia tendrán aproximadamente los mismos costos operativos, el costo total para la operación asciende a $ 1.500, se conforma de la siguiente manera:

Cuadro N° 4. 12 - Costos de los recorridos

	Costo por viaje ($)	N° de viaje por semana	Costo semanal ($)	Costo mensual ($) (4,5 s/mes)
Recorrido 1(Firmat-CTDF)	**30,72**	5	153,60	691,20
Recorrido 2 (Bigand-CTDF)	**115,2**	5	576,00	2.592,00
Recorrido 3(Chabás-CTDF)	**35,84**	5	179,20	806,4
Recorrido 4 (Villada-CTDF)	**5,12**	2	10,24	46,08
Totales			**919,04**	**4.135,68**

Si se suman los costos de transporte de los recorridos de cada zona y el de las Plantas de Transferencia al Relleno Controlado de la localidad de Villada, se obtiene los costos totales que se describen en el Cuadro N° 4.13

Cuadro N° 4. 13 - Costos totales

Localidad	Habitantes	Costo por recorrido ($)	Costo de la PT ($)	Costo total por mes ($)	Costo por habitante ($)
Firmat	19.132	691,20	860,85	1.552,15	0,08
Bigand	5.508	2.592,00	247,80	2.839,80	0,52
Chabás	7.462	806,4	335,85	1.142,25	0,15
Villada	1.232	46,08	0	46,08	0,04

- **Costo de la disposición final de los residuos**

Las instalaciones para la disposición final de los residuos, que consisten en las obras civiles del relleno controlado (RC), tales como oficinas, balanzas, cercos perimetrales, módulos de disposición, etc., serán las propuestas en la alternativa de gestión local. La construcción del módulo cubrirá, por el termino de un año, la demanda de servicio de la región.

La operación del relleno deberá ser realizada por la localidad de Villada, o por el consorcio en caso de estar conformado, o bien por un operador privado. El costo que demande la construcción de los módulos para la operación de los restantes años, deberá ser solventado proporcionalmente por las Comunas/Municipalidades que integran la microregión de acuerdo a las toneladas a disponer.

Cuadro N° 4. 14 – Cantidad de residuos destinados al RC

Localidad	Habitantes	tn/día de RO destinado al RC	tn/día de RI destinado al RC	tn/día de residuos destinado al RC
Firmat	19.132	0,93	2,53	3,46
Bigand	5.508	1,18	1,00	2,18
Chabás	7.462	0,98	0,64	1,62
Villada	1.232	0,18	0,27	0,45
Totales	**33.334**	**3,27**	**4,44**	**7,71**

Asimismo, todos los gastos que no estén directamente relacionados con las construcciones del RC, así como la provisión de los servicios requeridos para llevar adelante la normal operación del RC, serán solventados por las Comunas/ Municipalidades, ya sea a través de la Administraciones locales o de un operador.

El costo de operación y amortización de gasto de infraestructura (generalmente llamado canon, para el primer año asciende a la suma de $ 20 / tonelada dispuesta, valor considerado promedio de acuerdo a los relevamientos realizados por el grupo de trabajo. Estos costos no incluyen beneficio alguno por parte del Consorcio. En caso de que éste sea operado por un privado, deberá considerarse un incremento de al menos un 12 % respecto del primer año. En el Cuadro N° 4-15 se presenta el costo de disposición final del sistema.

Cuadro N° 4. 15 - Costo de disposición final de residuos

Localidades	tn diarias	tn mensuales a RC	Costo por tn ($)	Costo mensual total ($)
Firmat	3,46	103,80	20	2.076
Bigand	2,18	65,40	20	1.308
Chabás	1,62	48,60	20	972
Villada	0,45	13,5	20	270

Al igual que los aspectos anteriores, el costo total de la disposición de los residuos generados en la región se imputó proporcionalmente a cada localidad en función de su participación porcentual respecto del total de la región.

Conclusión. Costos totales del sistema de gestión

El costo total del sistema de gestión de residuos sólidos urbanos para cada localidad se presenta en el Cuadro N° 4.16. Se ha estimado un costo total mensual del Sistema de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos de $ 10.206,28 de los cuales $ 5.580,28 (54,7 %) corresponden a costos de transporte y mantenimiento de la Planta de Transferencia, y $ 4.626 (45,3 %), a costos de disposición final.

Cuadro N° 4. 16 - Costos totales mensuales del sistema de gestión de RSU

Localidad	Población	Costo total mensual transporte al RC y PT ($)	Costo mensual disposición final ($)	Costo total mensual gestión RSU ($)	Costo total mensual por habitante ($)
Firmat	19.132	1.552,15	2.076	3.628,15	0,19
Bigand	5.508	2.839,80	1.308	4.147,80	0,75
Chabás	7.462	1.142,25	972	2.114,25	0,28
Villada	1.232	46,08	270	316,08	0,26
Totales	**33.334**	**5.580,28**	**4.626**	**10.206,28**	

En la comparativa de costos, surge que el costo mensual proporcional por habitante para las localidades dentro de los recorridos planteados, es distinto en todas las localidades que transportan sus residuos al CTDF de Villada. No obstante, las poblaciones más distantes al Relleno Controlado, deberán ser subsidiadas por aquellas que se ven beneficiadas por la proximidad a los puntos de consolidación, como se puede visualizar en el Cuadro N° 4.17

Cuadro N° 4. 17 - Comparativa de costo mensual entre localidades

Localidad	Población	Participación poblacional (%)	Costo mensual proporcional ($)	Costo total mensual por habitante ($)
Firmat	19.132	57,39	5.857,38	0,31
Bigand	5.508	16,52	1.686,08	0,31
Chabás	7.462	22,39	2.285,19	0,31
Villada	1.232	3,70	377,63	0,31
Totales	**33,334**		**10.206,28**	

A este costo se debe sumar el que produce por la recolección diferenciada, planes de comunicación, difusión, etc. en cada localidad.

9.3.3. Análisis del costo de recolección, barrido y transporte con regionalización.

Del análisis de regionalización, podemos en primer lugar, distinguir entre las dos alternativas propuestas, la primera de ellas donde un camión compactador recorre cada una de las localidades, recolecta los RS y los lleva a Villada que es el CTDF y la segunda donde cada localidad, mediante la utilización de sus propios vehículos recoge sus RS y los lleva a la localidad de Villada.

En la primera alternativa podemos inferir, que salvo el caso de Villada, contemplando que sería el que compre el vehículo para realizar el recorrido total, se le asigna a su costo de Planta de Tratamiento y Disposición total de la región la amortización mensual del vehículo, al resto de las localidades no le convendría la propuesta de regionalización, ya que sus costos se incrementan, como se demuestra en los siguientes cuadros.

Esto se puede analizar debido a que son las localidades con mayor cantidad de habitantes y de mayor cantidad de residuos, resulta de esta ecuación un mayor costo por habitante como consecuencia de la comercialización de los mismos de la localidad receptora y por el pago del canon para su disposición.

Cuadro N° 4. 18 - Costo recolección, barrido y transporte con regionalización

ALTERNATIVA 1: Un camión compactador recorre todas as localidades.

Localidad	Habitantes	Tn/Mens. RSU	Costo Barrido Y Limpieza	Planta De Trat/Transferencia	Canon	Costo Km	Total Costo	Recupero(*)	Cobro Canon	Tot. Costo Reg.	Costo X Habit
FIRMAT	18708	231,504	$ 77.255,03	$ 3.200,00	$ 4.630,08	$ 3.099,00	$ 88.184,11			$ 88.184,11	$ 4,71
BIGAND	5288	156,096	$ 30.993,70	$ 2.300,00	$ 3.121,92	$ 2.034,00	$ 38.449,62			$ 38.449,62	$ 7,27
CHABAS	7354	120,024	$ 43.133,20	$ 2.300,00	$ 2.400,48	$ 1.521,00	$ 49.354,68			$ 49.354,68	$ 6,71
VILLADA	1281	11,424	$ 2.832,70	$ 29.450,00		$ 910,00	$ 33.192,70	$ 68.840,62	$ 10.152,48	-$ 45.800,40	-$ 35,75

(*) EL RECUPERO ES LA SUMA DE LA VENTA DE TODOS LOS RESIDUOS ORGANICOS E INORGANICOS DE LAS POBLACIONES

Cuadro N° 4. 19 - Comparación entre el costo s/proyecto - con proyecto y con regionalización – Alternativa 1

Localidad	Costo S/Proyecto	Costo C/Proyecto	Costo Regional.	Costo x hab. S/Proyecto	Costo x hab. C/Proyecto	Costo x hab con Regionalización	Dif erencia Costo C/Proy y Region
FIRMAT	$ 77.255,03	$ 86.906,90	$ 88.184,11	$ 4,13	$ 4,65	$ 4,71	1,45
BIGAND	$ 30.993,70	$ 35.227,12	$ 38.449,62	$ 5,86	$ 6,66	$ 7,27	8,38
CHABAS	$ 43.133,20	$ 42.200,43	$ 49.354,68	$ 5,87	$ 5,74	$ 6,71	14,50
VILLADA	$ 2.832,70	$ 6.645,29	-$ 45.800,40	$ 2,21	$ 5,19	-$ 35,75	114,51

ALTERNATIVA 2: Cada localidad con sus vehículos propios traslada sus Residuos a Villada (CTDF)

Localidad	Habitantes	Tn/Mens. RSU	Costo .Barrido y limpieza	Planta Trat/Transf.	Canon	Costo Km	Total Costo	Recupero(*)	Cobro Canon	Total Costo Regionalización	Costo x Habitante
FIRMAT	18708	231,504	$ 77.255,03	$ 3.200,00	$ 4.630,08	$ 691,20	$ 85.776,31			$ 85.776,31	$ 4,59
BIGAND	5288	156,096	$ 30.993,70	$ 2.300,00	$ 3.121,92	$ 259,20	$ 36.674,82			$ 36.674,82	$ 6,94
CHABAS	7354	120,024	$ 43.133,20	$ 2.300,00	$ 2.400,48	$ 806,40	$ 48.640,08			$ 48.640,08	$ 6,61
VILLADA	1281	11,424	$ 2.832,70	$ 29.450,00		$ 46,08	$ 32.328,78	$ 68.840,62	$ 10.152,48	-$ 46.664,32	-$ 36,43

(*) EL RECUPERO ES LA SUMA DE LA VENTA DE TODOS LOS RESIDUOS ORGANICOS E INORGANICOS DE LAS POBLACIONES

Cuadro N° 4. 20 - Comparación entre el costo s/proyecto - con proyecto y con regionalización – Alternativa 2

Localidad	Costo S/Proyecto	Costo C/Proyecto	Costo Regional.	Costo x hab. S/Proyecto	Costo x hab .C/Proyecto	Costo x hab. con Regionalización	Diferencia costo C/Proy y Region
FIRMAT	$ 77.255,03	$ 86.906,90	$ 85.776,31	$ 4,13	$ 4,65	$ 4,59	-1,32
BIGAND	$ 30.993,70	$ 35.227,12	$ 36.674,82	$ 5,86	$ 6,66	$ 6,94	3,95
CHABAS	$ 43.133,20	$ 42.200,43	$ 48.640,08	$ 5,87	$ 5,74	$ 6,61	13,24
VILLADA	$ 2.832,70	$ 6.645,29	-$ 46.664,32	$ 2,21	$ 5,19	-$ 36,43	114,24

CONSIDERACIONES OPERATIVAS

Se considera que la venta de los residuos la realiza la planta de tratamiento y destino final.

El costo de mantenimiento es el siguiente:

Planta de separación: $ 900

Planta de transferencia: $ 2300

Podemos decir que la diferencia es de $ 1,45 en Firmat; $ 8,38 en el caso de Bigand y al que le resultaría menos conveniente es a Chabas cuya diferencia es de $ 14,50, para el caso ya citado de Villada, por ser la localidad con menor cantidad de habitantes y poder usufructuar la ganancia de la venta de los residuos, y del cobro del canon a las localidades restantes, su ganancia mensual es de $35,75 por hab.

Si realizamos el análisis aplicando la segunda alternativa, ya no solo a Villada le resulta más económico aplicar la regionalización, sino que también a la localidad de Firmat le es conveniente, esto es que dado los km. de distancia el traslado por sus propios vehículos baja el costo de los km. recorridos. No ocurre lo mismo en Bigand y Chabas, en especial la primera, por la distancia a recorrer.

Resumiendo, a **Villada** en el caso de adoptar cualquiera de las dos alternativas, le resultaría muy beneficioso la regionalización, ya que es la localidad más pequeña y se beneficiaría con el canon y la venta de los residuos. A la localidad de **Firmat**, le convendría aplicar la regionalización en el caso de optar por la alternativa de recolectar y llevar los RSU, con sus propios vehículos al CTDF, ya que el costo de disponer y mantener su propia planta de tratamiento le es más oneroso. En el caso de **Bigand y Chabás** no les resulta conveniente la aplicación de la regionalización, pero sí, la de aplicar localmente el tratamiento de sus RSD.

9.3.4. Análisis comparativo de las distintas alternativas de recolección, transporte y tratamiento de los RSD.

El primer análisis que efectuaremos es el de comparar el costo total que incurren las distintas localidades con el costo de aplicar el proyecto de tratamiento y disposición local (Cuadro N° 4.23 en la página N° 456). Del mismo surge que en la mayoría de las localidades con mayor cantidad de habitantes y por ende cantidad de toneladas de residuos domiciliarios, le es más conveniente aplicar el tratamiento y disposición local. Esto se puede explicar por el hecho de que las mismas ya tienen montadas plantas de tratamiento o de separación, por lo que sus inversiones son menores y por otro lado el recupero por la venta de los residuos orgánicos e inorgánicos compensa el gasto de mantenimiento e inversión de las plantas.

Por el contrario, en las localidades con pocos habitantes, y en algunos casos con tendencia a decrecer, y poca cantidad de residuos, el mantenimiento y la instalación de una Planta de tratamiento y de destino final hace antieconómico la aplicación de un proyecto local.

El segundo análisis que efectuaremos es el de comparar el costo que tendría cada localidad por aplicar un Proyecto de Tratamiento y destino final local y de proceder a aplicar un sistema de tratamiento regional, donde se dividen las localidades por cercanía en kilómetros a una ciudad cabecera donde se procede al tratamiento y destino final.

9.4 Propuesta técnica para la regionalización del Sistema de Gestión de RSU

El esquema propuesto para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos, consiste principalmente en construir un Relleno Controlado Regional (RCR) para toda la región en la localidad de Villada, y transferir a este los residuos generados en las distintas localidades que puedan conformar la regionalización. Se seleccionó la localidad Villada para la ubicación del RCR debido a que es la localidad que posee un predio adecuado a tal fin y a la vez por aceptación e iniciativa del Gobierno local, además de contar que el mismo cumple con las condiciones técnicas y ambientales necesarias.

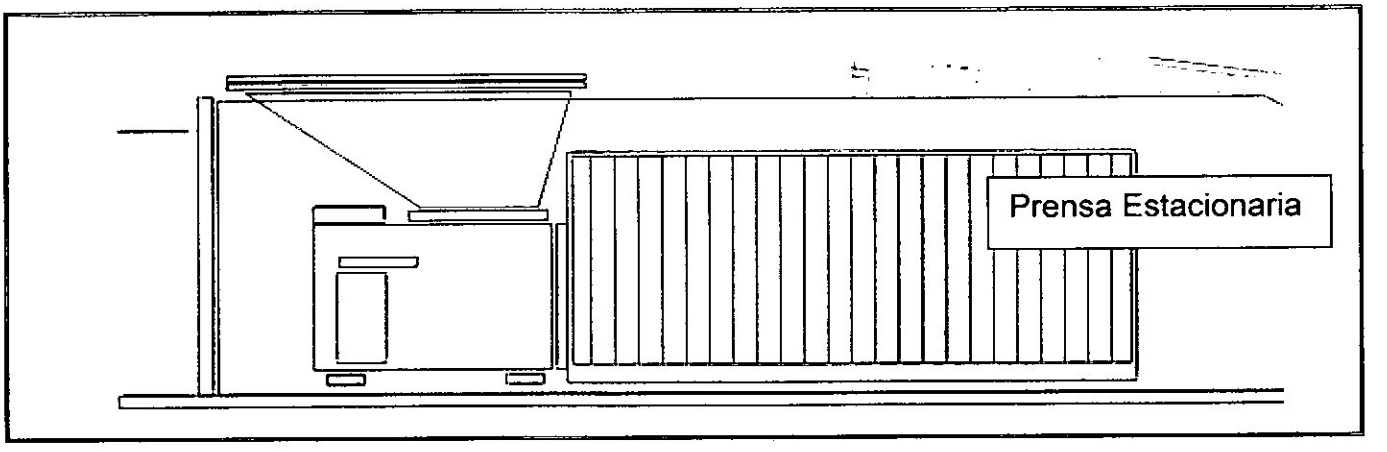
La generación de residuos de toda la región estudiada es de aproximadamente 710 toneladas mensuales. Para optimizar la eficiencia de la transferencia de residuos de las otras localidades hacia el RCR, se propone la construcción de Estaciones de Transferencia en cada una de las localidades que conforman la región, que comprenden puntos de acopio y compactación de residuos para su posterior transporte. Las Estaciones de Transferencia se justifican cuando existe la necesidad de transportar un gran volumen de residuos a grandes distancias.

Se estudió un esquema donde se plantean tres Estaciones de Transferencia (ET) en las localidades de Bigand, Chabás y Firmat, y una serie de recorridos realizados por camiones prensa estándar, con frecuencias diferenciadas y con punto de descarga en el RCR. Cabe destacar que este esquema es una de las alternativas posibles y brinda la posibilidad de analizar la factibilidad del sistema para esta región. La gran mayoría de las localidades donde están localizadas las ET están ubicadas sobre rutas provinciales principales, por lo que supone un transporte seguro y sin congestión significativa de las líneas de carga.

El sistema propuesto consiste en una serie de recorridos realizados por un camión prensa estándar de 55 m^3 de capacidad, a fin de recolectar el residuo remanente de cada uno de estas Planta de Transferencia. El objetivo es que, a partir de la regionalización propuesta se pueda realizar en una mayor región con las mismas características, como unidad de gestión, y a la vez, dejen de funcionar, se eliminen y remedien los respectivos basurales al aire libre, concentrándolo en uno solo predio, localizado en la localidad de Villada.

El camión prensa debe ser aportado al sistema por la localidad de Villada o por un consorcio conformado por las distintas localidades que conforman la región o bien ser subcontratado a privados. Cada localidad de la microregión deberá destinar contenedores de 6 m^3 de capacidad para el depósito transitorio de los residuos que serán transportados al RCR, el camión cargará estos contenedores mediante un dispositivo especial que permite su elevación, o bien, cada ET tendrá una prensa estacionaria (Ver Figura N° 4.5), que cargará a un equipo Roll off de 50 m^3.

Figura N° 4. 5 - Prensa Estacionaria

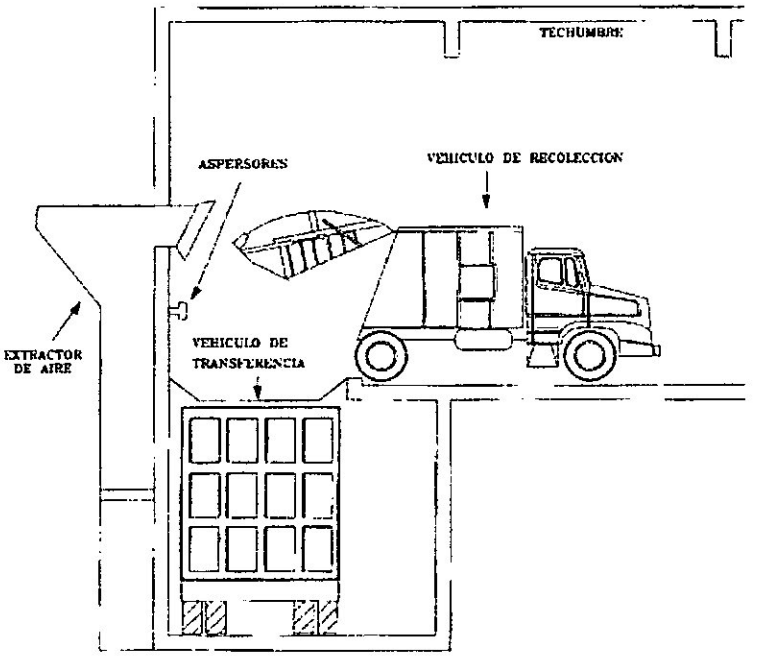


Las localidades recolectaran sus residuos domiciliarios y los depositarán en la Plantas de Transferencia (PT), donde serán comprimidos y transferidos mediante equipos Roll Off con contenedores cerrados de 50 m^3 de capacidad, y transportarlos hasta su disposición final.

9.4.1. Estación de Transferencia

A continuación se detallan las especificaciones Técnicas básicas

Figura N° 4. 6 - Esquema de una Estación de Transferencia



Fuente: Instituto Nacional de Ecología

- **Estación de transferencia tipo con compactadora estacionaria**

- Dársenas de Carga / Descarga con Prensa estacionaria

El área de ocupación puede variar entre los 2.000 y 5.000 metros cuadrados, dependiendo de la combinación de Estación de Transferencia con otras instalaciones básicas, como una Planta de selección de residuos.

El perímetro del predio se encontrará cerrado mediante alambrado tipo olímpico, de 1.80 m como altura mínima

Este tipo de Estación de Transferencia, consta de una dársena de carga, constituida por tabiques de hormigón armado de espesor a determinar por cálculo, con una altura máxima de 4.20 m. Estas pantallas junto a la loza de apoyo de hormigón armado H17, conforman una dársena de carga, donde operan los contenedores cerrados de 28 m^3 de capacidad. Un sistema de Guías insertas en la loza permiten el desplazamiento de la prensa estacionaria, para posicionare y posteriormente anclar el contenedor.

Los camiones recolectores urbanos ascienden al nivel de descarga mediante una rampa, construida con suelos compactados y capa de rodamiento de 0/10. Estos camiones descargan sobre la tolva de recepción de la prensa estacionaria. Por gravedad los residuos caen en la cámara de compresión. Una placa de empuje, accionada hidráulicamente, introduce los residuos en el interior de los contenedores.

Una vez completada la carga de cada contenedor Roll Off, un camión con equipo de izado, carga los contenedores para ser trasladados y descargados en el relleno controlado.

Oficina de administración, control y servicios sanitarios

- Consiste en una estructura cubierta de 40 m^2 cubiertos, con local para el control y administración de la operación de la estación de transferencia.
- Dispone de un local de servicios sanitarios para el personal de la planta.
- Realizada en mampostería común.
- Estructura del techo en madera.
- Aislada y la cubierta es ejecutada en chapa se zinc sinusoidal.
- Las aberturas son chapa.
- Instalación eléctrica, agua, cloacas y gas.

Compactadora estacionaria tipo Roll Off

- Prensa compactadora óleo hidráulica, de 2.5 m^3 de capacidad (residuo suelto cada ciclo), con un rendimiento de 30 tn/h de residuos compactados. Sistema de energía (25+5 HP) y comando completo.
- Totalmente construido en chapa de acero normalizada f24. estructura resistente de perfiles laminados: Piso en esp. 1/4"; Laterales esp. 1/4"; Tapas esp. 1/8"; Vigas sub-chasis, aptas para cargar y transportar el compactador en cargador Roll-Off; Pala

compactadora en espesor 1/4", con refuerzos estructurales de perfiles laminados; todos los conjuntos íntegramente soldados por sistema semiautomático de atmósfera activa.

- Sistema hidráulico: Compuesto por: depósito de aceite hidráulico con visor; filtro magneto-mecánico; bomba hidráulica con engranajes de acero al cromo níquel de 16 cm3/rev. a 1500 r.p.m.; válvula hidráulica de comando bi-direccional con control de sobre presión; cilindros hidráulicos (2) Ø101 mm x 1.000 mm de carrera; conexionado completo con tubos de acero y mangueras SAE 100 R2, Presión de trabajo 130 kg/cm^2
- Sistema eléctrico: Compuesto por: motor eléctrico blindado, 3 x 380 V fusibles de protección; contactor electromagnético guarda motor; conexionado con cables TPR, cable de alimentación doble vaina TPR 4x4 mm con ficha tripolar blindada y conexión a tierra.
- Pintura: Desoxidado y fosfatizado previo al proceso de pintura, antióxido según norma IRAM 1182, y acabado con esmalte sintético (doble aplicación) según norma IRAM 1107, en color blanco.
- Tolva de recepción y carga para los residuos de 20 m3 de capacidad, con cota de recepción de de +5.00 m y cabinado perimetral con techo.
- Dispositivo posicionador para tres contenedores de transferencia sistema Roll Off de 28 m3 de capacidad cada uno; Montado sobre vías carrileras para traslación lateral, energizado por malacate eléctrico y con dispositivos de acople / desacople contenedor / prensa, comando desde puesto de operador.
- Brazos de amarre prensa / contenedor, reforzados.
- Platabandas bastidor porta contenedores, reforzados.
- Montaje, dirección técnica y puesta en marcha de la plata en los lugares a designar, dentro del territorio provincial.
- Planimetría de obra, datos básicos de fuerza motriz, transporte, descarga en obra; posicionado y pintura final.

Galpón planta de Selección de Residuos Urbanos

- Superficie: de 150 m^2 cubiertos
- Pisos: Los pisos del galpón serán de H° A°, con un espesor mínimo de 0.15 m de una resistencia adecuada para soportar el uso para el cual es destinado
- Cerramientos y cubierta: El cerramiento se preverá mediante estructura y chapa de similares características a la construcción de la estructura, los cerramientos laterales se realizaran en chapa de zinc acanalada
- Estructura: será metálica, con pórticos de hierro reticulado. Deberá tener una altura libre en el interior no inferior a los 4.5 m.
- Puertas y portones de acceso: Los portones de acceso, al menos dos, deberán ser corredizos o de batir, debe poseer al menos una puerta de acceso peatonal y ventanas de acuerdo a los fines que es diseñado.

- Instalación eléctrica e iluminación: Deberá contar con dos redes de distribución, de 220V y 380V. El dimensionamiento de secciones, tableros, tomas y llaves, deberá garantizar el perfecto funcionamiento de los servicios normales de este tipo de operaciones. La iluminación se garantizara con artefactos tal que aseguren una correcta visibilidad en toda el área y deberá estar de acuerdo con lo dictado por los organismos de higiene y seguridad en el trabajo

9.4.2. Planta de Clasificación de Residuos - Capacidad: 20 tn/turno

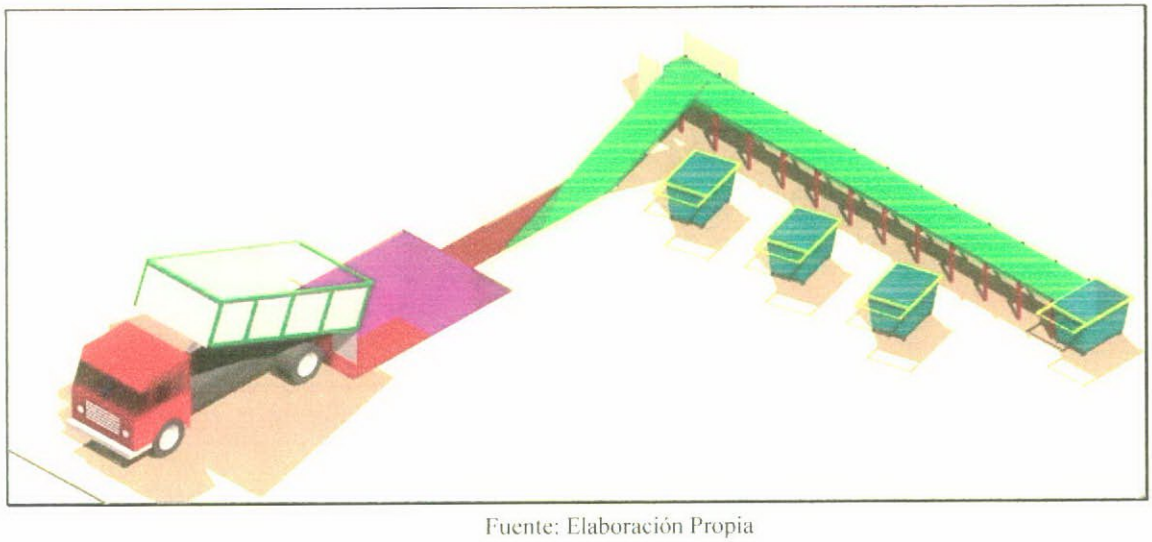
La presente descripción es referida a una planta típica de clasificación de residuos apta para procesar entre 20 y 25 toneladas de residuos sólidos urbanos por turno de trabajo.

Especificaciones Técnicas

Los equipos -especialmente sus partes móviles- están sometidos a servicio extra pesado, tanto por las características del material que movilizan como por la forma de trabajo. Por ello, se ha puesto énfasis en emplear estructuras muy robustas, con perfiles pesados, y caños y chapas gruesas, y sistemas de movimientos sencillos, pero totalmente blindados. Especialmente en la zona de los cabezales se previó amplios espacios de mantenimiento de los transportadores.

Se diseñó un foso de capacidad suficiente para manejar cómodamente los tiempos de carga.

Figura N° 4. 7 - Sistema de descarga



Fuente: Elaboración Propia

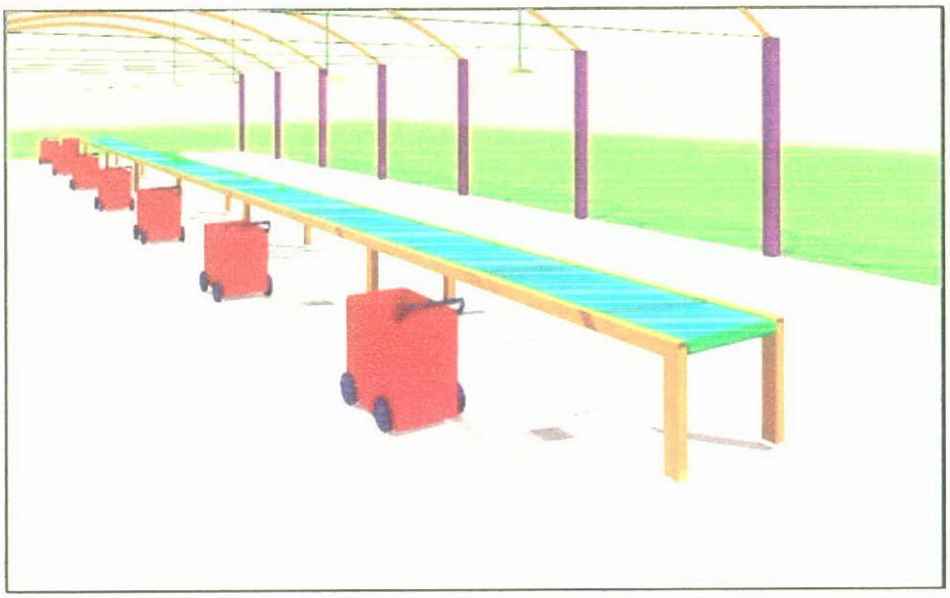
El elevador es un punto crítico, por lo que se prefirió el transportador por banda, que si bien es más costoso, al diseñar un piso totalmente móvil, evita la mayoría de los problemas generados por cargas atípicas que producen bloqueos y enganches.

La combinación del diseño de las paletas de empuje colocadas sobre la banda de la cinta de elevación, los ángulos laterales de la tolva y el ángulo de inclinación de la cinta de elevación

permiten lograr la condición de alimentación autoregulada, permitiendo que las bolsas y bultos recibidos sean extraídos progresivamente y en forma ordenada, aún cuando se trabaje a tolva llena. Esta característica de diseño, representa una enorme ventaja operativa respecto de instalaciones competitivas basadas en sistemas de recepción con tolvas de base horizontal, porque relevan a los operarios y a la pala cargadora del trabajo continuo que debía realizarse en las tolvas horizontales, para lograr un flujo ordenado de materiales hacia la línea de clasificación.

La cinta de clasificación se ha diseñado sobre cama de chapa gruesa enteriza, para garantizar el cierre lateral, el correcto funcionamiento a diferentes cargas de trabajo, y evitar oscilaciones del material que resultan molestas para el personal que realiza la selección. La cinta será apta para su limpieza al concluir cada turno de trabajo, y de buen espesor para resistir el trabajo extra pesado a que será sometido.

Figura N° 4. 8 - Cinta de clasificación



Fuente Elaboración Propia

En todos los transportes se han previsto mandos por reductor. Este tipo de accionamiento posee mayor confiabilidad, mayor duración, y menores gastos de mantenimiento, siendo además más limpio y seguro para los operadores.

Los tambores de mando fueron diseñados teniendo en cuenta la tracción necesaria sobre la banda, con diámetros que aseguran ese objetivo, y utilizando recubrimientos de caucho chevronado en aquellos casos donde se presentan picos de tracción.

Los tambores tensores son de tipo autolimpiante helicoidal. Todos cumplen con el requisito de poseer un diámetro mínimo de 320 mm, ya que los vanos de autolimpieza que se obtienen para diámetros menores, son insuficientes para materiales fibrosos como los presentes habitualmente en los residuos.

Su diseño con continuidad circunferencial permite un apoyo más suave de la banda, y la ausencia de placas laterales posibilita una evacuación sin obstrucciones del material que eventualmente llegue a este sector.

Todas las cintas transportadoras están de acuerdo a las normas CEMA (Conveyors Equipment Manufacturers Association), respetando las indicaciones de la misma en puntos como ancho de rolos y rodillos (que en todos los casos son 3 pulgadas más anchos que la banda utilizada), diseño y posición de rascadores, diseño de los puntos de transferencia, dimensionado de ejes, etc.

Todo el conjunto es lavable utilizando agua a presión de red o hidrolavadoras. Para lograr este cometido se utilizan reductores, motores y rodamientos blindados, y se excluyen específicamente del diseño todo tipo de accionamientos o transportes a cadena.

- Cinta transportadora y tolva de recepción

- Longitud: 6 metros (preparada para descargar en futuro desgarrador de bolsas, y para prolongar hasta alcanzar la altura de la plataforma elevada para cinta de picoteo)
- Ancho de banda: 700 mm. Potencia: 4 CV.
- Reductor montado directamente sobre el eje, transmisión primaria mediante correas, con posibilidad de ajuste de velocidad mediante cambio de poleas.
- Inclinación ajustada para extracción regulada desde la tolva.
- Rodillos de apoyo en tubo de acero, montados sobre rodamientos.
- Barandas laterales con baberos de goma en toda la longitud de la cinta.
- Banda transportadora resistente a desgarramiento y ataque de ácidos grasos de la basura.
- Tolva inferior, preparada para fijar mediante brocas metálicas a la tolva de recepción de hormigón, y bandeja de descarga a cinta de picoteo.
- Variador de velocidad (inverter) electrónico, para regulación del caudal alimentado a la línea.

- Cinta transportadora para clasificación

- Longitud: 12 metros.
- Ancho de banda: 800 mm. Potencia: 3 CV.
- Reductor montado directamente sobre el eje, transmisión primaria mediante correas, posibilitando el ajuste de velocidad mediante cambio de poleas.
- Barandas laterales con baberos de goma en toda la longitud de la cinta.
- Banda transportadora resistente a desgarramiento y ataque de ácidos grasos de la basura.
- Rascador principal recto y de retorno en V.

- Cinta transportadora para carga de contenedores / volcador

- Longitud: 6 metros.

- Ancho de banda: 600 mm. Potencia: 2 CV.
- Motoreductor sinfín-corona montado directamente sobre el eje.
- Barandas laterales con baberos de goma en toda la longitud de la cinta.
- Banda transportadora resistente a desgarramiento y ataque de ácidos grasos.
- Rascador principal recto y de retorno en V.
- Pivot inferior para operación como stacker. con ruedas neumáticas para desplazamiento circunferencial.

- Tablero eléctrico e instalación eléctrica

- Tablero eléctrico (gabinete normalizado) que integra los circuitos de potencia y comando, ubicado en la cabecera de la cinta de picoteo.
- Sistema de enclavamientos lógicos entre equipos, que impide la operación de cualquiera de ellos si se encuentran detenidos los ubicados a continuación.
- Botoneras de comando e indicación luminosa del estado de cada uno de los equipos.
- Sistema de seguridad mediante paradas de emergencia.
- Comando de motores mediante contactores, protección mediante relés térmicos, fusibles y llaves termomagnéticas de acuerdo a la potencia del motor.
- Instalación eléctrica desde el tablero principal a los motores con cables tipo Sintenax. Los cables son protegidos mecánicamente instalándolos dentro de caños de acero.

9.4.3. Conclusión de los costos de la Gestión de RSU de la ET, Transporte y RC

Para analizar el recorrido propuesto, a continuación se presentan las localidades comprendidas en la micro regionalización

Cuadro Nº 4. 21 - Localidades dentro de la zona de influencia del CTDF

Localidad	Población	PPC (kg/hab/día)	tn / día	tn/día de residuos destinado al RC	tn/año de residuos destinado al RC
Firmat	19.132	0,54	10.331,3	3,46	**1.262,90**
Bigand	5.508	1,23	6.774,8	2,18	**797,70**
Chabás	7.462	0,68	5.074,2	1,62	**591,30**
Villada	1.232	1,115	1.373,7	0,45	**164,25**
Totales	**33.334**		**23.554,0**		**2.816,15**

El recorrido propuesto dentro de la microregión fue diseñado teniendo en cuenta la cercanía de las localidades y su ubicación dentro de la trama de rutas provinciales, así como la maximización de la carga de los camiones compactadores.

Las frecuencias propuestas para estos recorridos se presentan en el Cuadro N° 4.22, donde se incluyen las distancias ida y vuelta en kilómetros para cada recorrido. Se plantean frecuencias, de recolección de los residuos remanentes que deben ser transportados al RCR, de 3 (tres) veces por semana para los orgánicos y 2 (dos) veces a la semana para los inorgánicos.

En el siguiente Cuadro se detalla la frecuencia de los recorridos para residuos orgánicos (RS1) y de los residuos inorgánicos (RS2) y la cantidad de kilómetros recorridos según la alternativa 1.

***Cuadro N° 4. 22** - Frecuencia de los recorridos con descarga directa en las ET*

Días de la semana	RS1	RS2
Lunes	**X**	
Martes		**X**
Miércoles	**X**	
Jueves		**X**
Viernes	**X**	
Total de recorrido por día: **125 km**		
Duración aproximada del recorrido: **6:30 hs**		

Por lo tanto el costo por transporte es igual a:

Costo transporte de los RSU al relleno controlado regional por habitante:
$ 37.235 / 3.967,55 tn / año = **10,07 $ / Tn**

Costo transporte de los RSU al relleno controlado regional por habitante:
$ 37.235/ 33.334 habitantes = **1,12 $ / habitante**

- **Costos asociados a la operación de la Estación de Transferencia**

El costo de operación de la Estación de Transferencia, esta compuesto por tres aspectos:

- El mantenimiento,
- Los servicios requeridos para su funcionamiento (electricidad y agua) y
- El personal encargado de operarla.

Para este último caso se consideró un solo operario. No son contemplados los costos de amortización ya que el programa prevé para este caso, el financiamiento no reembolsable de una de las cuatros Estaciones de Transferencia.

Cuadro N° 4. 23 - Costo de operación de cada Estación de Transferencia

Cálculo costo operación de ET	
Mantenimiento	$ 500,00
Servicios	$ 200,00
Operario	$ 800,00
Total	**$ 1.500,00**

Asumiendo que las 3 (tres) Estaciones de Transferencia tendrán aproximadamente los mismos costos operativos, el costo total para la operación de las ET es $ 4.500,00. Siendo el costo por habitante:

Costo por habitante = 4.500,00 $ / 33.334 habitante = **0,14 $/habitante**

Considerando que el costo total para el transporte es 37.235,00 $ por gasto de recorrido y de 4.500,00 $ por costo operativo de las ET, el total es 41.735,00 $, significando un costo por habitante según se detalla en el Cuadro N° 4.24.

Cuadro N° 4. 24 - Costo total del sistema de transporte (recorridos + transferencia)

	Costo recorrido/hab ($)	Costo ET/habitante ($)	Costo /habitante ($) Recorrido + ET
Regionalización	**1,28**	**0,14**	**1,42**

El cálculo de las erogaciones mensuales en cada localidad para solventar el sistema, contempló la distribución del costo total del transporte por la participación porcentual de cada una de estas, respecto al costo por disposición final (Cuadro N° 4.25). Si bien para estas localidades los costos se incrementan. Cabe destacar que en general, para localidades de pocos habitantes, la mayor proporción de costos de transporte recae sobre aquellas localidades más cercanas, las localidades de mayor cantidad de habitantes subsidian a las de menor cantidad.

Cuadro N° 4. 25 - Costo total mensual la DF en el RC para cada localidad

Localidad	Población	Participación poblacional (%)	Costo por Disposición final	Costo por habitante ($)
Firmat	19.132	57,39	2.425,30	0,13
Bigand	5.508	16,52	698,14	0,13
Chabás	7.462	22,39	946,20	0,13
Villada	1.232	3,70	156,36	0,13
Totales	**33,334**		**4.226,00**	

Cuadro N° 4. 26 – Costo total

	Costo /habitante Recorrido + ET($)	Costo / habitante Por DF	Costo total /habitante ($)
Regionalización	**1,42**	**0,13**	**1,55**

El costo mensual por habitante para las localidades dentro del recorrido planteado será el mismo (alrededor de $ 1,55/habitante) ya que íntegramente el costo del sistema de gestión de residuos es absorbido, en forma proporcional, por cada gobierno local que compone la región.

El criterio aplicado en este caso es que las poblaciones más afectadas, por su ubicación distante al Relleno Controlado, deben ser subsidiadas por aquellas que se ven beneficiadas por la proximidad a los puntos de consolidación.

Un último aspecto a considerar, es la distribución de los costos adicionales de la gestión de residuos correspondientes al incremento poblacional durante la temporada de mayor influencia turística, especialmente para las localidades en que se realizan festivales o turismo.

El valor de $ 1,55/habitante fue calculado en base a la distribución del costo total de gestión de residuos sobre el total de la población que lo genera. En general, los costos del sistema de recolección y disposición de residuos son cargados a la población residente a través de las tasas municipales.

10. Acciones complementarias

10.1 Fortalecimiento de la capacidad de gestión municipal.

Teniendo en cuenta las estructuras orgánicas de las distintas Comunas y Municipios que integran el presente proyecto se destaca que las tareas vinculadas al barrido, aseo y limpieza de calles, el mantenimiento de parques, plazas y paseos y el servicio de recolección, transporte y disposición de RSU dependen totalmente de los gobiernos locales.

10.1.1 Propuesta de mejoramiento de la Organización Municipal y Comunal

Puede evaluarse que esta estructura administrativa coincide con la del Municipio de Firmat, localidad más importante en número de habitantes de las que integran el presente proyecto. También se destaca dentro del conjunto de localidades analizadas a la organización de Chabás y Bigand, en donde existe una Planta de Tratamiento de Residuos y están en plena organización y con un proyecto a futuro más que interesante, con el objetivo final de eliminar totalmente los basurales a cielo abierto de estas localidades.

Estas Comunas tienen como particularidad que las decisiones y gestiones las realiza en forma directa la Comisión Comunal, órgano colegiado que gobierna la localidad y es responsable directo de las tareas diarias. Estas comisiones eligen a un Presidente Comunal, quien representa a la comisión, pero las decisiones son tomadas en conjunto, en virtud de lo cual no se cuenta con una descentralización administrativa que permita la atribución de responsabilidades concretas en materia de RSU, se nota un esfuerzo permanente por concretar proyectos que permitan la erradicación de los basurales a cielo abierto y un marcado interés en organizar y encaminar una solución definitiva para el tratamiento de los RSU.

- **Fortalecimiento Institucional**

A partir de la observación de los organigramas administrativos de las Comunas y Municipios se advierte que, salvo los casos que fueron identificados precedentemente como diferenciados del común, a los que igualmente les caben en menor medida las siguientes aseveraciones, todos ellos responden a una estructura tradicional que además ha sido la que ha perdurado en el tiempo desde hace años, sin modificaciones.

Como una constante aparece la deficiencia, cuando no la ausencia, de toda capacitación en los cuadros administrativos en la materia, por lo cual se propone que, sin necesidad de recurrir a mayores erogaciones, se instrumenten planes de formación y capacitación para los responsables de las funciones administrativas y políticas de cada Municipio o Comuna.

Cabe mencionar aquí, que de las entrevistas mantenidas por técnicos y profesionales del Equipo de Trabajo con representantes comunales, surgió muy buena predisposición en lo que respecta a ir avanzando en una política de gestión de residuos, poniendo a disposición toda la estructura municipal o comunal para el logro de una política común en la materia. Se sugiere entonces articular una coordinación horizontal, entre todas las áreas de la estructura orgánica comunal para dicho fin. Esta coordinación horizontal debe sustentarse en capacitación y educación ya que estas actividades facilitan los cambios de hábitos y conductas, promoviendo nuevas actitudes coherentes con el modelo de gestión integral de RSU propuesto.

En tal sentido deben formar parte de la gestión de los residuos no sólo las áreas comunales y municipales directa y tradicionalmente implicadas (barrido, limpieza, recolección, transporte, poda, arbolado urbano, disposición final, etc.) sino además las de economía y finanzas y acción social, debiendo precisarse los roles y funciones que cada una de ellas debe cumplir bajo este nuevo enfoque integral.

La capacitación deberá orientarse entonces, a todos aquellos aspectos inherentes a la instrumentación y sustentabilidad del sistema de gestión propuesto: tipos de recolección, horarios, recorridos, lugares de destino de los materiales diferenciados en domicilio, funcionamiento de las plantas de tratamiento y reciclado, factores que hacen a la higiene y seguridad en el trabajo, vías de transporte para comercialización, aspectos económicos que hacen a la comercialización de los

materiales recuperados, aspectos sociales que hacen a la reinserción laboral de quienes viven y trabajan de los residuos, etc.

Además del trabajo intrainstitucional (intra-municipal o comunal) deberán formalizarse instancias de coordinación que viabilicen y garanticen la efectiva y real implementación del nuevo sistema de gestión de los RSU. La gestión de los residuos deberá comprometer mediante acciones de capacitación y concientización al resto de los actores sociales locales.

Además de las acciones propuestas en el Programa de Comunicación y Educación se sugiere la creación de un Consejo Asesor o Consultivo con participación de representantes de las fuerzas vivas de cada localidad (vecinales, ONG´s, entidades empresarias, sector industrial y de la salud, jefe departamental de educación y directivos de escuelas, etc.). Dicha instancia de representación ampliada permitirá coordinar las acciones propuestas en el Proyecto, mejorando las condiciones y tiempos de su instrumentación.

- **Antecedentes de acciones conjuntas entre Municipios**

En lo que respecta a las experiencias de asociaciones intermunicipales no hay antecedentes conocidos en la Provincia de Santa Fe, solo existe la experiencia creada por Ley Provincial N° 11.717, de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, que organiza el Consejo Provincial de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Santa Fe (COPROMA), que es un órgano asesor consultivo de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia y constituye un espacio de participación reflexiva y multisectorial, integrado en forma honoraria por representantes del estado provincial, representantes de los gobiernos municipales y comunales, según la competencia territorial de los asuntos a tratarse, que está dividido en dos zonas –norte y sur- y que en la actualidad está integrado por :

-Zona Norte.

- Titulares por los Municipios: Representantes de las ciudades de Santa Fe, Esperanza y Reconquista.
- Suplentes por los Municipios: Representantes de las ciudades de Rafaela, San Carlos Centro y Vera.
- Titulares por las Comunas: Representantes de las Comunas de Villa Minetti, San Genaro.
- Suplentes por las Comunas: Representantes de las Comunas de Intiyaco, Felicia.

-Zona Sur.

- Titulares por los Municipios: Representantes de las ciudades de Rosario, Venado Tuerto, y San Lorenzo.
- Suplentes por los Municipios: Representantes de las ciudades de Villa Constitución, Las Parejas y Casilda.

- Titulares por las Comunas: Representantes de las Comunas de Alvear, Alcorta
- Suplentes por las Comunas: Representantes de las localidades de Santa Isabel, Salto Grande.

No existe en la Provincia de Santa Fe, antecedentes de trabajo en micro región de RSU integradas por municipios y comunas del lugar, como si lo tiene la Provincia de Entre Ríos, en el GRUPO INTERMUNICIPAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS, constituido mediante acta del 4 de septiembre de 1.998, al cual adhirieron los Municipios de María Grande, Federal, Ramírez, Crespo, Viale, Villa Urquiza, Diamante y Federación.

En este sentido, se sugiere la conformación de un grupo de trabajo para permitir acciones de capacitación en talleres de trabajo concretos donde exista una propuesta conjunta para la obtención de nuevos recursos en materia de tratamiento y/o comercialización de residuos, donde se intercambien experiencias positivas y negativas que sirvan para mejorar el sistema de trabajo y permitan desarrollar acciones comunes dentro de una Microregión

Para ello y partiendo de reconocer la individualidad de los Entes Comunales o Municipales, deberían celebrarse los acuerdos necesarios que establezcan las condiciones en que se ejecutarán las actividades, con indicación de los aportes a realizar por cada uno de ellos y la forma de distribución de los beneficios.

10.1.2 Propuesta de mejoramiento de la Normativa Vigente

- **Normas referidas a la recolección, transporte y disposición de RSU**

En la caracterización de cada localidad se presenta el detalle de las ordenanzas vigentes en la actualidad vinculadas con la gestión de los RSU.

A los efectos de mantener una legislación uniforme entre todos los entes municipales y comunales que integran el presente proyecto, seria de suma importancia unificar la legislación vigente en base a un modelo común. Se propone el dictado de una ordenanza que recepte las características de la propuesta de gestión integral de RSU, con el siguiente texto:

- **Ordenanza que aprueba un modelo de gestión integral de RSU**

VISTO:

- La Constitución Nacional en sus artículos 5, 123, siguientes y concordantes;
- La Constitución de la Provincia de Santa Fe, en sus artículos 106, siguientes y concordantes;
- La Ley Nacional N° 25.916, sancionada en fecha cuatro de agosto de dos mil cuatro y promulgada parcialmente el 3 de Septiembre de 2.004, sobre Gestión de Residuos Domiciliarios;

- La Ley Provincial N° 2.756, orgánica de Municipios de la Provincia de Santa Fe, en su artículo 45 inc. D y concordantes;
- La Ley Provincial N° 2.439, orgánica de Comunas de la Provincia de Santa Fe, en su artículo 45 y concordantes;
- La Ley Provincial N° 11.717, de medio ambiente y desarrollo sustentable, sancionada en fecha dieciocho de noviembre de mil novecientos noventa y nueve sobre los principios rectores para preservar, conservar, mejorar y recuperar el medio ambiente, los recursos naturales y la calidad de vida de la población;
- La Ley Provincial N° 11.872, modificatoria del Artículo 1 de la Ley N° 10.867, sobre desmalezamiento de banquinas por medio de fuego donde se prohíbe expresamente la instalación de depósitos de residuos de cualquier tipo, a cielo abierto y sin tratamiento adecuado;
- La Resolución 128/04 de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia de Santa Fe que determina las normas técnicas para 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; y

CONSIDERANDO

-Que una de las problemáticas más difíciles de resolver para favorecer un medio ambiente sano y mejorar la calidad de vida de las personas es la de la basura;
- Que las leyes y resoluciones de visto, establecen los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios y las normas técnicas para una correcta disposición de ellos;
- Que no existe una normativa específica que regule la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos de nuestra localidad y resulta imperioso establecer un modelo de gestión integral de los RSU para el Municipio o Comuna;
- Que para solucionar el problema de la basura existen dos premisas básicas: por un lado fomentar la disminución de la generación de desperdicios domiciliarios, reutilizando lo que podemos, favoreciendo el consumo de productos cuyos envases sean retornables; y por el otro, reciclándolos una vez recolectados, lo que eliminaría el basurero a cielo abierto;
- Que la actual forma de manejo y disposición final de los residuos domiciliarios en basural a cielo abierto produce contaminación superficial, proliferación de alimañas, perros vagabundos, emisión de humos, malos olores, propagación de enfermedades, reciclaje indigno y antieconómico;
- Que el presente modelo de gestión integral tiende a brindar una solución eficaz y eficiente a la problemática de la basura en el Municipio o Comuna, tanto desde el punto de vista técnico como económico;
- Que la instrumentación del nuevo sistema de gestión de RSU deberá ir acompañado de programas de concientización ambiental de la población y capacitación del personal municipal responsable del servicio;
- Que los efectos mediatos deseables son la creación de nuevas fuentes de trabajo y una toma de conciencia ambiental y sanitaria de la población;

Por ello

EL HONORABLE CONCEJO DELIBERANTE DE LA MUNICIPALIDAD o LA COMISION COMUNAL sanciona la presente

ORDENANZA:

Artículo 1°.- Adoptase para el Municipio o Comuna, dentro del sistema de manejo de residuos sólidos urbanos, la recolección diferenciada con separación en origen de las partes orgánicas e inorgánicas. Los desechos orgánicos se compostarán y los inorgánicos se seleccionarán para su posterior reciclaje.

Artículo 2°.- El presente sistema de manejo de RSU es de orden público y obligatorio para todos los habitantes.

Artículo 3°.- Los habitantes quedarán obligados a separar sus residuos domiciliarios en ORGÁNICOS e INORGÁNICOS, debiendo los mismos ser depositados en bolsas separadas.

Artículo 4°.- Entiéndase por residuos sólidos domiciliarios ORGÁNICOS los siguientes: restos de verduras, frutas, carne, huesos, pan, cáscaras de huevo, servilletas de papel, restos de café, te, queso, cueros, plumas, aserrín, cenizas de leña, suelas de alpargatas, flores, ramas, cortezas de árboles.

Artículo 5°.- Entiéndase por residuos sólidos domiciliarios INORGÁNICOS los siguientes: papel, cartón, trapos, latas, plásticos, vidrios, metales, virutas de hierro, medicamentos, pilas, pinturas y solventes.

Artículo 6°.- Los restos de atención médica, vendajes, jeringas, aguas, material médico descartable, algodón, tampones, toallas femeninas, pañales domiciliarios se denomina biopatogénicos y NO FORMAN parte de los desechos orgánicos compostables ni de los inorgánicos reciclables.

Artículo 7°.- Los residuos se colocarán en bolsas de distintos colores a resolver por la reglamentación posterior de la presente ordenanza.

Artículo 8°.- La recolección de los residuos orgánicos se realizará en días y horarios distintos de la recolección de residuos inorgánicos, los que serán determinados por la reglamentación posterior de la presente ordenanza.

Artículo 9°.- Para los elementos de mayor tamaño se colocarán contenedores en lugares visibles con la identificación del tipo de residuo: botellas, plásticos, metales, los que serán retirados por el servicio de recolección.

Artículo 10°.- El incumplimiento de lo prescripto en la presente Ordenanza por parte de cualquier vecino, dará derecho al Municipio ó Comuna a aplicar los apercibimientos y sanciones que se determinen por resolución o decreto reglamentario respectivo.

Artículo 14°:- Por vía reglamentaria se establecerán incentivos para los vecinos que participen de los programas de disposición voluntaria en la planta de tratamiento.

Artículo 15°.- El Departamento Ejecutivo Municipal o Comisión Comunal instrumentará una campaña de difusión masiva de la presente Ordenanza y organizará programas de concientización y educación ambientales de la población y de capacitación de los cuadros administrativos responsables del servicio.

Artículo 16°.- El Departamento Ejecutivo Municipal, previa intervención de la Secretaría de Gobierno, Hacienda, Obras y Servicios Públicos reglamentará la presente Ordenanza.

Artículo 17°.- Autorizase al D.E.M. (en Comunas al Presidente del cuerpo colegiado) a trabajar en una propuesta de regionalización y disposición conjunta de R.S.U. y a elevarlo a este cuerpo para su estudio, análisis y puesta en funcionamiento.

Artículo 18°.- De forma.

10.1.3. Estructura para la creación de micro-regiones para el tratamiento y DF conjunta de los R.S.U.

En su aspecto legal, la concreción de la propuesta de recolección conjunta de los materiales orgánicos y su posterior traslado a la localidad donde se realizará la disposición final, en micro – regiones, que como alternativa piloto se elabora en el presente informe, deberá realizarse a través de un convenio entre los Municipios o Comunas involucrados, que contemple los siguientes presupuestos básicos:

- Ubicación de contenedores clasificadores en sectores públicos (plazas, escuelas, clubes, playas, centro turístico).
- Disposición diferenciada (orgánicos e inorgánicos) en origen: la basura debe ser sacada por los vecinos como máximo una hora antes del paso del camión recolector, en una zona de la vereda especialmente acondicionada para tal fin.
- Recolección selectiva: los Municipios o Comunas deberán dictar normas uniformes en cuanto al régimen para choferes del camión recolector.
- Recolección separada de los residuos especiales.
- Microvertederos: se establecerán sanciones para quienes vuelquen la basura en lugares no aptos para ello y se incentivará a quienes usen sectores de depósito voluntario.

- Localización única de un sitio para disposición final de RSU en las localidades dispuestas como Centro de Tratamiento y Disposición Final.
- Las localidades serán consideradas Estaciones de Transferencia Regional cuando se materialice la propuesta de regionalización de RSU.

10.2. Modelo de convenio intermunicipal y comunal para la creación de la microregión para el tratamiento y disposición de los R.S.U.

CONVENIO
PARA LA CONFORMACIÓN DE
DE LA MICROREGION PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS
DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Los Intendentes de los Municipios de Firmat y los Presidentes Comunales de las Comunas de Chabás, Bigand y Villada, en pleno ejercicio de sus competencias y las de sus respectivas jurisdicciones;

Reconociendo que la problemática de los residuos urbanos constituye un desafío común para los Municipios y Comunas de la región, la cual debe abordarse solidaria y cooperativamente mediante la negociación y concertación;

Reconociendo asimismo los beneficios que, en materia ambiental, genera la solución conjunta y/o coordinada de las problemáticas planteadas;

Considerando que el presente Acuerdo implicará una solución estratégica para la disposición final de los residuos sólidos urbanos, en el marco de la gestión integral de los mismos, la cual constituye una prioridad para toda la región;

Convencidos que el tratamiento de las cuestiones ambientales sólo resulta posible mediante una amplia participación de la ciudadanía, afín de garantizar su sustentabilidad;

Convienen celebrar el presente Acuerdo para el trabajo conjunto de todas las Municipalidades y Comunas que lo suscriben, cuya misión será a la gestión interinstitucional de la disposición final de los residuos sólidos urbanos;

I. Objeto

El presente Acuerdo tiene por objeto constituir, entre los Municipios de Firmat y los Presidentes Comunales de las Comunas de Chabás, Bigand y Villada, un convenio para la Gestión Intermunicipal e Intercomunal de Residuos Sólidos Urbanos de la Región, todo de conformidad con lo dispuesto por la normativa Nacional, Provincial y Municipal - Comunal aplicable al caso.

II. Alcance territorial

El presente Acuerdo alcanza los territorios de los Municipios y Comunas mencionados en la Cláusula I.

III. Definición de los residuos alcanzados

El presente alcanza a todos los residuos orgánicos e inorgánicos.

IV. Obligaciones de las Partes

De conformidad con los principios ambientales y objetivos reconocidos, como con los compromisos asumidos por los Municipios y Comunas, las partes del presente acuerdo se obligan a:

a) Impulsar las acciones administrativas para la aprobación del presente Convenio por parte de los Concejos Deliberantes y Comisiones Comunales, así como todas aquellas que resulten necesarias para concretar la conformación y funcionamiento de las Micro-regiones para la Gestión Intermunicipal y comunal de Residuos Sólidos Urbanos.

b) Ejecutar en conjunto, a través de las Cabeceras de la Micro-regiones, obras de infraestructura necesarias para la puesta en marcha del Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos: Transporte, Centros de Transferencia y Planta de Disposición Final.

c) Destinar la totalidad de los residuos sólidos urbanos generados en la jurisdicción municipal ó comunal que no hayan sido derivados a sistemas de recuperación, reciclaje u otra gestión alternativa, debidamente autorizada por la autoridad ambiental municipal ó comunal.

d) Establecer la ubicación de contenedores clasificadores en sectores públicos (plazas, escuelas, clubes, playas, centro turístico), según lo aconsejado.

e) Establecer los medios necesarios para que la disposición final de los residuos sea diferenciada (orgánicos e inorgánicos) en origen: la basura debe ser sacada por los vecinos como máximo una hora antes del paso del camión recolector, en una zona de la vereda especialmente acondicionada para tal fin.

f) Dictar normas para la recolección selectiva

g) Dictar normas para la recolección separada de los residuos especiales.

h) Establecer microvertederos, con sanciones para quienes no los usen.

i) Establecer sitios para la disposición final de RSU en las en las localidades dispuestas como Centro de Tratamiento y Disposición Final

V Solución de Conflictos

Para el caso de conflicto entre algunas de las Partes respecto de cualquier materia contemplada en el presente Acuerdo, los Municipios y Comunas comparecientes se comprometen, como medida previa a cualquier acción judicial, a iniciar un proceso de consultas y negociación a fin de lograr la solución del mismo.

VI. Constitución de domicilios legales

A los efectos emergentes del presente Acuerdo, las Partes fijan sus respectivos domicilios legales en donde serán válidas las notificaciones que se cursen en la sede de la Institución municipal o comunal.

VII. Entrada en Vigencia

El presente Convenio será ratificado por los Municipios y Comunas Parte, de conformidad a las disposiciones legales vigentes en cada una sus jurisdicciones, entrando en vigencia a partir de la ratificación por parte de los Concejos Deliberantes y Comisiones Comunales de todos los Municipios y Comunas mencionados en la Cláusula I.

Lugar y Fecha de firma del presente acuerdo.

Si bien las normativas señaladas responden a las propuestas elaboradas en el Proyecto de Gestión Integral de los RSU, queda abierta la posibilidad de que las mismas sean reformuladas o ampliadas, en función de las necesidades del avance del presente proyecto.

10.3. Programa de comunicación y educación ambiental para la micro región

10.3.1. Propuesta general

A la hora de realizar y estudiar la o las propuestas para cada localidad, fue necesaria la realización de trabajos anteriores que permitan lograr una adecuada contextualización del lugar sobre el cual se quiere implementar el nuevo programa de Gestión Integral de los RSU. De este modo, se observa la relación existente –o no- entre la población y su Municipio ó Comuna, como así también la posibilidad de trabajos en conjunto.

Partiendo de la información relevada y del diagnóstico realizado se deduce que no manifiestan una organización habitual que pueda haber perdurado durante años.

Si bien no podemos hablar de una ausencia en lo que refiere a la puesta en marcha de programas de concientización ambiental faltan herramientas e instrumentos para la organización absoluta de los mismos. En este sentido, en las entrevistas realizadas a diferentes ciudadanos (profesionales, docentes, funcionarios, etc.) de las localidades que brindaron la información necesaria, han manifestado una predisposición para la colaboración como puesta en funcionamiento de programas y estrategias de comunicación y educación ambiental en el marco de un sistema de gestión integral de R.S.U. se implemente.

Como primer aspecto para formular una propuesta de trabajo en lo que concerniente a concientización y educación ambiental relacionada con el sistema de gestión integral de lo residuos fue conocer los antecedentes de trabajos de participación ciudadana, educativos y comunicacionales que se hayan realizado o se estén realizando en las diferentes localidades comprendidas en el presente proyecto. Esta situación actual permite emprender el camino hacia la generación de propuestas, que serán las que luego –al implementarse- facilitarán el trabajo en este sentido.

Se pueden diferenciar dos períodos en la participación ciudadana con respecto al manejo de los residuos sólidos urbanos. El primero tiene que ver con lograr una política de trabajo a nivel grupal, donde en conjunto se logre trabajar bajo consignas. Luego vendrá la parte de distribución de roles para trabajar en forma ordenada y agilizar el trabajo. La segunda etapa consiste en la distribución de roles: lograr que cada uno de los ciudadanos entienda la importancia y la urgencia de buscar cambios en el tratamiento de los residuos, favoreciendo a la calidad del medio ambiente.

"La participación social reviste una importancia tal que condiciona el horizonte de planeación de un proyecto, haciendo que éste sea de corto, mediano o largo plazo dependiendo de las características de las manifestaciones sociales".

La educación y sensibilización de la población es un componente que ayuda en hacer segura la colaboración, y es uno de los cimientos más fuertes en donde descansa este esquema de gestión integral que comprende:

- *Reducción en la fuente*: mediante actividades que reducen o eliminan la generación de residuos Ej.: cambios de hábitos de consumo, sustitución de insumos, reducción de volumen, separación domiciliaria, etc.
- *Reciclado*: abarca las actividades que reducen o eliminan la generación de residuos a través de la generación de materiales valiosos Ej.: recuperación de materiales, utilización de residuos como insumos, reutilización de envases, etc.
- *Tratamiento*: cualquier proceso físico, químico o biológico que reduzca el volumen de residuos y/o genere nuevos insumos a partir de los mismos Ej.: producción de compost, generación de biogás, purificación de efluentes.
- Disposición final: ubicación permanente de los residuos en sitios apropiados y seguros. Ej.: rellenos sanitarios, tratamiento de lixiviados, control de gases producto de la fermentación, etc.

Los programas y planes aquí propuestos forman parte de cada una de las etapas del esquema de gestión mencionado. Si bien los objetivos y resultados esperados difieren según la etapa en la que se inserten se considera que todos tienen la misma prioridad e importancia y que no es posible lograr la gestión integral sin la puesta en marcha de todos ellos.

Una correcta gestión de los residuos sólidos urbanos, demanda de manera trascendental, la ejecución de herramientas y modalidades de concientización, educación como así también de comunicación, que lleven a la comprensión real de los problemas y a la propuesta para solucionarlo. Porque sólo así se pueden lograr cambios tanto de hábitos como de actitudes.

En todo trabajo de investigación, y en particular losa vinculado a los residuos es fundamental proponerse distintos objetivos que nos guíen hacia un determinado lugar (lugar entendido como solución). Una vez implementado, es primordial se garantice tanto la continuidad

como así también la sustentabilidad del nuevo sistema de gestión de R.S.U. Esto sólo se logra si se consiguen cambios de hábitos y conductas.

El reciclado se ha constituido en un creciente desafío para que los municipios y comunas establezcan políticas de manejo integral de los residuos domiciliarios, cambiando la perspectiva tradicional de manejo de ellos, en cuanto a análisis económico, ambiental y social.

La posibilidad de disminuir los volúmenes de residuos a disponer en los rellenos sanitarios, no sólo radica en los beneficios económicos que puede traer al municipio/comuna la disminución del gasto en recolección, transporte y disposición final, sino que a través de la generación de empleo, incorpora el valor agregado de una visión moderna de la gestión local, donde los aspectos ambientales, se enmarcan en el contexto de una política social-sanitaria de desarrollo sustentable y la generación de residuos se convierte en uno de los principales indicadores de gestión ambiental local.

Una de las principales metas de de este trabajo es disminuir al máximo los residuos generados, para que dentro de no muchos años lleguemos a disponer en tierra sólo de los residuos inertes.

Esto permitirá disminuir los volúmenes de residuos transportados a los rellenos sanitarios, generar un ahorro directo por costos de recolección al municipio/comuna y de este modo disminuir los derechos de aseo cobrados a los habitantes de las distintas localidades, también permitirá contribuir la incorporación de éste material a la cadena de producción con el consiguiente ahorro de recursos y energía.

En una segunda etapa el municipio/comuna podrá diversificar los materiales recuperados, siendo muy importante poder diseñar un programa de manejo de la materia orgánica, que pese a su disminución progresiva en los últimos años, aún sigue siendo el principal componente de las basuras, tanto a nivel municipio/comuna como así también país.

La componente orgánica de los residuos, sin lugar a dudas, es la más compleja de enfrentar pero es a la vez la que presenta una mayor cantidad de beneficios, disminución de volúmenes a recolectar, reutilización en mejoramiento de áreas verdes y arborización, generación de empleo.

Es por ello que la visión de manejo integrado no puede enmarcarse exclusivamente en el ámbito de la gestión técnica de manejo de los residuos, si no que debe traspasar al ámbito de lo social y lo cultural, a los aspectos de consumo y de conducta. La importancia de esta propuesta radica en entender el proceso de generación de la basura en el ámbito cultural y económico el cual determinará los resultados esperados.

10.3.2. Propuesta para la recuperación de materia orgánica en los establecimientos educacionales

Los establecimientos educacionales, en si no son grandes generadores de residuos orgánicos. El mayor porcentaje de residuos corresponde a papeles que son generados directamente en las salas de clases, los cuales desde hace algunos años en el mejor de los casos son recuperados y vendidos para financiar actividades escolares.

La mayor concentración de materia orgánica se presenta en los comedores o cocinas centralizadas de algunas escuelas, por ello, es importante caracterizar solamente los desechos provenientes de dicho lugar, ya que pueden constituir un volumen interesante de recuperar.

Además, es en las escuelas donde se han consolidado fuertemente lo que en trabajo ambiental se refiere, formando "grupos ecológicos" en gran cantidad de establecimientos educativos para llamar a la concientización ecológica, con programas de huertas como así también con proyectos varios sobre esta problemática.

Dada la importancia de los establecimientos educacionales como espacios de promoción de iniciativas ambientales, se considera necesario incorporar a las escuelas en un programa de educación ambiental con respecto al Compost, el cual debe ser parte de una iniciativa escolar más amplia de reciclaje.

Los objetivos

- Mejorar el proceso de separación domiciliaria de residuos.
- Promover en niños y en jóvenes un comportamiento responsable y una participación activa en el cuidado del ambiente.
- Establecer un vínculo estrecho entre el Municipio ó Comuna y la comunidad educativa en los temas ambientales –en este caso principalmente en cuanto a RSU.
- Valorizar el trabajo que se realiza en los distintos establecimientos educativos y darlos a conocer a la comunidad.
- Difundir las actividades realizadas desde el Municipio ó Comuna.

La propuesta

La siguiente propuesta se sustenta en la necesidad de que ante cualquier cambio de conducta que se intente implementar a nivel social, se debe desarrollar un proceso de educación y sensibilización, que permita a la comunidad adquirir nuevos hábitos en torno al cuidado del medio ambiente y en especial en este caso en la disminución de volúmenes de residuos generados a nivel comunal.

En uno de los sectores de la sociedad que mayor impacto se logra con estas medidas es a nivel escolar, en donde se concentra un importante porcentaje de habitantes de la comunidad (alumnos y padres o tutores) que pueden transformarse en agentes multiplicadores, realizando acciones ejemplarizadoras que permitan motivar a otros miembros de la comunidad.

Considerando lo anterior, se propone desarrollar una iniciativa de compostaje a nivel de establecimientos educativos de las distintas localidades, orientado a crear hábitos de separación de los residuos orgánicos y a la vez implementar iniciativas de compostificación que se complementen con el programa de comunal de manejo de residuos sólidos.

Puede implementarse, por ejemplo, un sistema de compostación que incorpore dos técnicas; compost en tierra y lumbricultura (como en la ciudad de Esperanza). La utilización de una u otra técnica estará condicionada a las características de espacio de los colegios y a la disponibilidad y composición de los residuos orgánicos existentes.

Enseñar técnicas de compostación y promover hábitos y conductas ambientales que permitan contribuir a la construcción de localidades saludables. Porque la salud de las personas está directamente relacionada con la salud del medio ambiente, y además, al existir menores factores de riesgo ambiental, tales como microbasurales, roedores, contaminación, etc., menor es la posibilidad de existir enfermedades.

10.3.3. Herramientas de difusión y Educación

Para lograr el conocimiento de la comunidad de la ejecución de éste proyecto y del impacto en la zona, así como de la labor educativa se propone los siguientes instrumentos y actividades:

- Se hace necesario introducir algunos cambios que hacen a un mejor resultado para el programa comunicación/educación.

- En principio se deberá trabajar más en base a la concientización: porque pueden realizarse buenas acciones con relación a la divulgación sobre la problemática de los residuos sólidos urbanos ya que escasea la inclusión de propuestas de capacitación a lo que a esta problemática se refiere.

- Se necesita una comunidad más participativa que haga más rico el trabajo en conjunto; esto es, entre los ciudadanos, las instituciones y los entes gubernamentales.

- El cuidado del medio ambiente es un contenido que se da en prácticamente todas las escuelas, pero esto no es suficiente para generar la debida concientización en la ciudadanía.

- Capacitaciones adecuadas en los niveles de educación formal y no formal. Formal: desarrollando estrategias y actividades específicas para el ámbito educativo formal, fundamentalmente a través de la capacitación de los docentes, apuntando al efecto multiplicador de las instituciones educativas. No formal: instancias y modalidades que integren a otras organizaciones de la sociedad civil (ONG's, asociaciones, etc.).

- Producción y distribución de materiales impresos, audiovisuales y/o radiales (ya sea ésta para el trabajo de capacitación como para su divulgación masiva).

- Se denota falta de participación y compromiso en la ciudadanía. Falta espíritu solidario. Por ende, es fundamental, ponerse a trabajar en este sentido para generar cambios lo antes posible.

- Instrumentación de un nuevo sistema de gestión a nivel municipal.
- Falta más compromiso desde los municipios para dar a conocer nuevas políticas de trabajo en este sentido: se necesita más producción y distribución de lo que se pueda llegar a realizar en esta materia, tanto en los distintos medios de comunicación como así también utilizando folletería que tranquilamente puede ser distribuida por toda la ciudad.

- Existen grandes dudas acerca de la calidad ambiental (desorientación en la ciudadanía por falta de información objetiva).

- El contenido del medio ambiente es un contenido que se da en las escuelas, pero éste no es suficiente para generar conciencia en la gente.

Propuestas específicas

Firmat

A continuación se detalla lo que puede ser factible en cuanto a propuestas para lograr trabajar en torno a la concientización.

- Boletín Municipal: calculando la población se realiza una tirada de 20.000 ejemplares
- Folletería y Afiches (a 2 colores): material que puede ser distribuido también casa por casa o por las calles de la ciudad. (escuelas, clubes, centros comerciales, etc.).
- Pautas en Medios de Comunicación: TV - Radio - Internet - Diarios
- Vehículo contratado para difundir por la ciudad.
- Y también conferencias de prensa como así también notas particulares –sin costo.
- Sesiones Educativas en distintos barrios de los municipios/comunas. Insertando y concientizando al público en el tema de la estrategia 3R (Reducción, Reciclaje Y Reutilización de desechos).
- Presentación del tema y proyecto en distintos escenarios culturales.

Bigand: con aproximadamente 5.500 habitantes, la cantidad de folletería a realizar será de unos 1.800, lo cual tiene un costo de $200.

Chabás: con aproximadamente 7.500 habitantes, se realizarán 3.000 copias para folletería. El costo: $200.

Villada: con aproximadamente 2.400 hab. Como parte de lo que será la campaña, el costo de realización de folletos es de $100 calculando 600 copias.

Con relación a implementar a los medios de comunicación como aporte fundamental para trabajar esta problemática, dichas localidades mantienen precios que no difieren en sí: TV -$300; radios -$150; diarios -$100. De todos modos, al referirnos a localidades pequeñas a cuya Comuna le resultaría un gran esfuerzo obtener fondos para realizar una campaña de las características presentadas, se puede recurrir tranquilamente a concientizar tan sólo –y no por ello poco- con lo que puedan aportar los alumnos de los diferentes establecimientos educativos, por ejemplo.

A la hora de realizar y estudiar la o las propuestas –véase que ya no hablamos de supuestos sino de hechos concretos- que correspondan a cada localidad, fue necesaria la realización de trabajos anteriormente elaborados para lograr una adecuada contextualización del lugar sobre el cual se quiere implementar el nuevo programa de R.S.U. De este modo, se observa la relación existente –o no- entre la población y su municipio, como así también la posibilidad de trabajos en conjunto.

Si bien no podemos hablar de una ausencia en lo que refiere a un programas de este tipo sí se puede decir que existe una carencia en cuanto a la organización absoluta de los mismos. En este sentido, decir además que a raíz de las entrevistas e información recabada realizadas a diferentes ciudadanos (todos preferentemente profesionales, es decir, docentes, funcionarios, etc...) que brindaron la información necesaria, se mostraron predispuestos a colaborar en caso de que el nuevo programa de R.S.U. se implemente. Pero, por supuesto, toda esta buena predisposición requiere un buen conocimiento de la materia y de lo que se trata; sólo así se pueden lograr resultados esperados además de óptimos.

Como primer aspecto para formular una propuesta de trabajo en lo que concerniente a concientización y educación ambiental relacionada con el sistema de gestión integral de lo residuos es conocer los antecedentes de trabajos de participación ciudadana, educativos y comunicacionales que se hayan realizado o se estén realizando en las diferentes localidades comprendidas en el presente proyecto. Una vez hecho esto (lo cual figura claramente en los anteriores informes presentados) se comienza a emprender el camino hacia las propuestas, que serán las que luego –al implementarse- facilitarán el trabajo en este sentido.

Para entenderlo más claramente, se pueden diferenciar dos períodos en la participación ciudadana con respecto al manejo de los residuos sólidos urbanos. El primero tiene que ver con lograr una política de trabajo a nivel grupal, donde en conjunto se logre trabajar bajo consignas. Luego vendrá la parte de distribución de roles para trabajar en forma ordenada y agilizar el trabajo. La segunda etapa tiene que ver, de algún modo, con lo último mencionado acerca de la distribución de roles: lograr que cada uno de los ciudadanos entienda la importancia y la urgencia de buscar cambios en el tratamiento de los residuos, favoreciendo a la calidad del medio ambiente.

"La participación social reviste una importancia tal que condiciona el horizonte de planeación de un proyecto, haciendo que éste sea de corto, mediano o largo plazo dependiendo de las características de las manifestaciones sociales".

Por lo tanto, la educación y la sensibilización de la población y el fortalecimiento institucional son los aspectos que más ayudan en hacer segura la colaboración, teniendo en cuenta que es, además, unos de los cimientos más fuertes en donde se descansa este esquema de gestión integral. Gestión que comprende:

- Reciclado: abarca las actividades que reducen o eliminan la generación de residuos a través de la generación de materiales valiosos Ej.: recuperación de materiales, utilización de residuos como insumos, reutilización de envases, etc.
- Tratamiento: cualquier proceso físico, químico o biológico que reduzca el volumen de residuos y/o genere nuevos insumos a partir de los mismos Ej.: producción de compost, generación de biogás, purificación de efluentes.
- Disposición final: ubicación permanente de los residuos en sitios apropiados y seguros. Ej.: rellenos sanitarios, tratamiento de lixiviados, control de gases producto de la fermentación, etc.

Una correcta gestión de los residuos sólidos urbanos, demanda de manera trascendental, la ejecución de herramientas y modalidades de concientización, educación como así también de comunicación, que lleven a la comprensión real de los problemas y a la propuesta para solucionarlo. Porque sólo así se pueden lograr cambios tanto de hábitos como de actitudes. Entender fundamentalmente que sólo de este modo se podrá llevar adelante este programa.

OBJETIVOS

Todo trabajo de investigación, como por ejemplo éste acerca del tratamiento de R.S.U. es fundamental proponerse distintos objetivos que nos guíen hacia un determinado lugar (lugar entendido como solución). Luego de lo ya planteado en el trabajo anterior y una vez implementado, es primordial se garantice tanto la continuidad como así también la sustentabilidad del nuevo sistema de gestión de R.S.U. Esto sólo se logra si se consiguen cambios de hábitos y conductas.

Ahora, ¿cómo lograr estos cambios? Sensibilizando y educando a la población y explicándoles cómo se debe trabajar el tema de los residuos. Y cuando se habla de la población, se infiere no solamente a los ciudadanos (comunes) sino también a quienes tienen el deber de llevar adelante el crecimiento de su lugar.: originar la incautación de roles y responsabilidades –todos aportando su apoyo el cual es fundamental para el buen desarrollo de la nueva gestión.

PROPUESTAS:

Beneficios

- Reducción de la contaminación visual en arroyos, calles y río.
- Reducción de las emanaciones tóxicas producidas por la quema de plásticos
- Disminución de las obstrucciones en desagües fluviales.

- Concientización ambiental
- Participación ciudadana
- Organización de la comunidad

10.3.4. Motivadores

Problemática sólo solucionable a través de una estrategia participativa. Por ende, la necesidad de concientizar al vecino sobre la responsabilidad en torno a los residuos. Cambio de hábitos de consumo, incremento exponencial de residuos inorgánicos (plástico, cartón, aluminio, tetrabrik, etc.).

10.3.5. Rescate de materiales reciclables: modelos de recolección

Recolección Selectiva Domiciliaria

Se trata del modelo tradicionalmente implementado en Municipios pequeños. Se caracteriza por la separación de los residuos en orgánicos e inorgánicos. Cuando hablamos de desechos orgánicos nos referimos a restos de comida, cáscaras de frutas y verduras, y todo tipo de elementos perecederos, los inorgánicos, son el resto de los residuos, es decir, papel, cartón, plástico, tetrabrik, latas de aluminio, metales, etc.

Esta clasificación conlleva a una recolección domiciliaria diferenciada, comúnmente implementada a través de bolsas de distinto color, que se retiran alternativamente durante la semana. Los residuos orgánicos se utilizan para compostaje y lombricultura, mientras que los inorgánicos en algunas ciudades se procesan y en otras se vuelcan al basurero municipal.

Tratándose de un cambio de hábito profundo en el modo de eliminar nuestros residuos, las bolsas diferenciadas y la recolección durante ciertos días a la semana de desechos orgánicos y otros de los inorgánicos es de dificultosa aplicación en ciudades de mayor tamaño, donde son constantes los problemas de control y la falta de identificación con la temática determinando profundas dificultades al momento de la concientización e implementación. Como consecuencia, muchos elementos que tienen posibilidades de ser reciclados deben descartarse porque al realizarse una inadecuada clasificación domiciliaria se encuentran contaminados, y por lo tanto, son irrecuperables determinando en el corto plazo situaciones caóticas en las plantas procesadoras.

¿Por qué elegir el Sistema de Tratamiento para los RSU?

- Concientiza incorporando la **clasificación de los residuos** a la vida cotidiana
- Posibilita la **participación de los vecinos** para **mejorar la calidad de vida** de la ciudad y el medio ambiente del lugar.
- Fortalece la **organización de la comunidad** que se articula en función de un proyecto concreto para **prevenir y proteger el medio ambiente.**

- **Rescata en óptimas condiciones** los residuos para ser reciclados
- Apunta a solucionar la problemática más grave de los residuos urbanos, reciclando los **materiales inorgánicos**

10.3.6. Rol de Municipios y Comunas

Impulsar, coordinar y supervisar este ambicioso programa requiere de la participación activa y comprometida del Estado Municipal y su capacidad de articular acciones de este tipo.

10.3.7. Escuelas

Formar a nuestros chicos en una nueva cultura ambiental es una prioridad educativa. Los niños son los que con esta formación vuelven a sus casas y "educan" a sus padres en este importante aspecto de la convivencia.

10.3.8. Comunidades Vecinales

Los vecinos conocen como nadie los problemas de su barrio. Ahora, las iniciativas aisladas que se venían gestando podrán tener un marco institucional que las contiene y les da sustentabilidad.

10.3.9. Medios de Comunicación

En los lazos de convivencia ciudadana, la comunicación juega un rol importantísimo ya que informan y realizan un seguimiento informativo del programa.

10.4. Conclusiones Finales

Se concluye que existen condiciones favorables a nivel del municipio, para implementar un programa de recuperación de materia orgánica. Esta conclusión se fundamenta en los siguientes aspectos:

⇒ Existencia de diversas alternativas de tratamiento de materia orgánica a nivel regional.

⇒ Buena predisposición ciudadana por realiza programas de reciclaje integral.

⇒ Capacidad técnica y liderazgo político en los municipios/comunas, para impulsar este tipo de iniciativa ecológica.

11. ANEXO TÉCNICO

11.1. Evolución en la aplicación de criterios geotécnicos.

La necesidad de proteger el entorno del potencial contaminante de los residuos y particularmente de los lixiviados y gases generados, obliga a confinar el relleno de manera que no se produzca ningún tipo de migración de gases o lixiviados por el fondo, paredes laterales o por la superficie.

En las situaciones en que no se cuenta con un suelo natural suficientemente impermeable, y no es admisible la contaminación de aguas o suelos que ocasiona el relleno, se debe disponer una *barrera impermeable* que ejerza esa función. Las barreras deben evitar también la infiltración de aguas de escorrentía superficial y de precipitaciones al relleno.

Entre los materiales comúnmente empleados en la confección de sellos está el suelo arcilloso compactado en capas con coeficientes de permeabilidad inferiores a 10^{-7} m/s y las geomembranas con coeficientes de permeabilidad hasta 10^{-12} m/s a 10^{-14} m/s. La permeabilidad del suelo disminuye con estabilizaciones, que pueden ser de polímeros, cemento, asfalto o arcillas puras como bentonita.

También se han utilizado sellos combinados con hormigón hidráulico y hormigón asfáltico. En los últimos años se han desarrollado diversas geomembranas, las cuales tienen permeabilidades muy bajas, pero debido a sus características deben ser dispuestas en conjunto con suelo compactado y/o mejorado. La compresibilidad y en general el comportamiento mecánico de un relleno controlado está afectado por múltiples factores, siendo los principales:

- Composición, características de las basuras y espesor de la celda en el relleno.
- Humedad del residuo, capacidad de campo del relleno.
- Tipo y metodología de rellenos empleada; equipo usado en la operación de compactación y densidades alcanzadas por residuos y material de cobertura.
- Tipo y espesor del material de cobertura, relacionados con la evolución de la T° y humedad, entre otros factores, que influyen en el proceso de descomposición.
- Condiciones climáticas, tanto de pluviometría, como temperaturas ambientales
- Edad del relleno, condición fundamental en la estabilidad de este.

Una forma típica de abordar la reproducción del proceso de compresibilidad en rellenos, es la utilización de experiencias de comportamientos semejantes en Geotecnia, siendo varios los autores que utilizan teorías semejantes a los estudios de suelos naturales. Ejemplo de ello es el planteamiento propuesto por Sowers (1973), quien establece que los asientos iniciales producidos por mecanismos mecánicos, se pueden determinar mediante la expresión de la teoría de la consolidación primaria:

$$S_p = \frac{C_c}{1+e_0} H_o \log\left(\frac{\sigma_{v0} + \Delta\sigma_{v0}}{\sigma_{v0}}\right) \qquad \textbf{(1)}$$

Donde:

S_p = asiento al final de la consolidación primaria
H_0 = altura inicial del relleno
C_c = coeficiente de compresibilidad
σ_{V0} = presión efectiva en el relleno
$\Delta\sigma_{V0}$ = sobrecarga efectiva
e_0 = índice de vacíos

Terminada la primera fase aproximadamente al cabo de un mes según Sowers, se inician los asientos producto de cambios físico químicos, degradación biológica y compresión mecánica secundaria. Ellos tienen un comportamiento más o menos lineal con el logaritmo del tiempo, similar a la compresión secundaria de suelos y se determinan mediante la expresión de la teoría de la consolidación secundaria:

$$Ss = \frac{C\alpha}{1+e_0} H \log\left(\frac{t_2}{t_1}\right) \qquad (2)$$

Donde:
S_s = asiento durante la consolidación secundaria al tiempo t_2
H = altura de la celda al tiempo t_1
C_α = índice de compresión secundaria
e_0 = índice de vacíos
t_2 = tiempo de estimación de asientos
t_1 = tiempo de inicio de la consolidación secundaria

La obtención del coeficiente de compresibilidad (C_c) y del índice de compresión secundaria (C_α) se hace a partir de la relación de estos parámetros con el índice de poros (e_0) en los gráficos propuestos por Sowers (1.973) en el siguiente gráfico

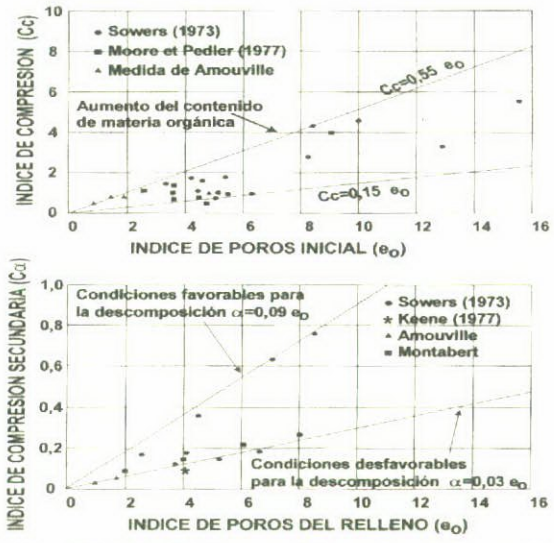


Gráfico N° 4. 1 - Parámetros deformacionales para rellenos sanitario

Fuente: (Sowers, 1.973)

Estos parámetros han sido contrastados por diversas experiencias, arrojando adecuadas correlaciones. Este criterio ha sido el más empleado hasta ahora en iberoamérica para predecir los asientos en un relleno sanitario.

Una conclusión interesante es que la compresión primaria es dominante en la producción de asientos en la fase de operación del relleno y la compresión secundaria es la más evidente una vez que ha concluido la vida útil del relleno.

Un problema práctico importante, es la dificultad para obtener muestras representativas de los materiales para los estudios, y la falta de métodos de ensayos universalmente aceptados y contrastados por la comunidad científica. Por lo tanto, los métodos que se emplean habitualmente se deben interpretar con cautela y evaluando la aplicabilidad de las correlaciones utilizadas en el estudio de suelos a los residuos.

Con posterioridad al planteamiento de Sowers se han desarrollado una serie de modelos conducentes al estudio de la compresibilidad de los rellenos. La mayoría de ellos se basa en las hipótesis iniciales planteadas por dicho autor. Una excepción a esto lo constituye el trabajo de Zimmerman, Chen y Franklin (1.977), quienes plantean una ley de comportamiento que considera dos niveles de porosidad (macro y micro porosidad) en los residuos, y proponen una relación de la disipación de la presión intersticial con el tiempo.

Para el desarrollo del modelo de predicción de asientos se considera el proceso con un inicio definido, aplicado a una masa de material degradable también definida, existente en el instante inicial, sin aportes adicionales de masa una vez que el proceso de degradación ha comenzado. El modelo incluye los aportes de masa que se producen durante la operación. Este planteamiento implica que para un período de tiempo prolongado, la materia orgánica biodegradable debería desaparecer en su totalidad. Sin embargo, se considera que una parte de los RSU no son orgánicos y no sufren degradación y por otra no toda la materia orgánica se degrada.

Una conclusión interesante es que la compresión primaria es dominante en la producción de asientos en la fase de operación del relleno y la compresión secundaria es la más evidente una vez que ha concluido la vida útil del relleno.

Un problema práctico importante, es la dificultad para obtener muestras representativas de los materiales para los estudios, y la falta de métodos de ensayos universalmente aceptados y contrastados por la comunidad científica. Por lo tanto, los métodos que se emplean habitualmente se deben interpretar con cautela y evaluando la aplicabilidad de las correlaciones utilizadas en el estudio de suelos a los residuos.

Con posterioridad al planteamiento de Sowers se han desarrollado una serie de modelos conducentes al estudio de la compresibilidad de los rellenos. La mayoría de ellos se basa en las hipótesis iniciales planteadas por dicho autor. Una excepción a esto lo constituye el trabajo de

Zimmerman, Chen y Franklin (1.977), quienes plantean una ley de comportamiento que considera dos niveles de porosidad (macro y micro porosidad) en los residuos, y proponen una relación de la disipación de la presión intersticial con el tiempo.

Para el desarrollo del modelo de predicción de asientos se considera el proceso con un inicio definido, aplicado a una masa de material degradable también definida, existente en el instante inicial, sin aportes adicionales de masa una vez que el proceso de degradación ha comenzado. El modelo incluye los aportes de masa que se producen durante la operación. Este planteamiento implica que para un período de tiempo prolongado, la materia orgánica biodegradable debería desaparecer en su totalidad. Sin embargo, se considera que una parte de los RSU no son orgánicos y no sufren degradación y por otra no toda la materia orgánica se degrada.

Actualmente, los modelos geotécnicos utilizados se ajustan a las medidas reales y los parámetros obtenidos, permiten predecir los asentamientos que ocurrirán. Además se estudia la reducción en los tiempos de estabilización de la degradación de los residuos sólidos. Los resultados preliminares obtenidos del análisis de los asientos, indican que la recirculación de lixiviados tratados en un digestor anaerobio, provoca un aumento efectivo en los asentamientos de los rellenos de residuos sólidos. La causa del incremento de asientos no parece estar en un aumento de la actividad biológica, asociada a procesos de degradación, sino que parece estar en fenómenos de colapso del relleno, provocados por la adición de líquido a tasas que causan cambios a nivel estructural. Un indicador de la baja actividad biológica registrada en las experiencias, es la reducida producción de biogás en los rellenos, que se verificó durante la investigación, aunque en los digestores anaerobios utilizados para depurar los lixiviados, se registró una buena producción de biogás.

Otro tema de alto interés es *la capacidad de soporte de los rellenos sanitarios.* Ella, en general es reducida y dependerá de factores como espesor del suelo de cobertura, composición de los residuos sólidos, método de construcción y maquinaria utilizada entre otros. El factor más significativo es el espesor relativo de la capa superficial de suelo sobre el relleno sanitario más esponjoso y flexible. Cuando la cimentación es relativamente pequeña comparada con el espesor del suelo de cobertura o capa superficial, puede punzonar a través de la capa superficial y hacia el interior del relleno de residuos. Cuando la cimentación es algo mayor y el relleno de residuos no es significativamente menos débil que la capa superficial superior, la rotura puede ocurrir por rotación de un segmento de suelo de cobertura y del relleno actuando como unidad (Sowers, 1.968).

Según este autor la capacidad de soporte está entre 0,25 y 0,40 kg/cm^2, advirtiéndose que los ensayos de placa de carga con placas pequeñas pueden ocasionar impresiones equivocadas en la capacidad de soporte de un relleno. Para Cartier y Baldit (1.983) la capacidad portante está entre 0,25 y 1 kg/cm^2.

En la actualidad la dificultad para encontrar emplazamientos de rellenos sanitarios se está superando con la ejecución de rellenos de gran altura, los que pueden ser construidos sobre uno ya

existente o sobre un terreno apto. Entre los rellenos se deben distinguir aquellos en pendiente como los emplazados en quebradas y los de altura, propiamente dichos, construidos sobre terrenos planos o sobre un relleno existente. Con el propósito de evitar problemas geotécnicos durante la fase de explotación y clausura, es necesario estudiar los aspectos geotécnicos relacionados con la **estabilidad de taludes**. Sin embargo, esta preocupación adquiere más fuerza cuando se trata del periodo de postclausura durante el cual no se tienen los resguardos de seguridad que existen en la etapa de explotación, en la que siempre hay una entidad responsable de dichos resguardos.

En el interior de la masa de residuos de estos rellenos, se pueden originar planos de rotura activos que alcanzan un desplazamiento progresivo. Los deslizamientos en estos rellenos generan fisuraciones y agrietamientos externos que dejan los residuos descubiertos y facilitan la introducción de aguas superficiales que generan un incremento del desplazamiento, disminuyendo progresivamente la estabilidad. En algunos casos, se han producido deslizamientos causados por el peso propio, debido a que aunque el material de relleno es liviano en si mismo, el suelo de cobertura y de las paredes de las celdas son más pesados.

Los deslizamientos más comunes presentan superficie de rotura aproximadamente circular. En rellenos en altura se dan dos mecanismos con rotura circular. Cuando el relleno de residuos sólidos es inestable, el deslizamiento ocurre en el talud del relleno, con círculos de rotura que pueden ser superficiales de pie o de talud. Cuando el relleno tiene altura excesiva y está cimentado sobre arcillas blandas, se puede producir una rotura general del suelo blando de cimentación causando una superficie de rotura de círculo profundo. De lo anterior se desprende que las causas de los deslizamientos en rellenos son diversas.

La estabilidad de los taludes en los rellenos sanitarios es evaluada generalmente por procedimientos geotécnicos convencionales. Los métodos más utilizados para la estabilización de taludes de RSU son Bishop y el de desplazamientos traslacionales, en una primera fase y de talud infinito en su etapa final y clausura. Los valores medios para la pendiente de los taludes de rellenos sanitarios están entre 2-3:1 (H:V). La mayor dificultad que presenta el análisis de la estabilidad de estos taludes, con superficies potencialmente deslizantes, es la selección de los parámetros resistentes a emplear en los métodos tradicionales de cálculo.

11.2. Criterio de selección del sitio para la disposición final

La selección del área para la disposición exige que sean cumplidas varias tareas, buscando alcanzar un equilibrio entre los aspectos sociales involucrados, los impactos al medio ambiente y el costo final de la obra (IPT y CEMPRE, 1.995).

Se debe tener siempre en cuenta que un área adecuada significa menos riesgos al medio ambiente y a la salud pública, pero fundamentalmente, también, significa menos gastos de instalación, operación y cierre de la obra.

La selección de áreas es un proceso secuencial de etapas que se complementan. Es importante que el proceso se conduzca de esta forma, partiendo de estudios generales, con individualización de varias áreas homogéneas de las cuales, la de mejor potencial, será priorizada para la identificación de lugares para los estudios en detalle, cuyos costos son más elevados.[1]

Antes de discutir las actividades para definir del área para la instalación de un aterramiento, hay dos aspectos que deben destacarse. El primero, es el carácter no disociado de las actividades de viabilización del área y la elaboración del proyecto del relleno. En la metodología a ser discutida, esta estrecha interrelación estará siempre presente.

Otro aspecto es la importancia del mantenimiento de la comunicación entre el operador y el organismo de control ambiental. Aunque el operador tenga claro los pasos de las etapas a seguir, esto debe acontecer desde las fases iniciales de trabajo, para que en el futuro se evite la reformulación de trabajos realizados, con consecuentes aumentos de costo, atrasos en el cronograma, etc. Es esencial que el operador utilice la experiencia y orientación del organismo de control ambiental, agilizando la obtención de la solución más satisfactoria.

El proceso de selección que aquí se presenta consta de tres niveles sucesivos de detalle, cada uno de ellos posee dimensiones geográficas, criterios de selección y grado de profundización característicos. En cada etapa subsiguiente, el área analizada se hace menor, los criterios más específicos y los lugares posibles menos numerosos.

El resultado obtenido debe ser analizado conjuntamente entre los técnicos y el operador, con aprobación del organismo ambiental responsable. Las etapas, se encuentran descriptas a continuación.

a) Etapa 1: identificación de zonas potenciales

Estos trabajos incluyen una investigación bibliográfica, teniendo como objetivo la obtención de informaciones, a escala regional, sobre la geología, hidrogeología, geotecnia, uso y ocupación del suelo, legislación ambiental e identificación de los mapas y fotos aéreas que serán usados en el estudio.

Se estima la actual generación de residuos, así como su comportamiento futuro, de manera de orientar las decisiones con relación a la dimensión del área necesaria (vida útil mínima de 10 años).

---

[1] **Ângelo José Consoni Investigador de la División de Geología del Instituto de Investigaciones Tecnológicas de São Paulo - IPT**

Entonces, con aplicación de criterios técnicos, económicos y ambientales se excluirán, inicialmente, las áreas inapropiadas (tales como zonas excesivamente distantes, inundables, con elevado declive, etc.), después son identificadas y priorizadas las áreas homogéneas potenciales.

Las informaciones del medio físico y datos socioeconómicos deben ser analizados a escala regional. Para los trabajos, se echa mano, al máximo posible, del acervo de informaciones existentes, con el debido control de campo. Las informaciones abarcan los siguientes aspectos:

- ⇒ **geología**: distribución espacial y características del substrato, litologías, principales aspectos estructurales presentes (foliación, fallas y fracturas), etc.;
- ⇒ **pedología**: características y distribución de los suelos en la región estudiada, principalmente en cuanto al tenor de arcillas, espesores, susceptibilidad a la erosión, potencial como material de construcción, etc.;
- ⇒ **relieve**: se relacionan con las principales características de las macro-unidades geomorfológicas y los procesos de la dinámica externa que actúan en la región; aguas subterráneas y superficiales: informaciones sobre principales manantiales de interés para el abastecimiento público, calidad natural, zona de recarga y áreas de inundación;
- ⇒ **clima:** principalmente régimen de lluvias (serie histórica), dirección predominante e intensidad de los vientos;
- ⇒ **aspectos de legislación específica**: se refiere a las informaciones sobre las leyes federales, estatales y municipales así como las demás condicionantes de la legislación ambiental, tales como áreas con vegetación y especies protegidas, Área de Protección Ambiental - APA, Áreas de Protección de Manantial - APM, parques, reservas y áreas "tombadas", zonificación urbana del municipio, etc.;
- ⇒ **datos socioeconómicos**: incluyen aspectos tales como valor de las tierras, distancia del área con relación a los centros generadores, infraestructura disponible (red vial, electricidad, etc.), uso y ocupación de los terrenos, etc.

Como resultado de esta etapa, se estima que la producción diaria de residuos generados, actual y futura, de manera que pueda obtenerse un indicador de la dimensión de lugar de disposición necesario y por consiguiente, determinante de las características del área a ser buscada.

Una vez excluidas las áreas claramente inapropiadas, la ponderación de los factores considerados y el análisis espacial integrado, permitirán la identificación de las zonas homogéneas más aptas, donde serán individualizados los lugares preferenciales para la instalación del relleno sanitario.

b) Etapa 2: identificación de lugares preferenciales

A partir de la evaluación de las áreas homogéneas priorizadas en la etapa anterior, son individualizados los sitios favorables a la instalación del relleno.

Esta etapa contiene estudios más profundos, a pesar de que los criterios regionales aún se utilicen.

No existe un número máximo de lugares a ser preseleccionados, pero se recomienda un mínimo de tres. Los criterios aplicados en esta individualización incluyen entre otros:

a) dimensiones mínimas del área;
b) declive adecuado;
c) espesor adecuado de los suelos;
d) substrato poco permeable;
e) distancia mínima de viviendas, cursos del agua y de vegetación nativa;
f) disponibilidad de material inmediato (suelo);
g) localización externa a áreas de restricción ambiental; y
h) situación geográfica adecuada con relación a la cuenca/acuífero de interés para el abastecimiento público local/regional.

Cuadro Nº 4. 27- Ilustración esquemática para la viabilización del sitio del relleno sanitario.

ITEMS ANALIZADOS	CLASIFICACION DE LOS LUGARES		
	RECOMENDADO	RECOMENDADO CON RESTRICCIONES	NO RECOMENDADO
Vida útil	Mayor a 10 años	Menor a 10 años (a criterio del organismo ambiental)	
Distancia del generador	Entre 10 y 20 km	Entre 20 y 40 km	Mayor a 40 km
Distancia de núcleos habitacionales		Mayor a 500 m	Menor a 500 m
Densidad poblacional	Baja	Media	Alta
Zonificación ambiental	Áreas sin restricción en la zonificación ambiental	Unidades de conservación ambiental y correlativas	
Zonificación urbana	Vector de crecimiento mínimo	Vector de crecimiento intermediario	Vector de crecimiento máximo
Uso y ocupación de la tierra	Áreas baldías o poco utilizadas	Ocupación intensa	
Valor de la tierra	Bajo	Medio	Alto
Aceptación popular y de sus entidades	Buena	Poca oposición	Oposición acentuada
Distancia de los cursos de agua	Mayor a 200 m	Menor a 200 m, con aprobación del órgano ambiental responsable	
Declive	1-20%	Menor a 1% o mayor a 20%	
Profundidad del nivel de agua / Permeabilidad del subsuelo	› 3 m / ≤ 10^{-6} cm/s	1,5 m ≤ profundidad < 3 m / 10^{-6} cm/s < K ≤ 5 x 10^{-6} cm/s (puede ser necesaria impermeabilización extra)	< 1,5 m / > 5 x 10^{-6} cm/s

Fuente: Propia

c) Etapa 3: estudios de detalle

Los trabajos, en esta etapa, tienen carácter local, detallando a aquellos de la fase anterior, con el objetivo de conocer las características de los lugares preseleccionados. Son fundamentales los trabajos de campo, con investigaciones de superficie y subsuelo, empleando las técnicas tradicionales de la ingeniería geológica. Informaciones socioeconómicas y de otra naturaleza, también son consustanciadas. Contiene la identificación de los siguientes aspectos:

⇒ geología-geotecnia: investigación de parámetros tales como permeabilidad del suelo, capacidad de carga y deformabilidad del terreno de fundación, condiciones de estabilidad del macizo y adyacentes, susceptibilidad a la erosión, etc., componiendo el perfil geológicogeotécnico del lugar;
⇒ hidrogeología: investigación de los parámetros que controlan de la dinámica del agua subterránea, tales como dirección de flujo subterráneo, gradientes hidráulicos, profundidad y oscilación de la napa freática, etc.;
⇒ infraestructura: localización y condiciones de acceso, disponibilidad de energía eléctrica, áreas de préstamo de suelo, etc. y
⇒ sociales: opinión de la población y sus entidades organizadas, nivel de interferencia en la dinámica local.

A partir de la integración, análisis e interpretación de los datos recolectados, es posible determinar **el nivel de criticidad** para la instalación de los rellenos y elaborar las recomendaciones para el proyecto.

11.2.1. Determinación del nivel de criticidad

El grado de criticidad ambiental dependerá de las gestiones ambientales sin control.

A partir de la anterior afirmación, podemos definir a la criticidad ambiental de dos maneras.

Como condicionante de la vulnerabilidad ambiental, debido a que la magnitud de las variables de criticidad estará relacionada con los diversos conflictos de origen natural, de interacción y antrópicos – conflictos que son determinantes de la vulnerabilidad de un sistema – vinculados a la disposición final de los RSU.

O por el grado de exposición a fenómenos que se amalgaman con los efectos adversos desde las perspectivas social, sanitaria y de zonificación territorial.

En este sentido estamos en condiciones de afirmar que estos términos están indiscutiblemente ligados y guardan entre sí una relación directa.

La magnitud de estas variables de criticidad o indicadores ambientales, son determinantes de un riesgo potencial de contaminación por un inadecuado manejo de los RSU y de las condiciones de vulnerabilidad ambientales por la debilidad o fragilidad que pueda tener el sistema.

11.2.2. Definición de los indicadores de criticidad y criterios de evaluación

Como resultado del relevamiento de datos, se definen una serie de indicadores ambientales que determinan el potencial riesgo de contaminación de los RSU. Estos indicadores se conforman con las distintas variables de criticidad.

Estos índices son definidos para los factores incidentes en la gestión de los RSU y muestran el riesgo de contaminación en forma relativa. En este proyecto, se consideran los siguientes factores con sus respectivas variables:

1. Zonas vedadas
   Áreas Naturales Protegidas
   Ecoregiones
   Parques Nacionales
   Aeropuertos y aeroparques

2. Factor poblacional
   Cantidad de habitantes
   Densidad poblacional
   Producción "per cápita"

3. Factor medio físico – biológico
   Permeabilidad del suelo
   Distancia a la napa
   Distancia a centros poblados

4. Factor climatológico
   Precipitación anual
   Vientos predominantes
   Temperaturas medias
   Humedad relativa

5. Factor socioeconómico
   Actividad económica principal y secundaria
   Nivel socio – económico
   Sistema de provisión de agua potable

Finalmente, la combinación de estos índices definirá un índice general de criticidad ambiental, que permita mapear zonas con valores relativos de contaminación (zonas de distintas

complejidad, vulnerabilidad o criticidad ambiental y zonas vedadas), permitiendo establecer acciones, prioridades y/o metas de corto, mediano y largo alcance.

El índice general de criticidad ambiental define lineamientos generales de los recaudos a sostener a lo largo de la gestión de los RSU en su etapa de disposición final.

El Índice de Criticidad Ambiental (ICA), tal como se indicó en la propuesta, refleja, por un lado:

- El grado de riesgo, desde el punto de vista de la contaminación y de la salud pública y
- El grado relativo de compromiso ambiental y social entre zonas geográficas dispares con relación a sus condiciones antrópicas y naturales.

A fin de acotar las variables para la evaluación de criticidades, se efectúa un filtro de los problemas a través de una serie de parámetros comunes a todos ellos, de modo que:

- Cada problema debe, en primer término, ser medido por cómo afecta a la población tanto en cantidad de personas como en grupos sociales y grado de perturbación.
- Como afecta al medio ambiente natural.
- Se defina el problema por la forma en que incide sobre el sistema urbano tanto en la escala que se registre (barrio, sector, ciudad) como en la trascendencia o incidencia a nivel territorial que el mismo reviste.

Respecto del origen del problema, además de conocerse el tipo de conflicto tal cual lo definido antes, se clasifica según las variables que lo ocasione y las fuentes que lo alimenten.

La propuesta indaga finalmente en las características temporales de los conflictos tanto en su duración como en su frecuencia, así como en reversibilidad del problema.

Los conflictos que determinan la vulnerabilidad ambiental de un sistema, según la definición dada por el Subcomité "El Hombre y la Biosfera" (MAB 11 sus siglas en inglés), son los siguientes:

- Conflicto de origen natural: son los derivados de carencias y/o inadecuaciones inherentes al uso del medio físico-biológico afectado, y está relacionado con el índice de riesgo potencial de la contaminación (IRPC) de los factores físicos-biológicos y climáticos.
- Conflictos de interacción: originados por la ineficiencia y/o insuficiencia de recursos antrópicos involucrados en la utilización de los recursos naturales. Los mismos están relacionados con el IRPC de factores de actividad económica.
- Conflictos antrópicos: derivados de la inadecuación y/o insuficiencia de los recursos antrópicos desarrollados para la vida urbana, no directamente ligada al usufructo de los recursos naturales, cuya relación está dada por los IRPC de factores poblacionales.

Los factores que afectan al medio físico-biológico – vinculados a la disposición de RSU - son, principalmente, la planificación territorial y el uso de la tierra (teniendo en cuenta la situación existente y los futuros desarrollos), los niveles freáticos, la permeabilidad del suelo, las distancias a centros poblados y los factores climatológicos.

El desarrollo de una formula de cálculo que considere las distintas variables críticas relevadas, tiene el propósito de ponderar cualquier accionar; incluyendo medidas que sirvan para hacer frente a la situación actual de cualquier ejido urbano, y que junto con el control de la planificación y el uso de la tierra, sirvan para orientar el desarrollo de acciones a fin de disminuir el riesgo potencial de contaminación.

Las medidas de este tipo implican la eliminación y/o mitigación, a modo de ejemplo, de la utilización de zonas anegadizas o de baja calidad del suelo para la radicación de la disposición final de los RSU - frecuentemente las más atractivas para distintos sectores decisores de la comunidad - , que en el mejor de los casos regula su ocupación de modo de disminuir la vulnerabilidad ambiental, pero sin resolver el problema de fondo.

Dentro de los factores de índole antrópicos que provocan y agudizan esta problemática, encontramos la expansión, densificación y ocupación irracional del suelo en las áreas urbanas, que de no realizarse dentro de una estrategia de planificación del uso del suelo, produce el crecimiento descontrolado de las superficies habitadas y la consecuente falta de espacio para el manejo de los RSU.

11.2.3. Caracterización de los conflictos

Una vez identificadas las distintas variables, se efectúa una caracterización general de los mismos a través de un análisis descriptivo, tal como se expresa a continuación:

- **Conflictos de Origen Natural. Afectación del medio físico-biológico**

Este problema se refiere fundamentalmente, al riesgo de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas a causa del mal manejo de los RSU, y a la conjunción de las condiciones del soporte: edáficas, topográficas e hidrográficas que se vinculan con las consecuencias que genera la frecuencia e intensidad de temporales, en áreas carentes de un sistemas adecuado de gestión de los RSU - por ejemplo, niveles topográficos negativos - , ocasionando inundaciones que impactan sobre la salud de la población y la sustentabilidad del medio a causa de la contaminación de los cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneos.

Asimismo, el alto grado de permeabilización del sustrato producto del desarrollo urbano, introduce interferencias en el diseño de los centro de disposición final, con efectos

significativamente negativos. Los parámetros principales a evaluar que afectan al medio físico – biológico, son:

- *Contaminación edáfica*

Surge por efecto de las emisiones líquidas de la disposición de residuos sólidos urbanos y de los lixiviados. Entre los elementos contaminantes se hallan: nitratos y nitritos; bacterias coliformes; metales pesados por disposición incontrolada de RSU peligrosos, entre otros.

La problemática emergente de estas áreas deficitarias radica en la contaminación de la napa freática con el consecuente riesgo a la salud de la población, - especialmente si el suministro de agua potable a la comunidad no es controlado -, por la inadecuada forma de eliminación de los RSU, y con la coincidencia en gran medida de estos sitios, con áreas habitacionales de medio a bajo nivel socioeconómico, ubicados en sectores orientados hacia los bordes ejidales, donde los pozos constituyen la fuente de agua potable.

- *Anegabilidad*

El anegamiento o restricción de transitabilidad, se asocia a una insuficiencia y deficiencia de servicios de conducción y disposición de aguas pluviales; especialmente en los momentos de precipitaciones intensas, creando serios problemas en el transporte de los RSU, principalmente donde las distancias de los centros poblados a los centros de disposición final son relativamente grandes, vinculándose a ello, los problemas de contaminación ocasionados por los anegamientos de alto grado.

- *Características climáticas*

Episodios meteorológicos que responden al comportamiento de las masas de aire en las distintas regiones del país, como son las inundaciones, las sudestadas u otros fenómenos hídricos que se han sucedido en las distintas décadas, o bien, los desertificantes períodos de sequías, entre otros, condicionan la vulnerabilidad del medio físico afectado.

La frecuencia de estos fenómenos genera un alto impacto ambiental, social y económico, puesto que ocasionan severos riesgos potenciales de contaminación a la población, así como daños a las instalaciones de diferentes sectores de la ciudad. De esta manera, están directamente relacionados - y con altos factores de incidencia - con la criticidad ambiental cuando estos fenómenos se le suma la inadecuada disposición de los RSU.

- **Conflictos de interacción. por una adecuada diagramación socioeconómica**

Se relaciona fundamentalmente con las actividades socioeconómicas dominantes desarrolladas en la zona - productiva, industrial o agrícola - cuyos residuos ocasionen riesgos

potenciales de contaminación a la comunidad. Estos residuos se manejan en gran escala, de igual manera que los residuos urbanos, haciendo necesaria una caracterización de los mismos.

La coexistencia de actividades en una misma área que son incompatibles en términos ambientales, y que están directamente relacionadas al nivel económico de estos emprendimientos - por ejemplo, existen industrias clandestinas en viviendas que generan residuos con un fuerte impacto ambiental - interfieren significativamente en una gestión adecuada de los RSU.

- **Conflictos antrópicos. Falta de funcionalidad urbana**

Se asocia a una estructura espacial (población, densidad poblacional, generación "per capita") de actividades organizadas en condiciones de accesibilidad y circulación urbana inadecuada. Convergen cuestiones como la irracionalidad de los recorridos, los horarios, las frecuencias, etc.; situaciones que hacen ineficiente el manejo de los RSU.

11.2.4. Criterio de determinación del grado de incidencia de los factores

Acordados los factores por pliego, se determinaron las distintas variables de cada factor, que a través de los valores asignados a las "tipologías de afectación", nos marcarán el grado de incidencia de los mismos con respecto a la criticidad ambiental.

Si se considera al relleno sanitario como la fase de gestión en el manejo de los RSU, y que a causa de la percolación de los lixiviados genera el impacto negativo de mayor relevancia por la contaminación que produce, transformándose, de esta manera, en un importante conflicto en el sistema de gestión, pasa a ser el eje principal en el análisis de la criticidad..

Partiendo de esta premisa, se determina el valor relativo de incidencia en prima fase del factor medio físico y climático por considerarlos directamente con la generación de lixiviados y por lo tanto, son los de mayor incidencia relativa para un estudio de criticidad, siguiendo con este razonamiento es que al analizar un tercer factor, el poblacional, el impacto relevante, por su alcance y magnitud, se produce en la fase social, sanitario y económico, además de incidir sobre el medio físico afectado.

Este último factor, el poblacional, es tratado puntualmente en el análisis de criticidad, y su incidencia en una gestión de manejo de RSU no sólo impacta por la cantidad de residuos que se envían al relleno, sino por la falta de control de lo que se envía al mismo ya que conjuntamente con los domiciliarios van los residuos patogénicos y peligrosos.

Por lo tanto, la incidencia de este factor sobre la criticidad ambiental se torna importante. Tal vez no al nivel de los dos anteriores, pero con un valor relativo afectación, alto.

Un cuarto factor de incidencia, es el socioeconómico, si bien su afectación a la criticidad ambiental es mucho menor que los otros tres, por sí no deja de ser importante, especialmente en lo que se refiere, como se detalló anteriormente, es sobre el control de los volcamientos de residuos no compatible con los domiciliarios, como consecuencia de esto, resulta de importancia la variable de "actividad socioeconómica" como se detallará en los criterios de ponderación de las mismas.

Como primera conclusión, es que en la asignación los grados relativos de incidencia de los factores se le acuerde aproximadamente un 30 % al climatológico y al medio físico – biológico, un 24 % al poblacional y el resto al socioeconómico, además si estas incidencias son evaluadas a partir de las variables de cada uno de los factores se verá que las que producen mayor impacto son aquellas que ponderan a los factores de mayor incidencia.

11.2.5. Definición de las variables para la Evaluación de Criticidad

Para la evaluación de los distintos conflictos se debe ponderar los siguientes parámetros que determinará el grado de criticidad ambiental

1. Cada factor se debe estudiar, en primer término, en que forma afecta a la criticidad ambiental, como se describió en el punto 3.3., y esta evaluación se hace a través del comportamiento de las variables de cada uno de ellos.

   Además, la ponderación máxima de cada factor con respecto a la ponderación máxima total nos estará indicando la criticidad relativa de cada uno de ellos para las condiciones naturales y antrópicas de la zona.

2. Las variables (a_i, b_i, c_i, y d_i) son los parámetros que ponderan, a través de las distintas tipología, la afectación que produce cada factor sobre la criticidad.

   Estas variables tendrán un valor de asignación máximo, que estará dado por la tipología cuyo "valor relativo" es igual a 10, la sumatoria de estos valores máximos nos dará la ponderación del factor.

3. Cada variable tiene las distintas tipología de afectación (ver cuadro) que determinarán la magnitud de incidencia de cada uno de ellos en la evaluación de la criticidad.

11.2.6. Criterio de evaluación de las variables

Se realizará sobre la base de la definición previa donde se aplican los siguientes criterios de evaluación:

a) A cada factor considerado, se le asigna un valor máximo de ponderación (P_f), que determinará la magnitud de afectación de una gestión de los RSU sobre la criticidad ambiental.

b) Este valor máximo, P_f,, estará determinado por la sumatoria de la máxima ponderación de cada variable que componen dicho factor.

Para ponderar cada variable, se le asignan distintas "tipologías de afectación" con "valores relativos" entre 0 y 10, siendo la magnitud asignada al "valor relativo" igual a 10 el que determinará la máxima ponderación de la variable en estudio.

La sumatoria de todos los P_f determinará la "ponderación máxima total" (P_{MAX}).

La ponderación máxima de cada factor sobre la ponderación máxima total nos determinará el factor incidente (fi) de cada factor estudiado.

c) La ponderación real (P_{REAL}), de las variables, está dada por la sumatoria de los valores asignados a cada "tipología de afectación" de cada una de ellas. Este valor asignado, que lo determina el proyectista, está en relación directa a los valores relativos de incidencia que tiene cada tipología en estudio

El grado de criticidad absoluta (C_f) que tiene cada factor, se determinará por el coeficiente de la ponderación real sobre la ponderación máxima total.

Si a esta criticidad absoluta se lo multiplica por el factor de incidencia se determinará la criticidad relativa del factor (C_r) con respecto a la criticidad ambiental. La sumatoria de las criticidades relativas determina el grado de criticidad ambiental (CA)

d) Los valores relativos, de carácter sujetivo, de cada "tipología de afectación" depende de las características cuali-cuantitativamente (magnitud, irreversibilidad, etc.), y ponderan a cada una de ella a partir de los valores asignados que se establecen para cada variable como se describen a continuación:

Cuadro N° 4. 27 - Tabla de Ponderación

Variables	Tipología de afectación	Valor relativo (1 a 10)	Valor asignado (puntos)	Ponderación Máxima del factor
Factor Poblacional				**105**
a1) Cantidad. poblacional	>1.000.000	10	25	
	250.000 a 1.000.000	7	17.5	

	50.000 a 249.999	4	10	
	10.000 a 50.000	2	5	
	<10000	1	2.5	
a2) Densidad poblacional	>100	10	50	
	20 a 100	7	35	
	10 a 19	4	20	
	<10	1	5	
a3) Generación per cápita.	>1	10	30	
	0.65 a 1	7	21	
	0.3 a 0.649	4	12	
	<0.3	1	3	
Factor Medio físico - biológico				**200**
b1) Permeabilidad del suelo	10^{-4}	10	70	
	$>10^{-4}$	7	49	
	Entre 10^{-5} y 10^{-6}	5	35	
	$>10^{-7}$	1	7	
b2) Distancia a la napa para una determinada permeabilidad (< a 10^{-6})	<2	10	80	
	Entre 2 y 4.9	7	56	
	Entre 5 y 9.9	4	32	
	>10	1	8	
b3) Distancia de centros poblados	<500 o >10000	10	50	
	Entre 7000 y 10000	7	35	
	Entre 5000 y 6999	4	20	
	Entre 500 y 4999	1	5	
Factor climatológico				**185**
c1) Precipitación media anual	>1200	10	75	
	Entre 800 y 1200	7	52.5	
	Entre 500 y 1199	4	30	
	<500	1	7.5	
c2) Vientos predominantes	Del basural al casco urbano - baja y mediana intensidad	10	25	
	Variables de baja y mediana intensidad	5	12.5	

	Del casco urbano al basural - baja y mediana intensidad -	1	2.5	
	Del basural al casco urbano - alta intensidad -	10	45	
	Variables de alta intensidad	5	22.5	
	Del casco urbano al basural - alta intensidad -	1	4.5	
	Únicas	4	1.4	
c3) Temperaturas medias	>45	10	35	
	Entre 30 y 45	7	24.5	
	Entre 0 y 29	2	7	
	<0	1	3.5	
c4) Humedad relativa	>60	10	50	
	Entre 30 y 60	5	25	
	<30	1	5	
Factor Socioeconómico				**50**
d1) Actividad económica	Industrial	10	10	
	Agropecuaria	7	7	
	Comercial	4	4	
	Administración pública	1	1	
d2) Nivel socioeconómico	>1500	10	10	
	Entre 300 y 1.500	7	7	
	<300	4	4	
d3) Sistema de previsión de agua	Pozos	10	30	
	Corriente + pozos	5	15	
	Corriente	1	3	

11.2.7. Ponderación de las variables y factores

En base a las consideraciones previas se completa una tabla matricial donde figuran las variables (filas) y las tipologías de afectación (columnas). En el centro de la matriz se indican los cruces entre ambos y se efectúa el conteo de los puntajes de cada grupo de variables.

11.2.8. Operaciones evaluativos de criticidad ambiental

- **Ponderación máxima de cada variable (Pv)**

Corresponde al valor asignado a la "tipología de afectación" cuyo "valor relativo" igual a 10 (ejemplo: en la variable a_1 es igual a 80)

- **Ponderación real de cada variable (Vreal)**

Es el valor asignado a la "tipología de afectación" de acuerdo al "valor relativo" de afectación seleccionado (por ejemplo si es una ciudad de 300.000 habitante el valor es 64 de acuerdo a la tabla precedente).

- **Ponderación máxima del factor (Pf)**

$$Pf = \Sigma\ Pv$$

- **Ponderación real del factor (Preal)**

$$Preal = \Sigma\ V_{real}$$

- **Ponderación máxima total (Pmax)**

$$Pmax = \Sigma\ Pf$$

- **Factores de incidencia**

1) Factor de incidencia de cada variable sobre el factor de criticidad

$$fi/v = Pv / Pf$$

Cuadro N° 4. 28 – Factores de cálculo

variable	Factor poblacional	Variable	Factor medio físico – biológico	variable	Factor climatológico	variable	Factor socioeconómico
a_1	0,2381	b_1	0,3500	c_1	0,4054	d_1	0,2000
a_2	0,4762	b_2	0,4000	c_2	0,1351	d_3	0,2000
a_3	0,2857	b_3	0,2500	c_3	0,1892	d_3	0,6000
				c_4	0,2703		

2) Factor de incidencia de cada factor de criticidad sobre la Criticidad Ambiental

$$fi/f = Pf / Pmax$$

Factor poblacional = 0,1944
Factor medio físico – biológico = 0,3704
Factor climatológico = 0,3426
Factor socioeconómico = 0,0923

- **Criticidad absoluta (Cav) y relativa (Crv) de cada variable**

$$Cav = V_{real} / Pv$$

$$Crv = Cav \times fi/v = V_{real} / Pv$$

- **Criticidad absoluta (Caf) y relativa (Crf) de cada factor**

$$Caf = Preal / Pf$$

$$Crf = Caf \times fi/f = Preal / Pmax$$

- **CRITICIDAD AMBIENTAL**

$$CA = \Sigma Crf$$

11.2.9. Grados de criticidad

Zonas vedadas =	
Zonas restringidas (*) =	**> a 0,8**
Zona de alta Criticidad =	**0,6 a 0,8**
Zona de mediana Criticidad =	**0,3 y 0,5**
Zona de baja criticidad =	**< a 0,3**



(*) Se entiende por zona restringida o de muy alta criticidad, aquellos sitios donde necesariamente para realizar una planta de separación y/o tratamiento y/o disposición final, previamente se deben realizar medias de corrección o mitigación a fin de disminuir la mayor criticidad posible como se demuestra en el ejemplo siguiente.

11.2.10. Ejemplo de evaluación de criticidad

Se evalúa una localidad A con una determinada tipología para cada variable a fin de determinar el grado de Criticidad Ambiental que la misma presenta

Cuadro Nº 4. 29 – Ejemplo de criticidad

Variables	Tipología. reales	Valor relativo	Valor asignado	Máxima Ponderación
Cantidad de pobladores	1.500.000	10	25	
Densidad poblacional	1.200	10	50	
Generación per capita	0.6	4	12	
Total factor poblacional			**87**	**105**
Permeabilidad	10^{-5}	5	35	
Distancia a la napa	1	10	70	
Distancia centro poblados	400	10	50	
Total factor medio afectado			**155**	**200**
Precipitación anual	1.300	10	75	
Vientos predominantes	Mediana intensidad	5	12.3	
Temperaturas medias	8	1	5	
Humedad relativa	65	10	50	
Total factor climático			**142,3**	**185**
Actividad económica	Agropecuaria	7	7	
Nivel de ingreso	1.000	7	7	
Sistema provisión de agua	Corriente y pozos	5	15	
Total factor socioeconómico			**29**	**50**

P_{real}
Valor asignado Poblacional = 87
Valor asignado Medio físico-biológico = 155
Valor asignado climatológico = 142,3
Valor asignado socioeconómico = 29

fi = factor de ajuste de cada variable (valor máximo (vm) de cada factor / $\sum$ vm)

Factor Poblacional = 0,1944
Factor Medio físico-biológico = 0,3704
Factor climatológico = 0,3426
Factor socioeconómico = 0,0923

C_f población. = 87/105 = 0.8286
C_f medio = 155/200 = 0,7750
C_f clima = 142,3/185 = 0,7692
C_f socioec = 29/50 = 0,5800

Criticidad relativa (Vr x fi)
0,8286 x 0,1944 = 0,17
0,7750 x 0,3704 = 0.29
0,7692 x 0,3426 = 0.26
0,5800 x 0,0923 = 0,05

Valor de criticidad = 0,17 + 0,29 + 0,26 + 0,05 = **0,77 (zona alta criticidad)**

Si a esta misma localidad se le elabora y ejecuta un programa de gestión de residuos sólidos urbanos, proponiendo algunas medidas correctivas, por ejemplo:

- Se le abate la napa freática a 6 m por medio de drenes
- Se cambia el relleno a sotavento de la localidad y a una distancia de 2 km de la misma.
- Se impermeabiliza la base del relleno con broza y arcilla asegurando una permeabilidad de 1 x 10^{-7} cm/s y
- Se realiza un programa de reciclado, que indirectamente me reduce la producción per capita a 0,2 kg/hab./día, en estas nuevas condiciones, el grado de la criticidad ambiental será:

Cuadro N° 4. 30 – Criticidad con aplicación de medidas correctivas

Variable	Tipología reales	Valor relativo	Valor asignado	Máxima Ponderación
Cantidad de pobladores	1.500.000	10	25	
Densidad poblacional	1.200	10	50	
Generación per capita	0.2	1	3	
Total factor poblacional			**78**	**105**
Permeabilidad	10^{-7}	1	7	
Distancia a la napa	6	4	32	
Distancia centro poblados	2.000	1	5	
Total factor medio afectado			**44**	**200**
Precipitación anual	1.300	10	75	
Vientos predominantes	Mediana intensidad	5	12.3	
Temperaturas medias	8	1	5	
Humedad relativa	65	10	50	
Total factor climático			**142,3**	**185**
Actividad económica	Agropecuaria	7	7	
Nivel de ingreso	1.000	7	7	
Sistema provisión de agua	Corriente y pozos	5	15	
Total factor socioeconómico			**29**	**80**

P_{real}

Valor asignado Poblacional = 78
Valor asignado Medio físico-biológico = 44
Valor asignado climatológico = 142,3
Valor asignado socioeconómico = 29

fi = factor de ajuste de cada variable (valor máximo (vm) de cada factor / $\sum$ vm)

Factor Poblacional = 0,1944
Factor Medio físico-biológico = 0,3704
Factor climatológico = 0,3426
Factor socioeconómico = 0,0923

C_f población. = 78/105 = 0.7429
C_f medio = 44/200 = 0,2200
C_f clima = 142,3/185 = 0,7692
C_f socioec = 29/50 = 0,5800

Criticidad relativa (V_r x f_i)

0,7429 x 0,1944 = 0,14
0,2200 x 0,3704 = 0,08
0,7692 x 0,3426 = 0,26
0,5800 x 0,0923 = 0,05

Valor de criticidad = 0,14 + 0,08 + 0,26 + 0,05 = **0,53 (zona de mediana criticidad)**

11.3. Estudio de Impacto Ambiental de los rellenos sanitarios

11.3.1. Introducción

El término "impacto ambiental" define la alteración del ambiente causada por la implementación de un proyecto. En este contexto el ambiente incluye el conjunto de factores físicos, sociales, culturales y estéticos en relación con el individuo y la comunidad. El impacto ambiental en su sentido más amplio, es causado por la presencia de un proyecto que puede provocar efectos positivos como negativos. El procedimiento para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), tiene por objetivo evaluar la relación que existe entre el proyecto propuesto y el ambiente en el cual va a ser implementado.

11.2.2. Alcance y Fuentes de Información

Las EIA´s se llevaron a cabo conforme a las disposiciones vigentes en la provincia, como así la Resolución N° 128/04 que regula los rellenos sanitarios. Se relevó información antecedente y se realizaron visitas al predio.

11.13.3. Objetivos de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA):

Los objetivos a alcanzar con la EIA fueron los siguientes:

⇒ Evaluación del medio en estado preoperacional o estado cero (valoración de los niveles de alteración existentes): *Situación Actual.*

⇒ Evaluación del impacto neto del Proyecto: incidencia del proyecto en el medio, estimación de la capacidad de absorción de tales impactos por el medio.

⇒ Aceptación del proyecto de relleno sanitario, evaluando el sitio de disposición, o introducción de mejoras o modificaciones.

11.3.4. Identificación y evaluación de impactos

La identificación de impactos se realizó en las siguientes etapas:

I. Etapa de preparación del sitio y construcción/implementación del Relleno Sanitario.

II. Etapa de operación y clausura.

Las acciones emprendidas en las evaluaciones fueron:

1. *Selección de los rasgos ambientales más importantes y significativos y asignar valores de sensibilidad*: Los criterios de selección utilizados para seleccionar los rasgos ambientales que potencialmente podrían verse afectados por el Proyecto, estuvieron relacionados con la sensibilidad que pudieran manifestar en el área. Para su definición, se aplicaron criterios de representatividad, relevancia, exclusividad, facilidad de identificación y facilidad de cuantificación. Los elementos de análisis para definir dicho criterios se basaron en la caracterización de base de cada uno de los sitios.

2. Identificación de acciones (no necesariamente obras) que pudieran causar algún cambio ambiental durante las fases de implementación (construcción en sitio potencial) y de operación (funcionamiento) del relleno sanitario, así como en la etapa de clausura y mantenimiento. Los criterios de selección utilizados para la identificación de acciones, comprendieron , entre otros, los siguientes aspectos:

   ⇒ Acciones que modifican el uso del suelo
   ⇒ Acciones que implican emisión de contaminantes
   ⇒ Acciones que actúan sobre el medio biótico
   ⇒ Acciones que implican deterioro del paisaje
   ⇒ Acciones que repercuten sobre las infraestructuras
   ⇒ Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural

3. *Representación matricial de los impactos ambientales del proyecto para cada etapa y para cada sitio;*

4. *Identificación estadística de los rasgos ambientales más sensibles a las acciones del proyecto;*

11.3.5. Identificación de Impactos de las Alternativas

Conformaron las matrices los siguientes rasgos ambientales y las siguientes acciones de cada alternativa:

RASGOS AMBIENTALES:

Atmósfera:

- calidad de aire
- ruidos

Geomorfología:

- erosión
- relieve
- pendiente

Suelo

- aptitud

Hidrológica superficial y subterránea

- dirección de escurrimientos
- calidad de agua
- área-volumen de infiltración
- profundidad del nivel estático

Paisaje

- cualidades estéticas y paisajísticas
- (vistas y paisaje, elementos singulares, desarmonías)

Flora y fauna

- alteración de cubierta vegetal
- afectación especies raras o en peligro de extinción
- alteración composición y diversidad de especies
- agroecosistemas

Usos del territorio

- cambio de uso del territorio (cambios valor del suelo)
- incidencia en zona agrícola- ganadera
- excursionismo y recreación

Infraestructura

- red viaria afectada por el transporte
- tráfico pesado lento
- accesibilidad

Humanos

- calidad de vida
- salud
- seguridad
- bienestar
- hábitat próximo rústico

Economía y población

- empleo estacional
- empleo fijo

11.3.6. Identificaciones de acciones de cada alternativa

Se seleccionó y agrupó aquellos rasgos y acciones más representativas e impactantes respectivamente, a los efectos de simplificar la matriz.

I. Etapa: PREPARACION DEL SITIO/CONSTRUCCION

- movimiento de tierra (desmonte, limpieza, nivelaciones, caminos de acceso e interiores) y movimiento interno de máquina pesada
- construcción edificios auxiliares y obras complementarias (de personal, caseta de control vehicular, cerco perimetral)
- arbolado perimetral

II: Etapa: OPERACIÓN y CLAUSURA

- movimiento de vehículo con residuos
- vertido de residuos sólidos
- cobertura y compactación de residuos
- captación y control de lixiviados
- sistema preventivo de incendios
- emisión y control de biogás
- servicios de vigilancia
- cobertura final
- reforestación
- limpieza general
- captación y monitoreo de lixiviados
- tratamientos de lixiviados
- monitoreo de biogás
- monitoreo hidrológico

11.3.7. Representación Matricial del proyecto de Relleno Sanitario

Las matrices de interacción funcionan como listados de control bidimensional, dispuestos a lo largo de sus ejes, vertical y horizontal, las acciones de implementación del proyecto y los factores o rasgos ambientales que pudieran ser afectados, permitiendo señalar, en las cuadrículas correspondientes, los impactos de cada procedimiento sobre los componentes por ellas modificados.

La importancia de los impactos se ponderó para cada interacción según la escala de 1 a 10 (menor a máxima importancia). Del análisis de los valores de la sumatoria de cada fila se obtiene la

fragilidad del rasgo ambiental frente a todas las acciones, y de cada columna, la agresividad de la acción para todos los rasgos. Esto permite además de valorar, los impactos ambientales del proyecto de relleno sanitario, conocer cual o cuales acciones resultan más impactantes y cual o cuales rasgos los más impactados, condición de relevancia para la elaboración de los planes de mitigación y monitoreo.

En el Cuadro N° 4.32, se destacan los resultados de la relación agresividad/fragilidad de acciones y factores de todos los sitios evaluados, de manera de obtener un orden jerárquico de la Valoración Ambiental Global (VAG).

Se utilizan tonalidades cromáticas para facilitar la comprensión de los resultados finales del estudio. Ver Referencias.

- **Referencias**

Se han identificado los impactos potenciales según el: *Grado de Impacto* y *Tipo de Impacto*.

Grado de Impacto Ambiental (Magnitud):

Impacto Alto

Impacto Moderado

Impacto Bajo

Tipo de Impacto:

Dirección (sentido)

⇒ Impacto Positivo

⇒ Impacto Negativo

Frecuencia

⇒ Impacto Continuo

⇒ Impacto Intermitente o Discontinuo

⇒ Impacto Una Vez

Duración

⇒ Impacto Temporal

⇒ Impacto Permanente

Reversibilidad

⇒ Impacto Reversible

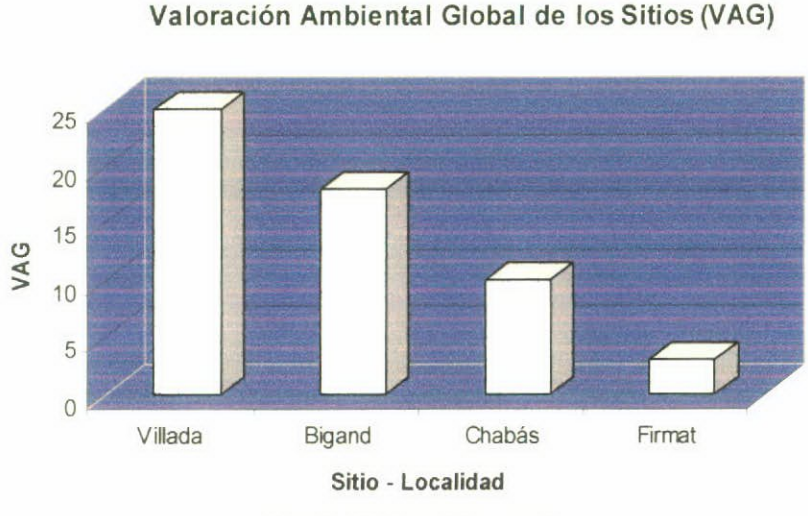
⇒ Impacto Irreversible

Cuadro Nº 4. 31 - Resultado de la Valoración Ambiental Global (VAG)

Sitio	VAG (*)
S1 - Villada	25
S2 – Bigand	18
S3 – Chabás	10
S4 - Firmat	3

Nota: (*) mayor valor significa sitio menos impactado

Gráfico Nº 4. 2 – Comparativo de VGA



Fuente: Elaboración propia

Las matrices de impacto ambiental de los sitios evaluados se presentan en cada una de las localidades

11.4. Propuestas generales del sistema de gestión de RSU

A continuación se presenta la propuesta técnica general para todas las localidades del presente proyecto en cuanto a los procedimientos comunes que pueden ser utilizados por las mismas en cada una de las etapas del sistema de gestión integral de los RSU.

11.4.1. Separación en origen

Una de las premisas básicas de todo plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos es la separación domiciliaria mediante la cual la población procede a clasificar los residuos en orgánicos e inorgánicos.

Para tal fin, además del conocimiento por parte de la población del nuevo modo de clasificar los residuos o la entrega gratuita de bolsas diferenciadas por color o por otros métodos, se requiere

además generar y promover cambios de conductas y hábitos en la población. Implica llevar adelante un proceso en el que se tienda a transformar patrones de comportamientos que se encuentran fuertemente arraigados en la sociedad, reemplazándolos por nuevas formas de convivencia que implican la adopción de hábitos de consumo y producción con cuidado del ambiente.

Para ello se deben impulsar diferentes estrategias en materia educativa y de comunicación ambiental con un especial énfasis en ala educación de niños y jóvenes.

En este sentido, se destacan diferentes estrategias llevadas adelante en la región aplicadas al ámbito educativo, uno de estos ejemplos es el aplicado en Porto Alegre Brasil. En una primera etapa, se incorpora a la currícula la temática ambiental del manejo de los residuos generados en el hogar y en toda la comunidad hasta su destino final. El objetivo que se propone es que el alumno, a través del análisis y evaluación de esta temática, vaya incorporando el concepto de separación de residuos, la minimización en la generación y colaboración en el mantenimiento de la limpieza de la planta urbana, entre otras. De esta manera se tiende a la concientización del manejo integral de los residuos y que se instale en la comunidad comenzando esta tarea desde cada hogar.

Asimismo se implementan diferentes estrategias de separación en origen en otros ámbitos como por ejemplo en los edificios, entidades deportivas, entidades públicas, etc., en los que se le otorga la responsabilidad de dicha separación. A los administradores de los mismos que se encarguen de la implementación de la separación de residuos orgánicos e inorgánicos, utilizando para ello las distintas formas operativas como ser: bolsas diferenciadas, contenedores clasificadores, etc., agilizando, de esta manera, la recolección dentro del edificio, clubes, reparticiones públicas, etc. y recolectando los mismos por parte de la Municipalidad/Comuna, en horarios completamente diferentes a la recolección formal.

La organización de este sistema se asienta en las administradoras de inmuebles, organismos públicos, las comisiones deportivas, quienes asesoran a los encargados y les otorgan autoridad para exigir el cumplimiento de la separación.

Como complemento de estas estrategias se colocan en los paseos públicos, plazas, clubes, supermercados, etc. contenedores en donde estén perfectamente determinados como proceder con los residuos orgánicos e inorgánicos. Los lugares de concentración masiva de personas (festivales, confrontaciones deportivas, predios feriales) deben estar equipados con contenedores clasificadores de vidrios, metales, plásticos, pilas etc., los cuales deben estar cerrados herméticamente, de fácil introducción de residuos y, montados sobre "palets" que facilitan su remoción mediante medios mecánicos.

Está plenamente comprobado que la instalación de la separación de residuos en barrios y pequeñas comunidades, es mucho más fácil y más rápido la adopción del sistema quizás por el grado de conocimiento que existe entre sus habitantes, cosa que no acontece en ciudades grandes densamente pobladas.

Es importante destacar que la separación en origen posibilita no solo crear mejores condiciones de higiene y seguridad tanto para los trabajadores informales (cirujas) y formales (servicio comunal o municipal) sino que además da lugar a un mayor y mejor recupero de los diferentes materiales así como la obtención de un mejor tratamiento del residuo orgánico.

- **Procedimiento para la separación en origen**

Para la separación de los resíduos en origen se propone el Programa de la "Bolsa Ecológica" o "Bolsa Verde", que a continuación se detalla.

- Programa de "Bolsa Ecológica". Objetivo y fundamentos

Este programa tiene por objetivo dar respuesta a la situación de alta conflictividad en que se ve inmersa la recolección y el tratamiento de los residuos sólidos urbanos producto de la situación social que atraviesa nuestro país.

El mismo persigue como fundamento básico:

- Evitar las patologías directamente relacionadas a la contaminación ambiental producto de la exposición constante a que se ven sometidos los trabajadores formales (servicio municipal) e informales (cirujas) que por su realidad cotidiana se ven en la necesidad de tener contacto directo con los mismos.
- Evitar la constante rotura de bolsas producto de esta situación y las consecuencias que la misma origina.
- Evitar la conflictividad en que se encuentran inmersos los recolectores informales y los recolectores formales. Esta situación provoca un conflicto de intereses, saneamiento vs. necesidades básicas, donde el Estado tiene que dar respuesta y ordenar rápidamente la situación.
- Generar y promover una conciencia solidaria hacia el otro, hacia el recolector informal, y de esta forma evitar un panorama de conflicto que puede comenzar a vislumbrarse: vecinos vs. cirujas.

Este programa esta basado en:

- Una alta participación popular.
- Aplicación de técnicas de bajo capital intensivo.
- Promoción y generación de empleo en el segmento informal urbano.

Será necesario para la implementación de este proyecto, llevar adelante las siguientes políticas:

Se prevé la confección en todo el ámbito municipal o comunal, donde se implementará el tratamiento de los residuos, la promoción de una denominada bolsa ecológica donde los vecinos en forma absolutamente voluntaria separarán el papel, el cartón, plásticos, vidrios y las latas de aluminio.

Por otra parte, se separará el residuo orgánico o también denominado húmedo (restos de comida, yerba, cáscaras, etc.) que será recolectado por parte del servicio municipal de manera diferencial.

El programa estará reforzado por estrategias de difusión en la vía pública gráfica, televisiva, radial, donde se informará constantemente sobre los múltiples beneficios sociales, ambientales y culturales de la aplicación de este programa.

El programa deberá contar asimismo, con un Plan de Capacitación también voluntaria y permanente, que incluye además a los encargados de edificios, asociaciones civiles y toda aquella institución que desea colaborar en la solución de este conflicto.

- Acciones

El Gobierno municipal o comunal suministrará bolsas identificadas con este programa o bien realizará convenios con Empresas locales, con el fin de facilitar a toda la comunidad el acceso a las mismas.

Los vecinos dispondrán el papel, el cartón, plásticos, vidrios y las latas de aluminio en las bolsas identificadas como "residuos inorgánicos o secos", y en las bolsas identificadas como "residuos orgánicos o húmedos", los orgánicos.

- Beneficios

Agilizará el servicio de recolección, de existir cirujeo, se evitará la rotura de las bolsas por parte de estos con la posibilidad de dispersión de los residuos con los consiguientes problemas de contaminación.

11.4.2. Procedimientos de barrido y limpieza

En general se respetará el actual proceso de barrido de calles y áreas públicas en las distintas localidades, pero para su optimización, como una alternativa, se zonificará al casco urbano en 2 (dos) sectores, uno céntrico y otro periférico.

El barrido manual o mecánico se efectuará principalmente en la totalidad de las calles pavimentadas de intensa circulación peatonal y vehicular, y el rendimiento estipulado del personal será de aproximadamente 1,0 a 2,0 km/día de calle (igual a la mayoría de las ciudades

latinoamericanas). Si el mismo se realiza en ambos lados de la calle, el rendimiento equivale de 2 a 4 km de cordón vereda, recogiendo entre 30 a 90 kg de basura por kilómetro recorrido. De esta manera, se requieren aproximadamente de 1 (un) barrendero por cada mil habitantes, esta relación disminuye si existe el apoyo del barrido mecánico, de la proporción de calles pavimentadas y las no pavimentadas, del grado de dificultad del barrido, de la educación y cooperación de la comunidad.

En aquellas ciudades o localidades con población mayor a 3.000 habitantes, se propone que en las zonas céntricas y de mayor densidad poblacional, el proceso de barrido se llevará a cabo en forma mecánica sobre la mano que no se estaciona y manual en la mano que normalmente se usa para el estacionamiento, logrando con esto mayor longitud de barrido en menor tiempo, implicando una mayor cobertura, lo cual optimizará el proceso en general.

En poblaciones menores a 3.000 habitantes es factible realizar solamente el barrido manual principalmente porque la relación de calles pavimentadas con respecto a las de tierras es baja.

De esta manera, en el proceso manual, cada barrendero deberá, barrer y embolsar el material obtenido a lo largo de 55 a 65 cuadras diarias, haciéndolo con la actual frecuencia semanal y el mismo recorrido, dejando la o las bolsas una vez llenas en la esquina que corresponda o en contenedores en caso que los hubiese. En casos de la existencia de elementos de tamaño que no entren en la bolsa (ramas, tachos, etc.) los depositará al lado de la misma.

El proceso de barrido manual se realizará en formas diferentes para cada sector, si se acepta la propuesta para el procedimiento de barrido y limpieza, con una frecuencia semanal de lunes a viernes para el sector céntrico y tres días a la semana en el sector periférico, no diferenciándose sustancialmente de como se lo está haciendo habitualmente en la actualidad en la mayoría de las localidades, el barrido mecánico se realizará día por medio en el sector céntrico y con una frecuencia de dos días a la semana en el sector restante (días alternos con el barrido manual).

El aseo de los espacios públicos se realizará día por medio con operarios no afectados al barrido de las calles. En todos los casos el horario será el mismo que se realiza en la actualidad

La ventaja fundamental es que a igual número de operarios se puede cubrir la totalidad de las calles, en lo que se refiere especialmente al barrido manual, y con una mayor frecuencia semanal de lo que se está haciendo ahora, lo que implica que su costo operativo descienda en forma indirecta al actual.

Las bolsas que se generan por el barrido y limpieza manual serán recogidas, luego de las 13 horas. Para la recolección de éstas, se propone la utilización de 1 (un) tractor con acoplado, que puede ser el mismo que generalmente se esté usando en la actualidad, en la mayoría de las localidades, si se encuentra en buen estado de operatividad o en caso de reposición se sugiere el reemplazo del mismo por un camión con caja volcadora.

Para el control general del servicio de limpieza y aseo de la ciudad, se debe designar un Supervisor o Responsable, que estará a cargo de supervisar diariamente todos los procesos del manejo de los RSU. Se lo dotará de una camioneta, con caja y cúpula o una similar que posea la Municipalidad o Comuna en buenas condiciones, en caso de reposición o compra de una unidad nueva para este servicio, se sugiere reemplazarla por una de doble cabina con motor diesel.

- Equipamiento

El equipo que cada barrendero dispondrá para realizar las tareas de barrido y limpieza de calles y paseos públicos estará compuesto por:

- 1 carrito con 2 (dos) ruedas, y canasto para 1 bolsa plástica
- 1 escobillón de cerda dura o de cerdas plásticas
- 1 escoba tradicional
- 1 pala de recolección de basura, de cabo largo
- 1 stock permanente de 10 bolsas plásticas.

A la vez se le proveerá de un uniforme compuesto por:

- 1 mameluco color naranja amarillento, con logotipo de la Municipalidad o Comuna, fosforescente, uno en la espalda y otro en el frente, de mangas largas
- 1 camiseta de algodón, gruesa para invierno
- 1 pulóver de lana sintética para invierno
- 1 saco de algodón de iguales características del mameluco
- 1 par de zapatillas modelo deportivas para caminar
- 1 par de guantes de loneta
- 1 par de medias de algodón tipo deportivo
- 1 birrete del color del mameluco

Equipo especial: Para los barrenderos que deban atender veredas de plazas o paseo central de avenidas, se les proveerá de una máquina de cortar césped a tanza, con motor a explosión de 50 cm^3, o similar.

11.4.3. Procedimiento de recolección

- **Recolección diferenciada de residuos domiciliarios**

Para el fortalecimiento de una propuesta de recolección diferenciada se presupone lo siguiente:

1. la participación ciudadana colaborará con depositar en bolsas diferenciadas, los principales componentes de los residuos inorgánicos (papel, plásticos, vidrios, metales) que serán colocados en la bolsa ecológica y en otra, los orgánicos;
2. la recolección por separado de dichos componentes ya sea en vehículos distintos o en vehículos especialmente compartimentados, agilizará este servicio y por lo tanto sus costos disminuirán.

La propuesta del grupo de trabajo se sustenta en la recolección en forma separada, por parte de los recolectores formales, de las bolsas ecológicas y las que contienen los restantes residuos (fundamentalmente los orgánicos) de acuerdo a las alternativas presentadas más adelante, todo residuo recogido por los recolectores formales serán conducidos a la planta de tratamiento y disposición final de acuerdo a la modalidad de cada localidad o bien por el sistema de contenerización.

Para la implementación del servicio de recolección diferenciada en las distintas localidades, con factibilidad de hacerlo, la propuesta del grupo de trabajo respectará la actual modalidad y esquema de zonificación de la planta urbana, pero optimizando las características operativas de acuerdo a las alternativas a presentar.

En caso de ser necesario, ya que no existe un esquema de zonificación preestablecido, la planta urbana se subdividirá en sectores para la recolección diferenciada de los residuos domiciliarios. Esta zonificación se hace de acuerdo a la densidad demográfica, básicamente, y al tipo de consolidación de las calles que marcan las características de cada zona o sector.

- **Contenerización**

Comprende la instalación, limpieza, mantenimiento, reposición, traslado y reubicación de contenedores. El servicio se complementa con un plan de frecuencias de limpieza, operaciones de mantenimiento, así como la adecuada gestión de los equipos de trabajo y ubicación de los diferentes contenedores.

La calidad del servicio varía de localidad en localidad dependiendo no sólo del tamaño del núcleo poblacional servido sino del desarrollo municipal y la capacidad económica financiera que tenga cada gobierno local.

La falta de indicadores que midan la evolución del servicio en la mayoría de ellos hace imposible cuantificar claramente con indicadores la calidad de cada una de las áreas de gestión. Más allá de esta dificultad, se destaca la introducción de contenedores en la vía pública como uno de los elementos más notorios en la mejora de la calidad de servicio de recolección.

Esta nueva modalidad de sistema de contenedores no sólo tiene ventajas para el usuario sino que reporta en una mejor eficiencia del sistema de recolección, si bien necesita de la concienciación

de la población, requiere menor tiempo de recolección, menores maniobras de los camiones recolectores, lo cual minimiza el requerimiento de mantenimiento e insumos, etc. y permite mejorar sensiblemente la limpieza de la ciudad sobre todos en el áreas más densamente pobladas y reporta es la disminución de la exposición de residuos en la vía pública generados por la rotura de las bolsas en la acera.

La cantidad de contenedores y distribución depende, fundamentalmente, de la magnitud poblacional de la localidad que se quiere contenerizar, la Figura N° 4.9 y Plano N° 4.1 se representa la distribución propuesta para ciudades pequeñas, no mas de 25.000 habitante y para ciudades de mayor población, entre 25.000 a 100.000 habitantes, se sugiere la distribución señalada en la Figura N° 4.10 y Plano N° 4.2 y para localidades de > de 100.000 habitante la distribución sería de uno por cuadra.

Figura N° 4. 9 - Área de aporte a cada contenedor

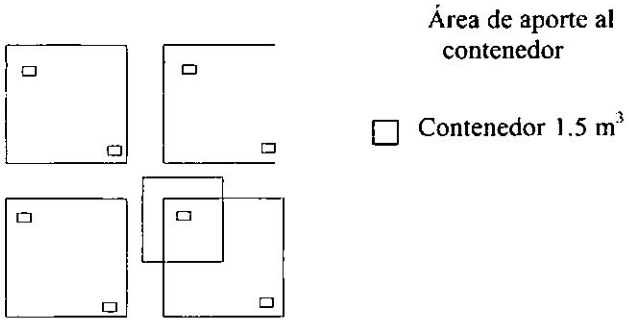
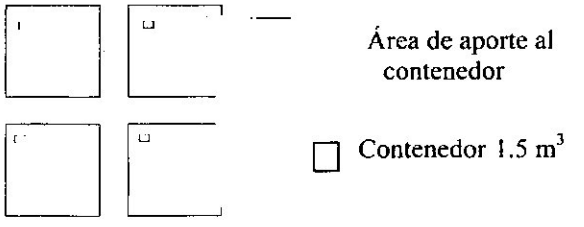
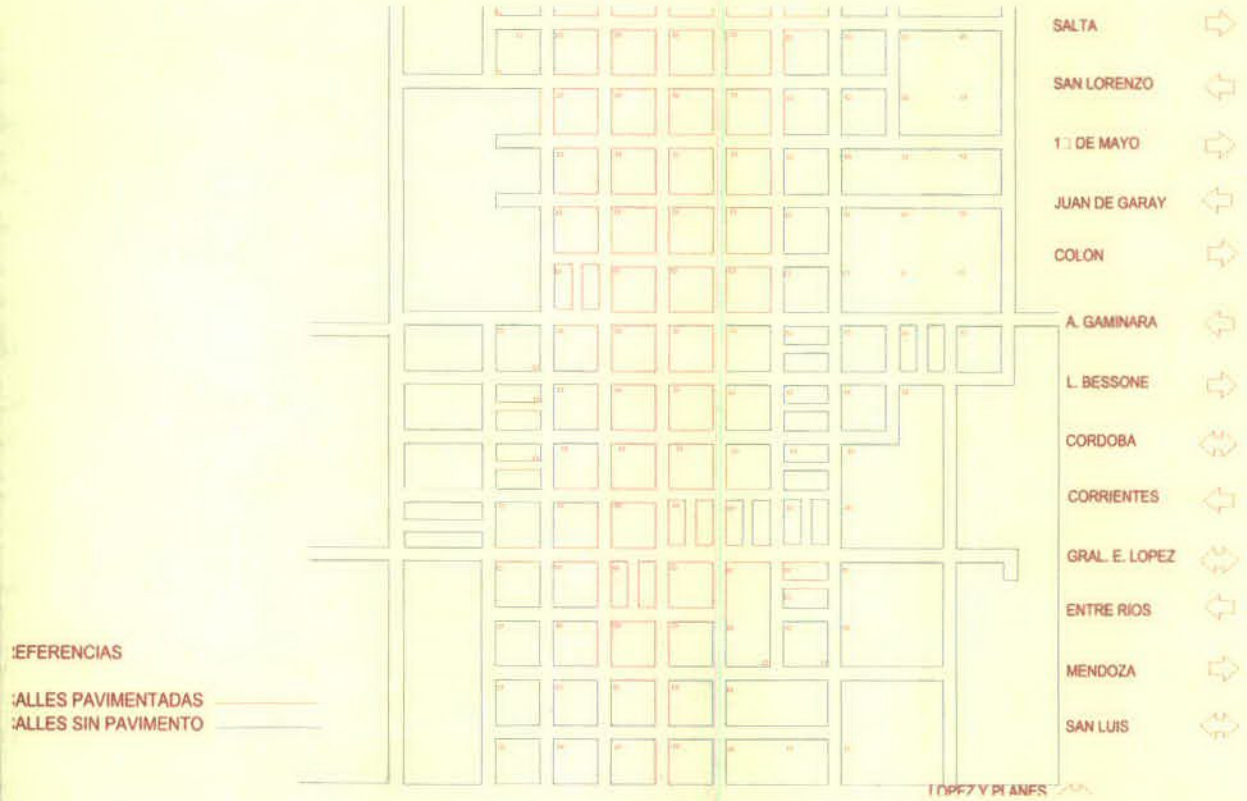


Figura N° 4. 10 - Área de aporte a cada contenedor

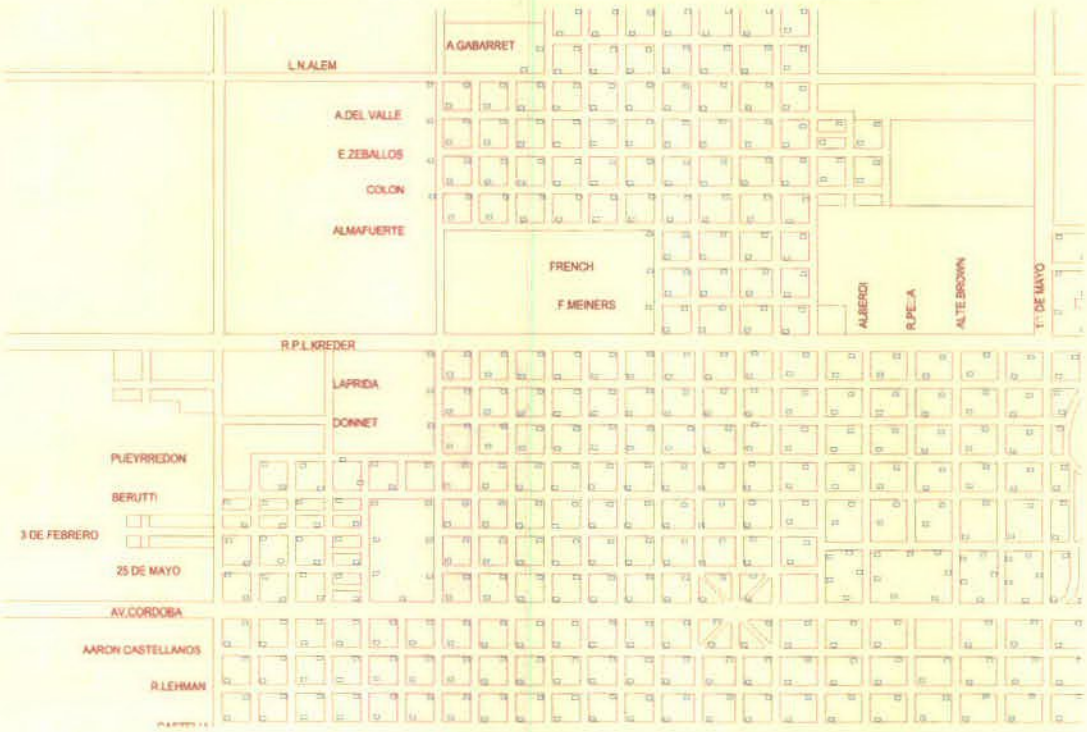


Plano N° 4. 1– Localidades < a 25.000 habitantes



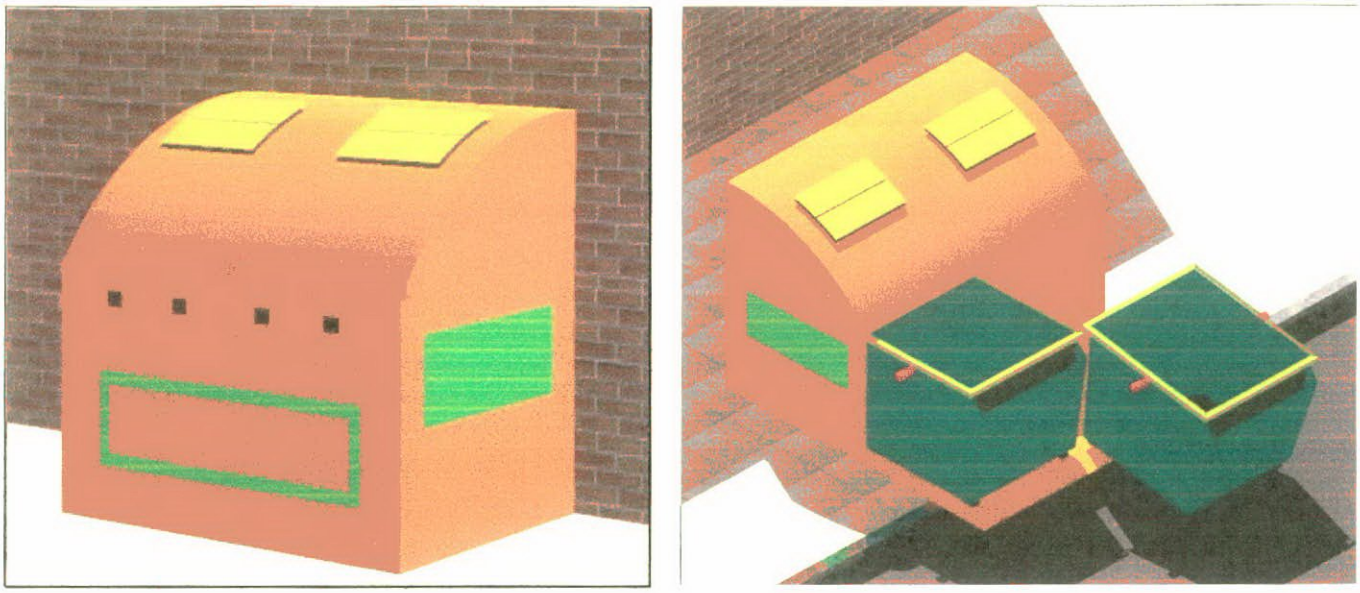
Fuente: Elaboración propia

Plano N° 4. 2 – Localidades de 25.000 a 100.000 habitantes



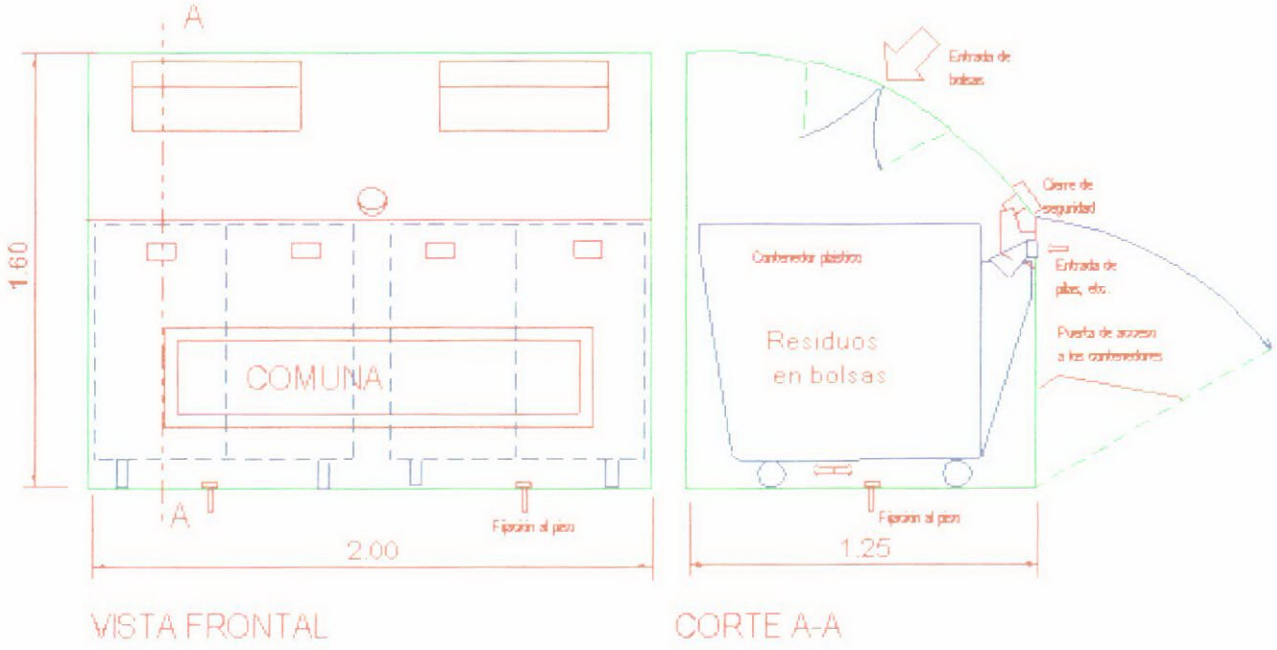
Fuente: elaboración propia

Figura Nº 4. 11 - Portacontenedor fijo



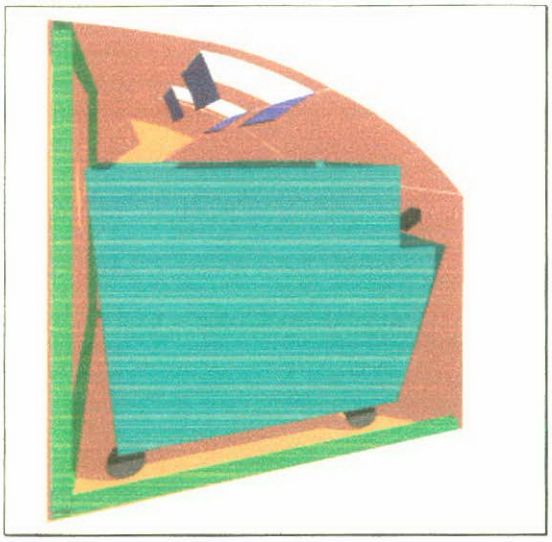
Fuente: Elaboración propia

Figura Nº 4. 12 - Esquema de un porta-contenedor fijo



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 4. 13 - Corte transversal del Porta Contenedor



Fuente Propia

Figura N° 4. 14 - Contenedor de carga lateral propuesto



Fuente: Gobierno de Valencia, 2005

Cuadro N° 4. 32 - Consideraciones de criterio mínimo de dimensionamiento

	Población peri-urbana	Población urbana	Volumen
Carga lateral	1/415 hab	1/510 hab	3.200 l
Iglú	1/400 hab	1/500 hab	2.500 l
Carga trasera	1/100 hab	1/100 hab	800 l

Fuente: Elaboración Propia

Se deberá acompañar este sistema de contenedores con campañas de concientización para lograr que la población deposite los residuos con esta nueva modalidad.

Cuadro N° 4. 33 - Horarios de recolección propuesto

Tipo de residuos recogido	Días de recolección	Horario de recolección
Residuos S. Orgánicos	Lunes, miércoles y viernes	22 a 5 hs.
Residuos S. Inorgánicos	Martes y jueves	22 a 5 hs.

Fuente: Elaboración Propia

Otra alternativa es la contenerización subterránea. Este sistema, presenta numerosas ventajas; en primer lugar, elimina el impacto visual producido por los contenedores de basura, debido a que dichos contenedores permanecen ocultos bajo tierra.

Un camión de carga lateral convencional, es suficiente para realizar todo el proceso de recogida, permitiendo así una recogida homogénea respecto a los contenedores de superficie.

Con este sistema se reducen los malos olores y la atracción de insectos, roedores y otros animales, mientras que el costo de mantenimiento es mínimo debido a un sistema hidráulico de elevación muy sencillo pero robusto y fabricado además con componentes comerciales estandarizados.

La estanqueidad está asegurada por una junta perimétrica alrededor de toda la arqueta y su posición oculta evita actos de vandalismo producidos por movimiento o vuelco de contenedores en la vía pública.

11.4.4. Propuesta Alternativa: Modernización de la gestión de residuos

Como alternativa de de modernización del sistema de contenerización se propone el uso de contenedores subterráneos.[2]

Los principales objetivos que se persiguen con esta alternativa son la de mejorar la calidad del proceso de recolección de residuos, utilización racional de los recursos y correcto dimensionamiento del servicio y modernización del municipio.

En cuanto a la contenerización subterránea cabe destacar la gran cantidad de factores que favorece este sistema, entre ellos la mayor salubridad e higiene que proporciona además de la supresión total del impacto visual que generan los contenedores en la calle, se suprimirán de forma radical los olores que generan los residuos en la vía pública y se mejorará el paisaje urbano y tendrá una imagen más amable y moderna.

Los beneficios que reportará este cambio del modelo contenerización general son múltiples:

1. Mayor capacidad - Se pasa de 800 l/contenedor a 2.400 l/contenedor e incluso en algunos casos a 3.200 l/contenedor.
2. Menor número de contenedores en vía pública - Lo que redunda en el mejor aprovechamiento del sistema de circulación para peatones y vehículos, y en un menor impacto visual. A este menor impacto contribuye el hecho de que con los contenedores subterráneos no se ven en ningún momento los residuos y que los nuevos en superficie son mejores desde el punto de vista estético.
3. Simplicidad del sistema de apertura – Basta con pisar una barra en la base del contenedor para que la tapa se abra automáticamente, lo que hace que no se toque dicha tapa en ningún momento, aumentando por tanto la higiene y salubridad.
4. Cierre hermético - En la actualidad, la mayoría de los cubos quedan abiertos de forma continuada, pero con este sistema de nuevos contenedores y el subenterramiento de algunos de ellos se garantiza el cierre del contenedor evitando así la salida de olores del mismo. En los contenedores subterráneos está garantizada doblemente la ausencia de olores, ya que la basura permanece bajo tierra y el contenedor aislado totalmente del exterior.
5. Menor contaminación acústica - Al recoger menos contenedores el nivel de ruido es menor. A su vez, la nueva maquinaria también es más silenciosa y moderna.
6. Imposibilidad de desplazamiento - La no existencia de ruedas y gran peso del contenedor consiguen este hecho. Esto disminuirá el número de quejas por

[2] Fuente Municipio de Daganzo, España, 2004

movimiento de contenedores. A su vez cabe destacar la imposibilidad total de movimiento de los contenedores subterráneos.

7. Modernización - Se trata de un sistema innovador que dará una imagen de calidad, modernidad y singularidad al municipio.
8. Alta aceptación ciudadana - En los municipios (especialmente en España) en los que está implantado este sistema de recogida el grado de aceptación es muy alto.

El cambio de contenedores también supondrá variaciones en la localización de los mismos, situándose en áreas de aportación estratégicamente localizadas para conseguir el menor desplazamiento posible a la vez que se disminuyen al mínimo las molestias que conlleva la cercanía a estas áreas al menor número de vecinos posible.

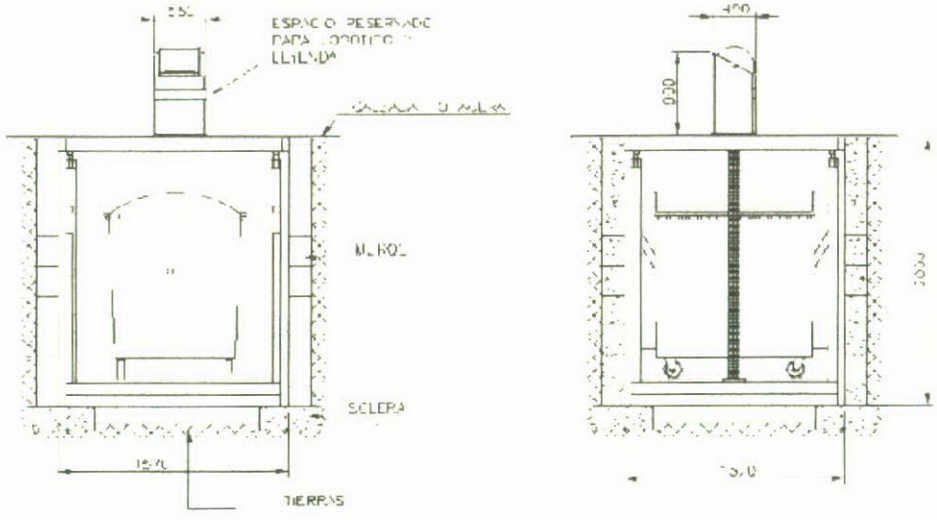
Los nuevos contenedores estarán identificados informativamente para un mayor control por parte del gobierno local y así conseguir un mejor servicio. A su vez, llevarán inscrito el residuo que debe depositarse en cada tipo de contenedor y el horario de verano e invierno estipulado para realizar esta acción. Por último, lo único que cabe destacar es el factor más importante para que este sistema funcione, la PARTICIPACIÓN CIUDADANA.

Figura Nº 4. 15 - Contenedores subterráneos

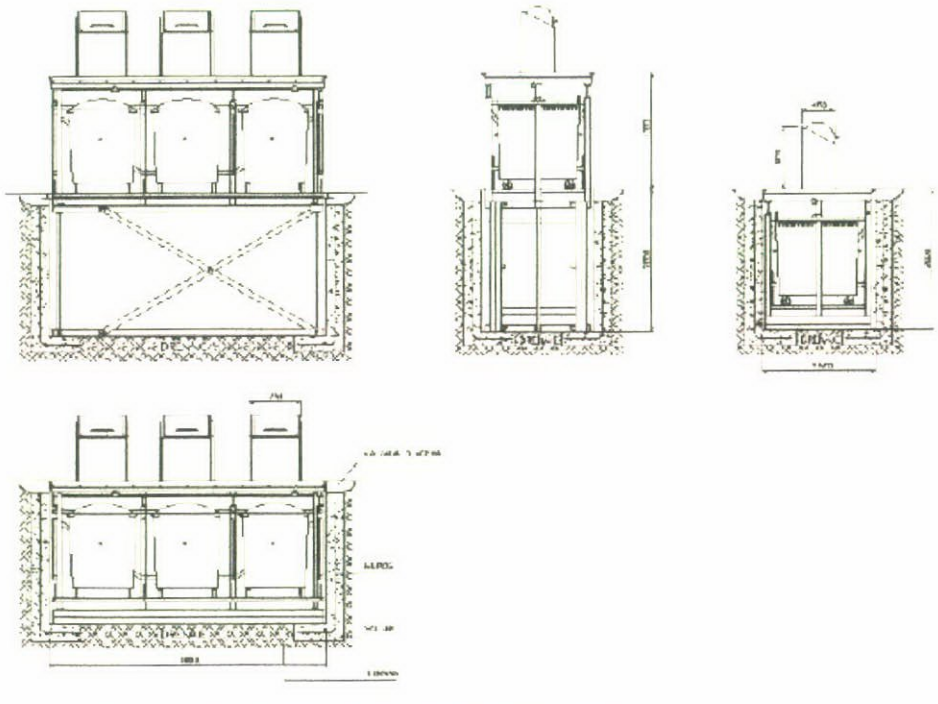


Fuente: Ayuntamiento de Daganzo

Figura Nº 4. 16 - Esquema de soterramiento de contenedores



Fuente: Ayuntamiento de Daganzo





Contenedores soterrados en frente de la catedral de Burgos.

Fuente: www. Miliarium.es/Premios2004/GestiónResiduos/SistemaResiduosRSU.pdf

11.5. Propuesta para los procedimientos de recepción de residuos

11.5.1. Tipos de residuos recepcionados

Los distintos tipos de residuos habilitados para que se les dee un destino final en la Planta de Tratamiento y Disposición Final (PTDF) son:

Residuos Urbanos
Residuos Comerciales
Residuos Industriales asimilables

- **Residuos urbanos**

Son los residuos que se producen en actividades normales de la comunidad y que provienen de la recolección domiciliaria, limpieza de espacios públicos, limpieza de barrios y barridos de calles y plazas. Además de ellos, son también los llevados PTDF por particulares.

La composición normal de los mismos es mayoritariamente residuos de comidas, envolturas plásticas, papeles, etc., según se describió en el relevamiento del presente proyecto

- **Residuos comerciales**

En esta categoría están incluidos todos aquellos residuos que son transportados por vehículos de Empresas privadas de recolección o en forma particular no vinculadas con un contrato para tal fin con el municipio. Estos provienen del saneamiento de Centros Comerciales o instituciones privadas. En su composición no difieren sustancialmente de los domiciliarios, sólo que el volumen de generación es mayor.

- **Residuos industriales asimilables**

Son los residuos de procesos productivos, pudiendo ser homogéneo o no, y de un volumen considerable en comparación con los domésticos y que algunos de ellos pueden producir contaminación sino no se toman las medidas de seguridad. Los residuos industriales serán dispuestos en rellenos de seguridad de acuerdo a las normativas vigentes.

El presente estudio propone los parámetros de diseño que exigen las máximas condiciones de seguridad, afín de evitar la contaminación que potencialmente pudiesen generar los residuos allí depositados (Ver Relleno de Seguridad en el ítem 11.12).

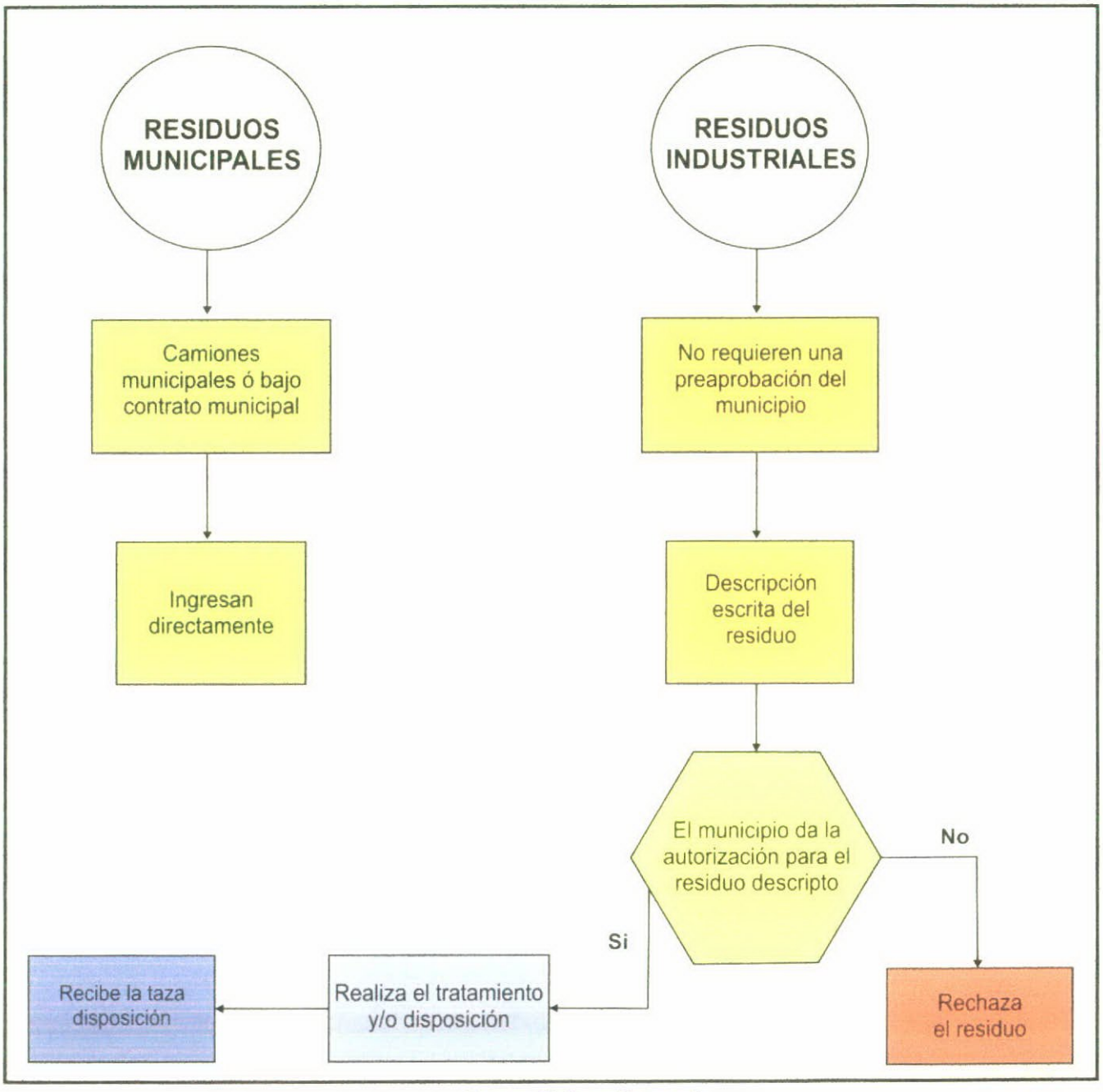
- **Residuos que no se aceptarán**

No estará permitido el ingreso de residuos industriales peligrosos, explosivos, reactivos, inflamables, cenizas de hornos, material contaminado con residuos peligrosos, residuos radioactivos, barros y lodos, todo residuo que tenga líquidos libres que pudieran generar lixiviados que representen un potencial perjuicio a la comunidad y a los recursos naturales.

11.5.2. Procedimientos de recepción en general

En términos generales los residuos que ingresan al relleno se recibirán de acuerdo al diagrama de flujo:

Figura Nº 4. 17 - Diagrama de flujo del ingreso de los residuos al relleno



Fuente: Elaboración propia

Los residuos urbanos que provienen de las operaciones de recolección programadas por el municipio no requieren de una pre-aprobación de los mismos e ingresan directamente a la PTDF, realizando los procedimientos normales, en tanto que los comerciales e industriales deberán seguir un procedimiento previo de aceptación por parte del municipio y pagar una tasa acorde al volumen y tipo de tratamiento que esos residuos requieran.

11.5.3. Procedimientos de recepción de residuos urbanos

- **Residuos provenientes en vehículos municipales o con contrato con la municipalidad.**

Estos residuos no necesitaran una pre-aceptación de los mismos para poder ingresar al PTDF, estos vehículos una vez identificados en el puesto de control de accesos, se dirigirán a la balanza donde serán pesados, el jefe de servicios indicará el destino de los residuos en función del origen de los mismos, una vez descargados, los vehículos, pasaran nuevamente por la balanza, para determinar la tara del vehículo, en el puesto de control de accesos quedará registrado la hora de salida de dicho vehículo.

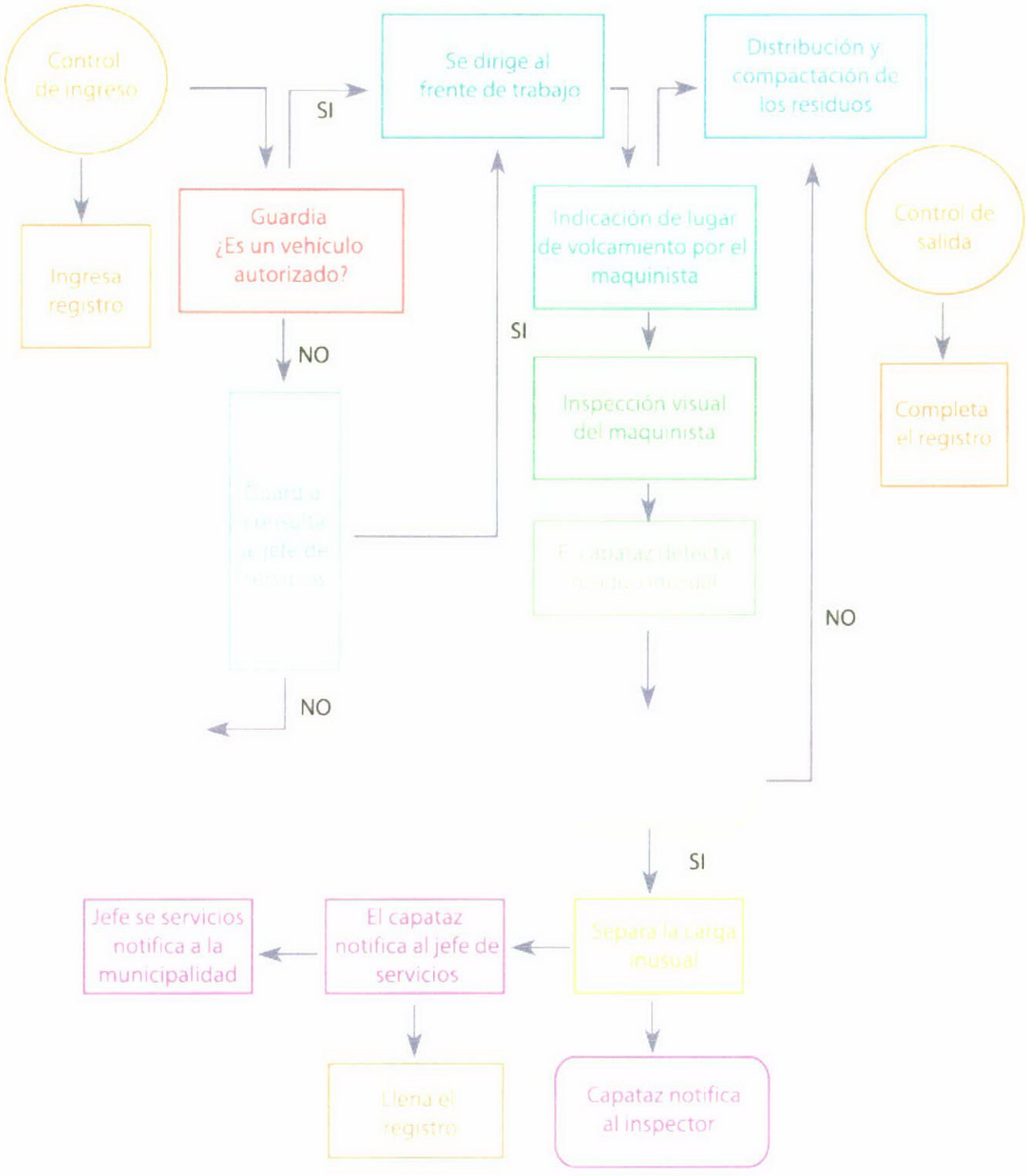
Estos vehículos podrán ingresar durante todo el día, de acuerdo las rutas fijadas para cada uno de ellos, lo que hace que la PTDF debe operar todo el día, pero el frente de trabajo esta activo durante la noche.

A fin de no entorpecer esta operatoria, la PTDF, sólo aceptará durante la noche a aquellos vehículos que presten los servicios de recolección domiciliaria nocturna vinculados por contrato con el municipio o que tengan algún permiso especial otorgado por le Jefe de servicios; en este caso los recolectores se verán obligados a descargar los residuos en un área prefijada, y recién a la mañana del día siguiente se realiza la operación de disposición final, compactación y cubierta de los mismos

No estará permitido el ingreso de ningún otro vehículo, tanto particular como los de las Empresa de transporte privada que prestan servicios a grandes generadores.

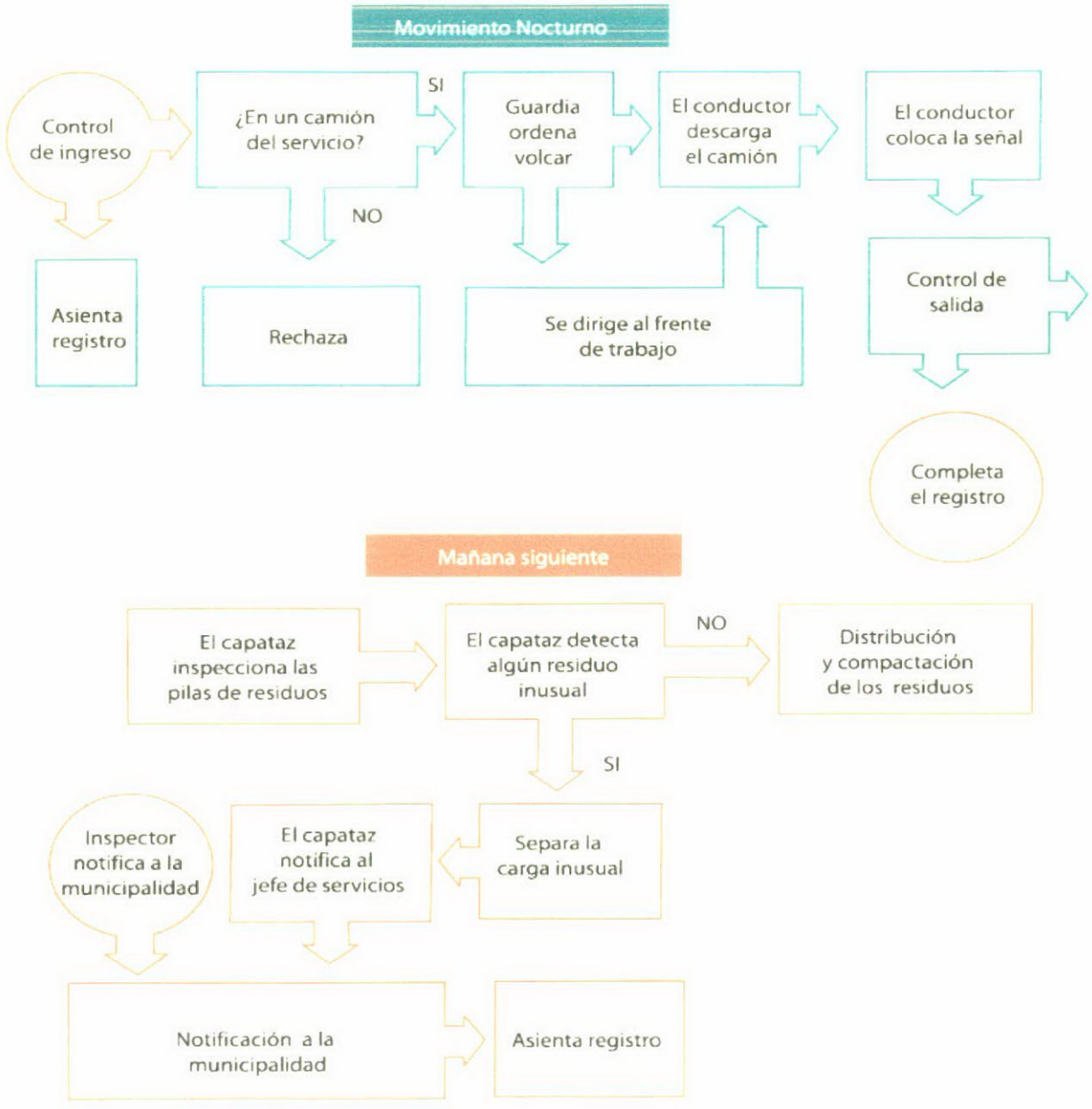
En este caso la recepción de residuos será de acuerdo al Diagrama de flujo mostrado a continuación:

Figura Nº 4. 18 - Operación de los residuos urbanos



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 4. 19 - Operación recepción nocturna de los residuos urbanos



Fuente: Elaboración Propia

- **Residuos transportados por particulares**

Estos residuos deberán ser dispuestos en el área ubicada al ingreso de la PTDF especialmente diseñada para tal fin. Al finalizar la jornada el contenedor donde fueron descargados los mismos se ingresará a la PTDF, serán pesado en la balanza, para posteriormente disponerlo donde el Jefe de servicios lo indique. En los casos que los vehículos deban ingresar a la PTDF, por

el peso o volumen hace imposible descargarlo en los contenedores, se los registrará y serán pesados tanto al entrar como al salir.

11.5.4. Procedimientos de recepción de residuos comerciales e industriales asimilables

Los vehículos portando estos tipos de residuos sólo podrán hacerlo durante el día, y en los horarios de funcionamiento administrativo. Previo al ingreso de los residuos a la PTDF, estos deberán estar aprobados y autorizados por el encargado municipal cumpliendo un procedimiento administrativo ejemplificado a continuación.

Figura N° 4. 20 - Procedimientos de recepción de residuos comerciales e industriales



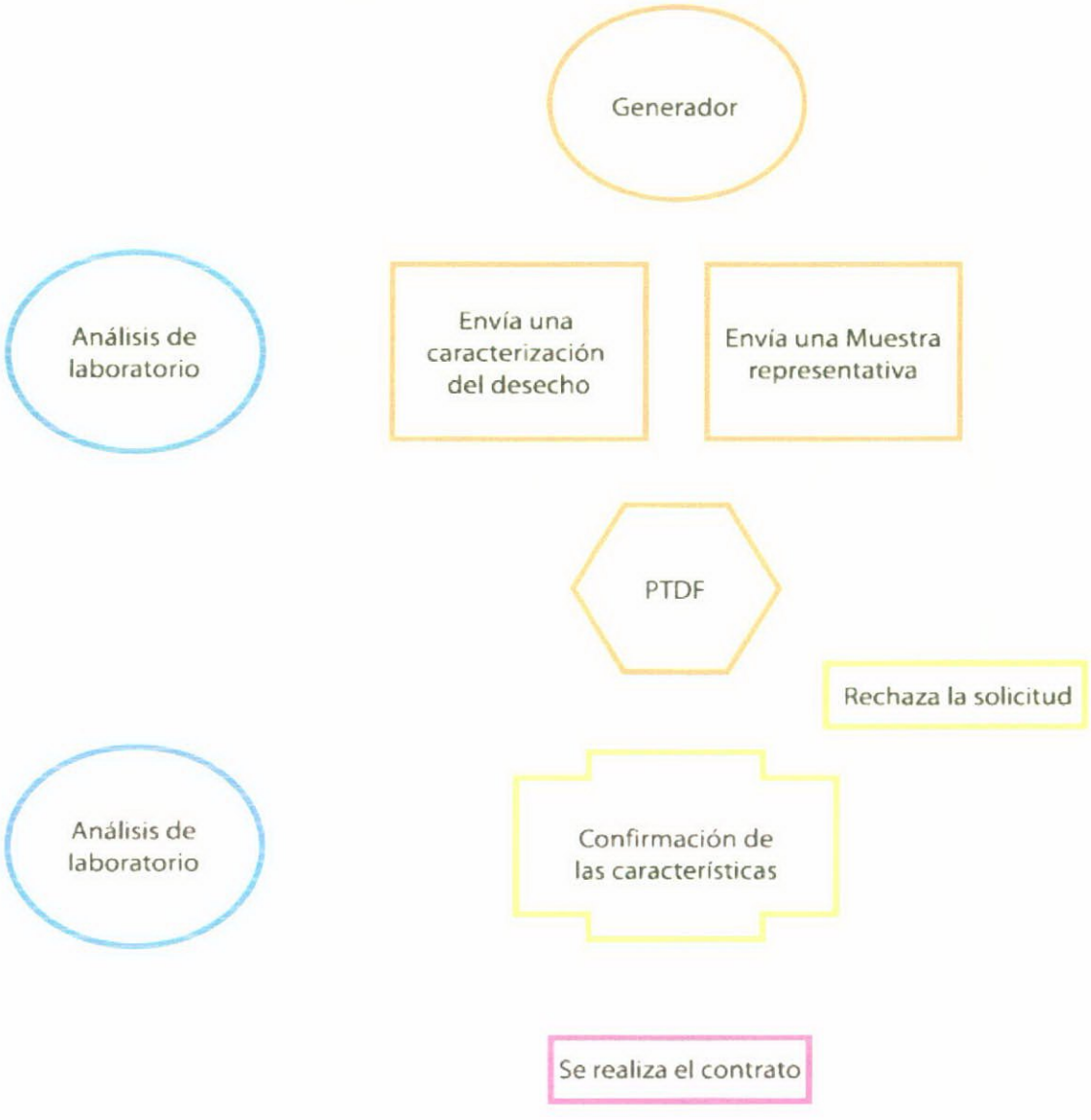
Fuente: Elaboración Propia

La Pre-aceptación, consiste en una caracterización del residuo solicitado para ser dispuesto y esto se realiza a través de estudios de laboratorio y de una descripción detallada de las propiedades del residuo.

Esta situación es requerida cuando el municipio desconoce las propiedades físico-químicas del residuo. En aquellos casos donde las propiedades de los residuos son conocidas la pre-

aceptación considerará una descripción escrita. El municipio podrá aceptar o rechazar la descripción aportada por el interesado.

Figura N° 4. 21 - Procedimiento de preaceptación

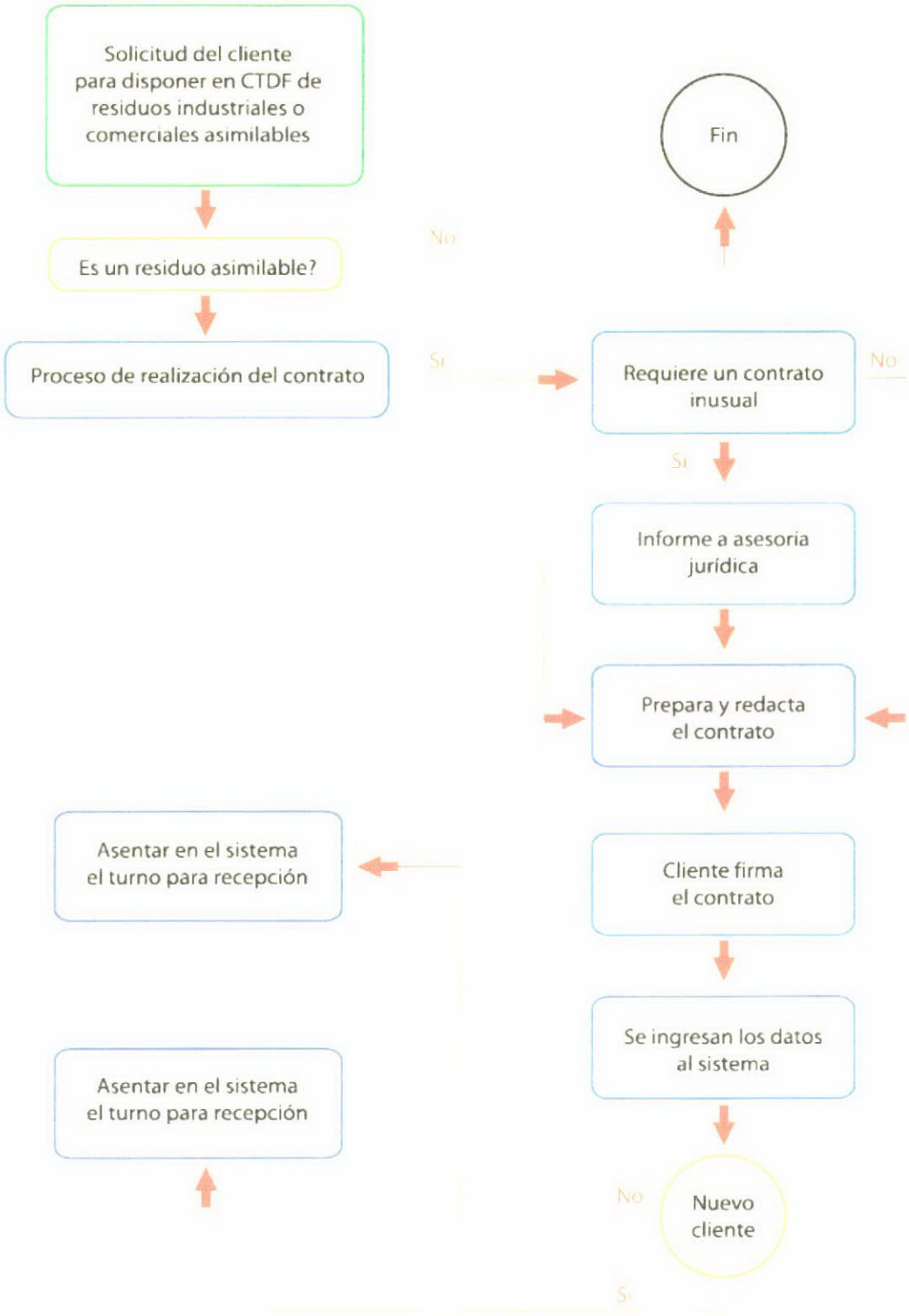


Fuente: Elaboración Propia

- **Aceptación**

Una vez confirmada la posibilidad de tratar el residuo industrial, el municipio elaborará el contrato para el tratamiento o disposición

Figura Nº 4. 22 - Procedimientos administrativos del SGR industriales o asimilables

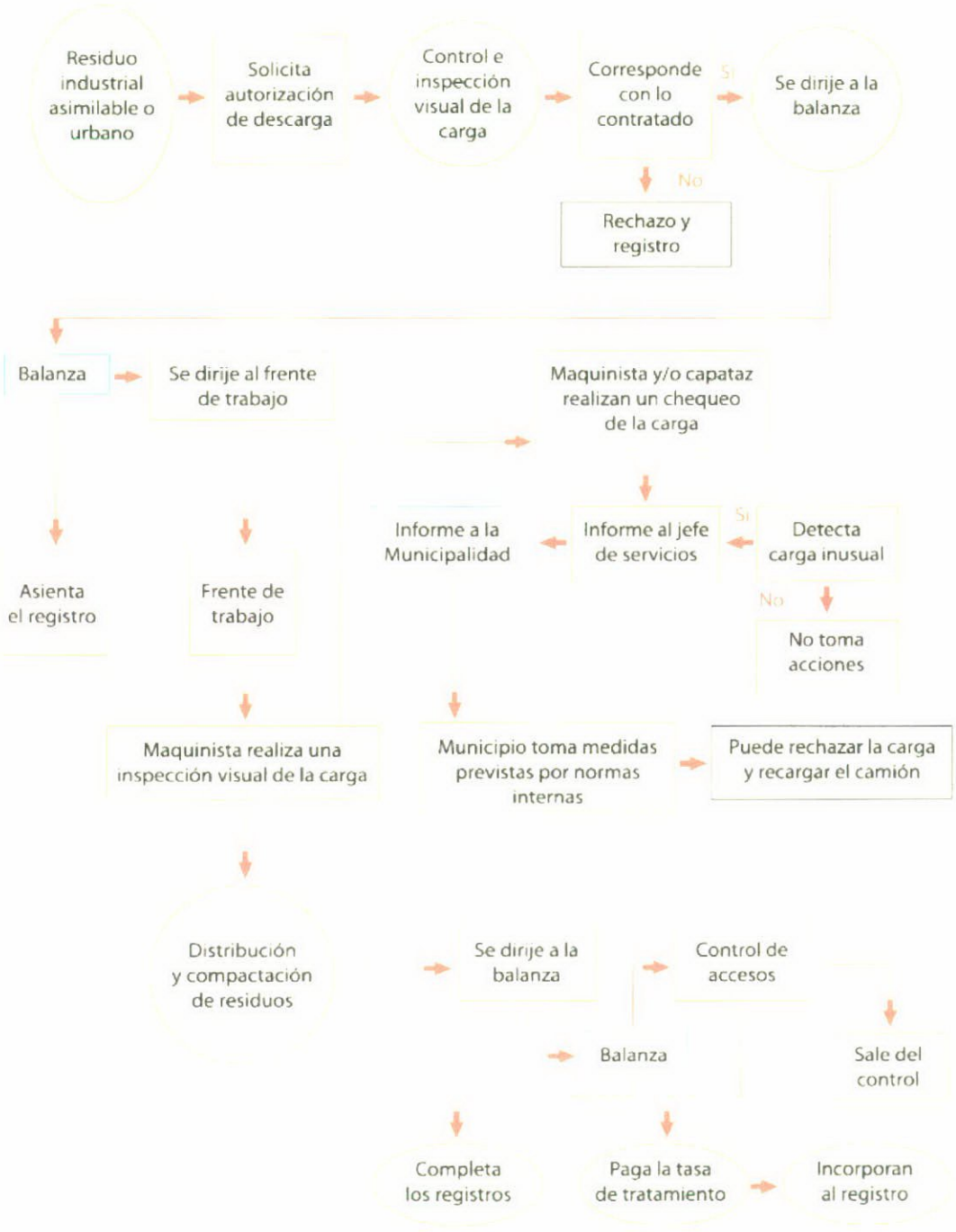


Fuente: Elaboración Propia

11.5.5. Procedimientos para el tratamiento o disposición

Antes de ingresar el residuo a la PTDF el capataz realizará una inspección de la carga y verificará que corresponde a la descripción realizada en el contrato. De no encontrar algún elemento inusual procederá a su tratamiento o disposición

Figura N° 4. 23 - Tratamiento de los residuos



Fuente: Elaboración Propia

11.5.6. Procedimientos para el acopio transitorio de residuos

- **Residuos domésticos y comerciales para procesos de selección**

Los residuos que sean destinados a la clasificación, se desviarán hacia la tolva de la futura planta de clasificación y selección.

El traspaso de la tolva hacia la cinta transportadora se realizará mediante otra cinta transportadora, tornillo de Arquímedes o por gravitación, una vez seleccionados en contenedores pequeños, estos serán triturados, compactados o enfardados, dependiendo del material que se trate.

Dentro de la planta de clasificación habrá un lugar destinado para el acopio de aquellos materiales que no pudieran estar expuestos a la intemperie. El resto de ellos, previo enfardado, se acopiaran en la playa colindante hasta que se decida su venta.

Al final de la cinta transportadora, se encontrará un contenedor, que recibirá el material que haya sido rechazado durante las operaciones de clasificación y selección, una vez finalizadas las operaciones este podrá ser enviado al frente de trabajo del relleno o bien ser utilizado como aporte de material para las operaciones de compostaje.

- Residuos de podas

Estos materiales serán alojados en el área destinada a este fin, separándolos por su tamaño en pilas. Los de menor tamaño serán procesados con una chipeadora para obtener un mulch, o bien, serán destinados a procesos de compostaje o utilizados como material de cobertura en el frente de trabajo. Seria recomendable permitir al público la extracción de troncos y ramas para utilizarlos como combustibles.

- Residuos de chatarras metálicas y voluminosas

Los residuos voluminosos recolectados o trasladados hasta la PTDF serán alojados en un área destinada específicamente, donde podrán ser dispuestos en pilas según compartan algunas características en común. Podría existir alguna tarea de recuperación o reusos de materiales de interés. Toda vez que no sea posible obtener ningún beneficio de ellos, se procederá a disponerlos en el módulo de construcción y demolición o en el módulo de residuos domiciliarios.

- Residuos para procesos de compostaje

En los procedimientos para residuos orgánicos las operaciones están condicionadas por la tecnología a aplicar, pero la alternativa más generalizada es triturarlo, previa separación de aquellos que únicamente serán depositados en el relleno sanitario, para su compostaje o tratamiento con

lombrices, por lo que deberían ser definidos una vez determinado el modo de operación y tipos de residuos a procesar.

- Residuos domésticos peligrosos

Son aquellos desechados como residuos en las viviendas particulares y que revisten las condiciones de peligrosidad descriptas por la Ley 24.051, son de uso cotidiano en la mayoría de las viviendas.

- Residuos considerados como domésticos peligrosos

Los siguientes tipos de residuos son los más representativos, de uso común y se encuentran normalmente en el flujo de residuos domiciliarios, contienen componentes o principios activos considerados peligrosos:

- Acetonas
- Alcoholes
- Limpiadores a base de amoníaco
- Anticongelantes de automóviles
- Baterías en general
- Líquidos de frenos
- Hipoclorito de sodio
- Cloroformo
- Medicamentos
- Pegamentos de contactos
- Desengrasantes
- Destapa cañerías
- Combustibles de petróleo
- Funguicidas, herbicidas, pesticidas
- Aceites minerales
- Quitaesmaltes
- Pinturas sintéticas y tinturas
- Ácidos varios
- Limpia hornos

11.5.7. Procedimientos de gestión de los mismos

En primera instancia se separan de la corriente residual por las operaciones de clasificación o por la entrega de particulares directamente en la PTDF.

Se deberán clasificar de acuerdo a sus propiedades y re-envasarlos en tambores para consolidar las cargas de pequeños recipientes. Posteriormente se alojarán en el depósito para residuos domésticos peligrosos. Se promoverá el re-uso de los mismos, a través de, por ejemplo, donación de pinturas usadas, etc., o bien serán enviados a una planta de procesamiento final aceptada como operadora de residuos peligrosos.

De acuerdo su flujo, permanecerán en el depósito de almacenamiento, para lo cual se deberá tener en cuenta la compatibilidad entre los distintos residuos, por ejemplo inflamables separados de pesticidas u oxidantes fuertes, hasta que el municipio decida la disposición o tratamiento aplicable a ellos.

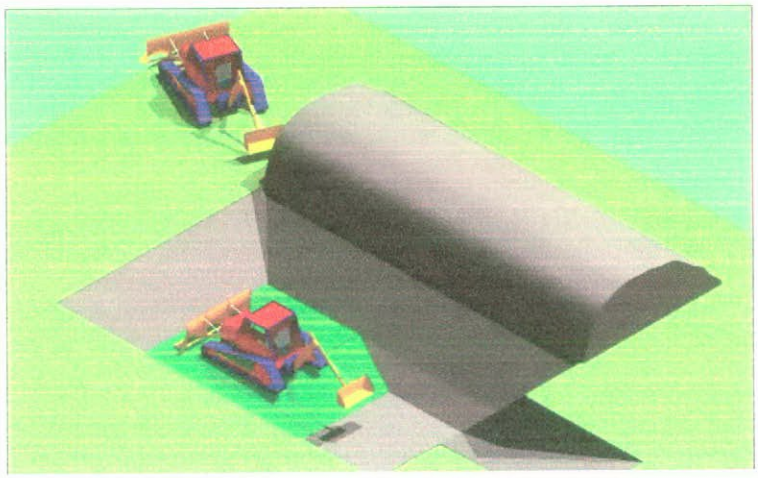
11.5.8. Procedimientos para la disposición y compactación de residuos en el frente de trabajo

- **Residuos domiciliarios e industriales asimilables**

Al inicio se debe preparar con antelación el área a rellenar, a través de aislamiento, capa de escurrimientos y capa protectora con las pendientes diseñadas en el presente estudio. Esta área debe prever como mínimo una operación de 30 días. El material que será utilizado como cobertura diaria deberá estar acopiado en un lugar cerca del frente de trabajo.

El acceso de los equipos recolectores deberá ser sencillo y sin que estos se resulten comprometidos en realizar maniobras difíciles, las pendientes de acceso deberán ser suaves, y es conveniente realizar caminos provisorios dentro del núcleo utilizando escombros para asegurar la operación del módulo durante los días de lluvia.

Figura N° 4. 24 - Frente de trabajo



Fuente: Elaboración Propia

El frente de trabajo estará dividido en dos sectores, descargando los residuos alternativamente en uno y otro, mientras en uno de ellos se descarga, en el otro se esparce y compacta los residuos.

El maquinista indicará a los conductores el lugar del volcamiento y realizará una inspección visual de los residuos depositados, de no observar alguna carga inusual procederá a la compactación, en caso de detectarla, se notificará al Jefe de servicios de tal situación y separará dicha carga.

En el caso que la operación del frente de trabajo se realice de día únicamente, el guardia en el puesto de control de accesos indicará a los choferes el lugar donde realizarán el volcamiento, y le entregará la posta que identifique al camión. Una vez descargado, el chofer colocará la posta sobre la pila de residuos. A la mañana siguiente el capataz realizará una inspección visual de las pilas y de no detectar alguna carga inusual, indicará al maquinista el comienzo de las tareas de compactación.

Los residuos descargados de los equipos recolectores, como así también aquellos residuos industriales que hubieran sido aceptados, se colocarán sobre la cara del talud del frente de la celda del día anterior. Se esparcirán en capas no mayores a 0,50 m, con una pendiente 1/3, dada por el talud, y se compactarán, asegurando al menos tres pases del equipo o una densidad mínima de 450 kg/m^3. Es preferible colocar los residuos de mayor volumen en la base del relleno.

Una vez finalizada la tarea, se procederá a esparcir otra nueva capa de residuos. Al final de la jornada estos residuos se cubrirán con un espesor de 0,15 m de suelo del lugar u otro material destinado para ello, tales como algas, residuos de podas, etc., para evitar las voladuras y vectores.

Mientras el frente de trabajo se encuentre en operación, se colocarán a barlovento del mismo los vallados removibles para impedir la voladura de los residuos.

- **Residuos de construcción / demolición**

Los residuos de construcción y demolición como así también aquellos que fueran asimilables a estos se dispondrán en el módulo respectivo, para lo cual se descargarán en el lugar indicado por el capataz. En este frente habrá un área para los residuos de gran tamaño (tales como bloques de hormigón), los que serán colocados en la base del núcleo para cubrirlos posteriormente con aquellos de granulometría más fina.

11.6. Evaluación de parámetros para proyectos de prefactibilidad de diseño de rellenos sanitarios manuales

Si bien, en el presente estudio se desarrollarán propuestas de prefactibilidad de rellenos controlados para la disposición final de residuos para cada localidad o a nivel regional, no obstante, y para su mejor entendimiento, se detallarán los pasos a seguir para una ingeniería básica (con alcance de prefactibilidad) para la cual al elaborar la propuesta, el grupo de trabajo fue considerando cada uno de los parámetros que se detallan a continuación.

11.6.1 Información básica

- **Población**

Además de los volúmenes de residuos a disponer, será necesario conocer la población urbana, la rural - si ésta utilizará el relleno- y la industrial. La recolección rural siempre es más dificultosa que la urbana, pero también siempre es menor, por lo tanto los datos de la población urbana será de mayor importancia. La industrial deberá tener especificaciones mucho más completas que las urbanas y rural, por lo que se recomienda un estudio por separado como se realiza en el presente trabajo.

- **Proyección del crecimiento de la población**

Generalmente los diseño se hacen para períodos entre 5 y 10 años, por lo tanto es necesario conocer cual será la población futura para el final del proyecto. Para ello se utiliza, normalmente, una fórmula matemática con los datos conocidos de población inicial, y tasa de crecimiento.

$$P_n = P_0 \ (1 + T)^n$$

Donde:
P_n = población futura en el año n, fin del proyecto
P_0 = población inicial en el año 0, comienzo del proyecto
n = intervalo en años, del comienzo al fin del proyecto
T = tasa de crecimiento anual

Si la tasa de crecimiento anual (T) no es conocida y se tiene como dato los valores de las poblaciones de los últimos años, se calcula T despejándola de la ecuación anterior o sea:

$$T = (P_n - P_0)^{1/n} - 1$$

Es conveniente comparar los valores de la tasa de crecimiento calculada con otros valores como pueden ser el crecimiento de conexiones de agua potable, de los medidores de energía eléctrica, de la población estudiantil, etc.

- **Volumen de residuos generados en las pequeñas poblaciones**

En general las pequeñas poblaciones no llevan un registro de los residuos recolectados. Cuando lo llevan no lo hacen metódicamente, por lo que se recomienda llevar a cabo acciones destinadas a conseguir una información cercana a la realidad de la siguiente forma:

Para determinar el volumen será necesario disponer de un camión, con caja de capacidad volumétrica conocida, y realizar con el mismo la recolección durante un número de días no menor a 10, preferentemente durante un mes. Se registrará la cantidad de viajes que realiza el camión hasta el predio donde se depositan los residuos, y si es posible, antes de descargarlo proceder a su pesaje, generalmente en estas poblaciones existen balanzas para pesar camiones transportadores de granos o en su defecto es conveniente instalar una balanza del tipo transportable sobre ruedas, y hacerlo en el momento de descargar los residuos.

Con estos procedimientos se obtiene el volumen de los residuos y su peso, con lo que se podrá calcular su densidad: *Peso de los residuos / volumen de los mismos*. En los casos de recolección diferenciada, esta medición se deberá efectuar separadamente, los orgánicos separados de los inorgánicos.

Es necesario conocer también la cantidad de habitantes que corresponden a los residuos recolectados, o al número de viviendas que se le ha brindado el servicio. De la exactitud de los datos obtenidos dependerá la calidad del diseño y la duración del relleno sanitario.

- **Producción per cápita (PPC)**

Es la producción de residuos generados por habitante y por día, se puede expresar en kg/ habit. día, o en m^3/ habit. día. Con los datos de Volumen y Peso de los RSU, conseguidos con lo expresado en el ítem anterior, podemos conocer la producción per cápita mediante la fórmula

PPC = Volumen de RSU recogidos en n días/ cantidad de habitantes x n días

Cuanto mayor sea la cantidad de días que dure la experiencia, mayor será la exactitud del resultado final.

Si no se conoce exactamente la cantidad de habitantes, el valor puede referirse a la cantidad de viviendas, luego con mayor tiempo disponible se llevará al equivalente de habitantes (PPC).

Cuando la cobertura del servicio de recolección no es para el total de la población, se calculará la Cobertura del servicio en % de la siguiente forma;

% = Cantidad de habitantes atendidos/ Cantidad de habitantes total

O bien:

% = Cantidad de viviendas atendidas / Cantidad total de viviendas.

Si bien el % será el mismo, es más fácil contar viviendas que habitantes, teniendo en cuenta incluso que muchas veces las estadísticas de habitantes no están actualizadas.

Los valores de PPC encontrados en poblaciones pequeñas, donde no se encuentran grandes industrias, ni gran turismo, oscilan entre 0,45 a 0,65 kg./día. habitante y la densidad entre 250 a 350 kg/ m^3, valores coincidentes en varios trabajos realizados a tal efecto.

Justamente en las zonas donde el turismo tiene gran preponderancia en proporción a la cantidad de habitantes habituales de la población, se deberá hacer un estudio más afinado en la época que dure ese turismo para estudiar el incremento de RSU y el sistema más adecuado de recolección en la zona afectada por el turismo.

⊣ Producción total de residuos

Para diseñar los recorridos de los vehículos recolectores de residuos, para diseñar el relleno sanitario, área destinada al tratamiento e instalaciones complementarias, es necesario conocer la producción total diaria de residuos.

La tasa de barrido, limpieza y disposición final de los residuos, se podrá calcular con mayor exactitud cuanto mejor sea la información obtenida de los diversos parámetros mencionados, especialmente el de la producción total de RSU. La producción total será entonces la resultante de multiplicar el PPC por la cantidad de habitantes existentes en el momento del cálculo.

Para la proyección de la producción total, a través del tiempo, además de la aplicación de la fórmula de crecimiento poblacional, para localidades pequeñas es conveniente introducir un valor correctivo que responde al aumento del poder adquisitivo y de hábitos de higiene de la población. Este valor puede considerarse entre 0,50 a 1 % anual. Además del cálculo del total de RSU, es conveniente diferenciarlos de acuerdo al origen de los mismos:

- Residencial
- Comercial
- Mercados, restaurantes, etc.
- Industrial
- Barrido y escamonda
- Escombros
- Hospitales, Sanatorios, Dentistas, Laboratorios.
- Otros

Es evidente que en poblaciones pequeñas estos valores son desconocidos, no existe la organización adecuada para lograrlo. Para ponerlo en funcionamiento, aunque al principio se cometan errores, es necesario diseñar una planilla donde se puedan registrar periódicamente estos valores.

Cuadro N° 4. 34 - Ejemplo de planilla

Periodo: Día Semana Mes Año	Residencial		Comercial		Mercados Restoranes		Industrias		Barrido Escamonda	Escombros	Hospitales Sanatorios Dentistas Laboratorios	Otros	Total
	Org	Inorg	Org	Inorg	Org	Inorg	Org	Inorg					
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
Total													

Esta planilla está preparada para registrar los datos, en kg de los residuos generados en cada uno de los lugares indicados en las diferentes columnas, y en los diferentes periodos. Con la planilla diaria, se podrá llenar la semanal, la mensual o la anual, de acuerdo a los objetivos perseguidos. La más importante, por lo tanto, será el llenado de la planilla diaria. Si bien al comienzo no será posible registrar datos para todos los puntos de recolección, es necesario comenzar por la planilla más completa a fin de utilizarla a través del tiempo sin necesidad de modificaciones. Los residuos recolectados en los Hospitales, Sanatorios, Dentistas, Laboratorios, Centros de Salud etc. son denominados residuos biológicos infecciosos.

Estos residuos necesitan un tipo de recolección especial, además de proceder a separarla en forma segura, debiéndose utilizar envases especiales y/o bolsas de color rojo. Su disposición final deberá ser también muy específica, si va a un relleno en celdas especiales, de seguridad donde se los aísla totalmente para evitar contacto con otras celdas, o será remitida a empresas especializadas en su tratamiento, ya sea con autoclave, hornos de incineración, etc. Esta situación no será analizada en el presente estudio.

La composición física de los residuos, es sumamente importante para diseñar las plantas de separación y reciclado y por último las celdas del relleno sanitario. Con las características y cantidad de los residuos inorgánicos, se podrá conocer con bastante exactitud los valores de venta de los materiales reciclados, y con los orgánicos se podrá calcular la cantidad de Compost generado a través del compostaje y lombricompostaje.

- **Densidad**

Si bien la densidad de los R.S.U. en el momento de la recolección es importante, para calcular la cantidad de vehículos necesarios (oscila entre los 250 y 350 Kg/m^3) para el diseño de las celdas del relleno sanitario esta densidad no tiene mayor influencia, pues el volumen de ellas dependerá de la densidad de los residuos una vez compactados. Tampoco tiene mucha importancia la densidad (para el relleno) en origen cuando se utilizan camiones compactadores en la recolección, que compactan los residuos entre los 650 y 750 $kg./m^3$ en los últimos modelos de compactadoras accionadas hidráulicamente.

Cuando se utiliza un compactado mecánico a través de tractores, patas de cabra, tractores con ruedas pata de cabra, etc., se puede llegar a densidades de hasta 750 kg/m^3. Cuando la compactación en el relleno se hace manualmente oscila entre 400 y 500 kg/ m^3.

Para lograr una buena compactación manual se deberá:

- Utilizar varias pasadas y durante varios días, con pisones de mano y/o rodillos, sobre la capa de tierra de cobertura diaria.
- Hacer circular el camión recolector lleno sobre las celdas ya cubiertas.
- Mantener húmeda la capa superior hasta que aparezca la cobertura vegetal.

Características del terreno

A los efectos de un buen aprovechamiento del suelo donde se van a ejecutar los rellenos, será necesario conocer;

- Tipo de suelo: Un suelo apto para recibir un relleno es uno compuesto por *arena gruesa gredosa, greda franco arcillosa, los suelos limo arcilloso, y los arcillo limosos.* Los que se deben evitar son los terrenos muy permeables como los *areno limosos.*
- Permeabilidad del suelo: Cuanto mayor es la percolación del suelo mayor es su permeabilidad. El valor que indica esta permeabilidad se denomina *k* con el cual se indica la **velocidad** con la que el agua atraviesa al suelo.

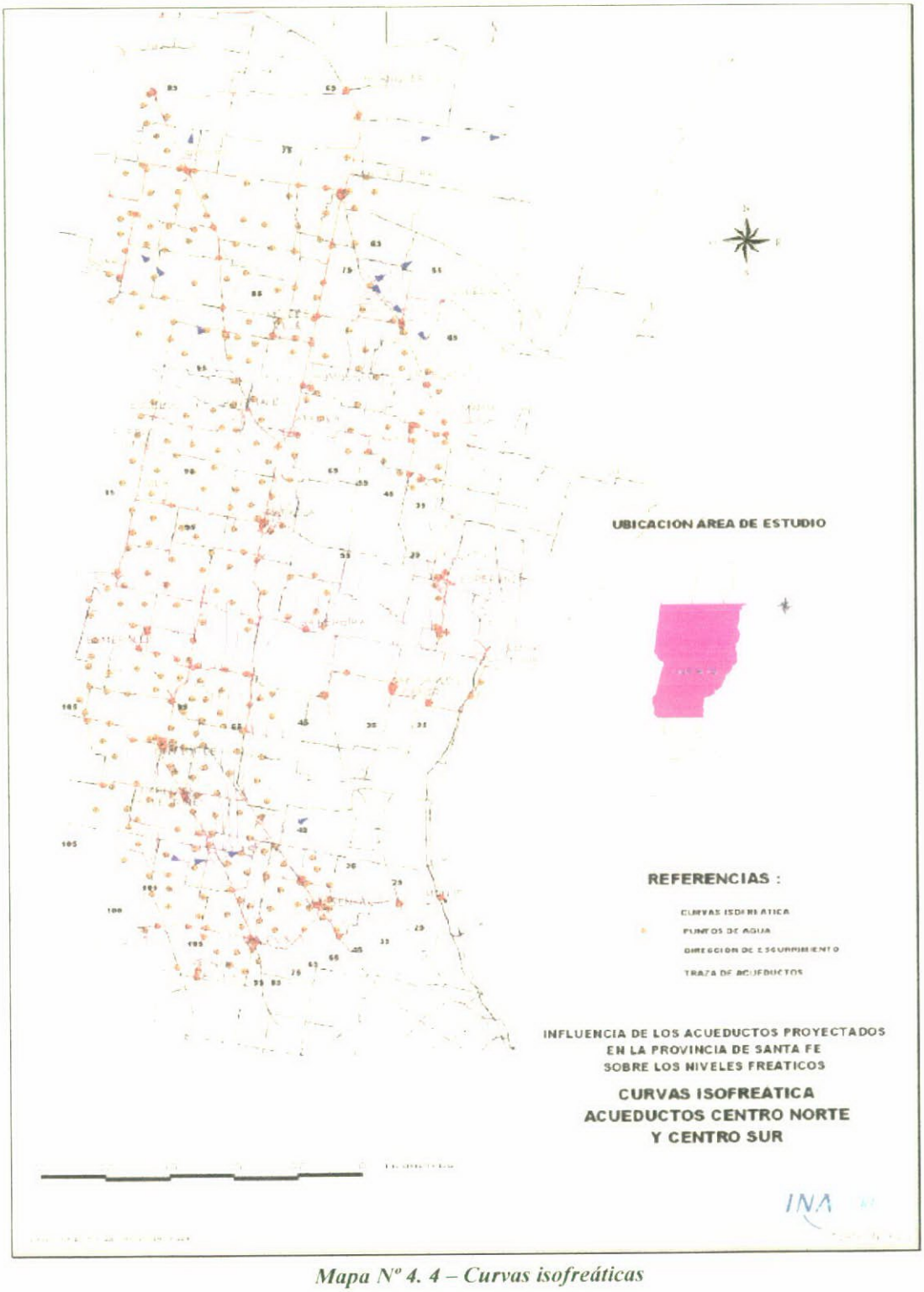
En el siguiente cuadro se indican algunos coeficientes de permeabilidad (k) en m/s para distintos tipo de terrenos.

Cuadro N° 4. 35 - Coeficientes de permeabilidad

K en cm./s	10^3	10^2	10	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
Drenaje	Bueno						Regular		Impermeable			
Calidad del Relleno sanitario	Muy mala								Buena			
Tipo de suelo	Grava gruesa (cascajos)			Arena limpia Arena mezclada con grava			Arena muy fina- Suelos orgánicos e inorgánicos Mezcla de limo-arenoso y arcilla		Suelo impermeable modificado por efecto de la vegetación y la intemperización			

Profundidad de la capa freática

Es de importante relevancia la determinación de la profundidad de la capa freática, en especial la altura dominante de ese nivel en épocas de lluvias abundantes, con datos históricos de 10 años. De este parámetro dependerá el sistema de relleno a adoptar, y en los casos de capas muy altas podrá hasta desistirse de utilizar ese terreno. En los casos de no existir opciones y con capas a menos de 1m de la rasante se deberán ejecutar drenajes especiales, costosos y de relativa eficacia. Cuando los terrenos son inundables se deberán descartar definitivamente.



Mapa N° 4. 4 – Curvas isofreáticas

Material de cobertura

Cuando el relleno sanitario debe ser ejecutado en terrenos donde la capa freática se encuentra muy próxima a la superficie, y que por lo tanto la tierra escavada no cubra la necesidad de la cobertura, será necesario buscar material de cobertura en las proximidades del lugar. De la distancia al lugar donde se dispondrá de la tierra dependerá la factibilidad del relleno, cuando las distancias son muy grandes se hace económicamente inconveniente la utilización de ese terreno, debiendo desechárselo.

En los casos de terrenos donde se puede llegar a 2 m o más de profundidad, no faltará tierra de cobertura. Lo mismo ocurrirá con los terrenos ondulados, pues al nivelarlo con el método de terrazas, se dispondrá de volúmenes suficientes para la cobertura.

Se deberá dejar una porción de tierra vegetal, para la cobertura final, es la más apta para recibir luego la cubierta vegetal. Se podrá diseñar una capa de tierra utilizando la técnica, aplicada en la construcción de caminos, denominada "Estabilizado", donde mediante la mezcla de suelos obtenidos por "préstamos" de suelos de características predeterminadas se puede conseguir una capa final de buena permeabilidad en la zona superior y de mínima permeabilidad en la inferior.

Clima

Se deben conocer los valores de precipitaciones pluviales, de la evaporación, la dirección e intensidad de los vientos para establecer los parámetros de diseño de la infraestructura del relleno, de los últimos 10 años. La evaporación estará directamente ligada a la temperatura, a las horas de sol y a los vientos. Esa diferencia entre lluvias y evaporación será útil para conocer la cantidad de lixiviado que el relleno producirá a través del tiempo, y la cantidad de gases que deberemos evacuar mediante chimeneas, o diseñar un sistema de recuperación para su posterior uso.

La dirección del viento juega un importante papel en la elección del terreno, cuando los vientos predominantes son del relleno hacia la localidad, se deberán colocar abundante barrera verde, si no es posible es conveniente descartarlos.

Identificación de normas vigentes

Tanto para el diseño, como para la construcción del relleno y de infraestructuras, es imprescindible identificar todas las normas vigentes, nacionales, provinciales y municipales, especialmente las que se refieren al medio ambiente y salud. De esta forma se podrá evitar cualquier efecto negativo que pueda producir la instalación del relleno y su operación al momento de los cumplimento con las normas vigentes en el momento de su instalación.

Es aconsejable presentar el proyecto a las autoridades competentes, y ante audiencias públicas donde se inviten a la población en general y a las fuerzas vivas de la población, escuelas, universidades, ONG, etc. a omitir su opinión luego de presentado el proyecto en sus diversos aspectos. La presentación de gráficos, estadísticas, antecedentes, métodos, etc. que puedan facilitar la comprensión del proyecto, llevará a buen puerto el resultado de esa audiencia pública.

Se deberá registrar fehacientemente todo el desarrollo de las audiencias, transformándose estos registros en un importante documento que facilitará la ejecución de la obra.

- **Cálculo de la superficie necesaria y de profundidades para el relleno**

Para este cálculo se deberán conocer con exactitud los siguientes parámetros:

- Localización del terreno dentro de la zona
- Distancia a la última vivienda del municipio
- Accesos al terreno, calidad de los mismos
- Plano de mensura aprobado por el Municipio
- Líneas de nivel del terreno, con cotas entre líneas de nivel menores de 1m
- Profundidad de la napa freática
- Datos de inundabilidad
- Características edafológicas del suelo (o de la tierra)
- Características de los RSU a disponer en el terreno
    1. Orgánicos, volumen y/o peso diario
    2. Inorgánicos, volumen y/o peso diario

En el plano de mensura del terreno disponible, se deberán trazar las calles perimetrales e interiores que el proyectista crea conveniente, dependiendo esto de las dimensiones y la topografía del terreno. La calles perimetrales deberán tener como mínimo 10 m de ancho, las interiores 7 m.

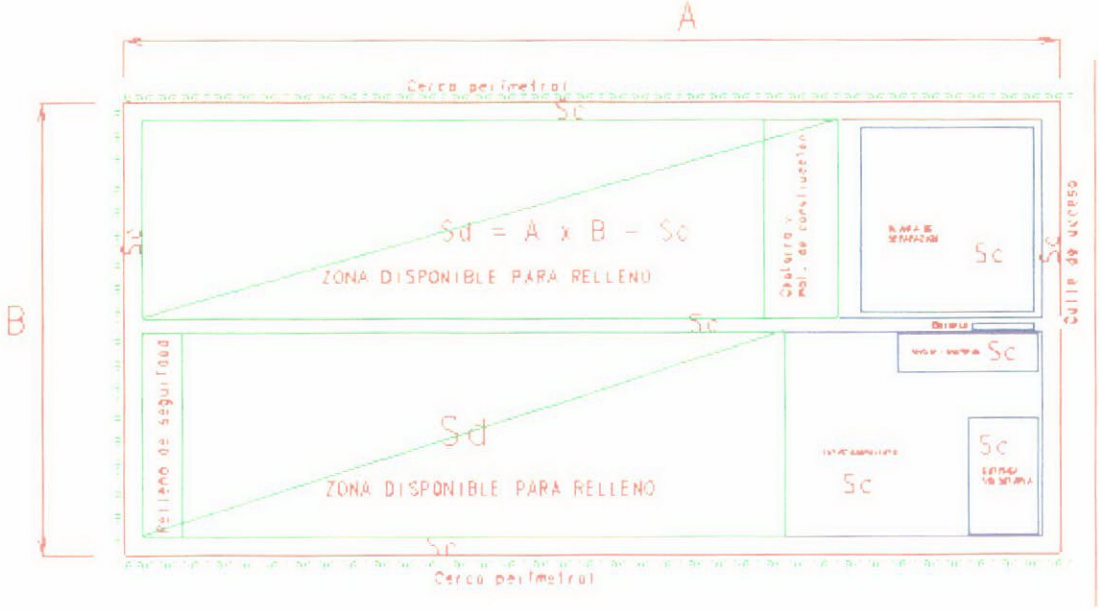
Se podrá también diseñar un patio de maniobras, si fuera necesario, dependiendo esto también de las características topográficas del terreno. En general en terrenos casi llanos, este patio no es imprescindible pues si el trazado de calles es eficaz la circulación estará garantizada. Otras instalaciones complementarias, como casillas, sanitarios, estacionamiento de vehículos etc. ocuparán una superficie que tendrá que descontarse del terreno total disponible.

A la superficie disponible se la denominará S_t, a la superficie ocupada por las calles diseñadas y el ocupado por otras instalaciones S_c, y al terreno disponible para el relleno S_d.

$$S_d = S_t - S_c$$

Es evidente que un buen diseño utilizará el menor S_c posible, sin dificultar la buena circulación de camiones ni la utilidad de las otras instalaciones. Para estas instalaciones es difícil establecer parámetros o porcentajes de terreno, lo ideal es que el proyectista diseñe cada uno de los elementos necesarios y los disponga según sus conocimientos. Este método si bien es más lento es más eficiente.

Figura N° 4. 25 - Diseño de las trincheras o zanjas



Con el valor de S_d expresado en m^2, y el volumen de residuos destinados al relleno en el período de diseño adoptado ($\mathbf{V_n}$,) se podrá calcular la profundidad promedio necesaria, que se denominará $\mathbf{h_l}$.

$$\mathbf{h_l = V_n / S_d}$$

Se deberá a continuación definir la cantidad de capas de relleno, su espesor y el de cobertura si el relleno no debe exceder el nivel del terreno. La suma del espacio ocupado por estas capas más el valor de h_l nos definirá la profundidad total necesario para el relleno. Esta profundidad $\mathbf{h_t}$ deberá ser menor en 1 m, por lo menos del menor nivel profundidad en que se encuentra la napa freática $\mathbf{h_f}$.

$$\mathbf{h_t = n\ capas\ x\ espesor\ c/u + h_l < h_f}$$

El espesor de cada capa deberá ser de 20 cm como mínimo. Si esta diferencia es mínima significa que el diseño del relleno deberá ser por el Método de Área, que ocupará todo el terreno, por lo tanto no se podrá aplicar el Método de Trinchera o de Zanja. Cuando la diferencia es grande, del orden de más de 1 m, se puede aplicar el Método de Trinchera.

Para aplicar este método es conveniente introducir el concepto de Rendimiento de trinchera **(Rt)**, expresado en m^3/m^2, o sea el volumen de residuo que se puede disponer en una cava de 1 m de

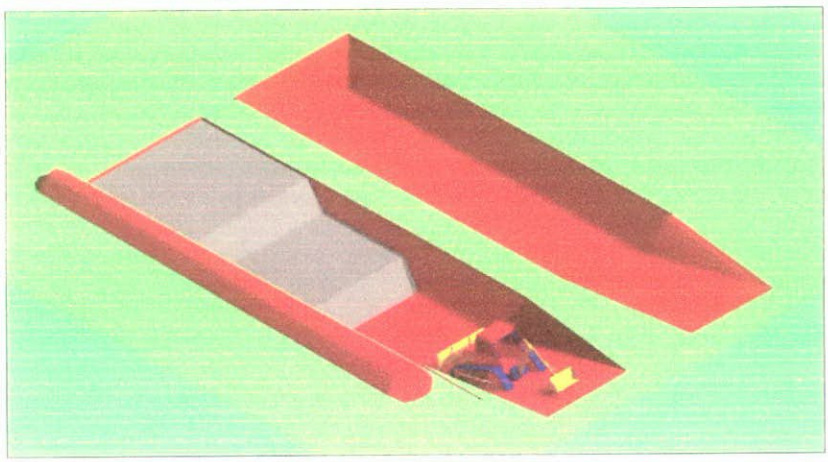
longitud por metro cuadrado de terreno disponible. Este valor facilita el diseño pues basta con dividir la superficie del terreno disponible por ese valor, para saber cual es el volumen necesario que deben tener las cavas para disponer una determinada cantidad de residuos.

En el diseño de la cava se deberá definir:

- Número y espesor de capas
- Ancho de la base
- Ancho de la boca
- Distancia entre cavas

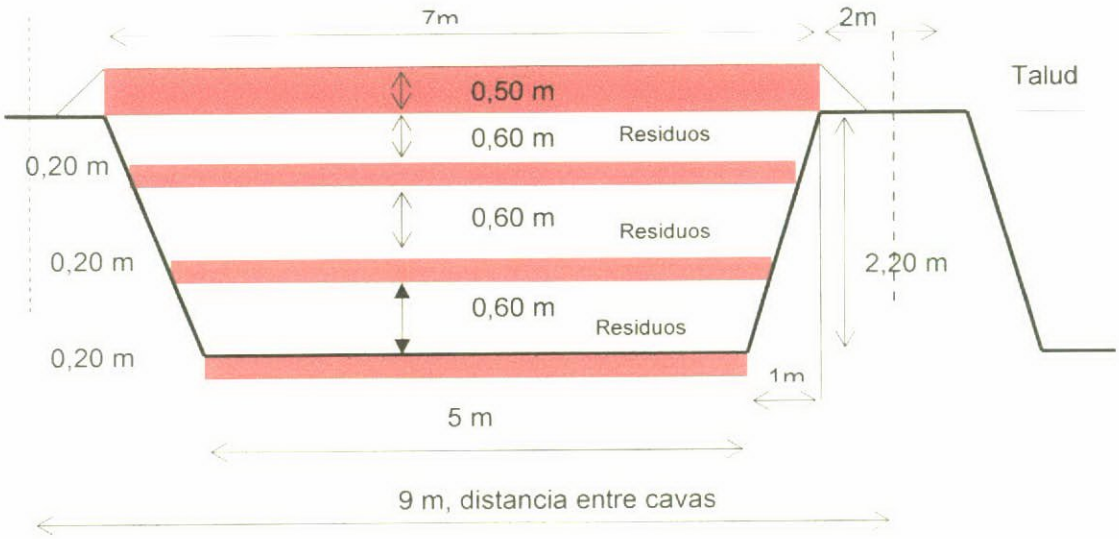
Para su mejor comprensión se ha diseñado una trinchera, a modo de ejemplo, con valores reales ya adoptados en cavas existentes.

Figura N° 4. 26 - Relleno de forma de trinchera



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 4. 27 - Cava tipo y corte transversal



Para el cálculo del R_t se tomará una longitud de cava de 1 m, se calculará el volumen ocupada por los residuos y por las capas de tierra de cobertura, simplemente calculando sus superficie en el corte transversal y multiplicándolo por 1 m de longitud de cava.

Volumen primera capa entre residuos: 0,20 m x 6,3 m x 1 m = **1,26 m^3**
Volumen segunda capa entre residuos: 0,20 m x 5,6 m x 1 m = **1,12 m^3**
Volumen ocupado por las capas = **2,38 m^3**

El volumen de los residuos será el volumen total de la cava menos el ocupado por las capas de tierra.

Volumen total: (7 m + 5 m)/2 x 2,20 m x 1 m = **13,2 m^3**
Volumen de relleno: 13,2 m^3 – 2,38 m^3 = **10,82 m^3**

El terreno ocupado en metros cuadrados por la cava de 1 m de largo, considerando que se ha adoptado una distancia entre cavas de 9 m será:

9 m x 1 m = 9 m^2

Luego el rendimiento de trinchera será de:

R_t = 10,82 m^3 de residuos / 9 m^2 de terreno utilizado = 1,20 m^3 /m^2 (parámetro de diseño)

Significa que por cada metro cuadrado de terreno podemos disponer 1,20 m^3 de residuos. Con este sistema se podrá con bastante exactitud determinar la superficie diaria necesaria a utilizar y por lo tanto el volumen de tierra a remover diariamente para lograr un relleno eficiente (eficaz y económico).

Para calcular la longitud de trincheras necesarias, basta con dividir el volumen a disponer, en 10 años como se toma normalmente, por este rendimiento.

En caso de que el terreno resulte insuficiente, se deberá diseñar otra zanja o trinchera de mayor rendimiento, aumentando la profundidad, aumentando el ancho de las cavas, disminuyendo la vereda entre cavas, o la combinación de todos estos parámetros.

Cuando no sea posible aplicar el método de trinchera para el total del relleno, por falta de terreno, se podrá aplicar encima de las cavas el método de área. En este caso se deberá tener en cuenta el paisajismo, una elevación puede afear o embellecer el lugar, todo dependerá de la habilidad del proyectista.

Conviene a esta altura de la obra consultar con un profesional paisajista.

Será la labor del proyectista obtener el mejor método para cada caso. El sistema indicado es válido también para topografías irregulares, pues al trazarse terrazas con nivelaciones, en cada terraza se podrá aplicar individualmente el criterio de Rendimiento de Trinchera R_t.

Taludes

En el ejemplo anterior, al trazar la cava no se tuvo en cuenta el valor del talud, que es la inclinación que tienen las caras laterales con respecto a la vertical y horizontal.

Esa inclinación es función directa de la calidad de la tierra y dependerá del uso final que se le dé a esta excavación o relleno como ser: terraplenes, muros o diques de contención, canales de drenaje, bermas de contención de aguas pluviales, etc. (Ver las siguientes figuras) Un talud adecuado dará la mejor estabilidad a la obra ejecutada en tierra.

En el ejemplo anterior, se ha adoptado un talud de 2,2:1, o sea 2,2 m de proyección vertical (i) y 1 m en horizontal, o el equivalente 1,1: 0,5. La pendiente del talud será:

i = 2,2 que mide la tangente del ángulo que forma con la horizontal del lugar, que corresponde a un ángulo de 65° 30′.

Cuanto más inestables son los terrenos mayor es el talud necesario para evitar su desmoronamiento, que pueden ir de 1: 2 hasta 1:4. Se introduce a continuación un cuadro de taludes recomendados para diferentes tipos de suelos.

Cuadro N° 4. 36 - Ángulos dependientes del talud a usar

Tipo de suelo	Talud	Ángulo recomendado
Arcilla húmeda plástica	1:2	26°
Arenas limosas y Limos compactos	1:2	26°
Arena limpia	1:1.5	33°
Arena y arcilla, arcilla seca	1:1.33	36°
Cenizas bituminosas o de antracita	1:1	45°

En algunos casos, especialmente para grandes profundidades, se deben adoptar dos o más taludes de diferentes valores, dependerán del tipo de suelo encontrado, de los regímenes de lluvia, etc. En determinadas ocasiones será necesario utilizar pequeñas bermas entre los dos taludes.

Figura N° 4. 28 - Talud en excavación

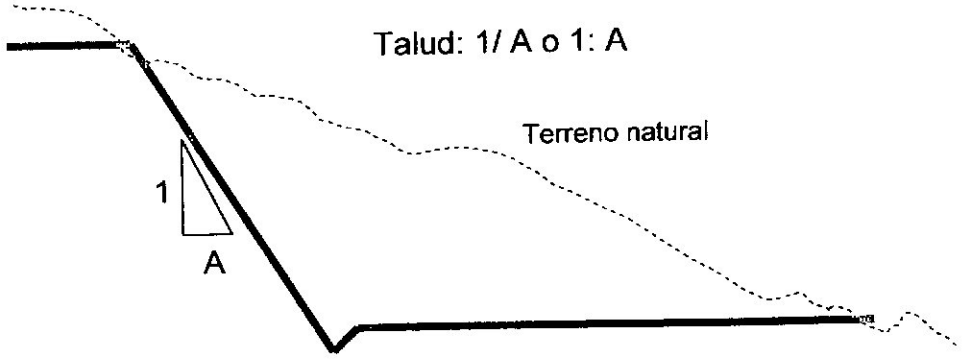


Figura N° 4. 29 - Taldud en relleno

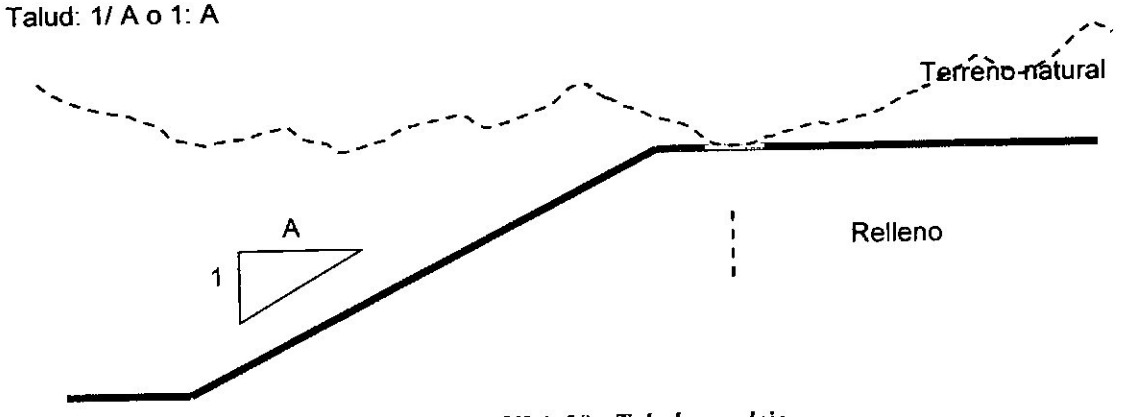


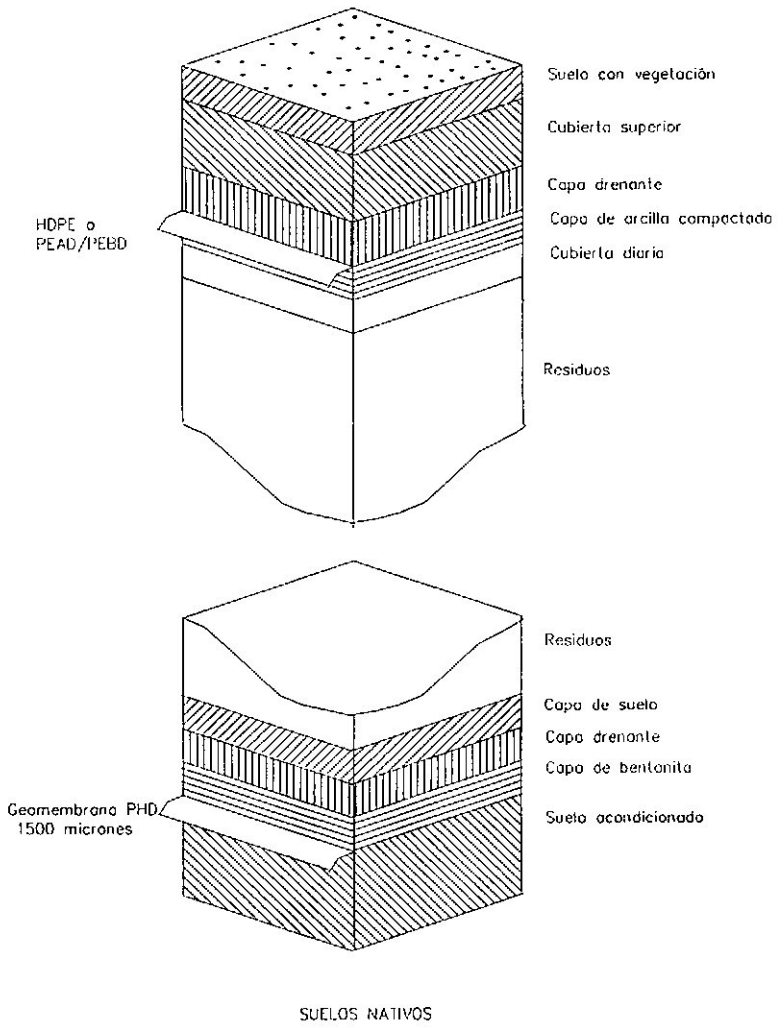
Figura N° 4. 30 - Talud complejo

Lo expresado vale también para los rellenos, pues la tierra colocada sobre el terreno natural también deberá tener el talud adecuado para aumentar su estabilidad. A continuación se presentan distintas conformaciones de talud

Como ya se expresó anteriormente, para el diseño es imprescindible un levantamiento topográfico del terreno, especialmente cuando se trata de un terreno sumamente ondulado. Las

líneas de nivel estarán preferentemente a cada 50 cm, para no cometer errores groseros en el cálculo de los volúmenes de tierra a mover o para calcular los volúmenes del relleno sanitario ejecutado. (Ver Figura N° 4.31)

Figura N° 4. 31 - Corte de una celda



En las cartas que provee el IGM la equidistancia de las líneas de nivel generalmente están a 2,50 m. Por lo tanto se deberá hacer una interpolación o mejor aún, una nivelación en el terreno con los instrumentos adecuados. Con estos datos se podrán confeccionar cortes transversales en las zonas que interesan y calcular los volúmenes correspondientes. Para ello se pueden aplicar métodos de cálculos geométricos convencionales o aplicar algún programa CAD existente.

Para analizar la estabilidad de un talud, se puede aplicar el criterio del Factor de Seguridad Estático (FS), publicado por el Departamento de Geología de la Universidad de Lisboa. La fórmula a aplicar, adaptada para el caso de taludes de rellenos sanitarios es:

$$FS = c / \gamma * 1m * sen.\alpha +$$

Donde:

c = cohesión efectiva del suelo en kN/ m^2

Φ = ángulo de rozamiento interno del suelo en ° (grados)

γ = Peso específico del suelo en kN/ m^3

α = ángulo del talud respecto de la horizontal en °

Cuadro N° 4. 37 - Valores indicativos de algunos suelos

Tipo de suelo	γ (kN/ m^3)	c(kN/ m^2)	Φ (°)
Arenas silto-arcillosas cenozoicas	18	10	36
Arenas sueltas	16	0	30
Suelos arcillosos	19	25	16
Derivados de rocas descompuestas	18	15	24
Suelos siltosos	18	10	30

Cuadro N° 4. 38 - Factores de seguridad y estabilidad

Factor de seguridad (FS)	Estabilidad relativa
FS ≤ 1	Inestable (rotura cierta)
1 < FS < 1,25	Inestable (rotura posible)
1,25> FS > 1,50	Marginalmente estable
FS > 1,5	Estable

Canales interceptores de agua de escorrentía

Cuando se debe trabajar en terrenos por donde la escorrentía del agua de lluvia de las zonas linderas puede interferir en la construcción del relleno, se deberá, en principio, construir un canal perimetral a fin de contener esas aguas y desviarlas hacia terrenos aptos para recibirlas. Con estos canales además se reducirá la producción de lixiviados en el relleno.

El canal podrá construirse en tierra directamente, si el tipo de suelo lo permite, o emplear suelo-cemento en proporciones adecuadas. La forma del canal dependerá del criterio del proyectista.

Podrá ser de sección rectangular, triangular, trapezoidal, segmento circular, etc. La sección más utilizada es la trapezoidal, por ser la de más fácil ejecución y de un buen rendimiento para el transporte del agua, y de baja erosión y buena estabilidad de la superficie lateral si se calcula el talud correctamente.

La dificultad en el diseño de este tipo de canales, es conocer los valores aproximados del agua de escorrentía de los linderos, por lo que es conveniente investigar en la zona que tipo de canales existen y apreciar el área de la cuenca.

Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_p = K * i * A_d / 3.600.000$$

Donde

Q_d = caudal que ingresa al canal (m^3/s)

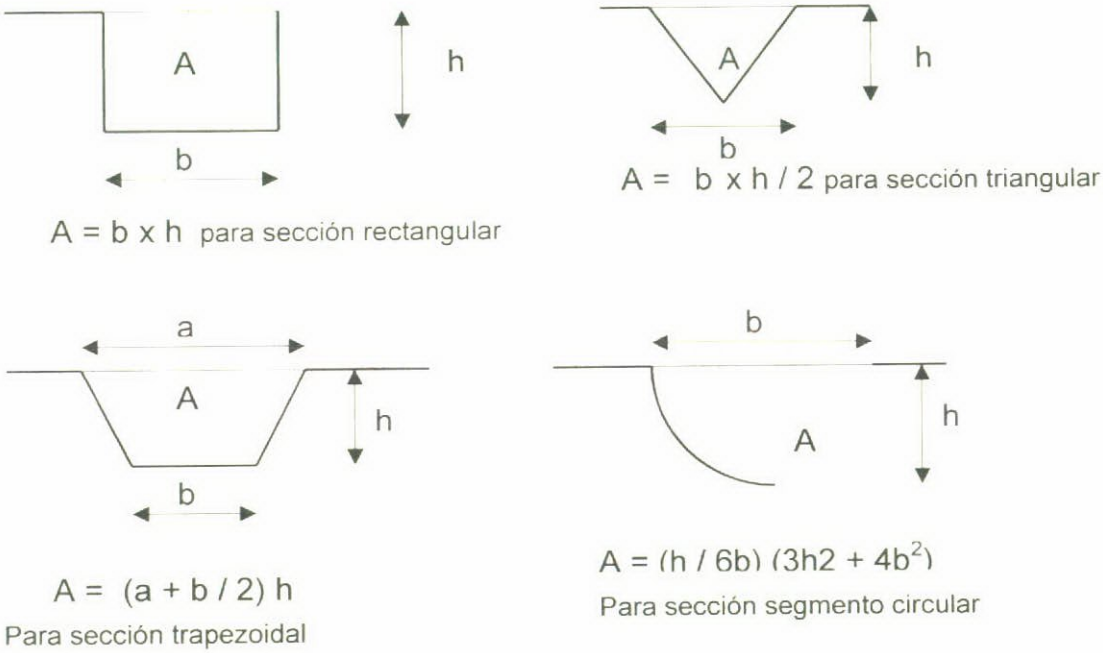
K = coeficiente de escurrimiento

I = intensidad de la lluvia recurrente (la mayor en 10 años en una hora)

A_d = Área de la cuenca en m^2

El área de la sección de la zanja (A) se calculará por las siguientes fórmulas.

Figura Nº 4. 32 - Secciones de la zanja



$A = Q_p / 0,50\ m^3/s$, donde 0,50 es la velocidad máxima promedio admisible para evitar erosión del canal.

Con ese valor de A en m^2 se podrá dimensionar el canal. Se deberá, en todos los casos, construir el canal siguiendo, dentro de lo posible, la línea de nivel más alta a la que llegará el borde del relleno sanitario.

Para determinar la cuenca se deberán estudiar las líneas de nivel circundantes a las del terreno a utilizar, e ir trazando tramo a tramo, con vectores, las zonas que derramarán las aguas pluviales al terreno destinado al relleno.

11.6.2. Procedimiento para determinar la generación de lixiviado

Existen varios métodos, o fórmulas para calcular la cantidad de lixiviado, o percolado producido por el relleno sanitario, pero ninguno de ellos es de total exactitud. Todos se basan en coeficientes y /o parámetros de difícil determinación. Además la cantidad de lixiviado que produce un relleno sanitario, está en constante cambio, no solo por el hecho de crecer día a día, sino también porque día a día se van estabilizando los rellenos existentes y otros de los factores está dado por las precipitaciones..

Los principales factores que intervienen en la producción del lixiviado, según el orden de importancia son:

1. Precipitación pluvial
2. Escorrentía superficial
3. Evapotranspiración
4. Cantidad de camadas de residuos orgánicos
5. Espesor de cada camada
6. Humedad natural de los residuos
7. Densidad del relleno
8. Capacidad de campo (capacidad del terreno y de los residuos para retener humedad)

Es de relevante importancia conocer los niveles de la precipitación pluvial, debido a que el lixiviado es directamente proporcional a estas lluvias. Tanto es así que en las zonas desérticas, no se genera prácticamente lixiviado y lo poco que se genera es evaporado por las altas temperaturas.

Como se dijo anteriormente, existen varios métodos para calcular el volumen de lixiviado, pero el más simple de utilizar en estos casos de pequeños rellenos será el método suizo.

El método denominado Suizo utiliza la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Q = 1/t * P * A * K}$$

Q = caudal medio de lixiviado (l/s)
t = nº de segundos en un año (31.536.000)
P = precipitación media anual (mm/año)
A = área superficial del relleno (m^2)
K = coeficiente que depende del grado de compactación de la basura,

Valores de K recomendados

- Para densidades de 0,40 a 0,70 ton/m^3 adoptar K de 0,25 a 0,50

- Para densidades mayores de 0,70 adoptar K de 0,15 a 0,25

Se ha llegado, a través del estudio de pequeños rellenos, a la conclusión de que se debe tomar la máxima precipitación anual, que es donde se producen la mayor cantidad de lixiviados.

La fórmula será entonces: **Q = P *A* K**
Donde P ahora es máxima y no media precipitación anual

Datos de diseño y estadísticos

Volumen de lixiviado
Conocido el caudal Q del lixiviado, se podrá calcular el volumen V

$$V = Q * t$$

Donde: V = volumen de lixiviado que será almacenado (m^3)
Q = caudal medio de lixiviado (m^3 / mes)
t = número máximo de meses con lluvias consecutivas (n°)

Longitud de las zanjas o canales para el lixiviado
Antes de calcular el largo se deberá dimensionar las zanjas, se fijará un ancho de 0.50 m y 0,80 m de profundidad, (sección transversal de 0.40m2) luego se calculará la longitud necesaria (l) dividiendo el volumen (V) por la sección transversal del canal

$$l\ (m) = V\ (m^3) / 0{,}4\ m^2$$

Esta longitud de canales será repartida en toda la superficie del relleno sanitario, de la manera más proporcional a criterio del proyectista.

El trabajo original para determinar "Cantidad y contenidos de lixiviados de rellenos de desechos domésticos", cuyo autor es el Dr. Ing. Hans-Jürgen Ehrig, contempla varias etapas a través de los años, a los fines de este estudio se ha reducido al cálculo a una etapa, la más crítica, de acuerdo a la estadísticas del propio investigador, que es a los tres años.

Parámetros del diseño de la trinchera

⇒ Altura total del material de relleno del vertedero: 1,8 m
⇒ Relación residuos - cubrimiento: 1,8 m/ 0,90 m = 2.
⇒ Número de niveles: 3
⇒ Altura de cada nivel: 0,60m
⇒ Tapada final: 0,50 m

⇒ Peso específico del suelo: 1,770 kg/m^3

⇒ Producción de gas en el primer año: 0 kg/m^3

⇒ Producción de gas en el segundo año: 0,059 kg/m^3 (valores estadísticos históricos)

⇒ Producción de gas en el tercer año: 0,104 kg /m^3

⇒ Peso específico del gas: 1,3389 kg / m^3

⇒ Agua consumida para producir gas: 0,16 kg / m^3

⇒ Vapor de agua que arrastran los gases: 0,016 kg / m^3

⇒ Superficie teórica adoptada para el cálculo: 1 ha (10.000 m^2)

⇒ Lluvia de recurrencia: 150 mm/hora (registro de los últimos 10 años) Volumen de agua en una lluvia/h.

⇒ Escorrentía: 0,45 m^3/s

Peso del material de cubrimiento sobre el fondo de la cava:

Para este cálculo se han tomado valores referentes al método de trinchera, tomado una cava tipo de 7 m de boca y 5 m en el fondo, como la diseñada en la Pág.543

1.770 kg/m^3 (0,50 x 7 m + 0,2 x 6 m+ 0,2 x 5 m)/ 5 m = 2,018 kg/m^2

Peso de los residuos sólidos sobre el fondo de la cava

650 kg/m^3 (12 m^3 / 5 m) = **1.560 kg/m^2**

Peso de los residuos secos: 1.560 x 0,75 = **1.170 kg / m^2**

Contenido de humedad: 1.560 kg/m^2 x 0,25 = **390 kg/m^2 (a)**

Peso del agua de lluvia: 15 cm x 1 m/100 cm x 1.000 kg/m^3= **150 kg/m^2 (b)**

Peso total al fondo de la cava: 2.018 kg/m^2 +1.560 kg/m^2 + 150 kg/m^2 = **3.729kg/m^2**

Balance de agua para determinar la cantidad de lixiviados a partir del tercer año, fecha donde los valores estadísticos de producción de gas, de lixiviados, de pesos específicos se estabilizan.

Gas producido: 1.560 kg/m^3 x 0,104 kg/m^3 = **162,24m^3/ m^2 (G)**

Peso del gas: 162,24m^3/ m^2 x 1,339 = **217 kg/m^2**

Peso del agua consumida en la formación del gas: **162.24m^3/m^2 x 0,16= 26 kg/m^2 (c)**

Peso del vapor de agua en el gas: 217 kg/m^2 x 0,016 =3,47 kg/m^2 **(d)**

Peso del agua en los RSU: **390 kg/m^2 (a)+ 150 kg/m^2 (b) – 26 kg/m^2 (c) -3.47 kg/m^2 (d) = 562,53kg/m^2 (e)**
Peso seco de los residuos restantes: 1.170 kg/m^3– 20 % x 1.170 kg/ m^2 (valor estadístico) = **936 kg/m^3**

Peso medio de los residuos sobre el fondo **1.560 kg/m^2**

Factor de capacidad de campo: 0,35 (valor promedio a tres años) Agua retenida en los residuos sólidos: 1.560 x 0,35 **= 546 kg/m^2 (f)**

Cantidad de lixiviados producidos: **562,53 (e) –546(f) = 16,53Kg. /m^2**

Producción total de lixiviados = 16,53kg/ m^2 x 10.000 m^2/ 365 días x 24h x 3.600 seg. = 0,005 l/seg. = **432 m^3/ dia.ha.**

Ese volumen de lixiviado se puede transportar con una cañería de 110 mm de diámetro, con una pendiente mínima de 1 $^0/_{00}$. Carga diaria de contaminación introducida por el lixiviado

432 m^3/ día x 500 mg. DBO_5/ m^3 =216 kg DBO_5 / día. ha

Para conocer aproximadamente el volumen de lixiviado a medida que avanza el relleno, se hará multiplicando el valor de 432 m^3/día. ha x la superficie ocupada en ha.

Además, y es sumamente importante tener en cuenta, los valores calculados son para una lluvia de recurrencia, que servirá para calcular el canal o tubo de salida del relleno hacia la planta de tratamiento o a un cuerpo receptor. Para el dimensionamiento de canales internos se deberá utilizar el valor promedio de las lluvias en los últimos 10 años. De esta forma se obtendrán valores menores y más adecuados a la realidad.

- **Diseño de la trama de canales de lixiviado dentro del relleno**

Tanto en el sistema de área como en el de trinchera, se deberán colocar canales de drenaje para los lixiviados. A fin de facilitar su construcción es recomendable ir ejecutándolos a medida que avanza la excavación o el relleno sobre la superficie rasante. Esta acción, además de hacer el gasto a medida que avanza el trabajo, evita que las lluvias penetren en los canales antes de ser utilizados.

Estos canales estarán colocados o en el centro de la cava o en uno de sus lados, dependiendo del ancho de las mismas, y se harán comunicaciones entre las distintas cavas, con pendientes del 0,1 % como mínimo y transportarán al lixiviados a unas cámaras de retención colocadas a los extremos

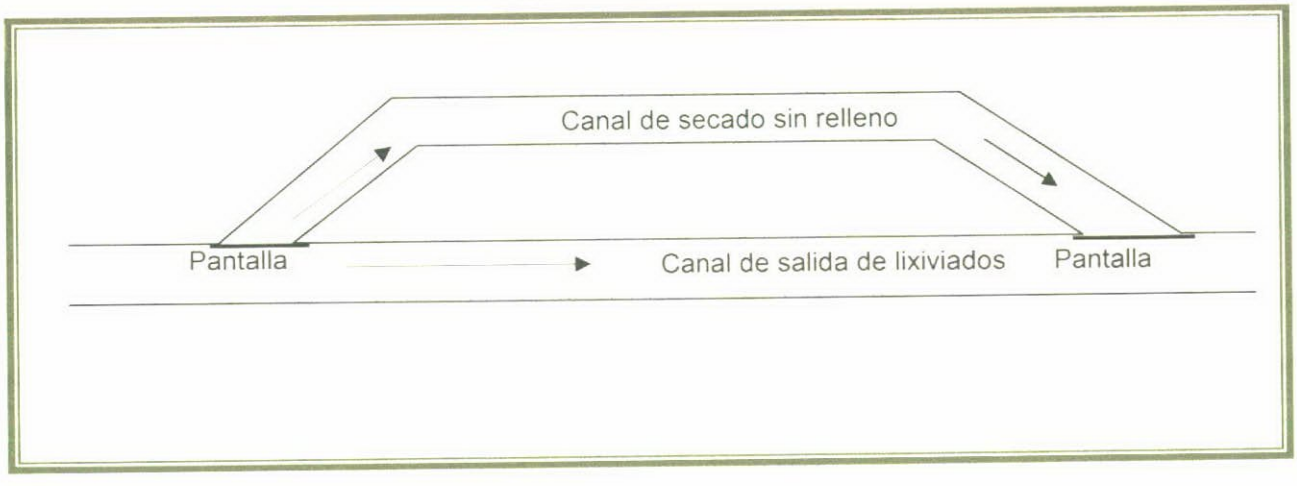
de estos canales, y para el control de la generación de lixiviados se colocaran colectores (Ver Figura 4.32)

Estos canales deberán además actuar como filtros biológicos horizontales, y para que ello ocurra el material de relleno deberá tener un alto rendimiento de m^2 de contacto por m^3 de volumen real. Los materiales más económicos y existente en cualquier zona con esas características son la piedra natural y la caña.

Para que la retención de los lixiviados dentro de estos canales aumente, se colocarán tabiques transversales dentro de los canales; el líquido circulará una vez rebasado el punto más alto del tabique, con esto se puede lograr una retención de varios días, durante los cuales se produce el tratamiento biológico deseado y reduce la cantidad de lixiviado a ser tratado, tanto en su volumen como en su contenido de materia orgánica (DBO). El proceso será anaeróbico, por lo tanto habrá generación de gases circulando por estos canales. Esos gases deberán ser eliminados hacia el exterior, para ello se instalarán las chimeneas necesarias para su venteo.

La cantidad de lluvia caída en gran cantidad y durante un prolongado período de tiempo, puede exceder la capacidad de los canales de lixiviado. Es por eso que se recomienda ejecutar un canal externo, desviando el caudal del canal de salida a la planta de tratamiento o al cuerpo receptor, sin relleno e impermeabilizado, a fin de utilizarlo como canal de secado y poder medir el volumen de lixiviado que sale del relleno. Se colocará en el desvío una pantalla vertical regulable para habilitar el canal cuando fuera necesario.

Figura N° 4. 33 - Canales de lixiviados



Procedimientos para la minimización de lixiviados

Los procedimientos para la minimización de lixiviados, consistirán en disminuir la posibilidad que el agua de lluvia entre en contacto con la masa de residuos y disminuir así la potencial formación de lixiviados en el relleno.

Estas operaciones consisten en técnicas probadas y con excelentes resultados, tales como:

1.- Apertura progresiva del núcleo de depósito en función de la demanda

Con esta operación se evita mantener una gran área del relleno expuesta a la lluvia con una reducción en el volumen a tratar.

2.- Construcción de bermas transitorias

Estas bermas similares a las permanentes, tienen por objeto aislar el área operativa del resto del módulo, a medida que el frente de trabajo avanza, estas bermas son removidas y construidas nuevamente hasta que el nivel del relleno, sobrepasa el nivel del terreno natural.

3.- Avanzar en niveles nuevos

Una vez realizada la apertura parcial del núcleo es conveniente ir avanzando, en altura hacia los niveles más altos, hasta llegar a la altura de proyecto, y realizar la cobertura final en ese sector de trabajo. Esto tiene por ventaja que disminuye la posibilidad de infiltración del agua de escorrentía en la masa de residuos.

4.- Asegurar una adecuada compactación de los residuos y las coberturas diarias

5.- Dar correctas pendientes en las coberturas diarias

Volumen total de gas producido, y su venteo:

162,24 m^3/m^2 x 10.000 m^2/ 365 días x 24 hs. = **185,2 m^3 / hs. ha.**

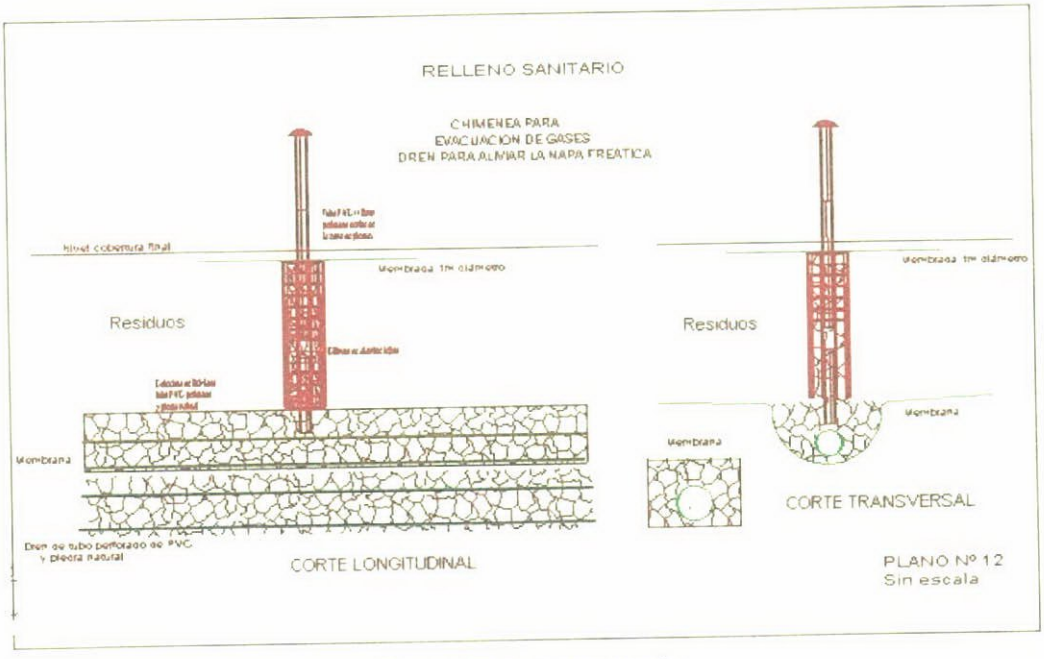
El valor de 162,24 ha sido calculado en **(G)**.

Considerando que una chimenea de caño diámetro 150 mm puede extraer 15 m^3/h (valor promedio histórico), para definir la separación entre chimeneas se divide los 185,2 m^3 por los 15 m^3 de cada chimenea, dando una cantidad de 12 chimeneas por ha, aproximadamente una cada 833 m^2, adoptamos una chimenea cada 30 m que cumple con la condición pues resultan así 12 chimeneas por ha.

10.000 m^2/ 30^2 m^2 = 11 chimeneas por ha.

Se debe tener en cuenta que los valores calculados fueron hechos en base a una lluvia de recurrencia, por lo que son valores extremos utilizados para el diseño a respaldo de cualquier eventualidad climática. Por lo tanto los valores de gases calculados serán mayores que los que realmente se produzcan en el relleno. Para mayor exactitud se podrán rehacer los cálculos con valores de lluvia promedio de los últimos 10 años, como se expreso en el cálculo del lixiviado.

Figura Nº 4. 34 - Chimeneas para la evacuación de gases

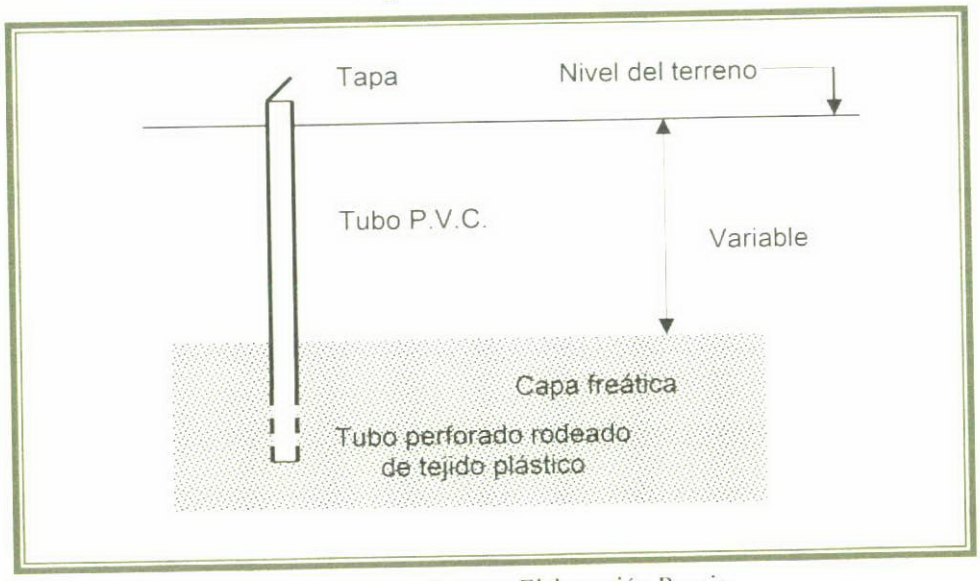


Fuente: Elaboración Propia

Monitoreo de la calidad del agua

Los rellenos sanitarios, independientemente de su magnitud, pueden contaminar las aguas subterráneas. Para tener un control sobre ellas, ante y después del relleno, se deberán instalar pozos de monitoreo desde los que se tendrá acceso a esas aguas. La cantidad a instalar no está definida por normas, sino por el buen criterio del proyectista, bastarán con 3 pozos localizados próximos a los canales de lixiviado.

Figura Nº 4. 35 - Pozos de monitoreo



Fuente: Elaboración Propia

Estos pozos deberán estar entubados para que el terreno no caiga sobre la capa freática a investigar. En su base el tubo deberá estar perforado para que la capa de agua lo atraviese, con una malla externa de tejido plástico para evitar el paso de elementos que puedan obstruir las perforaciones del tubo.

El extremo superior deberá tener una tapa que evite la entrada de cuerpos extraños. La extracción de la muestra de agua se efectuará con un balde sujeto a una hasta rígida, para poder sumergirlo en el agua retenida en el fondo del tubo. Se pueden colocar tubos de los utilizados para redes cloacales, el más común es el de P.V.C. de 30 cm. de diámetro, o más.

La primer toma se deberá efectuar antes de poner el primer residuo en el relleno, que servirá como testigo para comparar con las próximas extracciones (1 por mes).

Cuadro Nº 4. 39 - Parámetros a medir en el agua subterránea y superficial y en el lixiviado

Parámetros	Agua superficial	Agua subterránea	Lixiviado
DBO en mg/l	X	X	X
DQO en mg/l	X	X	X
Temperatura	X	X	X
(°C)	X	X	X
Nitratos en mg/l	X	-	X
Cloruros en mg/l	X	X	X
Sulfatos en mg/l	-	X	X
Recuento total de colonias (colonias /ml)	X	X	X
Conductividad en umhos/cm	-	-	X
Sólidos suspendidos totales en mg/l	X	-	X
Metales pesados (Hg., Cd, Pb, Cr, Fe, Zn, Cu, Ni	-	-	X

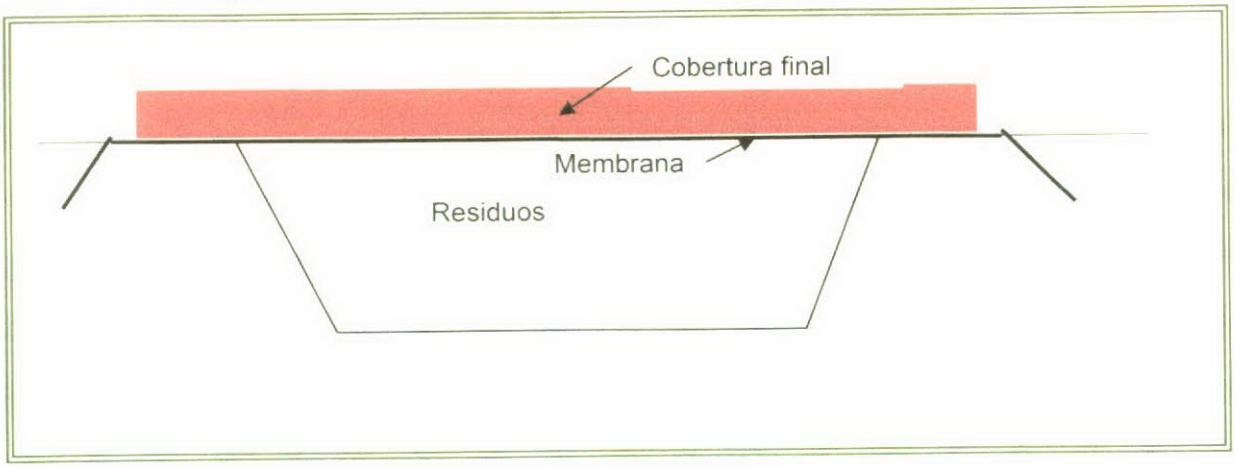
Si se considera en las zonas que no hay lluvias que la producción de lixiviados es relativamente baja, por lo tanto es válido suponer que si se evita que la lluvia penetre en el relleno, se evitará la generación de lixiviados, o por lo menos se reducirá a valores muy pequeños.

De esa forma en vez de ejecutar la impermeabilización del fondo y la construcción de canales para el lixiviado, se podrá colocar sobre el relleno una membrana que impida el pasaje de las aguas de lluvia directa o por escorrentía.

Sobre esta membrana se colocarán luego capas de drenaje, tierra vegetal, gramíneas, etc. como en cualquier relleno sanitario

La generación de gases está íntimamente ligada a la entrada de las aguas de lluvia, por lo que con el método de impermeabilización superficial podrá también reducirse la producción de gases.

Figura N° 4. 36 - Corte transversal de un relleno con membrana superior



Para la aplicación de este sistema se deberá hacer en zonas donde la napa freática se encuentre por lo menos a 2 m del fondo del relleno en su nivel histórico más alto, cuidando además que los canales perimetrales de contención de aguas de escorrentía estén bien construidos y bien mantenidos.

Capacidad volumétrica del sitio con desniveles muy pronunciados

El dato más importante para este caso es el ya mencionado, el conocimiento de las líneas de nivel, con una aproximación de 0,50 m entre líneas. Cuando la irregularidad es muy pronunciada se recomienda utilizar para el levantamiento topográfico un teodolito nivel de última generación, que viene equipado con un sistema informático que resuelve rápidamente todos los parámetros necesarios. Para el mejor aprovechamiento del terreno, se propone la confección de una planilla como la siguiente.

Cuadro N° 4. 40 - Modelo de Planilla de aprovechamiento de Terreno

Plataforma o terraplén N°	Cota (m)	Área (m^2)		H (m)	Capacidad volumétrica (m^3)				Volumen (m^3)	Vida útil
		C/Curva De nivel	Promedio e/curvas		Entre curvas	Volumen acumulado	Cobertura	Total		
1										
2										
3										
4										
n-1										
n										
Total del relleno sanitario										

H corresponderá al espesor del terreno a remover, puede abarcar dos o más curvas de nivel.

La cantidad de plataformas o de terraplenes, cuyo N° de localización figura en la primera columna del cuadro, dependerá del criterio del diseñador, cuanto menor es el tamaño del terraplén mayor será la exactitud alcanzada. La cota será la de la línea de nivel correspondiente o de base. Las áreas serán calculadas para cada curva de nivel y luego se hará el promedio. La cobertura dependerá

del espesor adoptado, que depende a su vez del tipo de suelo a utilizar para ese fin. Vida útil de la unidad dependerá de la cantidad de RSU a enterrar y a la densidad final una vez compactado.

- **Análisis de costos**

Este rubro dependerá de la maquinaria disponible, existirá una gran variación dependiendo del mismo, por lo que en este caso solamente se contemplará cuando el relleno se ejecuta manualmente.

Los valores de rendimiento que en la planilla se consignan en **negrita**, tendrán variaciones dependiendo del lugar y del clima, por lo tanto serán valores informativos y no definitivos. En cada caso se deberá consultar en la zona donde se lleve a cabo el relleno. Para esta planilla se ha considerado una jornada de trabajo de 6 horas. Los valores de movimientos de residuos en toneladas (t), la compactación de los residuos en metros cuadrados (m^2), los del movimiento de tierra en metros cúbicos (m^3) y la compactación de celdas en metros cuadrados (m^2), serán los correspondientes a un día de trabajo.

Cuadro Nº 4. 41 - Tabla de cálculo operarios/día

Operación	Operarios necesario por operación	Hombres/ d
Movimiento RSU	(t/ **0.95t/h. hombre)** / 6h = X_1	X_1
Compactación RSU	(Área m^2/ **20 m^2/ hora. hombre**) / 6h = X_2	X_2
Movimiento de tierra	(Volumen m^3)/ **0,35 a 0.7/h. hombre**)/ 6h = X_3	X_3
Compactación de celdas	(Área (m^2) / **20m^2 / h. hombre)** / 6h = X_4	X_4
Total de operarios necesarios		X_1+...X_4

11.6.3. Preparación del terreno para la construcción de los CTDF

En el predio a ser utilizado para la construcción de un CTDF, como primera actividad, se deberá comenzar por la preparación y adecuación del terreno disponible (Ver Planos Nº 4.3 Administración y Sanitarios).

- **Limpieza y desmalezamiento**

Se ha de proceder a la limpieza total del terreno, que en general son terreno que se han utilizado para un uso muy diferente al que se destina ahora. Luego se retirara todos los elementos sueltos y/o enterrados en el mismo, se procederá al desmalezamiento, sacando de raíz todos los vegetales de porte, especialmente los árboles. Se debe tener en cuenta que si la existencia, de vegetación autóctona, no dificulta la ejecución del diseño, es conveniente que queden en el lugar.

- **Nivelación del terreno**

Dentro de lo posible, es conveniente nivelar el terreno, quitando primero las ondulaciones pronunciadas y rellenando los pozos, y luego dando una pendiente, acentuando la natural, de ser

posible, con un 2,5 % de caída. Esta pendiente contribuirá a tener un terreno de baja infiltración de agua de lluvia, especialmente si se mantiene con gramíneas tupida y cortada a no más de 5 cm de altura.

- **Cerco perimetral**

El cerco perimetral deberá ser ejecutado hasta una altura mínima de 1,50 m, con postes (madera, hormigón, plástico, especialmente el reciclado, etc.) separados, cada uno de ellos, en 5 m como máximo, con 5 alambres lisos que soportarán un tejido romboidal. Es importante, esta forma de ejecutar el cerco perimetral, con el fin de evitar la dispersión de papeles, plásticos, pastos, etc. que con el viento pueden ser trasladados a las zonas pobladas y limitar la entrada de personas no autorizadas al relleno. Se colocará además un portón de entrada de no menos de 4 m de ancho, de fácil y rápida apertura, preferiblemente en dos hojas.

- **Control de entrada**

Al margen de la calidad de la construcción, que podrá ser de madera, ladrillos comunes, ladrillos de cemento, deberá constar de una habitación destinada a oficina, de 3 m x 3 m como mínimo, otra también de 3 m x 3 m destinada a depósito de herramientas, además, de contar con un baño con inodoro, pileta y ducha. Los pisos serán como mínimo de cemento alisado, las paredes revocadas, salvo las de madera. Los techos podrán ser de losa premoldeada, de cabios de madera con cubierta de chapa con aislación en la cara inferior, o cualquier otro método que garantice la estanqueidad en los días de lluvia y/o viento.

En lo posible deberá ser provista de luz eléctrica y agua potable, o se instalará un pequeño grupo electrógeno que accionará un motobombeador y proveerá la electricidad necesaria por lo menos para 3 lámparas de 100W. Es imprescindible que la construcción se adapte a las normativas municipales de la zona, no solo por razones reglamentarias, sino también para que puedan ser habitadas, solución muy común en este tipo de rellenos.

- **Cartel identificador**

La colocación de un cartel identificador tendrá la función de indicar el nombre del relleno sanitario, la institución responsable, y alguna frase o "slogan" sobre el medio ambiente. Se sugiere que sus dimensiones no sean menores de 2 m de largo por 1 m de alto, colocado a 3 metros del nivel del terreno, con estructura de madera o metal, que pueda soportar la presión de los vientos de la zona.

- **Zona de entrega voluntaria.**

Al lado del control de entrada se dejará un espacio alambrado, de no menos 5 m x 10 m destinado a recibir los RSU que voluntariamente la población quiera entregar para su procesamiento.

- **Balanza de control de entrada**

Es aconsejable la instalación, a la entrada del relleno y frente al Control de Entrada, la colocación de una balanza para el pesaje de camiones. Esta balanza o báscula deberá soportar el tamaño y el peso de un camión compactador de dos ejes como mínimo. Su control podrá ser mecánico o electrónico. Además dará datos sobre pesos y volúmenes que de otra manera son difíciles de conseguir.

- **Barrera forestal**

En todo el perímetro del terreno se colocará una barrera forestal, al lado del cerco perimetral, compuesta por lo menos de una fila de árboles de fácil crecimiento, como ser álamos, pinus elliotis, o alguna variedad autóctona de la zona.

- **Calle perimetrales y calle internas**

Luego de la barrera forestal y en todo el perímetro se construirá una calle de por lo menos 10 m de ancho, abovedada y con canales laterales para contener las lluvias y evitar así que las aguas inunden los rellenos sanitarios. Estarán ejecutadas con materiales semipermeables como suelo-arena-cal o suelo cemento, o broza y arcilla, etc. de manera de permitir su circulación durante todo el año. Se dará preferencia a los materiales propios de la zona. Las calles internas serán de 7 m de ancho como mínimo con las mismas características de las perimetrales. A diferencia de las perimetrales podrán ir construyéndose a medida que avanza el trabajo del relleno.

- **Zonificación del terreno**

Aún no necesitándose la construcción de las calles internas, ni de los rellenos, se deberá amojonar el terreno a fin de identificar las diferentes zonas. Además de los mojones, bien visibles, se colocarán pequeños carteles indicando mediante números y letras la localización de los mismos. (A-1.....B-5....). Este sistema de localización será dado por el plano de replanteo que ejecutará el diseñador del proyecto.

- **Canales de contención de aguas de escorrentías**

Los canales de escorrentía, como se expresó anteriormente, serán perimetrales, podrán ser colocados antes o después de la barrera forestal, pero siempre antes de las calles perimetrales, y construidos conjuntamente con ellas. Con esto se evitará desde el comienzo que el terreno sea encharcado por el exceso de agua de lluvia. Se deberá considerar la posibilidad de colocar como bordes de estos canales, la tierra sobrante en los rellenos, especialmente si se ha adoptado el sistema de trinchera.

- **Canales para el lixiviado**

Si bien los canales para el lixiviado pertenecen a la infraestructura del relleno, es recomendable construirlos conjuntamente con el relleno sanitario, salvo la conexión a la planta de tratamiento que se puede realizar una vez terminado el relleno. En el diseño del relleno, se deberá dejar perfectamente indicado la ubicación de los canales y los pozos de monitoreo.

- **Planta de tratamiento de lixiviados**

A pesar de que este tipo de relleno, en general, no necesita de planta de tratamiento de lixiviado, en caso de ser necesaria, se deberá ejecutar la obra conjuntamente con el primer ejecución de relleno sanitario. Además, se realizará la conexión hidráulica del relleno con la planta, razón por la cual es conveniente primero decidir la zona de implantación de la planta de tratamiento y luego el lugar del primer relleno.

- **Playa de maniobras**

Es conveniente destinar espacio para una playa de maniobras y/o estacionamiento de vehículos, y preferentemente localizada antes del Control de Entrada. Su piso será ejecutado de la misma forma que las calles perimetrales e internas del relleno.

11.7. Especificaciones técnicas de infraestructura básica.

11.7.1. Oficina, sanitarios y laboratorio.

Se realizarán de zapata corrida de hormigón de cascote, con dosaje 1/2:1:4:6 (cemento, cal, arena, cascote). La profundidad mínima será de 0,60 m sobre nivel natural del terreno y el ancho 0,15 cm mayor que el muro a sustentar con Aislación hidrófuga horizontal y vertical.

En muros: doble capa aisladora horizontal de 2 cm unida por capas verticales a ambos lados con mortero 1, 1 ½ (cemento, arena) con 10 % de hidrófugo, con el agregado de polietileno de 300 micrones adherido con compuesto bituminosos a la capa superior, a la altura superior del zócalo o a la inferior del solado exterior.

Cerramientos Vertical y Horizontal: Se aplicarán las normas IRAM 11601, 11603, 11604 y 11605, sobre muros, su aislación térmica condensaciones, etc.

Mampostería en elevación: Serán de los espesores indicados en los planos, asentados con mezcla y dosajes apropiados para cada caso. Se podrán usar:

- Ladrillos comunes de barro cocido de buena calidad para las paredes de carga y seleccionados para los casos de ladrillos con junta tomada a la vista.
- bloques huecos cerámicos de tubos horizontales o verticales.

Cubierta de techo: Podrá ser de: Chapa de hierro galvanizada ondulada con solapado según normas vigentes, recubrimiento transversal de 1,5 onda- Aislación de lana de vidrio de 1" de espesor, o material de igual característica, con barrera de vapor colocado entre las chapas y las correas

Tejas francesas color natural o de color, asentadas sobre tablero de madera apta a su fin, de 1" de espesor cubierta con membrana y aislada con lana de vidrio de 1" de espesor entre ésta y las tejas, los cabios y las vigas podrán ser de madera saligna de las medidas indicadas en el plano.

Revoques: Aislación hidrófuga vertical.

En muros exteriores, azotado hidrófugo vertical de concreto 1:21/2 (cemento, arena) más 10% de hidrófugo o indicación del fabricante. Para aplicar a muros de ladrillos a la vista: el muro externo de 0,30 m se ejecutará en dos etapas, la interior de 0,15m con el revoque externo descrito, a 2 centímetros la otra parte de la pared de ladrillos a la vista, intercalándose entre ambas planchas de 2 cm de espesor polietileno expandido de mediana densidad como aislante térmico. El espesor del revoque grueso será de 5 mm como mínimo y se ejecutará en fajas niveladas y rayadas, terminado con un fino a la cal fratasado.

Muros interiores grueso fratasado y fino a la cal al fieltro. En baños, azotado Impermeable bajo revestimiento en zona de duchas.

Cielorrasos: En el caso de cubierta de chapa, será independiente de yeso o a la cal armados de 15 mm de espesor. En el caso de tejas no se colocará cielorraso, el tablero de madera se sellará y barnizará para su protección.

Contrapisos: Se realizarán sobre terreno nivelado y compactado, una vez ejecutada la red cloacal. Serán de 10 cm de espesor de hormigón de cascote ¼,1:3:5 (cemento, cal, arena, cascote) colocados.

Pisos: Podrán ser de mosaicos calcáreos, graníticos, cerámicos o de baldosas, con los zócalos del mismo material y color. La vereda perimetral se hará de hormigón de piedra y fratasada 1:3:4 (cemento, arena, piedra) de 6 cm de espesor terminado con espolvoreado de cemento y arena

Revestimientos: se colocarán azulejos o cerámicos en los locales sanitarios, hasta una altura de 2 m.

Carpintería:

- Ventanas: serán de 1,20 x 1,10, de aluminio anodizado o pintadas con epoxi, con dos hojas corredizas, se colocarán en los locales indicados, 1 en el sanitario de mujeres, 1 en el Laboratorio y 5 en la Oficina. Las ventanas de baños serán de 0,80 x 0,60 m tipo balancín, de aluminio o de hierro. Fallebas, pomelas y brazos de empuje podrán ser de hierro galvanizado o de aluminio.
- Puertas exteriores de aluminio y/ o de madera con un ancho útil de 0,80 m, la zona superior será vidriada y la inferior en chapa de aluminio o tablero de madera. Se colocarán 1 en cada local, sanitarios, laboratorio y oficina.
- Puertas interiores tipo placa de 40 mm de espesor, terciado exterior y relleno nido de abeja, con tapacantos de madera maciza, preparadas para barnizar o pintar. Cerrojos para baño.

Pintura: Muros exteriores con silicona transparente en caso de ladrillos a la vista o con látex para exteriores en caso de revoques. Muros interiores se pintarán de colores claros, a la cal.

Instalación Sanitaria: Inodoros sifónicos blancos con asientos y tapa de plástico, automáticos con tanque de embutir o tipo mochila; bidet (baño de mujeres) blanco, receptáculo de ducha hecho in situ o premoldeado. La cañería del circuito primario será de PVC 110 mm y el secundario en PVC 50 mm. Lavatorios con pie o de adosar a la pared, blanco. Mingitorios de adosar a la pared, blancos, con descarga individual a presión. Los residuos cloacales y de las duchas y piletas se enviarán a dos canales percoladores horizontales de piedra, cuyo líquido así tratado se remitirá al pozo de lixiviados de las camas de compostaje.

Broncería: Lavatorios con dos llaves cromadas de agua caliente y fría, en duchas dos llaves con transferencia, un brazo con flor móvil cromado. En el Laboratorio se colocará una mesada de acero inoxidable con pileta de doble bacha, 2 llaves con pico mezclador. Accesorios: 9 jaboneras, 4 perchas, 4 toalleros, 4 portarrollos, 5 espejos de pared.

Red de agua fría y caliente: será de polipropileno o de hidrobronze. El agua fría provendrá del tanque elevado, que se calentará en un termotanque eléctrico de 300 litros. Se colocará una llave de paso para cada uno de los circuitos de cada local, duchas, piletas, bidet e inodoros, mingitorios.

Instalación eléctrica: Se colocará un Tablero General de entrada y distribución en el local Oficina, con disyuntor diferencial. Se instalarán los siguientes artefactos: bocas y artefactos para fluorescentes de 40 W, 2 en la oficina, 1 en el laboratorio, 3 en el sanitario de mujeres, 6 en sanitarios de hombres, todo con llave interruptora general. Se colocarán tomacorrientes embutidos en: oficina 4, Laboratorio 2; sanitario de hombres 4; sanitario de mujeres 2.

Exteriormente se colocarán 1 brazo aplicado a la pared, con artefacto de 60W sobre cada una de las 4 puertas de entrada. En el interior del sanitario de mujeres se instalará un Termotanque de 300 litros. Cada circuito estará provisto de un interruptor termomagnético de capacidad adecuada. Se deberá colocar una jabalina para toma de tierra, del tipo Coperbond, Coperweld o similar, unida a cable de cobre desnudo de 4 mm^2 que se unirá a los artefactos que deban estar a tierra. Dentro de la instalación el cable a tierra será aislado con plástico amarillo y verde, de 25 mm^2, que una todas las partes metálicas (IRAM 2092) de la instalación.

Entrada de teléfono: se hará a través de cañería de 19 mm de espesor, con pipeta curva plástica o porcelana. Se instalará una toma en el laboratorio y dos en la oficina.

Tinglado: Estructura: Bases y columnas de hormigón armado, bases de 80 x 80 cm, columnas de 20 x 20 cm de las alturas y profundidades indicadas en el plano. La calidad del hormigón será H21 y acero St. 50. Estructura del techado con cabreadas curvas de 2,20 m de flecha,

abulonadas a las columnas mediante chapa de acero de 5 mm y bulones de 20 mm de diámetro, colocadas una cada 5 m como se indica en la Planta respectiva.

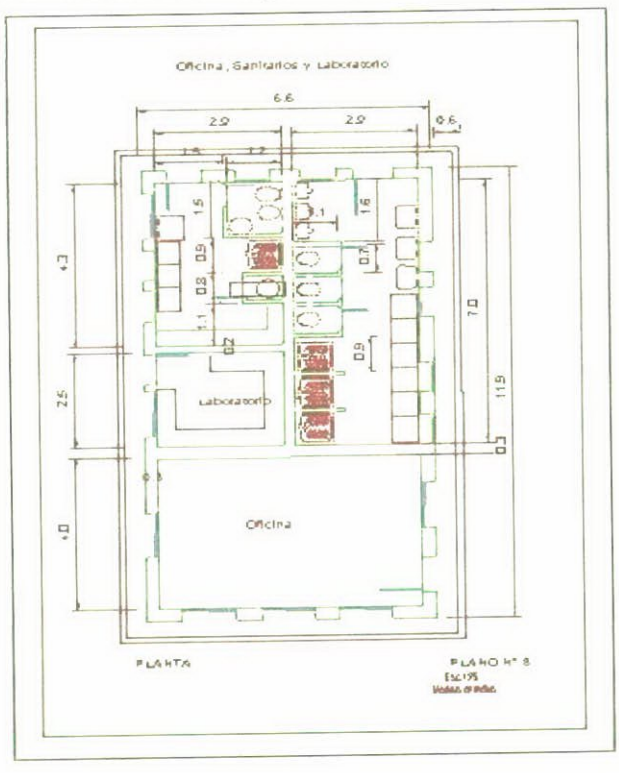
Las correas podrán ser de 3 barras de acero de alta resistencia 12 mm de diámetro, de sección triangular colocando dos barras superiores y una inferior, unidas en zig-zag con alambre diámetro 6. Estarán abulonadas a las cabreadas mediante planchuela de 50 x 5 mm y 2 bulones de 12 mm de diámetro. Serán pintadas con antióxido luego de limpiarlas con cepillo de acero o chorro de arena y luego llevarán dos manos de pintura sintética brillante.

Cubierta de techo: Será de chapa galvanizada ondulada y prepintada, de blanco la cara superior y de aluminio la inferior. La sujeción a las cabreadas y correas se ejecutará con abrazaderas de acero galvanizado, con tuerca y arandela también galvanizadas, arandelas plásticas para evitar filtraciones de agua.

Piso: Se ejecutará una losa de hormigón armado de 20 cm de espesor, armada con una malla de acero soldado de 6 mm de diámetro y de 20 x 20 cm de cuadrícula, colocada a 4 cm de la superficie. La terminación superficial será de cemento alisado ferrocementado de 6cm de espesor.

Paredes de los depósitos: De ladrillos comunes de barro cocido, de 15 cm de espesor y 2 m de altura, revocadas ambos lados y terminación superior con cemento alisado. Los frentes, de 15 m de ancho y 2 m de altura, serán cubiertos con chapa de acero Nº 18 galvanizada y plegada en U con alas de 25 mm de cada lado, atornilladas al muro mediante 6 tarugos plásticos de 10 mm de diámetro y tornillos galvanizados.

Plano Nº 4. 3 – Plano oficinas, administración y laboratorio



Iluminación e instalación eléctrica: De cada cabreada se suspenderá mediante barral, hasta 3m del piso 4 equipos de fluorescentes de 40 W cada uno. Se colocará un circuito independiente para la iluminación, para cada cinta transportadora, para la chispeadora y prensa. En el tablero general de entrada y distribución se colocarán las llaves interruptoras termomagnéticas y un disyuntor diferencial general para toda la instalación. Se deberán calcular los circuitos, llaves demás accesorios para instalar: 5 motores de 2 HP cada uno, para las cintas, 1 de 30 Hp para la trituradora, 1 de 5 Hp para la chispeadora, 1 de 7 HP para la prensa.

Agua y desagües: Se alimentará con agua potable con tubos de PVC o polipropileno de 19 mm de diámetro, la pileta de lavado de botellas, con 6 canillas accionadas por el pié, a 4 canillas con pico de manguera distribuidas para el lavado del local. El agua producto del lavado será recogida por una canaleta perimetral de 15 x 30 cm, de cemento alisado con pendiente hacia el pozo del lixiviado de las camas de compostaje. Del pozo saldrán dos canales de precolación horizontal, de 0,60 m de ancho por 1 m de profundidad, relleno de piedra y con un caño perforado en su base, que llevará los líquidos no absorbidos hacia la zona de forestación del Lombricompostaje. La zona superior de los canales se cubrirá con polietileno y tierra.

Camas de Compostaje: Sus muretes serán construidos con ladrillos comunes de 15 cm de ancho por 60 cm de altura, revocados con cemento alisado en sus caras y zona superior. Estarán ejecutados encima de una losa de hormigón de cascote, del mismo dosaje propuesto anteriormente, con terminación superficial de cemento alisado y con pendiente hacia ambos extremos.

Figura N° 4. 37 - Camas de lombricompuesto



En cada extremo de la cama se colocará un caño de PVC de 100 mm de diámetro que conectará con una canaleta perimetral con pendiente del 3 % hacia un pozo donde se recogerán todos los lixiviados. Estos lixiviados serán enviados mediante gravedad a medida que el pozo se llena, a un percolador horizontal de 60 cm de ancho por 1 m de profundidad, rellenos de piedra y con un caño perforado en su base de 100 m de diámetro, hacia la zona de forestación del Lombricompostaje.

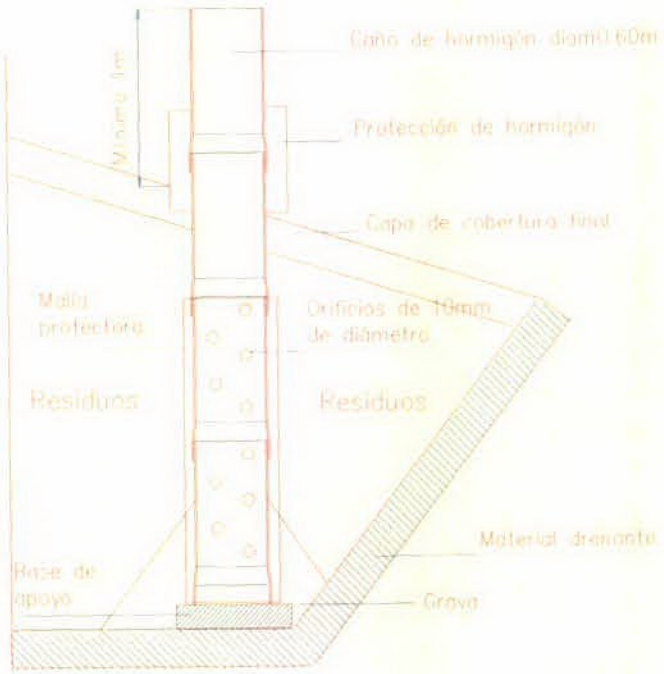
11.8. Construcción del relleno

Se partirá de la base de que se dispone de todos los planos de diseño y de detalles, como el ejecutivo, que deban ser provistos por el proyectista para realizar la Preparación del terreno y Construcción de la infraestructura, y que estos rubros ya fueron ejecutados con eficiencia.

Junto con la excavación, que se recomienda no supere el volumen necesario para una semana de trabajo, se irá ejecutando el canal para el **lixiviado,** relleno de piedra natural o de cañas, según económicamente convenga (Ver Figura Nº 4.38).

Su ejecución se podrá llevar a cabo manualmente con palas de punta y plana, o mejor aún con una pequeña zanjeadora motorizada.

Figura Nº 4. 38 - Colector de lixiviados



Fuente: Plan Provincial de Residuos, Provincia de Córdoba

Este canal deberá tener pendiente hacia la planta de tratamiento de lixiviados, si existiese, y la del avance del relleno. La pendiente del fondo estará dentro del rango de 1,5 al 2,5 %. Sus dimensiones dependerán del caudal a transportar.

Las dimensiones mínimas serán no menores a 50 cm de ancho, y una profundidad de 60 cm medida a partir del fondo de la cava. Es conveniente colocar tabiques transversales dentro del canal, espaciados entre 5 a 10 m, construidos con madera o con ladrillos u otro material barato que retrase el libre pasaje de los lixiviados dentro del canal. Se dejará un espacio de 10 cm desde el borde superior del tabique al borde superior del canal, por donde verterá el líquido que exceda esa altura. Con este sistema se consigue que los lixiviados permanezcan más tiempo dentro del canal, iniciando así su tratamiento biológico y reduciendo además los volúmenes de líquidos a transportar.

El fondo de la **cava, o trinchera**, antes de recibir los residuos, deberá ser compactado, manualmente con pisones de manos, o con rodillos o bien con pata de cabra traccionada por un

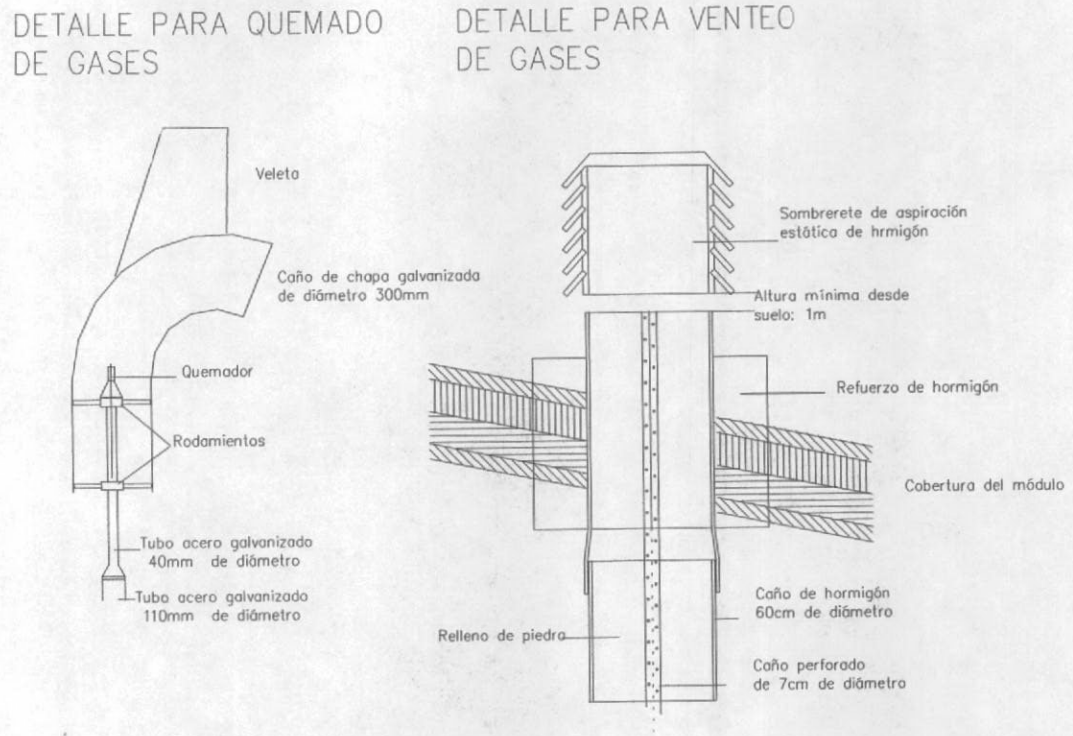
tractor. Si la permeabilidad del terreno es mayor que 10^{-7} cm/s, será necesario colocar una capa de arcilla de por lo menos 20 cm de espesor o una membrana de 1 mm de espesor.

La excavación generalmente deberá tener un determinado talud en sus lados, que dependerá del terreno (Ver Cuadro Nº 4.27 pág. 493).

Conjuntamente con la ejecución de las cavas y de los canales se irán colocando las chimeneas para la salida de gases producidos por la materia orgánica enterrada. La distancia entre chimeneas generalmente es de 30 a 50 m.

Los gases producidos, se podrán quemar colocando una llama en la salida de esos gases por la parte superior del tubo, que se encuentra aproximadamente a 1 m de altura sobre la capa de cobertura final. La salida estará provista de un capuchón de cualquiera de los tipos, como se indica en la siguiente figura.

Figura Nº 4. 39 - Quemado de gases



Cuando la producción de gases es importante y a criterio del proyectista es económicamente conveniente su aprovechamiento, se deberán unir las salidas mediante conexiones que den continuidad al sistema, como si fueran cañerías de agua, se podrán utilizar caños de PVC del diámetro adecuado y sus accesorios como se curvas, codos te, doble te, etc. Estos gases se conducirán hasta un filtro que retenga la humedad del gas. No se debe olvidar que la producción de gas está dada por la cantidad de materia orgánica y su humedad, además del agua de lluvia.

Los gases ya secos se almacenarán en un depósito para luego o simultáneamente ser utilizados en quemadores para caldera o en motores de combustión interna. Se podrá así generar con combustible de costo 0, vapores o electricidad o ambos a la vez. Se debe alertar que el uso de un tanque o depósito obligará a la instalación de un sistema de compresión, muy caro que generalmente no compensa económicamente. Por lo tanto el uso continuo del gas producido puede ser la solución más económica, quemando el sobrante cuando no se dispone de generación de vapor o se usa como combustible de motores.

Se podrá generar energía eléctrica a bajo costo, que de ser posible servirá para iluminar la entrada y el perímetro del relleno.

Las **chimeneas** estarán compuestas por dos tipos de tubos, en la zona inferior que abarca desde el fondo hasta el nivel máximo de residuos enterrados, serán ejecutadas con un tubo perforado, de PVC, o de hormigón y la superior hasta 1m sobre el nivel de la capa de cobertura. Donde se unen los tubos, se colocará una membrana de 1.50m de diámetro o de 1,50 x 1,50m a fin de evitar pérdida de gases.

La zona que comprende el tubo perforado deberá ser rodeada de material que evite la obstrucción de los agujeros por parte de la materia orgánica, que comprimida sin dudas tapará esos agujeros. Se podrá usar el mismo tipo de piedras o de cañas de los canales.

Para su ejecución, y a fin de que no se desarme este resguardo de piedra o de cañas, se colocará primero una malla metálica, o plástica alrededor del tubo y luego se la rellenará con el material seleccionado para ello. La columna así formada permitirá mantener en pie el tubo y facilitará la colocación de los residuos a su alrededor sin alterar la salida de los gases que se producirán con el tiempo. En general en el primer año del relleno no se producen gases, por lo menos de forma apreciable.

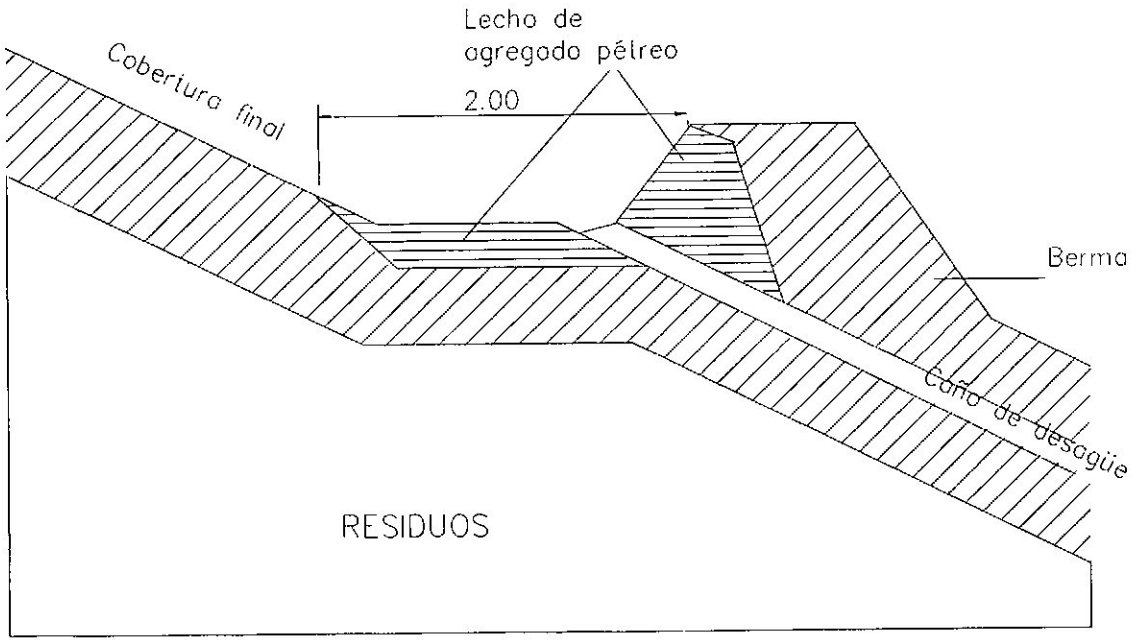
La excavación de la segunda celda se deberá hace de manera que esté terminada cuando se acaba de llenar la primera, ya sea al lado o en la misma línea. Es conveniente que la tierra sobrante del relleno, cosa que ocurre frecuentemente cuando se trabaja con celdas o trincheras, se deberá transportar apartada del relleno a fin de evitar acumulación de agua de lluvia.

Podrá utilizarse para elevar el perímetro del relleno usándola como barrera para evitar la entrada de aguas de escorrentía. Tanto para la excavación como para los rellenos, se deberá respetar el ángulo calculado para los taludes.

En el caso específico de **relleno por área**, cada vez que se cierra una zona, especialmente cuando se está sobre el nivel del terreno, se le deberá dar un talud mayor que el recomendado para el tipo de suelo, pues el empuje horizontal lo producirá el relleno orgánico, que tiene muy poco rozamiento interno (Ver Figura N° 4.40. Terrazas para drenaje pluviales).

Un valor conveniente es de 1:3,1 m en vertical y 3 m en horizontal. La próxima zona de relleno se apoyará en esa y así consecutivamente. De esa forma se aprovecha bien el terreno y se está con un margen de seguridad ante un desmoronamiento. Los bordes externos del relleno será conveniente ejecutado con curva, no solo por seguridad ante el desplazamiento sino también por razones paisajísticas.

Figura N° 4. 40 – Terrazas para drenaje pluviales



NOTA

La salida de los caños de desagüe deberán coincidir con los alcantarillos de los caminos de circulación

La terraza deberá estar a 2m de diferencia de altura a partir del coronamiento del terraplén perimetral

Fu

Fuente: Plan Provincial de residuos de la Provincia de Córdoba

Los canales de lixiviado serán de más fácil construcción pues estarán colocados desde el nivel del terreno más alto hacia los más bajos y podrán construirse una vez efectuado el relleno, al lado del mismo, al igual que las chimeneas.

A pesar de que en general los rellenos se ejecutan a más de 1m de distancia en vertical, de las capas freáticas de registro máximo, es necesario la colocación de **pozos de monitoreo,** destinados a extraer muestras de esa capa, para el análisis de los parámetros mencionados en la Cuadro N° 4.43, pág. 554.

Su construcción se realizará como se detalla en la figura 4.35, pág. 554.

11.9. Planta de tratamiento para lixiviados

En caso de ser necesaria la instalación de una planta de tratamiento de líquidos lixiviados, en base al volumen calculado, se decidirá que tipo de planta se adoptará. Mucho dependerá también del tipo de terreno de que se dispone.

Cuando en la localidad existe una planta de tratamiento de residuos cloacales, es aconsejable encaminar los lixiviados hacia esa planta. Para tomar una decisión se deberá comparar el costo de la cañería desde el relleno a la planta con el costo del emplazamiento y mantenimiento de una planta especial para los lixiviados.

La planta de tratamiento más común es mediante lagunas de oxidación facultativa. Se deberá disponer por lo menos de dos lagunas, una primaria de 3 m de profundidad y una secundaria de 1,20 m de profundidad (para incrementar los procesos aeróbicos).

El tamaño de las mismas dependerá del volumen de lixiviados a tratar, se usará una retención de aproximadamente 12 días para la primera y 6 días para la segunda. La construcción de las lagunas seguirán las Normas del COFAPyS del año 1.993 (hoy ENHOSa). También podrá adoptarse una laguna aireada con arreadores superficiales.

Otro tratamiento, eficaz y que utiliza una considerable menor superficie de terreno, es el de un tanque aireado, que utilizará energía eléctrica para alimentar a un compresor que a su vez mandará aire comprimido a los difusores colocados en la base de tanque. Para la generación de energía eléctrica podrá usarse como combustible el gas producido por el relleno.

11.9.1 Mantenimiento

Durante el tiempo que dure el trabajo dentro del área del relleno y luego de agotada la posibilidad dentro de ese terreno, se deberán ejecutar tares de mantenimiento.

Debido al pasaje de personas, vehículos, el asentamiento natural del relleno presentará zonas muy deprimidas, que luego de una lluvia estancará las aguas y aumentará la infiltración dentro del relleno. Esto debe evitarse con un adecuado mantenimiento rellenado y compactando con tierra esas depresiones y colocando nueva vegetación sobre ella. Para estos casos es conveniente tener preparados panes de césped del tipo con que se ha revegetado la zona.

Las chimeneas también sufrirán consecuencias debido al movimiento del relleno, perdiendo generalmente su verticalidad, y si se está recuperando el gas, puede desconectarse de la red. En ese caso de deberán verticalizar las chimeneas y proceder a su reconexión.

Todos los canales externos, construidos para evitar la escorrentía de aguas de lluvia, deberán ser periódicamente desobstruidos de elementos extraños como ser hojas, ramas, papales, plásticos, para no interrumpir el libre escurrimiento.

Se deberá controlar el buen estado del cerco perimetral, cuidando que los alambres horizontales estén íntegros y con la tensión correspondiente. El alambre tejido romboidal deberá ser también motivo de control.

Las calles deberán ser periódicamente perfiladas, si es posible con motoniveladora y si fuera necesario compactadas nuevamente. Las posibles ondulaciones producidas por el descenso desparejo de su superficie, deberá ser rellenada con el mismo material de cobertura utilizado en la calle.

Para todas estas labores se deberá designar un supervisor, desde el comienzo de la obra hasta el momento que se destine para otro uso como ser zona de esparcimiento.

En caso de existir una planta de tratamiento de lixiviados, se deberá controlar que todas las instalaciones se conserven en buen estado, reparándolas en el momento de aparecer el problema, rajaduras de muros, pérdidas de cañería, falta o falla en la energía eléctrica etc.

11.10. Planta de transferencia o de clasificación

11.10.1. Descripción general

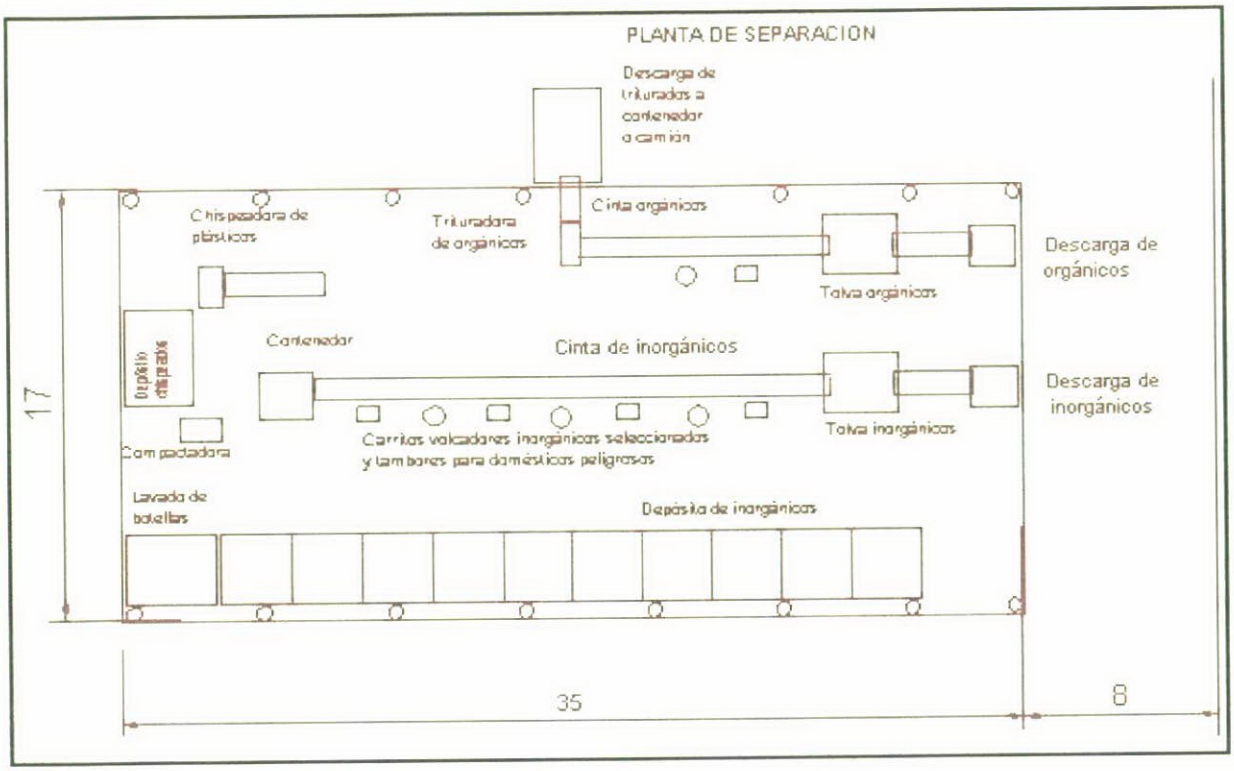
Los residuos que ingresan a la Planta provienen de la recolección diferenciada de los residuos sólidos urbanos que presta el gobierno local, siendo en su mayoría residuos sólidos domiciliarios (orgánicos, inorgánicos).

Los camiones con los residuos a transferir tendrán caja volcadora, subirán marcha atrás una rampa de aproximadamente 7 m de longitud para subir una altura de 1.50 m, luego una zona horizontal del largo adecuado al camión, donde este se detendrá y accionando el volcador depositará su carga en un contenedor colocado al nivel 0 del terreno.

Este contenedor estará equipado con las cadenas necesarias para ser enganchado y transportado por un camión provisto del guinche adecuado. Cumplida esta tarea el camión cargado con el contenedor se dirigirá a su lugar de destino.

Son aquellas que utilizan la menor infraestructura básica (Ver Plano 4.4.) y generalmente instaladas en localidades sin planta urbana o muy pequeñas, menos de 500 habitantes. Aquí, las operaciones de transferencia y transporte a un CTDF son necesarias por no contar con un predio para realizar la disposición final de los residuos y no justificarse la compra del mismo por la escasa generación de residuos producidos por la comunidad.

Plano Nº 4. 4 – Plano planta separación escala 1:120



Fuente: Elaboración Propia

11.10.2. Tipos de plantas de transferencia

Según el método utilizado para descargar los vehículos de transporte, se pueden clasificar las Plantas en tres tipos generales:

1. Carga directa
2. Almacenamiento y carga
3. Combinadas carga directa y descarga-carga

En todos los casos, las instalaciones que comprenden una Planta de Transferencia son las siguientes:

- Cerco perimetral
- Oficinas Administrativas para el control de accesos
- Rampa de descarga
- Dársena para alojar los contenedores de transferencia de 28 m^3 de capacidad, los que según sea el tipo de Planta de Transferencia, podrán ser cerrados o abiertos
- Playa de operación y maniobra de los vehículos

11.10.3. Planta de separación

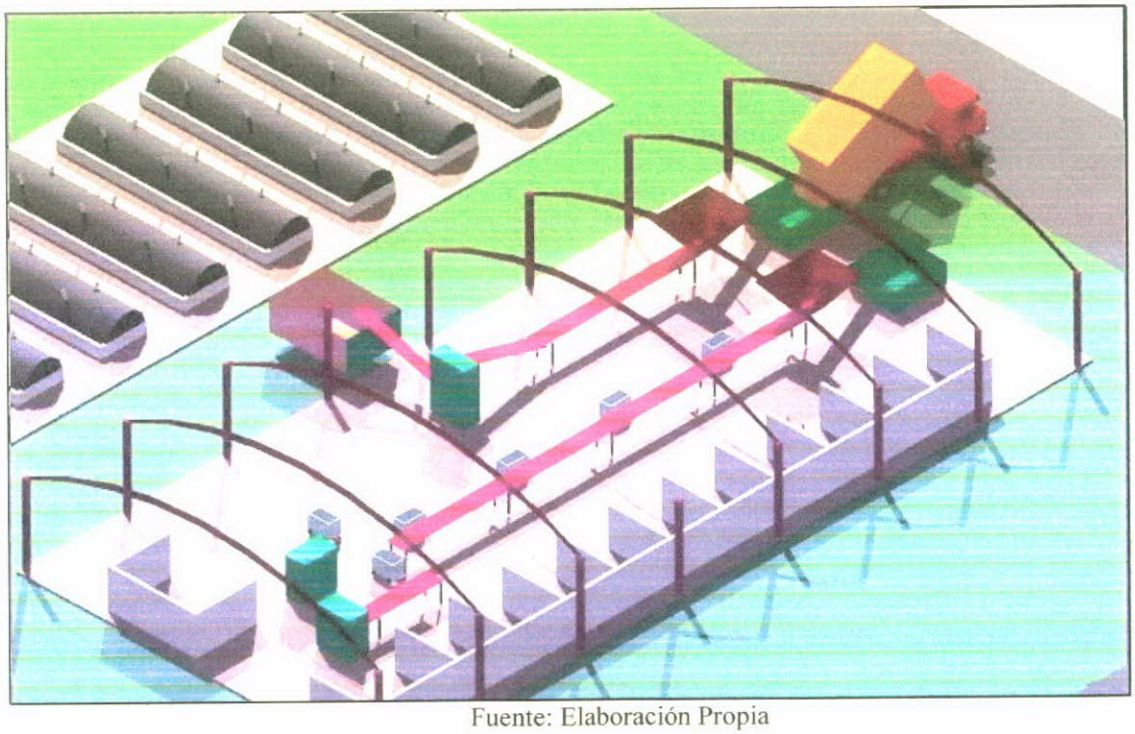
Estas son de una mayor infraestructura con respecto a las que solamente cumplen la función de Transferencia. En las mismas se realizará el proceso de separar y clasificar los distintos

materiales reusables, procedentes de las bolsas de residuos inorgánicos que fueron separados en origen, para su comercialización o procesamiento.

Estas Plantas son diseñadas y propuestas, generalmente, en localidades entre 500 y 1.500 habitantes (Ver Plano Nº 4.4). Dependiendo de los casos y las características de la región, se prevé en el proyecto, para estas Plantas, la construcción de las siguientes instalaciones:

- Cerco perimetral
- Forestación perimetral
- Portón de acceso y carteles indicadores
- Oficinas Administrativas para el control de accesos
- Rampa de descarga
- Dársena para alojar los contenedores de transferencia de 28 m^3 de capacidad, los que según sea el tipo de Planta de Transferencia, podrán ser cerrados o abiertos
- Sistema de colección y tratamiento de lixiviados
- Playa de operación y maniobra de los vehículos
- Prensas estacionarias de residuos
- Balanza de control de camiones
- Tinglado para la zona de selección / reciclado
- Zona de disposición voluntaria
- Sitio de disposición final

Figura Nº 4. 41- Planta de separación y tratamiento



Fuente: Elaboración Propia

La ingeniería básica, comprende también los Planes de Operación y Procedimientos, y Planes de Higiene & Seguridad.

11.11. Centro de tratamiento y disposición final

Estas Plantas se diferencian de las anteriores porque, además de la separación, se realiza el proceso de compostaje y lombricompostaje de los residuos orgánicos. Dadas estas característica se hace necesario la construcción de las "camas" de cemento y las "cajas", para poder realizar, el proceso degradativo de la materia orgánica y la elaboración del humus, a través de las lombrices californianas. Esta estructura es factible, a criterio del grupo de trabajo, generalmente en localidades de más de 1.500 habitantes.

Al igual que el caso anterior no es necesario que la Comuna disponga de un sitio para la Disposición final del remanente de residuos, dado que los mismos pueden ser derivados al CTDF de la microregión.



Foto Nº 4. 4 - Camas de compostaje. Fuente: Municipalidad de Esperanza

Como en las anteriores Plantas, el siguiente listado corresponde a las instalaciones básicas necesarias para su operatividad:

- Cerco perimetral
- Control de accesos con barreras y oficinas de control
- Oficinas administrativas
- Instalaciones y núcleos sanitarios para el personal
- Instalaciones para mantenimiento general
- Balanza para camiones
- Planta de tratamiento de lixiviados

- Red de monitoreo freatimétrico
- Área de recepción de residuos de particulares
- Área de pre-procesamiento de residuos
- Módulos para la Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos, con sistemas de impermeabilización de bases y taludes, así como sistemas de cobertura intermedia y final de los mismos.
- Módulos para la disposición de residuos de construcción, demolición y objetos voluminosos
- Zona para disposición de residuos industriales compatibles con los urbanos
- Sistema de control y extracción de lixiviados
- Sistema de control y gestión de gases de los rellenos
- Tratamiento del paisaje, mediante barreras forestales y visuales.
- Planta de clasificación y selección de materiales recuperados / reciclados
- Áreas para el desarrollo de programas de compostaje de residuos
- Playa de operaciones para empresas recolectoras de residuos urbanos
- Lavadero de camiones y equipos de disposición
- Áreas para el procesamiento de neumáticos, chatarras, escombros, poda, etc.

11.11.1. Diseño del procesamiento de los residuos

Existen varias alternativas disponibles para la utilización de residuos de poda. Las alternativas incluyen la producción de compostaje y de combustible sólido (es decir, un combustible de madera de tamaño reducido).

Para cada alternativa, y asumiendo que los residuos de poda no están relativamente contaminados, las unidades de operaciones necesarias son reducción de tamaño, separación magnética y selección. La separación magnética se utiliza para remover la contaminación ferrosa (por Ej., tornillos, ganchitos).

En el caso de la producción de combustible sólido, se desea generalmente un producto grueso, y las partes finas requieren disposición de relleno.

Alternativamente, si hay mercados disponibles, las partes finas pueden servir como corrector del suelo. Si la aplicación del proceso es la producción de compostaje de residuos de poda, el objetivo es lograr un producto fino.

La producción de combustible sólido (líneas sólidas) y de un producto de residuos de poda compostable (líneas de puntos) se ilustra en forma simultánea en el Figura N° 4.42.

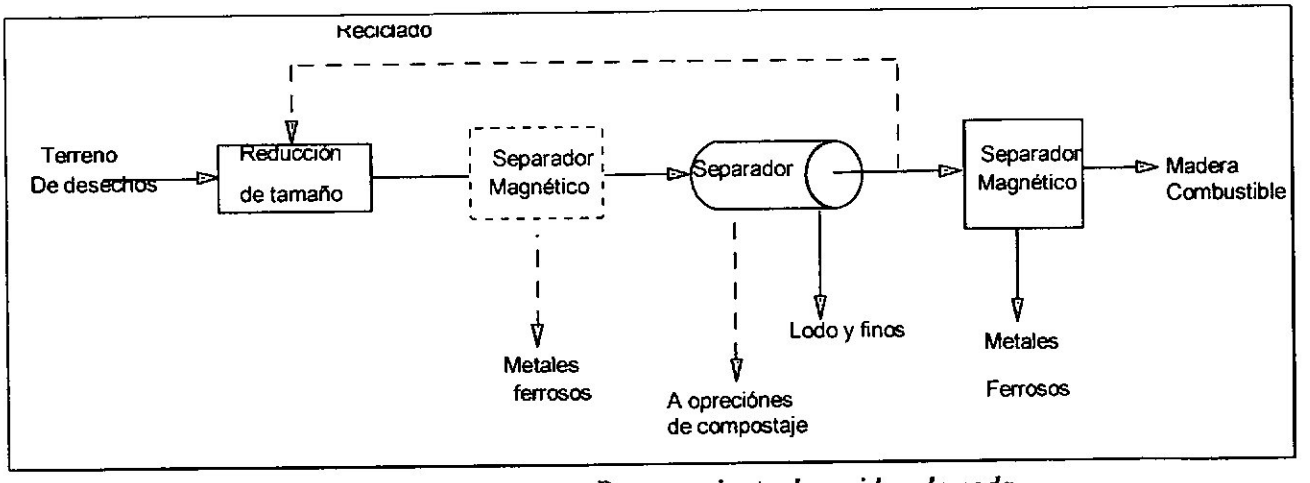


Figura N° 4. 42 - Procesamiento de residuo de poda

11.11.2 Diseño de procesamiento de residuo de comida.

Actualmente, y con el fin de obtener porcentajes de desviación relativamente altas, establecidas como objetivo en varias comunidades, se están recolectando los residuos de comida y se procesan biológicamente. Los procesos más comunes incluyen la digestión anaeróbica (para la producción de biogás) y compostaje. Debido a la naturaleza de esta conferencia, solo será remarcado el compostaje de estos materiales.

Almacenamiento, recolección y procesamiento de residuos de comida han presentado un desafío para la industria del manejo de residuos. Este es el caso en particular debido a la naturaleza de los materiales. Durante el verano, y especialmente en climas tropicales, los materiales no pueden ser almacenados por largos períodos de tiempo sin tomar precauciones o sin causar problemas ambientales negativos (olores desagradables, atracción de moscas y parásitos, y otros). La recolección de residuos de comida debe realizarse en forma frecuente y utilizando vehículos especializados para controlar la contaminación y los malos olores.

El procesamiento de residuos de comida se ha tornado una tarea dificultosa para aquellos que no están familiarizados con el material debido a su naturaleza (alto contenido de humedad, alta degradabilidad, y otros). Aunque al principio varias plantas ubicadas en áreas urbanas intentaban realizar el compostaje del material en hileras y controlar la humedad del material mezclándolo con otros materiales factibles de compostaje que poseen un bajo contenido de humedad, los olores que emanaban de esas plantas han llevado a la realización de modificaciones sustanciales en el diseño. Se han desarrollado varios sistemas para contener el material y aislarlo del medio ambiente.

Algunos de los sistemas que han sido desarrollados incluyen: bolsas grandes fabricadas con materiales sintéticos, silos y túneles. La mayoría de los sistemas son modulares en su construcción y se intenta controlar las condiciones ambientales dentro de los módulos. Algunos de ellos pueden comprarse junto con sistemas de control totalmente automatizados y pueden ser controlados vía módem desde una ubicación remota.

El desempeño comercial y la confiabilidad de algunas de estas unidades no se han demostrado durante un período de tiempo adecuado.

11.11.3. Proceso de compostaje

La compostación es una técnica utilizada desde siempre por los agricultores, en sus orígenes consistía en el apilamiento de los residuos de la casa, excrementos animales y restos de cosecha y se esperaba su descomposición, transformándose en productos fácilmente manejables, aprovechables como abono.

La compostación es un proceso biológico de degradaciones aeróbica de la materia orgánica, a partir del cual se obtiene nutrientes especiales para el reacondicionamiento de suelos. Desde hace algunos años el compostaje está siendo redescubierto y potenciado con nuevos aportes tecnológicos, que garantiza que sea una técnica eficaz para el manejo de los residuos orgánicos.

La definición de compostación más usada es "la descomposición biológica aeróbica de residuos orgánicos en condiciones controladas". En el proceso de compostación, los responsables o agentes de la transformación son los microorganismos, por lo tanto, los aspectos que se controlan son todos aquellos factores que puedan limitar la vida y desarrollo de estos microorganismos.

La necesidad de preservar vertederos, manipular grandes volúmenes de residuos orgánicos con un objeto ambiental, y al mismo tiempo esto involucra la obtención de un producto final de valor comercial, ha hecho que particularmente en los países industrializados se genere una importantísima actividad de compostificación.

El producto final de la compostación es un mejorador de suelos denominado "humus" o "abono orgánico", de propiedades muy parecidas a la conocida tierra de hojas, e incluso más valioso para el suelo que los estiércoles u otros residuos orgánicos, ya que estos últimos no sufren los procesos de fermentación de la compostificación y pueden estar contaminados con insectos, malezas, enfermedades que no debería retornar a los suelos. El compost favorece los procesos de mineralización, nutrición menor y absorción de humedad de los suelos, aportándoles agua y ciertos nutrientes, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, sodio, hierro y manganeso.

Existen dos formas generales de realizar la compostación, una es la compostación por pilas o montones y la otra es el tratamiento en digestores.

- **Compostación por pilas o montones**

El tratamiento por pilas o montones es el más difundido y de mayor simplicidad. Es el recomendado para bajos volúmenes. Básicamente se trata de colocar los residuos en condiciones óptimas de temperatura y humedad para ser atacados por los diferentes microorganismos. Esto se logra mediante la confección de montones de hileras que se hacen de 1,00 m a 1,80 m. de altura.

Para mejorar el proceso es posible recurrir al volteo periódico las pilas mediante el cual se logra un producto más uniforme y mejora la aireación de la masa dando un mayor rendimiento, dado que las bacterias actuantes, generalmente, son aeróbicas. Otra forma de incrementar el rendimiento es mediante la insuflación de aire por presión, intentando oxigenar en lo posible toda la masa. La trituración es otro recurso que generalmente se utiliza para lograr una mayor uniformidad del material, ya que esta manera el tiempo necesario para completar el proceso se halla mejor definido. Por otra parte, la mayor superficie especificada obtenida, permite un mayor ataque por parte de los microorganismos. Por estas razones pueden hacerse dos, tres, o más cantidad de trituraciones.

Una tercera posibilidad de mejorar el proceso consiste en fomentar la población de bacterias mediante la inyección de "caldos" con alta actividad microbiológica, dándole un impulso inicial muy importante desde este punto de vista. Una vez desarrollados los procesos bacteriológicos, los residuos son extendidos en camas de 20 cm de espesor, en los cuales se colocan lombrices para completar el proceso de conversión a compost.

- **Compostación en tanques digestores**

Cuando los volúmenes lo justifican puede recurrirse a tanques digestores mecánicos. La ventaja principal de estos métodos es la drástica reducción de los tiempos de tratamientos ya que naturalmente este proceso tomaría meses.

En el mundo existen diversos tipos de digestores. Uno de los más recientes consiste en un tubo horizontal dividido en tres sectores, donde los residuos van pasando por cada uno de estos al cabo de un día de permanencia. El traslado es automático usando un ingenioso sistema gravitatorio y palas mecánicas. La capacidad de tratamiento es de 180 toneladas.

Existen también procesos anaeróbicos de descomposición de la materia orgánica. Uno de los más conocidos es el Wabio, el cuál está compuesto por tres etapas:

Primero, bacterias hidrolíticas convierten la materia en simples azúcares y éstos son luego convertidos en una larga cadena de ácidos "gordos". En segundo término estos ácidos son convertidos a acetatos, hidrógenos y dióxido de carbono. Finalmente, la bacteria (metanogénica) convierte dichas sustancias en Metano. Estos bioreactores pueden tratar 100 m^3 con un tiempo de permanencia de los residuos de 18 días.

11.11.3. Condiciones del proceso de descomposición

Si tenemos en cuenta que en el proceso de compostación, los responsables o agentes de la transformación son los microorganismos, todos aquellos factores que puedan limitar su vida y desarrollo lo serán del propio proceso.

Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en cualquier proceso biológico de transformación, siendo los más importantes:

- Temperatura
- Humedad
- pH
- Oxígeno
- Nutrientes
- Población microbiana

Todas estas variables, están a su vez influenciadas por las condiciones ambientales, tipo de residuos a tratar y tipo de técnica de compostaje.

Temperatura: La temperatura se debe mantener lo suficientemente alta (intervalo 35-55° C) para cumplir tres objetivos fundamentales: destruir los gérmenes patógenos; destruir los gérmenes nocivos y vegetales y destruir los huevos y larvas de insectos.

Humedad. En la compostación siempre se ha de evitar una humedad elevada, ya que desplazaría al aire de los espacios entre partículas del residuo y el proceso pasaría a ser anaeróbico. Por otro lado, si la humedad es excesivamente baja disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso se hace más lento.

Se consideran niveles óptimos, humedades del 40-60 %, variando en función de los tipos de materiales. Para los materiales fibrosos y residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 % mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60 %. Para conseguir la humedad adecuada se puede mezclar distintos tipos de residuos y triturar o desfibrar los materiales.

pH: Los residuos y basuras sin tratar tienen generalmente un pH de 5 a 7 cuando son recientes, y un poco más ácidos (5 a 6) después de unos pocos días. La descomposición inicial aeróbica genera un descenso del pH a un valor comprendido entre 4,5 y 5,5 cuando se inicia la fase ácida, pero generalmente vuelve a subir cuando comienza la fase media, al igual que la temperatura. Cuando se alcanza la temperatura máxima, la reacción es alcalina (pH de 8 a 9), después de lo cuál, cuanto más tiempo se mantiene el tratamiento bacteriológico, más se acerca la reacción a un pH 7.

Oxigenación: Uno de los aspectos vitales de controlar para asegurar un buen y rápido compost lo constituye la presencia de oxígeno, además, que con ello se evita al máximo problemas de malos olores. No existe un intervalo óptimo de concentración de oxígeno, este depende del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y presencia/ausencia de aireación forzada.

El volteo de la pila es la forma más rápida y económica de garantizar la presencia de oxígeno en el proceso de compostaje, además de homogeneizar la mezcla e intentar que todas las zonas de la pila tengan una temperatura uniforme.

Otra forma de oxigenar la pila de compost son los métodos de aireación directa, ya sea por succión o por presión.

Nutrientes: Todos los organismos necesitan de nutrientes para crecer y reproducirse. Las cantidades varían de elemento a elemento, manteniendo una relación constante unos con respecto a otros. El mantenimiento de este balance es especialmente importante para los macronutrientes carbono y nitrógeno y donde la cantidad de carbono es considerablemente superior a la de nitrógeno.

Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, si bien en la práctica esto no es así, ya que no todos los residuos tienen un mismo tipo de materia orgánica con la misma biodegradabilidad.

Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica, sin embargo, si la materia orgánica a compostar es poco biodegradable, la lentitud del proceso será causa de ella y no de la falta de nitrógeno.

Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco, pero se pierde la calidad de los nutrientes.

La mezcla de distintos residuos con diferentes relaciones C/N puede solucionar el problema. En caso de tener una baja relación C/N, se puede agregar materiales carbonados como: aserrín, papel y paja. En cambio, para altas relaciones de C/N los materiales a agregar pueden ser: restos de carnes, barros de alcantarillas, etc.

Población microbiana: La compostación es un proceso dinámico debido a las actividades combinadas de una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetes, ligados a una sucesión de ambientes, y por eso, una población comienza a aparecer mientras otros están en su máximo o ya están desapareciendo, complementándose las actividades de los diferentes grupos. Por ello, es importante mantener las anteriores condiciones para que los microorganismos se desarrollen sin ningún problema.

A continuación se señalan las ventajas y desventajas de la compostación:

I) Ventajas:

- La compostación es la única técnica operativa actual que permite reutilizar los residuos orgánicos.
- Las estaciones de tratamiento bacteriológico presentan normalmente condiciones favorables para la recuperación de trapos, vidrios, cartón, papel, metales y plásticos.
- Una planta de compostación bien localizada puede reducir los gastos de transporte de los residuos hasta el punto de tratamiento.

- La flexibilidad de operación permite hacer frente durante varios días a sobrecargas del 100 al 200 %, aumentando el tiempo de funcionamiento de los depósitos de recepción y las trituradoras.
- El clima no afecta a las estaciones de tratamientos cerradas, aunque las grandes lluvias sí perjudican a la mayoría de los tratamientos de esta clase que se realizan al aire libre.
- Es un proceso totalmente ecológico. Los gastos de instalación y explotación son relativamente bajos.

II) Desventajas:

- No está claro si el producto final tiene salida y el empleo estacional de este producto puede exigir procedimientos especiales para su comercialización o almacenamiento al aire libre.
- No es fácil encontrar personal preparado para trabajar en este tipo de plantas.

Los análisis y propuestas que se presentan en este estudio, tienen como premisa no aumentar los actuales costos operacionales del municipio. Es necesario señalar que en el marco del desarrollo de cualquier iniciativa que apunte a cambios de conductas y hábitos, como implica el reciclaje, es necesario incorporar costos de promoción y educación, estos deberán ser cubiertos, a través de una gestión financiera que involucre a actores externos que puedan aportar recursos y por medio de la coordinación de iniciativas municipales que permitan optimizar los medios disponibles.

Finalmente, es necesario plantear que el desarrollo de esta propuesta, se enmarca en un proceso de implementación gradual, el estudio planteará algunas prioridades relacionadas con las facilidades o potencialidades que puedan presentar algunos de los sectores analizados.

11.11.4. Lombricompostaje

Las lombrices (oligoquetos) del grupo epigeo ingieren solo materia orgánica y se pueden criar para tres fines principales:

- aprovechar el humus que producen
- reciclar residuo sólido orgánico
- usar la biomasa de lombrices para alimento de animales.

Entre las lombrices, las del género Eisenia y en particular la Eisenia foetida son las que mejor cumplen los fines mencionados. Este tipo de lombriz posee menos de 200 segmentos, tiene un tono rojizo, y en general no se reproduce con otras variedades que incluso puedan pertenecer a su mismo género (Eisenia).

Las lombrices son hermafroditas y es indispensable que haya dos individuos para la reproducción.

La Eisenia foetida es ideal para la lombricultura por las siguientes razones:

- su tasa de reproducción es relativamente alta
- es resistente a las variaciones de temperatura, pH, humedad, etc.
- acepta diversos alimentos de origen orgánico
- digiere el alimento en horas y lo excreta como humus.

Requisitos básicos para el desarrollo de la lombriz

El agua: el cuerpo de las lombrices tiene 75 a 85 % de agua. La humedad del substrato donde viven influye directamente en su desarrollo. A 80 % de humedad la movilidad y actividad de las lombrices es máxima; a menor humedad el movimiento y su peso disminuye; y a menos de 50 % de humedad pueden morir.

El medio donde viven las lombrices no debe estar seco ni fangoso. La humedad ideal se reconoce por la apariencia de tierra húmeda, requiriéndose aproximadamente 10 litros por día por cada m^2.

La lombriz Eisenia foetida
Familia: Lumbricidae
Género : Eisenia
Crecimiento en condiciones óptimas: 18 mg/día (3 mg/día en peso seco)
Consumo de alimento: 1/4 de peso por día
Peso adulto: 400 a 800 mg
Carga óptima: 80 lombrices/kg de substrato húmedo

El lombricompostaje es un proceso complementario del compostaje, los residuos orgánicos pueden ser procesados y fragmentados rápidamente por las lombrices que los transforman en un material estable, no tóxico, con buena estructura, que tiene un potencial alto como acondicionador económico de suelo y abono de valor para el crecimiento de plantas.

Las lombrices consumen residuos animales y vegetales en proceso de descomposición, es decir, pre-digeridos por microorganismos especializados: bacterias, hongos y otros. Éstos degradan las proteínas y la celulosa, transformándolas en sustancias más simples y de fácil asimilación (por ejemplo los aminoácidos, resultantes de la digestión aerobia de las proteínas).

El lombricompost es un fino material como la turba dividida con la estructura óptima, porosidad, ventilación, drenaje y capacidad de retención de humedad. Sistemas de baja, media y alta tecnología son disponibles y fácilmente adaptables a diferentes tipos de residuos. El lombricompost tiene un balance mineral apropiado, mejora la disponibilidad de alimento para las plantas y actúa como un complejo fertilizador en gránulos. Como el proceso de compostaje, el lombricompostaje ofrece una gran reducción en el volumen de residuos.

La lombriz californiana se utiliza para transformar residuos orgánicos en abono, humus de lombriz o *worm casting* como se le conoce en el comercio internacional. Un residuo orgánico, con el adecuado laboreo y compostaje, es puesto como sustrato y hábitat para la lombriz y transformado por ésta, mediante su ingesta y excreta, en una extraordinaria enmienda fertilizadora. La acción de la lombriz en su proceso digestivo produce un agregado de bacterias que actúan sobre los nutrientes. La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas materiales inertes como fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.

El humus de lombriz acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, maduración y mejora el sabor y color de los frutos. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y heladas.

El lombricompostaje es una tecnología de bajo costo para la estabilización de residuos orgánicos, que aprovecha la capacidad detritívora de las lombrices de tierra. Las lombrices ingieren diariamente una cantidad de comida equivalente, prácticamente, a su propio peso, y expelen el 60 % transformado en humus. Una lombriz produce aproximadamente 0,3 gr. de humus diariamente, por lo que en pequeñas superficies se pueden procesar grandes cantidades de residuos.

En la naturaleza, las lombrices tienen una gran importancia, ya que con su actividad cavadora de tierra participan en la fertilización, aeración y formación del suelo, por su marcado efecto sobre la estructuración del mismo, debido a la mezcla permanente y el reciclaje.

El importante problema de la eliminación de los residuos urbanos, (basuras, barros de cloacas y lodos de depuradoras) puede solucionarse, en parte, con las lombrices, para transformarlos en un fertilizante orgánico.

- **Métodos de lombricompostaje**

Los sistemas abiertos tradicionales de lombricompostaje utilizan cajas de bastidores o cunas que contienen los materiales. Ambos métodos pueden desarrollarse en el exterior o en recintos cerrados, variando ligeramente la técnica en función de los residuos a procesar.

Hay un interés creciente en desarrollar sistemas de lombricompostaje en caja. Algunos sistemas usan grandes recipientes, frecuentemente amontonados en estantes.

Otras técnicas usan recipientes levantados sobre el terreno que permiten mecanizar la alimentación y recolección de lombricompost. Tales métodos pueden procesar totalmente residuos orgánicos apropiados en menos de 30 días.

Complementación del compostaje con el lombricompostaje

La importancia de los procesos biológicos en la gestión de residuos orgánicos animales es ampliamente reconocida. Dentro de la amplia gama de bio procesos disponibles, dos de los más eficientes para convertir residuos orgánicos sólidos en productos útiles son: el compostaje y lombricompostaje, con el propósito de ver las ventajas y desventajas de los dos procesos.

Compostaje es una bio-oxidación acelerada de materia orgánica mediante una etapa termófila (45 a 65 °C). Los microorganismos liberan calor, agua y dióxido de carbón, y el material orgánico heterogéneo se transforma en humus, un producto homogéneo y estabilizado.

Lombricompostaje es también un proceso de estabilización y bio oxidación de material orgánico, que involucra la acción de los gusanos y los microorganismos sin una etapa termófila. Las lombrices de tierra son los agentes de fragmentación y ventilación.

El lombricompostaje produce una gran reducción en las poblaciones de microorganismos patógenos, no difiriendo del compostaje desde este punto de vista. Generalmente se acepta que la fase termofílica, durante el proceso de compostaje, elimina los organismos patógenos. Los patógenos también se eliminan durante el lombricompostaje. El compostaje conduce a la mineralización del nitrógeno, y el lombricompostaje aumenta y acelera el valor de mineralización de nitrógeno. Los procesos de humidificación, que tienen lugar durante la etapa de maduración del compost, son mayores y más rápidos durante el lombricompostaje.

El lombricompostaje provoca una disminución mayor de metales pesados que en el proceso de compostaje, y el producto final contiene hormonas que aceleran el crecimiento de las plantas. Aunque a consecuencia de las pérdidas de carbón por la mineralización durante el proceso, la cantidad relativa de metales pesados aumente, las cantidades totales tienden a disminuir entre un 35 y 55 % en dos meses.

Los residuos orgánicos pueden ser procesados rápidamente por las lombrices. Se convierten en un material estable, no tóxico, con buena estructura, que tiene un potencial alto como acondicionador de suelo y abono de valor para el crecimiento de plantas.

El lombricompost es un material fino con la estructura óptima, porosidad, ventilación, drenaje y capacidad de retención de humedad, además, tiene un balance mineral apropiado, que mejora la disponibilidad de alimento para las plantas y puede actuar como un complejo fertilizador en gránulos. El proceso de compostaje y lombricompostaje ofrece una gran reducción en el volumen de residuos a disponer en los rellenos.

La aplicación de los procesos de lombricompostaje y compostaje para gestión de residuos han buscado generalmente obtener productos con valor comercial. Es de importancia extrema

aplicar uno de estos dos procesos a fin de estabilizar los residuos orgánicos, para resolver, o por lo menos minimizar, los problemas ambientales que provoca su eliminación.

El proceso convencional de compostaje es apropiado para el tratamiento rápido de cantidades grandes de residuos, a fin de eliminar los problemas de contaminación rápidamente, y se utiliza ampliamente de esta manera aunque el producto final no cuenta con la calidad del lombricompuesto

El lombricompostaje, previamente requiere del proceso del compostaje para estabilizar el material en caso contrario, las lombrices no sobreviven a temperatura y pH inadecuados. Los sistemas tradicionales de lombricompostaje de lecho y caja pueden ser una manera alternativa para eliminar residuos y a la vez obtener un fertilizador orgánico de gran valor.

11.11.5. Operatividad de la planta de separación y tratamiento

Para la puesta en funcionamiento la Planta es necesario contar con un encargado de Planta para organizar y garantizar la operatividad de la misma. La cantidad de personas que operarán en la planta estará de acuerde a la capacidad de procesamiento de la misma, siendo el personal mínimo necesario el que se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 4. 42 - Cantidad de Personal y horarios de trabajo para el funcionamiento de la Planta

Personal		
Descripción	**Cantidad**	**Horarios**
1.- Equipos de Profesionales		
1.1.- Coordinador General	**1**	Mañana y Tarde
1.2.- Área de Fortalecimiento Social	**1**	2 (Mañana) y 2 (Tarde)
Subtotal	**2**	
2.- Personal Afectado		
2.1.- Encargado de Planta de Selección	**2**	1 (Mañana) y 1 (Tarde)
2.2.- Sereno	**1**	Noche
2.3.- Encargado Área Compost y Prensado	**2**	1 (Mañana) y 1 (Tarde)
2.4.- Ayudante	**2**	1 (Mañana) y 1 (Tarde)
Subtotal	**6**	
Total	**8**	

- **Equipo de Profesionales**

a) Coordinador General

Requisitos

El Coordinador General será una persona idónea sobre plantas de tratamiento de residuos de origen orgánico e inorgánico, y preferentemente haber trabajado con Operadores Informales.

Funciones

- Dirigir, supervisar y controlar la planta de selección.
- Revisar y evaluar las condiciones de manejo de la planta.
- Proponer y coordinar acciones para mejorar el funcionamiento de la planta con los profesionales a cargo del Área de fortalecimiento social.
- Evaluar al personal encargado de la planta.
- Coordinar con las reparticiones afines al servicio de limpieza para garantizar el buen funcionamiento de la Planta de Transferencia.
- Coordinar con organismos en el ámbito provincial, nacional y de cualquier individuo que desee conocer o tener conocimiento sobre la Planta de Selección.

b) Asistente Social

Requisitos

El Asistente Social será una persona idónea en trabajado con Operadores Informales, que tendrá su participación en el caso que la planta sea operada por estos.

Funciones

- Trabajar socialmente sobre los operadores informales.
- Evaluar las condiciones sociales de manejo de la planta.
- Proponer y coordinar acciones para mejorar el funcionamiento de la planta con los profesionales a cargo del Área de fortalecimiento social.

Personal Afectado

a) Encargado de la Planta:

Requisitos:

El personal encargado de la Planta de Transferencia deberá ser una persona con conocimiento del trabajo y en el mejor de los casos habitar en la misma Planta.

Funciones:

- Dirige el funcionamiento de la Planta, y asentar diariamente en el libro de registro el ingreso de los operadores informales si es que lo hubiese.
- Comunica al Coordinador General y a los profesionales a cargo del Área de Fortalecimiento Social en caso de conflictos entre los operadores.
- Coordina tareas con el director de la repartición municipal o comunal responsable del servicio de recolección oficial.

- Garantiza las condiciones Generales de higiene de la Planta.
- Garantiza el retiro diario de los residuos excedentes.
- Verifica las condiciones de higiene de los boxes una ves que los operadores hayan seleccionado los residuos. También tiene la responsabilidad de controlar la sección de lavado de los equipos utilizados para la recolección.
- Inspecciona las condiciones de uso de los contenedores de los boxes y de los contenedores distribuidos en el predio.
- Controla al encargado del compost y prensado que cumpla sus funciones.
- Retiro y guardado de prensas.
- Coordina con el Municipio Local el retiro del abono orgánico.
- Solicita al Coordinador General el suministro de recursos materiales.

b) Sereno

Requisitos:

La persona designada para esta labor debe ser con perfil ecuánime y debe ser un entendido en tema de seguridad.

Funciones

- Mantener la seguridad de la Planta de Transferencia en horas nocturnas.
- Informar a los encargados de la Planta cuando necesite u ocurra cualquier inconveniente durante su labor.

c) *Encargado Área Compost y Prensado*

Requisitos:

La persona designada para esta labor debe tener conocimiento sobre tratamiento de residuos orgánicos y tener conocimiento sobre los trabajos que efectúan los operadores.

Funciones

- Garantizar el orden de ingreso de los materiales orgánicos y en la transformación de los mismos para lograr abono orgánico de buena calidad.

- Ayudar a los operadores al buen uso de la prensa y mantener en buenas condiciones las herramientas de trabajo.

- Trasladar el abono al galpón de usos múltiples.

- Retiro y guardado de prensas.

d) Ayudante:

Requisitos:

La persona designada para este trabajo debe tener aptitudes de buen trato y conocer las actividades que efectúan los operadores informales.

Funciones:

- Ayudar al Encargado del Área de compost y prensado a realizar las actividades pertinentes con el fin de garantizar el funcionamiento de la Planta.

Horario de operatividad de la Planta

El horario de operación de la Planta, preferentemente estaría comprendido entre las 6:30 hs y 22:30 hs. En primer lugar cada operador deberá tener un número de identificación, registrándose en un libro de registro de operadores y el responsable del mismo será el Encargado de la Planta, éste registro detallará datos personales de las personas que ingresen, cantidad de residuos ingresado y transporte utilizado para la recolección y que debe coincidir con el número de Identificación personal asentado en el registro.

El excedente de origen inorgánico se depositará en cada box en uno de los contendores de 100 litros con asas en sus laterales, y en el otro contenedor, de menor capacidad, para el de origen orgánico.

El contenedor con residuos orgánico el operador lo trasladará al sector de Área de Compost y se lo entregara al encargado de esa área, y los residuos inorgánicos serán llevados a un contenedor de capacidad de 3 m^3, luego el personal de la recolección oficial, con equipos apropiados para cargar los residuos existentes en los contenedores de mayor capacidad, lo transportarán diariamente al sitio de disposición final.

Una vez finalizada la selección, el operador deberá dejar el lugar en buenas condiciones de higiene, para evitar olores desagradables, polución de insectos.

Los operadores que hayan seleccionado el material inorgánico podrán prensarlo en una prensa manual, enfardarlo, chipiarlo, etc. Esto ayudará a agilizar el manejo del material seleccionado y a mantener en orden el sitio, y podrán comercializarlos con mayor valor económico, además disminuirá el excedente ya que podrán incorporar otro material como por ejemplo: plástico (botellas) y será otra fuente de ingreso económico.

Con el residuo de origen orgánico, se elaborará Compost como se detalló anteriormente.

Finalizada selección de materiales, y ya enfardados, los operadores deberán lavar el equipamiento utilizado. El lavadero estará ubicado en el mismo predio, donde contará con un lugar de depósito para los equipos móviles que se hayan utilizado.

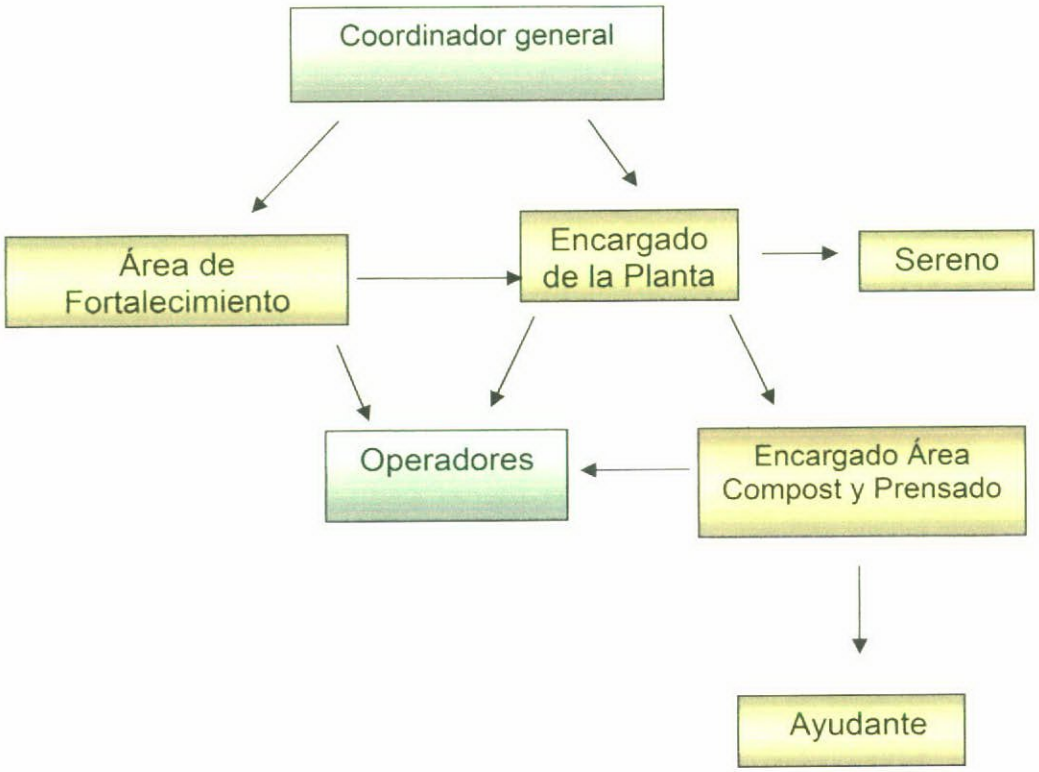


Figura Nº 4. 43 - Organigrama de Planta de Selección de RSD:

Este proceso quita las impurezas y logra la granulometría para su posterior envasado y uso como abono orgánico, depositándose en el galpón de usos múltiples por separado y trasladándose una vez por semana para su comercialización, sugiriéndose que los recursos obtenidos por la venta de este abono sea para mantenimiento de la Planta, huertas comunitarias, o la utilidad que designe el Gobierno Local.

Al finalizar la Jornada de trabajo el encargado de la planta, el encargado del área de compost y prensado, y el ayudante deberán guardar diariamente las prensas manuales en el galpón de herramientas. Al día siguiente los encargados enunciados deberán distribuir las herramientas.

11.11.6. Operatividad de la Planta de Disposición Final

El relleno se instalará en un predio que designe la Municipalidad/Comuna, siempre y cuando no sea terreno *no apto ambientalmente*, situación provocada a causa que gran parte del año esté sujeto a inundaciones, que hace inviable pensar su ubicación en ese lugar.

Se proyecta generalmente que la Planta de Disposición Final se encuentren en el mismo sitio que el Centro de Tratamiento o bien, en caso de no ser posible, debe cuidarse que la comunicación entre ambas no genere impactos negativos relevantes, esto le quitaría fiabilidad al proyecto.

Para su funcionamiento deberá contar mínimamente con la siguiente infraestructura (ver Cuadro Nº 4.47), en el caso que ambas Plantas funcionen en un mismo predio, esta infraestructura será suficiente para el funcionamiento del CTDF:

Cuadro Nº 4. 43 - Infraestructura mínima

Cerco perimetral completo
Forestación perimetral
Tinglado
Playones de carga
Compactación y calles
Equipamiento de planta
Báscula
Máquina y herramientas
Oficina y sanitarios
Energía eléctrica
Agua potable de red

Se propone un funcionamiento semejante al descrito para la Planta de Transferencia en lo que respecta a la forma de trabajo de los operaros. El personal mínimo requerido para el funcionamiento de dicha planta es el siguiente:

Cuadro Nº 4. 44 - Personal mínimo requerido

Personal Afectado		
Encargado de Planta Disposición Final	2	1 (Mañana) y 1 (Tarde)
Operario para tareas en el relleno (compactación y recubrimiento del frente de avance)	2	1 (Mañana) y 1 (Tarde)
Ayudante tractorista	2	1 (Mañana) y 1 (Tarde)
Total	**6**	

Los residuos que son desechados, serán acondicionados por los mismos operario de la Planta de Separación y transportados por medio de un camión con acoplado a su disposición final en los rellenos sanitarios existentes en el predio, empleándose para el mismo un chofer y un ayudante.

11.12. Relleno de seguridad

11.12.1. Criterios básicos para el diseño de un relleno de seguridad[3]

[3] GUIA PARA EL DISEÑO DE RELLENOS DE SEGURIDAD EN AMERICA LATINA, Química Livia Benavides

Los rellenos de seguridad son instalaciones de disposición que permiten el almacenamiento de los residuos en el suelo, aislados del ambiente. El diseño debe tener como meta principal reducir al máximo la generación del lixiviado, así como prevenir su ingreso, sin tratamiento, al ambiente.

Los lixiviados son líquidos con un gran contenido de sustancias contaminantes que se generan ya sea por la disposición de residuos líquidos o semi-líquidos (lodos), por el ingreso de aguas de lluvia al relleno o por reacciones químicas dentro del mismo.

Otra fuente de contaminación ambiental es el gas que se genera dentro del relleno como producto de la descomposición del material orgánico o por emisiones de sustancias volátiles.

Debido a estos riesgos ambientales, la utilización de los rellenos debe ser la última opción como tecnología de manejo de residuos. Sin embargo, es una práctica comúnmente utilizada por su bajo costo y relativamente simple tecnología.

El relleno de seguridad debe ser concebido como parte de un sistema de gestión de residuos peligrosos en el cual se tome en cuenta la minimización, reciclaje, almacenamiento, tratamiento y transporte, de tal forma que los residuos que lleguen al relleno sean exclusivamente aquellos que no pudieron ser eliminados de otra forma y que se encuentren en condiciones aptas para su disposición en el relleno.

11.12.2. Rellenos de seguridad en los países industrializados

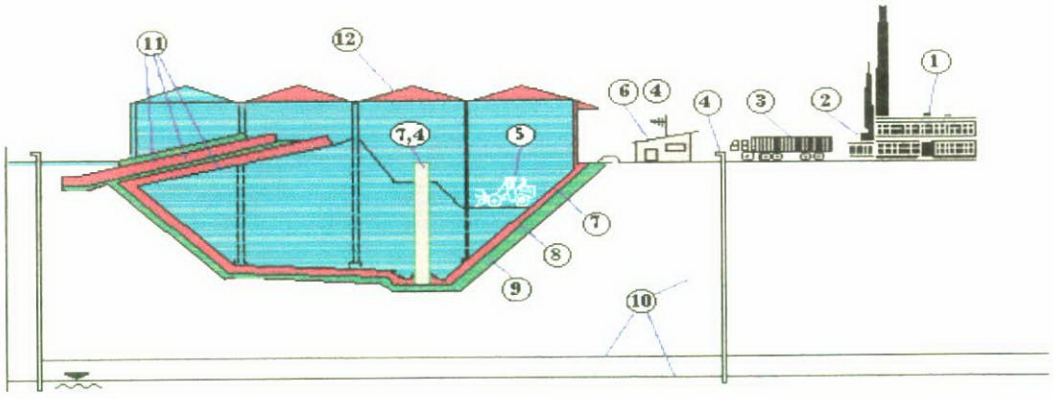
En los países industrializados, los rellenos de seguridad integran el sistema de gestión de residuos peligrosos, el cual se describe de forma esquemática en Figura N° 4.44.

Según este esquema, la gestión de los residuos peligrosos se inicia dentro de la misma planta industrial donde se deben optimizar los procesos y reciclar los residuos. De no ser esto posible, se debe llevar a cabo el pre-tratamiento de los residuos antes de salir de la planta.

El residuo debe ser transportado al relleno por una firma especializada con personal debidamente capacitado, y acompañado de la respectiva documentación.

Una vez que los residuos llegan al sitio de disposición, la documentación debe ser procesada y los residuos deben ser evaluados para determinar si sus características coinciden con los descritos en los documentos.

Figura Nº 4. 44 - Representación esquemática del Sistema de gestión de residuos peligrosos



1. Evitar la generación de residuos, reciclar
2. Pre-tratamiento
3. Transporte efectuado por una firma especializada c/personal especializado
4. Controles
5. Técnica de manejo
6. Registro, documentación
7. Recolección de los lixiviados (drenaje de base) y tratamiento
8. Impermeabilización base (material sintético
9. Impermeabilización base (mineral)
10. Geología del lugar de emplazamiento (subsuelo, cambio de petrología, napa freática)
11. Sistema de impermeabilización de superficie
12. Techado

Fuente: Guía para e Diseño de Rellenos de Seguridad en América Latina, Química Livia Benavides

Los países industrializados cuentan con guías (ver, por ejemplo, Environmental Protection Agency, 1.988; Gemeinsames Ministerialblatt, 1.990) que describen los requerimientos para el manejo de lo residuos dentro del relleno, incluyendo la impermeabilización y la prevención de accidentes por mezcla indebida, por vertimientos descontrolados y por exposición de los operarios.

Estas guías estipulan requerimientos sobre la impermeabilización de la base del relleno así como sobre su ubicación con relación a la napa freática y a las características geológicas.

Finalmente, requieren sistemas de recolección (drenaje de base) y tratamiento de lixivados, así como de pozos de monitoreo para el control de la contaminación de las aguas subterráneas.

Recomiendan que a medida que se va utilizando el relleno, éste debe ser cerrado con un sistema de impermeabilización de superficie (en este caso, un sistema doble, para mayor seguridad) y que se debe establecer un programa de monitoreo del relleno a largo plazo.

11.12.3. Criterios de diseño Para rellenos de seguridad

El diseño de un relleno de seguridad debe seguir ciertos criterios básicos que aseguren la disposición segura de los residuos, la protección del ambiente y la utilización eficiente de la mano de obra, equipos y capacidad del relleno. Se propone un sistema simplificado para el diseño de rellenos de seguridad.

Se considera que este diseño exige lo mínimo indispensable para la protección del ambiente, y es viable en los países de la Región. Por esta razón se excluyen los revestimientos sintéticos y se proponen criterios menos estrictos para las capas de aislamiento.

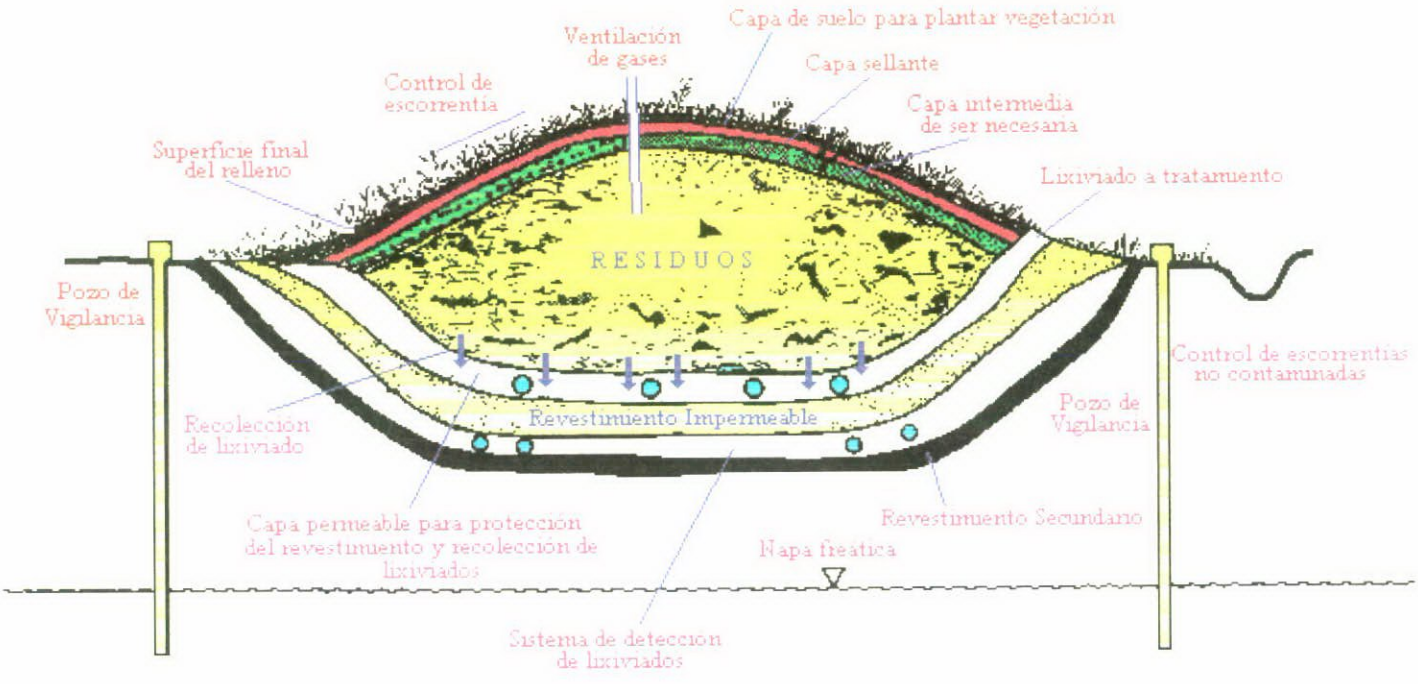
Por otro lado, el diseño de un relleno de seguridad, aún cuando se considere simplificado, debe incluir requerimientos de aislamiento que no se observarían en rellenos diseñados para la recepción de residuos domésticos o residuos industriales inertes.

En la Figura N° 4.44 se presentan los requerimientos mínimos de las barreras técnicas y geológicas para un relleno de seguridad. Los métodos principales de construcción de un relleno son:

- **Diseño de un relleno de seguridad.**

Donde se remueve material del suelo y se rellena con residuos, según la siguiente figura. Este diseño es factible cuando la napa freática es relativamente profunda y tiene como beneficio que las paredes del relleno serán estables. El inconveniente principal en este caso es la mayor dificultad en la recolección y en el control de los lixiviados.

Figura N° 4. 45 - Sección esquemática de un relleno de seguridad (fosa o trinchera)



Fuente: Guía para e Diseño de Rellenos de Seguridad en América Latina. Química Livia Benavides

- **Talud o área.**

Donde se depositan los residuos sobre el suelo, según la Figura N° 4.46, se utiliza este diseño cuando la superficie del terreno presenta características favorables, incluyendo una ligera

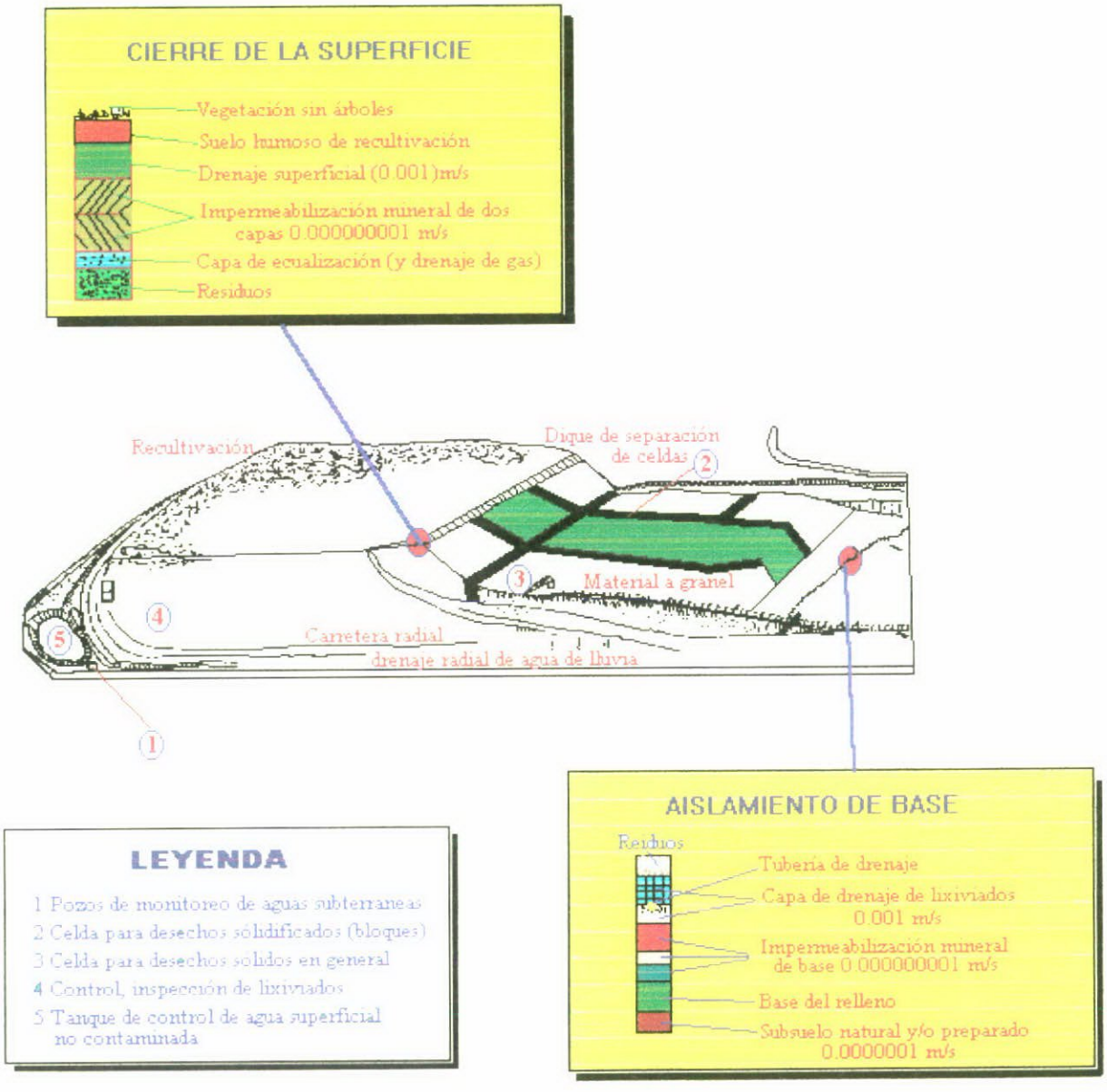
pendiente. Este tipo de relleno es recomendable cuando la napa freática se encuentra relativamente alta.

La disposición dentro del relleno se lleva a cabo dentro de celdas cuyas dimensiones varían dependiendo de las condiciones del terreno, cantidad, tipo y estado físico de los residuos.

11.12.4. Pre-tratamiento de los residuos

Muchas veces es necesario llevar a cabo el pre-tratamiento de los residuos con tecnologías apropiadas, preferiblemente simples y de bajo costo.

Figura Nº 4. 46- Modelo de una instalación de relleno de seguridad (talud)



Fuente: Guía para e Diseño de Rellenos de Seguridad en América Latina, Química Livia Benavides

4.23.4.1. Aislamiento de los residuos

El aislamiento de los residuos se logra a través de la impermeabilización de la base, de los costados y superficie del relleno y del manejo de los líquidos para evitar, en lo posible, el ingreso de líquidos al relleno. Los líquidos que lograron ingresar al relleno deben ser recolectados y tratados. El sistema de aislamiento del relleno de seguridad comprende:

- **Impermeabilización**

Se debe usar material mineral apropiado en 3 capas con un espesor mínimo de 30 cm cada una.

Cada capa debe contener suficiente arcilla como para asegurar una permeabilidad (K) no mayor a 10-9 m/s. Para lograr esta permeabilidad en el campo, el material debe demostrar una permeabilidad de 5 x 10-10 m/s en el laboratorio. Se deben realizar ensayos de Proctor en el laboratorio para asegurar las condiciones óptimas de este material, las que son representadas por las siguientes funciones:

$K = f(w)$
$K = f(i)$
$p = f(w)$

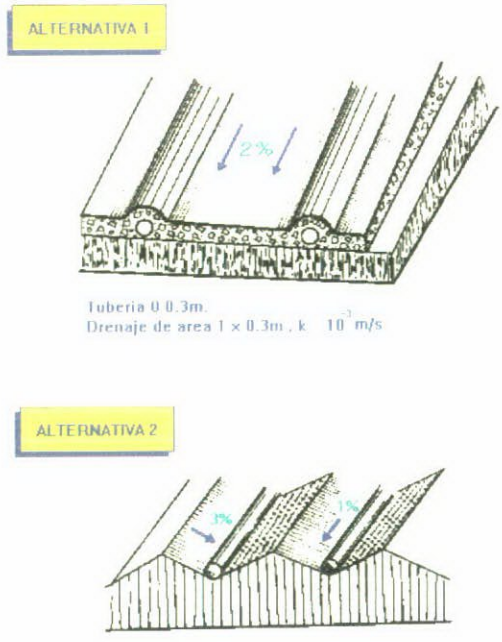
donde:
K = coeficiente de permeabilidad o conductividad hidráulica
w = contenido de agua
p = densidad seca
i = gradiente del flujo en el ensayo de permeabilidad

- **Drenaje de lixiviados**

Se requiere de un drenaje de lixiviados a través de un mecanismo de infiltración extendido sobre la superficie de la base del relleno. Debe consistir de piedras o arena con grava no soluble, con granos preferiblemente mayores de 35 mm y el espesor de la capa no debe ser menor de 30 cm. Asimismo, se debe instalar tuberías perforadas de drenaje de diámetro igual o mayor de 30 cm. Las tuberías deben estar en pendiente a una distancia equidistante de 10 m.

En la Figura N° 4.47 se presentan dos opciones de drenaje de fondo. La primera consta de una pendiente de 2% sobre toda la base del relleno, encima de la cual se instala la capa de drenaje con las tuberías corriendo paralelamente a la pendiente. La segunda requiere tan sólo una pendiente de 1% sobre toda la base del relleno.

Figura Nº 4. 47 - Alternativas de drenajes

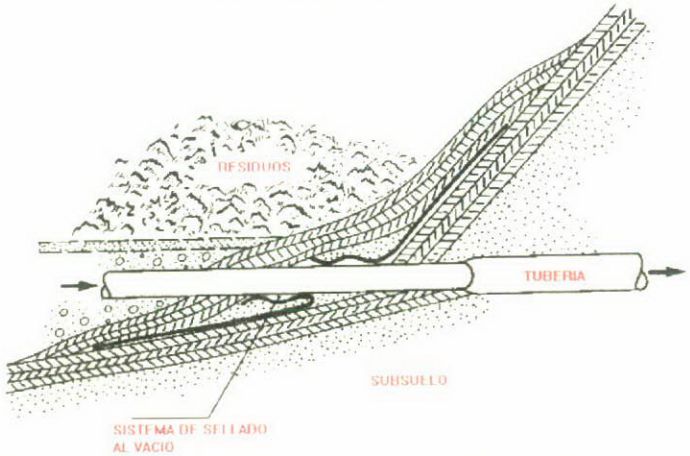


Fuente: Guia para e Diseño de Rellenos de Seguridad en América Latina, Química Livia Benavides

En este caso las tuberías se instalan sobre una superficie ondulada. Las tuberías se deben colocar en el punto más bajo de los cauces y deben tener una pendiente de 3% hacia ellas. La selección de una de estas opciones dependerá principalmente de la pendiente del terreno.

Asimismo, sobre la capa de drenaje se debe instalar una membrana mineral o sintética (es decir una geomembrana) que prevenga el ingreso de material suspendido y la consecuente saturación de la capa de drenaje. El drenaje de los lixiviados al exterior del relleno debe instalarse en el punto más bajo del relleno. En este punto se debe instalar un sistema de triple seguridad (incluyendo material sintético) tal como se puede observar en la Figura Nº 4.48.

Figura Nº 4. 48- Sistema de triple seguridad para la recolección de los lixiviados



Fuente: Guia para e Diseño de Rellenos de Seguridad en América Latina, Química Livia Benavides

➢ **Descubrimiento de la superficie.**

Este es el instrumento de seguridad a largo plazo más importante para la minimización de la infiltración de aguas de lluvia dentro del relleno y para minimizar la generación de lixiviados después del cierre completo del relleno.

En el caso que exista la posibilidad de generación de gases en el relleno, se debe instalar un sistema de captación de gases. Para esto, se cubre el relleno con una capa de por lo menos, 30 cm de piedras/gravas o escombros de construcción con diámetros de 100 mm, antes de la capa de impermeabilización. Esta capa, tiene como función equilibrar el relleno ante la compactación diferencial y por lo tanto protegerá a las capas impermeables superiores.

Sobre la anterior capa, se deben instalar tres capas de impermeabilización. La primera capa de impermeabilización forma al mismo tiempo el recubrimiento espontáneo después de finalizada la celda del relleno. Debido a la compactación, esta capa no podrá tener la misma calidad que la segunda capa, la que se construye después de disminuir la compactación en el relleno (2 a 3 años). La impermeabilización superficial debe tener una inclinación mayor de 3 %.

Sobre las capas de impermeabilización, se debe colocar una de drenaje superficial para la captación de las aguas de lluvia de un espesor igual o mayor de 30 cm constituido de grava/arena con una permeabilidad (K) mayor o igual a 1×10^{-3} m/s. Esta capa debe estar conectada a un canal superficial perimetral de captación y recolección de las aguas superficiales.

Finalmente, se debe cubrir el relleno con una capa de suelo humoso con un espesor mayor o igual a 30 cm. El área debe ser cultivada con plantas de raíces superficiales, por ejemplo grama. Debe evitarse la plantación de árboles ya que éstos dañarán el sistema de aislamiento superficial del relleno. Asimismo, debe asegurarse que el área del relleno sea utilizado para fines que no requieran construcción u otras actividades que puedan dañar el sistema de impermeabilización del mismo.

➢ **Vigilancia**

Se requiere un estudio mínimo de la hidrogeología del lugar donde se evalúe la profundidad de la napa freática y la dirección del flujo de las aguas subterráneas. Se deberán instalar dos pozos de vigilancia, uno, aguas arriba del relleno, y otro, aguas abajo.

11.12.5. Operación del relleno de seguridad

El control de calidad de las tres barreras durante la construcción y operación del relleno debe ser garantizado por la:

- Presencia permanente de un ingeniero especialista durante la construcción y durante la inspección final en representación de la autoridad de control.

- Presencia permanente de un ingeniero especialista de la empresa durante la construcción y operaciones, quien debe realizar mediciones periódicas y suficientes, así como registrar y evaluar los trabajos.

El último control posible, antes del impacto ambiental, es el control de la calidad de las aguas subterráneas cercanas. Por este motivo, los pozos de monitoreo se deben instalar según las indicaciones del geólogo, con la aprobación de la entidad de control. Se deben instalar, por lo menos, cuatro pozos de vigilancia: uno arriba del relleno, y tres bajo el relleno siguiendo el flujo del agua subterránea.

Es indispensable una medición regular y periódica (trimestral) en todos los pozos de vigilancia de los siguientes parámetros:

1. Nivel del agua (SNM)
2. Temperatura
3. pH
4. Conductividad
5. DQO
6. DBO
7. NO_3
8. SO_4
9. Coliformes totales RTC
10. Hidrocarburos
11. Cd
12. Cr total
13. As
14. CN

La evaluación se debe presentar cada 6 meses a la entidad de control. Las irregularidades se deben presentar a la autoridad responsable lo más pronto posible (48 horas). Asimismo, el operador debe tomar en cuenta la interdependencia del contenido de lixiviados en el relleno y la estabilidad mecánica del mismo. Es decir, si se permite el ingreso de aguas de lluvia al relleno, existe el riesgo que pierda estabilidad y se ocasionen deslices o derrumbes.

Residuos que no se aceptarán

No estará permitido el ingreso de residuos industriales peligrosos, explosivos, reactivos, inflamables, cenizas de hornos, material contaminado con residuos peligrosos, residuos radioactivos, barros y lodos, todo residuo que tenga líquidos libres que pudieran generar lixiviados que representen un potencial perjuicio a la comunidad y a los recursos naturales.

11.13. Procedimientos para la minimización de lixiviados

Los procedimientos para la minimización de lixiviados, consistirán en disminuir la posibilidad que el agua de lluvia entre en contacto con la masa de residuos y disminuir así la potencial formación de lixiviados en el relleno.

Estas operaciones consisten en técnicas probadas y con excelentes resultados, tales como:

- Apertura progresiva del núcleo en función de la demanda
- Con esta operación se evita mantener una gran área del relleno expuesta a la lluvia con una reducción en el volumen a tratar.
- Construcción de bermas transitorias
- Estas bermas similares a las permanentes, tienen por objeto aislar el área operativa del resto del módulo, a medida que el frente de trabajo avanza, estas bermas son removidas y construidas nuevamente hasta que el nivel del relleno, sobrepasa el nivel del terreno natural.
- Avanzar en niveles nuevos
- Una vez realizada la apertura parcial del núcleo es conveniente ir avanzando, en altura hacia los niveles más altos, hasta llegar a la altura de proyecto, y realizar la cobertura final en ese sector de trabajo. Esto tiene por ventaja que disminuye la posibilidad de infiltración del agua de escorrentía en la masa de residuos.
- Asegurar una adecuada compactación de los residuos y las coberturas diarias
- Dar correctas pendientes en las coberturas diarias

11.14. Procedimientos para el control y monitoreo

Para asegurar una correcta operación del PTDF se deberán realizar monitoreos de calidad ambiental de los siguientes factores ambientales:

- Control de las aguas subterráneas

En este caso es de muy difícil realización ya que no hay un acuífero conformado, de todos modos se realizarán tres (3) pozos entubados en PVC, con filtro ranurado oblicuo. La toma de muestras y análisis se realizara cada 6 meses.

- Control de composición de gases a la salida de los venteos

Se tomarán muestras de gases, para determinar la composición de los gases constituyentes de biogás, se analizarán las muestras con la metodología más adecuada y la frecuencia de monitoreo será de 6 meses.

- Calidad del aire

Para estos análisis se tomarán muestras en la periferia, frente de trabajo y planta de clasificación y oficinas, los parámetros a tener en cuenta serán COV, CO, CO_2 y umbrales de olores, la frecuencia de monitoreo será cada 4 meses.

- Ruidos

Se tomarán muestras en todas las instalaciones y frente de trabajo. La frecuencia será cada 4 meses.

11.15. Plan de Contingencias

El plan de contingencias consta de dos etapas o instancias de respuesta ante una eventualidad determinada: Los incidentes y las emergencias.

El incidente es un evento que puede ser contenido por el mismo operario, requiere que este lo comunique al superior a cargo o a quien correspondiera. En este tipo de eventos no esta comprometido en forma inmediata la vida del operario o terceras personas, así como la integridad de las instalaciones de la PTDF. En el caso de las emergencias, esta implicada o bien la vida de personas o la integridad de las instalaciones.

El presente plan tiene por objeto definir un plan de acción ante los eventos de mayor probabilidad de ocurrencia en las instalaciones de una PTDF. Para ello se agrupan en: las que están involucradas personas, y las que no. Como así también aquellas situaciones que comprometen un desarrollo normal de las actividades del centro.

11.15.1. Tipos de eventos

- **Incidentes**

  - Rotura del equipo de disposición final

El maquinista informa al capataz y este al personal de mantenimiento, mientras se produzca la salida de servicio, el capataz indicará a los choferes, el lugar de volcamiento hasta que este problema sea solucionado. El maquinista permanecerá con el equipo apoyando al personal de mantenimiento. Una vez realizado esto se reiniciarán las operaciones de esparcido y compactado.

  - Rotura del equipo de disposición final sin posibilidad de repararlo en el corto plazo

En caso que la salida de servicio del equipo sea prolongada, el Jefe de servicios hará gestiones ante el municipio para el préstamo temporario de un equipo de disposición de similares características hasta tanto se solucione el inconveniente.

  - Salida de servicio del equipo de la planta acumulación de cargas a tratar por detención del sistema de recolección o bien por fenómenos atmosféricos

El jefe de servicios realizará gestiones ante el Municipio para el préstamo temporario de un equipo de disposición con chofer, hasta tanto pueda ser tratado y dispuesto el volumen

extraordinario de residuos, no debiendo los mismos permanecer más de dos días en período de verano o de excesivo viento, y hasta cinco (5) días en épocas invernales.

- Salida de servicio de la planta de selección

En estos casos los residuos se derivarán directamente al frente de trabajo.

- Choque de equipos sin lesionados

El maquinista u operario informará al capataz y este al Jefe de servicios, para que determine los procedimientos administrativos necesarios.

- Inundación de la celda en operación

En estos casos, el Jefe de servicios afectará al personal de mantenimiento para que proceda a bombear los líquidos a un atmosférico, para luego ser enviados a la planta de Tratamientos de Efluentes de la municipalidad o a la planta más próxima a la PTDF.

Accidentes

El pedido puede provenir de la PTDF a través del encargado de turno de la misma.

- Accidente provocado por equipo, con personal atrapado en el interior o debajo de él.
- Choque de vehículos con lesionados
- Incendio en el relleno
- Incendio de equipo de disposición o recolección.
- Explosión en el sistema de recuperación y/o venteo de gases.
- Incendio en el depósito de residuos peligrosos domésticos
- Incendio del área de podas y/o objetos voluminosos
- Incendio en la planta de clasificación
- Incendio en las instalaciones de mantenimiento
- Incendio en el área de oficinas
- Personal lastimadas en la operación de equipos de clasificación

11.15.2. Plan de respuestas ante contingencias

Fase I

En esta etapa el responsable determina la gravedad del evento, en caso que éste revistiera la condición de accidente, inicia la Fase II del plan de contingencias.

Fase II

Comienza a realizar el plan de llamadas de emergencia. Establece los roles de emergencia del personal de la planta.

Plan llamadas ante contingencias

El plan de llamadas, consiste un listado de llamadas a los organismos de seguridad y salud que deberían intervenir para cada caso de accidente. Este plan de llamadas debe estar visible tanto en los equipos como en las instalaciones, y debería ser actualizado cada 3 meses.

11.16. Manual de higiene y seguridad

Para mantener la eficiencia de la PTDF es imprescindible garantizar la seguridad de los empleados que desarrollan las tareas de gestión y disposición de los residuos.

En la formación de los operarios debe estar incluida la seguridad como norma fundamental, debido a que al trabajar en las operaciones de disposición de residuos, están expuestos a un importante número de potenciales accidentes, producto de la operación de equipos pesados, materiales cortantes en los residuos, intoxicaciones y enfermedades asociadas con la aspiración de polvo y gases, etc.

11.16.1. Para los operarios del frente de trabajo

En términos generales los contenidos mínimos de un manual de higiene y seguridad que deben contener son[4]:

- Verificar el equipo a utilizar antes de encenderlo
- Inspeccionar el área de trabajo antes de comenzar las operaciones
- Utilizar indumentaria de seguridad
- Utilizar los cinturones de seguridad
- Nunca subir a un equipo en movimiento
- Transportar solo pasajeros autorizados
- Mantener las palas y cuchillas de los equipos en posición baja
- Verificar las áreas visuales ciegas, durante la operación de equipos pesados
- Mantener el espacio de trabajo lo suficientemente libre de obstáculos, para evitar maniobras adicionales
- Evitar las velocidades excesivas
- Evitar los desplazamientos perpendiculares a las pendientes de los taludes.
- Desplazarse cuidadosamente sobre objetos voluminosos para evitar el vuelco del equipo
- Estacionar los equipos sobre terreno firme
- Mantener bajos las palas y accesorios, cuando los equipos estén estacionados
- Nunca saltar desde los equipos, bajar por escaleras y peldaños para tal fin
- Evitar prolongados períodos sin mantenimiento del equipo

[4] Referencia: Centro de Educación de Operadores de Residuos Sólidos y Peligrosos de la Universidad de Wisconsin, (EEUU) adoptado por la EPA USA.

- Usar siempre un nivel adecuado de iluminación
- Limpiar el equipo antes de las reparaciones de mantenimiento
- Permanecer sentado en el equipo mientras se realizan ajustes sobre él.

11.16.2. Para los operarios de la planta de clasificación y selección

En las plantas de clasificación y/o selección se debe tener cuidado fundamentalmente a la exposición a accidentes con materiales contenidos en los residuos y con la operación de los equipos clasificadores o de procesamiento.

Materiales cortantes e infecciosos contenidos en los residuos.

- Utilizar indumentaria de seguridad (pantalones, camperas, guantes y calzado diseñado para tal fin)
- Utilizar guantes resistentes a las punciones en las operaciones de selección.
- Utilizar barbijos durante las operaciones
- Utilizar lentes protectores
- Separar y no abrir recipientes con contenidos desconocidos
- Tener al alcance botiquín de primeros auxilios
- Desinfectar periódicamente el área de trabajo

Con la operación de los equipos. De selección y procesamiento

- Utilizar Protectores auditivos
- Mantener el orden en le área de trabajo

El área de selección debe estar despejada de obstáculos. El desplazamiento de equipos de traslado debe realizarse por lugares establecidos.

- Respetar las normas de estibaje
- Realizar un mantenimiento periódico de los equipos
- No realizar Bay pass en los sensores o finales de carrera descompuestos

Durante la operación de la grúa se debe mantener despejado el área del radio de giro de la misma.

- Utilizar protectores en las poleas y reductores

Los equipos de prensa deben poseer comandos duales operados (pies y manos). Los comandos de parada de emergencia deben estar visibles y al alcance del operario.

11.16.3. Para los operarios de los residuos peligrosos domésticos

Para garantizar una operación segura de estos residuos, los operarios deben estar bien formados e informados de los riesgos asociados. Deben portar un equipo protector y seguir los procedimientos establecidos.

Durante las operaciones rutinarias los operarios deben llevar en función de la tarea que este realizando, ropa protectora, guantes, anteojos y calzado de seguridad.

El jefe de servicios, o en quien él delegue, es el responsable en establecer el equipo de seguridad a utilizar. En el siguiente cuadro se muestra el equipo de seguridad que deberían disponer los operarios que trabajan en esta área.

Cuadro N° 4. 45 - Equipos de seguridad de los operarios

Categoría	Artículos
Equipo de seguridad	Ropa protectoras: delantales impermeables químicos
	Guantes protectores
	Anteojos de seguridad
	Máscaras anti-polvo
	Botas
Equipo para emergencias	Máscaras respiradoras
	Extintores
	Aparatos de respiración
	Botiquín de primeros auxilios
	Ducha lavaojos
	Pulsador de alarma
Suministros generales	Material absorbente
	Escobas
	Carretilla
	Bidones Plásticos
	Manguera (conectada a agua corriente)
	Etiquetas identificadoras
	Equipo para el trasvase de productos

11.17. Propuesta para la inserción de los trabajadores informales

En el marco de la propuesta, y a través de su inserción al mercado laboral por medio de cooperativa autónoma con control municipal se puede crear la infraestructura necesaria para desarrollar la concepción del Microemprendimiento y sus posibilidades de implementación en el Municipio, a partir, entre otros, del lombricompostado, actividad articulada con el manejo de la fracción orgánica tratada de los RSU.

Además se incluye aquí una propuesta de articulación del manejo integral de los RSU con viveros forestales municipales.

La propuesta

En base al relevamiento realizado y en virtud de las dimensiones, alcances y posibilidades del proyecto, se pretende incluir dentro del SIGRSU a los trabajadores informales (cirujas).

Esta elección responde en primer lugar a que son estos y no otros los que viven a diario de los residuos y dependen e interactúan diariamente con los mismos, estos a su vez y en virtud del buen dialogo y disposición que han desarrollado con la comuna, describen características y capacidades que los habilitan a formar parte de un sistema de gestión de alta mano de obra intensiva y de bajo grado de mecanización.

Cabe destacar además que el orden imperante actualmente en el recupero de residuos dentro del vertedero, producto de las reglas establecidas por la comuna, describe actualmente una lógica de trabajo asociado pudiendo concretar a través de mecanismos y dispositivos de fortalecimiento y capacitación a cargo de la comuna, un sistema cooperativo integrado que vincule el tratamiento, recupero, acondicionamiento y disposición final, dentro de un programa que jerarquice su condición actual de vida, y trasforme esta actividad en una actividad segura, cooperativizada, y dignificada evitando toda estigmatización.

11.18. Participación social en el manejo de los RSU

El manejo de los residuos sólidos es un conjunto de servicios de intrínseca naturaleza social.[5]

Pocos servicios públicos requieren de altos niveles de participación social. El manejo de los residuos conlleva un hecho social, donde cada persona, cada familia, una colonia, una ciudad, participan directa o indirectamente en la génesis, desarrollo y posterior disposición de sus desechos.

La generación de residuos es un hecho individual que deriva en un proceso acumulativo que involucra a la sociedad en su conjunto. Todos los elementos de la sociedad tienen roles y funciones bien definidas de participación en torno al manejo de los residuos sólidos tanto individual como colectivamente.

De los patrones de comportamiento personal se afectan las magnitudes, de las conductas de grupo se definen sus componentes y de todos depende su impacto en el ambiente.

Pese a esta cualidad social, al manejo de los residuos sólidos solo en pocas ocasiones se le confieren una atención social prioritaria, equivalente a las soluciones técnicas. Diversas son las

[5] **Experiencias de una Política de Integración de Grupos Sociales para el Mejoramiento de los Servicios de Aseo Urbano en la Ciudad de México.**

modalidades y manifestaciones de participación que se requieren, tanto a nivel individual, como colectiva.

Se pueden distinguir dos etapas en la participación ciudadana en relación al manejo de los residuos sólidos. La forma más avanzada de estas etapas es la participación individual, la actitud consciente de cada persona a favor de una racionalidad en la generación de residuos, buscando generar la menor basura posible o quizá orientándose hacia el ideal ecologista de no generar residuos. En esta etapa se encuentra ubicado también el proceso de separación en la fuente.

En la actualidad, en la mayoría de las ciudades en las que ya se puede hablar de esta etapa, la participación social se manifiesta como un hecho de carácter zonal, regional o local, sin poder extender todavía su alcance al contexto de una localidad en general.

Una segunda etapa de transición, pero muy importante ejercicio cívico urbano, lo constituye la participación social de grupo, orientada a fortalecer y mejorar los vínculos de la ciudadanía como comunidad con los servicios inherentes al manejo de los residuos sólidos.

En general esta etapa tiende a superar el reto que representa la aceptación de la infraestructura del servicio, y en ocasiones ha determinado, ya que el rechazo a ésta ha limitado la evolución del servicio, y en ocasiones ha incrementado su costo a límites que ciudades de economías en desarrollo difícilmente pueden sufragar.

Este nivel como paso intermedio en la actualidad constituye la forma de participación social más importante, en ciudades que para fortalecer el manejo de los residuos sólidos, requieren de ka conformación de una infraestructura básica como plataforma de despegue.

Esta etapa representa un reto a las autoridades e implica transformaciones de fondo tanto en los conceptos como en la definición de sistemas y procedimientos; así como un cambio en las prácticas administrativas y la revisión de las condiciones del manejo de los residuos sólidos en las ciudades.

De esta forma, el primer obstáculo que enfrenta la participación ciudadana es la asociación peyorativa de la basura en su manejo.

Efectivamente, a lo largo de los años en nuestras ciudades el manejo se había mantenido en condiciones de rezago con respecto a otros servicios urbanos, presupuestal, administrativa y operativamente no se consideraba como servicio prioritario, lo que institucionalmente condicionó su manejo, generando impactos negativos en el entorno y el ambiente.

Cuadro Nº 4. 46 - Acciones básicas para involucrar la participación social en el manejo de los RS

ACCIONES	OBSERVACIONES
Eliminar el concepto peyorativo de la basura de las prácticas institucionales.	Tradicionalmente se asocia este concepto a lo sucio y rezagado, proyectándose esta imagen en el contexto general del servicio.
Orientar el manejo con un enfoque Integral de naturaleza ambiental, sanitaria de funcionalidad e imagen urbana. . .	Actualmente, se incorporan conceptos ecológicos, urbanísticos, de vialidad e imagen, a fin de considerar el impacto al ambiente, así como la imagen y funcionalidad urbana.
Establecer efectivos casos demostración de mejoramiento de los servicios de Transferencia y disposición final con tendencia a incorporarse a lo largo de Todo el manejo de los residuos sólidos	La confianza ciudadana se logra con la observación de obras realizadas que operan adecuadamente.
Establecer compromisos y responsabilidades de las autoridades; y derechos y obligaciones de los habitantes	Mediante convenios específicos de vigilancia y control por parte de la población y operación adecuada de los servicios por parte del Gobierno. Atención específica a grupos sociales, individuales o demandas particulares y generales Establecimiento de comités ciudadanos para vigilar: ⇒ Impacto ambiental ⇒ Efecto al entorno urbano ⇒ Funcionalidad vial
Establecer mecanismos de trabajo social	Atención específica a grupos sociales, individuales o demandas particulares y generales

Las consideraciones anteriores se sustentaban en una efectiva convicción política de mejorar el manejo de los residuos sólidos asumiendo compromisos que definitivamente deberían instrumentarse, viéndose resultados en el corto plazo que paulatinamente estarían posibilitando la aceptación de la población a la construcción de infraestructura básica.

Diversas son las modalidades y manifestaciones que puede asumir la participación social a lo largo del ciclo de los residuos sólidos como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 4. 47 - Participación de la sociedad en el manejo de los RS

ETAPA	PARTICIPACION SOCIAL INDIVIDUAL O DE GRUPO
PRODUCCION Y COMERCIALIZACION	Promover la producción de bienes reciclables Reducir envases y empaques Fabricar envases y empaques reciclables y reusables Apoyar la identificación de subproductos reciclables
GENERACION	Racionalizar el consumo para reducir la generación de residuos. Incorporar al consumo mayor demanda de productos reciclados Reusar envases y empaques en áreas domésticas

ALMACENAMIENTO	Almacenar la basura doméstica en recipientes adecuados y en su caso por separado En el caso de contenedores en la vía pública, respetar el límite de capacidad de almacenamiento
RECOLECCION Y BARRIDO	Barrer las aceras y recolectar la basura acumulada en éstas Esperar a que pase el camión recolector para depositar sus residuos Organizarse para crear brigadas de recolección incluyendo también zonas industriales y de servicios Vigilar los recorridos de los camiones recolectores en ruta Aceptar los cargos de inspectores honorarios
TRANSFERENCIA	Aceptar la construcción de instalaciones como una necesidad pública Formar comités de vigilancia de la operación y de manera objetiva opinar sobre su funcionamiento
TRATAMIENTO	Aceptar la construcción de instalaciones en áreas apropiadas Crear comités ciudadanos de seguimiento y vigilancia de las instalaciones, reportando anomalías Fomentar el tratamiento de residuos creando demanda para estos bienes.
DISPOSICION FINAL	Formar comités de vigilancia a fin de que el depósito se realice eficientemente en los rellenos sanitarios cuidando que se observen las normas sanitarias establecidas. Aceptar la construcción de instalaciones

La participación social condiciona el horizonte de planeación de un proyecto de tal forma que este puede ser de corto, mediano o largo plazo dependiendo de las características de las manifestaciones sociales.

Tradicionalmente, se atribuye como una responsabilidad de la sociedad, las etapas de producción, comercialización, generación y almacenamiento, por lo que cualquier política que incorpore cambios sustanciales en el comportamiento de estas variables, requiere de periodos más largos de instrumentación ya que demanda cambios en actitudes de la población y un proceso de asimilación social que generalmente son lentos.

Los proyectos de mejoramiento de los servicios de recolección, transferencia y disposición final aunque son funciones de intrínseco control gubernamental, su factibilidad de instrumentación en el corto plazo, la determina la forma de cómo participa la sociedad.

11.19. Conclusiones de la caracterización, diagnóstico y propuesta del SGIRSU

En este informe se caracteriza a cada una de las localidades a través de la bibliografía existente en cuanto a los antecedentes históricos, demográficos, socioeconómicos, económicos-productivos, culturales, educativos, organizacionales y legales. y de los relevamientos realizados a campo.

Por otra parte, la optimización de todo el proceso se traduce en beneficios económicos y potenciales para quien decida aplicar esta estrategia, además, la caracterización de los diferentes aspectos tanto generales como particulares permitirá avanzar en la realización del diagnóstico actual de las cuatro localidades y en particular del sistema de gestión actual de los RSU.

La propuesta técnica que se analizará en el presente proyecto está adaptada a las reales condiciones y particularidades de las localidades integrantes de la Microregión. Esto es así, ya que la metodología de trabajo empleada en el relevamiento incluyó la realización de entrevistas (abarcando los distintos aspectos y factores intervinientes en la actual gestión de RSU) con los distintos representantes municipales y/o Comunales, lo cual permitió abordar la problemática desde la perspectiva local y regional.

Cabe destacar que solamente la ciudad de Firmat y la localidad de Chabás ya habían iniciado una gestión parcializada de RSU, y se plantea la necesidad de avanzar en propuestas que optimizan la actual Gestión Integral de los RSU. Para el resto de las localidad significa un importante aporte contar con este proyecto.

En este contexto, se desarrollará el proyecto técnico donde la propuesta de selección, recolección, clasificación de los residuos, tratamiento, reaprovechamiento y comercialización se presenta como una alternativa válida, si se considera que la minimización de los residuos sólidos a disponer en los rellenos sanitarios juega un papel importante en la disminución de la carga contaminante.

12. PROYECTO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD PARA LA REMEDIACIÓN DE LOS "BASURALES A CIELO ABIERTO" EXISTENTES

Los objetivos generales del presente capítulo son obtener el conocimiento necesario de los emplazamientos actuales de los volcaderos al aire libre de residuos urbanos, ya sean oficiales o clandestinos y del medio físico en el cual se encuentran, tal que permitiera analizar el riesgo para la salud humana y para los sistemas naturales, y además diseñar las acciones correctoras para dar seguridad a los usos futuros.

- Deben ser caracterizados, el emplazamiento y su área de afectación, con información suficiente y necesaria.
- Deben ser evaluadas las variables ambientales críticas que el emplazamiento afectó, en relación con las personas y los sistemas naturales de particular sensibilidad.
- Se deben seleccionar y desarrollar, a nivel de anteproyecto, las medidas de prevención, corrección y/o compensación.
- Se deben plantear planes específicos y pormenorizados de control y contingencias.

Debido a que este tipo de situaciones (vertederos no controlados abandonados) conforma una constante verificada en gran parte de las ciudades y pueblos argentinos, se deben valorar de manera crítica diferentes caminos metodológicos disponibles, con el objeto de definir la adaptación más conveniente.

12.1. Propuesta de saneamientos de los basurales existentes

Este informe incluye los linimientos a fin de realizar el estudio para la recuperación del área de los basurales ubicado en las localidades involucradas en el presente estudio. Un total de aproximadamente 28 hectáreas de Residuos Sólidos Urbanos, correspondientes a varias décadas de volcamientos incontrolados de la basura, proveniente de distintos generadores, fueron dispuestos en diversos predio ubicado en zonas periurbana y urbanas de las distintas localidades.

El manejo (tratamiento y disposición final) de residuos no fue sistemático. Las técnicas de quema, disposición sobre superficies no controladas y dispersiones de la basura en general, fueron alternándose en el tiempo. Luego de finalizadas las actividades se llevó a cabo una limpieza superficial y cobertura de suelos permeables sobre la cual espontáneamente se desarrolló vegetación.

El sector donde se sitúa el mayor emplazamiento está a ubicado en una zona periurbana muy cercana al éjido urbano, cuyo efecto contaminante es de alto riesgo. Los suelos sobre los cuales se emplazan los distintos volcaderos al aire libre, sean oficiales o clandestinos ya fueron descritos en el informe ambiental.

Se ha caracterizado el emplazamiento y el entorno con la información necesaria y suficiente para lograr el objetivo de este proyecto, el de proponer el estudio para desarrollar un plan viable de corrección. Para esto, deben ser identificadas y definidas las variables críticas y valorar el riesgo existente a partir de las mismas. Luego se deben definir y diseñar las medidas necesarias para lograr el objetivo y los planes para el seguimiento de su eficacia y eventualidades.

Las variables críticas más importantes se resumen en:

- Contaminación de las napas subterráneas utilizadas como fuente de provisión de agua potable.
- Contaminación del suelo dentro de un área utilizada.

- Contaminación del medio natural y antrópico periférico de los distintos emplazamientos de la basura.
- Elemento disruptivo dentro del un área de oferta potenciales de acuerdo a la zonificación de la ciudad de Esperanza.
- Limitación a usos sobre el sector del emplazamiento.

Las medidas seleccionadas para su mitigación son:

- Retiro de la máxima cantidad de residuos superficiales y especialmente los peligrosos
- Depresión del nivel freático mediante drenes en caso de que la napa se encuentre a menos de 1 m
- Desviación de curso de aguas superficial en caso de que existan en el sector de emplazamiento
- Cobertura de baja permeabilidad del foco
- Cerco y cartelería
- Revegetación

El sistema de control para las medidas implementadas y las variables críticas incluye:

- Control de cursos activos
- Control de escorrentía superficial
- Control de aguas subterráneas
- Control de asentamientos
- Control de gases
- Pautas para los procedimientos de control

Debe ser necesario implementar planes de corrección de medidas y planes de contingencia, factibles de ser activados ante alertas tempranas del sistema de control. Los subproyectos necesarios para lograr la corrección al nivel del presente estudio son los siguientes:

Cuadro N° 4. 48- Subproyectos

Subproyectos
Subproyecto de cercado y cartelería
Subproyecto de mejoramientos de acceso a los lugares recuperados
Subproyecto de control
Subproyecto de desviación de cauce
Subproyecto de zanjas de guardia (canales perimetrales)
Subproyecto de drenes
Subproyecto de cobertura
Subproyecto de revegetación
Mantenimiento general del predio

El trabajo plantea un método de definición correctiva para sectores contaminados con residuos sólidos aplicables a otras ciudades argentinas que presenten problemas similares.

Queda cabalmente demostrado y caracterizado el alcance y la inconveniencia del manejo no planificado de residuos. Existe un consenso pleno acerca de la necesidad de corregir con premura este desajuste ambiental y un apoyo explícito a su implementación por parte de los principales actores involucrados:

12.2 Propuesta de una metodología de remediación

En el sentido estricto, un método es un procedimiento repetible que permite enfrentar racionalmente un problema, además de obtener y justificar un resultado.

La cuasi revolución ambiental está en plena marcha y alejada aún de un consenso general en relación con gran cantidad de temas. En particular con la aplicación de metodologías para problemas ambientales precisos. Generalmente el enfoque disciplinario más fuerte del equipo de trabajo define el perfil metodológico.

En el caso presente, se deben tomar en cuenta las siguientes restricciones para la selección del método:

a. Restricciones temporales: Plazos de ejecución razonables, vinculados tanto a tiempos administrativos y legales, como a los plazos morales que impone un riesgo potencial.
b. Restricciones espaciales: Área de afectación delimitada convencionalmente
c. Restricciones de recursos: Si bien los recursos deben medirse en conocimiento, disponibilidad de información, voluntad de participación, disponibilidad de técnicas, etc., el poder adquisitivo de todo lo anterior generalmente puede valorarse en términos dinerarios.

Fue realizada una primera preselección de métodos, para ser aplicados en la remediación de los predios con volcamiento incontrolado de los residuos sólidos urbanos. Uno de ellos, el propuesto por Ley General de Compensación y de responsabilidades de Reacción Medioambiental - EU (CERCLA) por la flexibilidad que admite y otro de ellos Instituto de Informática Asociado de Chile (IIA) por su aplicabilidad en relación con la normativa vigente.

Con ambos métodos y las restricciones antes mencionadas es posible establecer un camino metodológico específico tal que permita cumplir los plazos, abarcar la totalidad del problema planteado y utilizar de manera costo - efectiva los recursos disponibles.

12.3. Análisis de una las metodologías preseleccionadas

Se presenta un resumen de los puntos más salientes de la metodología de la CERCLA. Si bien este pautado se aplica a emplazamientos con residuos peligrosos, contiene una rica y precisa articulación metodológica que fue probada en gran cantidad de situaciones. La mayor cantidad de requerimientos asociados a los residuos peligrosos, excesivos cuando se aplican a RSU (residuos sólidos urbanos) muestran su utilidad en este caso donde los RUP (residuos urbanos peligrosos) se manifiestan amplificados porcentualmente por la ausencia de controles y sistemas apropiados de tratamiento - disposición final de residuos de este tipo. Esto se suma a la particular ubicación del emplazamiento dentro de un área protegida.

Se distinguen dos etapas parcialmente superpuestas

a. **Investigación correctora**: Incluye la recopilación de datos y caracterización del emplazamiento
b. **Estudio de viabilidad**: Incluye el desarrollo y la evaluación de alternativas de las medidas correctoras

12.3.1. Definiciones y herramientas conceptuales utilizadas

Algunos de los aspectos destacados a modo de glosario simplificado se presentan a continuación:

Emplazamiento: Porción discreta del ambiente ocupada y/o modificada por las actividades del vertedero no controlado y actualmente abandonado. También denominado foco, aunque existen varios niveles y escalas de focos.

Campo de reacción: Porción discreta del ambiente, que abarca y excede al emplazamiento, en la cual las variables ambientales reaccionan con las variables del emplazamiento. El límite del campo de reacción determina en planta el área de afectación y se mide en sentido centrípeto entre el foco y el umbral admisible determinado por el estándar.

Estándar: límite de calidad ambiental determinado convencionalmente. Sólo existen algunos y no se han definido específicamente para el área. La definición de estándares propios y/o adecuados dentro del Parque Nacional es una tarea pendiente.

12.3.2 Camino metodológico seguido

El camino seguido es un segmento de la secuencia de acontecimientos que comienza con la decisión fehaciente de evaluar un riesgo potencial (en este caso proveniente de un vertedero

abandonado) y finaliza con la definición a nivel de anteproyecto del pautado de corrección. Esta metodología consta de 4 fases:

⇒ **Fase de investigación primaria:** Conformada esencialmente por información existente información adquirida mediante relevamientos expeditivos.

⇒ **Fase de investigación principal:** Fase de adquisición de la información **suficiente y necesaria** para alcanzar el cabal conocimiento del emplazamiento y del entorno, definir adecuadamente el campo de reacción, evaluar las variables críticas en función del riesgo y lograr el prediseño de las medidas mitigantes y sus planes de control. Se corrobora, complementa y completa la información de la fase 1.

⇒ **Fase de investigación para ajuste del diseño de medidas y planes**

⇒ **Fase de diseño definitivo de las medidas correctivas**

12.4. Descripción del emplazamiento y del ambiente afectado

Fase de investigación primaria

Contiene principalmente información preexistente e información adquirida mediante relevamientos expeditivos. Se puntualizan los aspectos más salientes de la fase. La documentación complementaria se presenta, debidamente referenciada, en los anexos.

Los antecedentes recopilados y chequeados se organizan a partir de los siguientes temas:

⇒ Planialtimetría
⇒ Registros obtenidos por sensores remotos
⇒ Antecedentes hidrológicos e hidrográficos
⇒ Antecedentes geológicos y geomorfológicos
⇒ Antecedentes edafológicos
⇒ Antecedentes geotécnicos
⇒ Antecedentes meteorológicos y climatológicos
⇒ Antecedentes biológicos
⇒ Antecedentes socioeconómicos
⇒ Antecedentes normativos y legales
⇒ Antecedentes formales del trabajo en el emplazamiento
⇒ Planes, programas y/o proyectos que incluyan el área del emplazamiento

Se presenta el listado de la información más relevante recopilada durante la primera fase del presente estudio, organizada por temas, con referencia, factor de aplicación al trabajo que se está realizando y con clave alfanumérica.

Descripción preliminar del emplazamiento

La delimitación areal debe ser caracterizada fisiográficamente con exactitud.

Cuadro N° 4. 49 - Composición porcentual de los residuos

Materiales	Peso [Kg]	Porcentaje [%]
Papel		
Metal		
Aluminio		
Textiles		
Vidrio		
Orgánicos		
Plásticos		
Otros		
Total		

Descripción del foco

La descripción preliminar del foco se debe realizar a partir de inferencias, información indirecta y rastros superficiales definidos organolépticamente.

Si bien no siempre existe una historia completa de la evolución del relleno, se debe reconstruir aproximadamente su historia a partir de las comunicaciones verbales de operarios. El listado de evolución aproximada y otros datos útiles se presenta a continuación:

- Crecimiento de los basurales
- Porcentaje de cobertura intermedia y final promedio
- Densidad promedio de los residuos escurridos en el vertedero:
- Porcentaje de residuos quemados a cielo abierto
- Porcentaje de residuos reciclados

12.5. Definición general del área de afectación: (Campo de reacción):

En una primera aproximación, el área de influencia fue dividida en:

AID: Área de influencia directa. Definida por los límites espaciales del emplazamiento. Incluye subáreas: una establecida por los residuos enterrados, otra establecida por los residuos dispersos en superficie o sub-superficiales y una última relacionada con las obras y actividades complementarias del relleno.

AII: Área de influencia inmediata. Definida sin precisión como el campo de reacción en los tres medios del ambiente.

AIP: Área de influencia potencial. Definida como zona de amortiguamiento.

12.5.1 Descripción preliminar del ambiente afectado

Se debe lograr una descripción general de los tres medios, a partir de la cual pueden identificarse los primeros elementos útiles para realizar la tarea de factorización.

- Medio Abiótico
- Medio Biótico
- Medio tecno

12.5.2 Factorización primaria

Primera definición de acciones

Considerando al emplazamiento conforme su actividad actual (no pasada) y utilizando una lista de chequeo ampliada se deben extraer las categorías de acciones negativas mas significativas. De ellas se debe determinar las acciones directas (estas pueden transformarse en variables críticas si superan el límite establecido de calidad ambiental)

Emisiones: Referidas a la salida desde el foco hacia la atmósfera de sustancias, elementos, energía.

- Emisión a la atmósfera de CO
- Emisión a la atmósfera de CH_4
- Emisión a la atmósfera de H_2S
- Aumento de temperatura sobre la superficie del vertedero abandonado
- Emanación de olores perceptibles
- Emisión de radiaciones gamma

Vertidos: Referidos a posible contaminación de cuerpos de agua por la existencia del foco

- Exposición de sustancias a la lixiviación excesiva por efecto de aguas meteóricas
- ídem por efecto de aguas superficiales
- ídem por efecto de aguas subterráneas
- Vertidos s.s. de líquidos propios del foco
- Vertidos potenciales por barreras en mal estado

Voladuras: Referidos al transporte eólico de sólidos desde el foco

- Dispersión de papeles, plásticos, fibras, etc.

Transporte o diseminación biológicos: Referido al proceso de transporte directo o indirecto de contaminantes desde el foco a partir de la actividad biológica. Se incluye al hombre.

- Transporte o diseminación de contaminantes por roedores
- Transporte o diseminación de contaminantes por aves
- Transporte o diseminación de contaminantes por insectos
- Transporte o diseminación de contaminante por el hombre
- Transporte o diseminación de contaminantes por animales domésticos
- Bioacumulación y diseminación vegetal.

Cambios de volumen: Referido al asentamiento del terreno por cambios de volumen del residuo y la cobertura.

- Asentamientos diferenciales
- Expansión por presión de gases

Disrupción visual: Referido a la singularidad generada en relación con el entorno

- Disrupción cromática
- Disrupción morfológica
- Disrupción dinámica

Riesgo potencial conocido: Referido a las percepciones del medio socio cultural

- Reducción del valor de la tierra afectada
- Existencia de un pasivo relacionado con el costo de la corrección
- Restricciones al uso
- Necesidad de consideraciones perceptivas y estudios
- Necesidad de monitorear particularmente la salud de las personas relacionadas con el área de afectación.
- Posible necesidad de compensación

Anomalías legales:

- Potencialidad de acciones legales
- Necesidad de ajustes normativos

12.5.3 Primera definición de factores - aspectos afectados

Se debe utilizar como guía, el análisis de todas las posibles vías de contaminación desde el foco hacia las diferentes unidades ambientales potencialmente afectadas. Los agentes encargados del transporte y los cuerpos de residencia de contaminantes que pudiesen transformarse en nuevos focos secundarios, se resumen en factores y aspectos afectados del ambiente.

Agua

- Agua superficial encausada
- Agua superficial de lavaje en mantos

- Agua subterránea por debajo del nivel freático
- Agua subterránea en zona de aireación

Suelo

- Suelo en sentido edáfico
- Suelo en sentido ingenieril

Aire

- Componentes atmosféricos

Fauna

- Animales domésticos
- Insectos
- Avifauna
- Roedores
- Mamíferos silvestres
- Biota del suelo

Flora

- Composición florística
- Competencia ínterespecífica

Población

- Sistema sociocultural
- Sistema socioeconómico
- Aceptación del proyecto
- Reasignación de usos
- Población indígena

Desarrollo

- Usos del suelo
- Viviendas
- Servicios
- Equipamiento
- Patrimonio cultural

Paisaje

- Calidad del paisaje
- Visibilidad
- Fragilidad

Salud

- Características sanitarias actuales del área
- Fuentes potenciales de contaminación
- Salud de la población dentro del área de afectación

12.5.4 Primer chequeo de impactos

El análisis del cruce de información entre acciones y factores-aspectos determinará una cantidad de efectos, los cuales en primera instancia se presentaron como impactos probables. Los más significativos se presentan en la lista siguiente. Los que no se mencionan deben ser descartados después de los primeros chequeos.

- Contaminación del agua superficial
- Contaminación del subsuelo dentro del campo de reacción del vertedero
- Contaminación del acuífero dentro del campo de reacción del vertedero
- Contaminación d la atmósfera por emanaciones del foco
- Contaminación del ganado que pastorea y bebe dentro del campo de reacción
- Contaminación de la fauna silvestre terrestre cuyo home range abarca el campo de reacción
- Afectación a la salud de los vecinos que consumen animales contaminados
- Afectación de la salud de los vecinos que beben aguas de napas en las adyacencias
- Afectación a la salud de los vecinos y pasantes por emanaciones
- Afectación al valor de la tierra de los vecinos
- Afectación al campo visual del pasante
- Fragmentación del sistema natural
- Restricción implícita a usos
- Incertidumbre acerca de los alcances del problema
- Disipación de responsabilidades

12.6. Evaluación de la fase 1

12.6.1. Clasificación de la información

La información debe ser clasificada conforme se presenta en el anexo 4. El conjunto de datos preexistentes es voluminoso y utilizable en gran medida.

12.6.2. Determinación preliminar de variables críticas (riesgo)

En esta primera etapa no se valora el riesgo de manera cuantitativa.

Con el objeto de acotar el abanico de estudios específicos de comprobación necesarios para las siguientes etapas se debe utilizar un cruce de estándares significativos o niveles convencionales de calidad ambiental contra el listado de impactos posibles

Primera selección de medidas de mitigación y sus planes de control correspondientes.

- Depresión permanente del nivel freático: Busca reducir el contacto agua – residuos.
- Recomposición de la morfología superficial y cobertura adecuada: Tiene una finalidad múltiple. Cumple con aumentar el escurrimiento superficial, disminuye la infiltración, establece un buen soporte edáfico, disminuye el impacto visual.
- Retiro, transporte, tratamiento y disposición final de residuos esparcidos superficialmente
- Restricción al acceso de personas y semovientes mediante un cercado.
- Generación de chimeneas para posibilitar la salida controlada de gases.
- Generación de sistema de vigilancia y control del sistema hídrico superficial y subterránea enlazando los modelos optimizados con estaciones / pozos de monitoreo y aforo. Posibilitará determinar anticipadamente situaciones críticas. Ante estas últimas se propondrá un plan de contingencias.

12.6.3. Determinación de vacíos de información

El análisis de las variables críticas permitirá un adecuado nivel de conocimiento para cumplir con los objetivos.

Asimismo serán necesarias realizar calicatas para establecer la cubicación y caracterización del relleno.

Definición de los estudios específicos necesarios s/ criterios de Peck.

El análisis propuesto por Peck, R. B. (1.969) denominado Aproximación Observacional permite establecer que el nivel de incertidumbre propio de la información fragmentaria es aceptable en los términos del plan de trabajo y los objetivos planteados.

Preselección nominal (listado) de alternativas de corrección

Los objetivos de la restauración o limpieza en cualquier programa es dar seguridad para usos futuros. Los procedimientos son la minimización o eliminación del riesgo para la salud humana y ambiental.

Pueden utilizarse técnicas de:

- Eliminación (traslado a un lugar adecuado de una parte o de todo el foco)
- Tratamiento "in situ"
- Confinamiento
- Procedimientos

Estas técnicas más viables se agrupan en:

- Pasivas

Barreras de baja permeabilidad (CBP)

- de suelo - bentonita
- de cemento bentonita
- de hormigón plástico
- de membranas
- de suelo mezcla
- Cortinas de lechada de cemento
- Cercado y señalización

- Activas

- Bombeo
- Drenaje por gravedad
- Zanjas biopoliméricas
- Excavación y disposición final
- Procedimientos de restricción al uso
- Revegetación

Fase de investigación principal

Fase de adquisición de la información **suficiente y necesaria** para alcanzar el cabal conocimiento del emplazamiento y del entorno, definir adecuadamente el campo de reacción, evaluar las variables críticas en función del riesgo y lograr el prediseño de las medidas mitigantes y sus planes de control.

En esta instancia se corrobora, complementa y completa la información de la fase.

12.6.4. Descripción final del emplazamiento

Se debe realizar una somera descripción del sitio de emplazamiento, superficie ocupada, distintas necesidades de volcamiento de acuerdo a la actividad industrial, agravamiento de la situación por la ampliación del ejido urbano de Esperanza.

12.6.5. Descripción detallada del foco

Para tener una acabada definición del foco o emplazamiento, se debe realizar el plan de excavaciones (calicatas y relevamientos de superficie) que permitieron concluir con una adecuada cubicación de residuos y materiales de cobertura, además de la dispersión de residuos en superficie.

12.7. Definición del área de afectación

El área de influencia de los antiguos vertederos varía de acuerdo a la distribución espacial de los efectos que puedan generarse, es así que, corresponde a la amplitud geográfica que estos alcanzan. La caracterización del ambiente está centrada entonces en la descripción y análisis de estas áreas de influencia.

El área de influencia está directamente asociada a los efectos que el vertedero produjo y produce en su espacio físico, es decir al área que es afectada en forma directa por la construcción y dinámica residual, al área donde se pueden propagar los efectos de estas acciones y aquellas zonas que pudieran ser afectadas por efectos eventuales que se produzcan con origen en el sitio/actividad.

Con el objeto de simplificar la comprensión de los efectos que potencialmente puede tener el vertedero sobre el ambiente, se pueden establecer áreas y tramos de influencia, algunas de ellas asociadas a la infraestructura del vertedero y actividades relacionadas (Área de influencia inmediata, Área de influencia intermedia y tramo de influencia hídrica), además de un tramo de influencia del transporte asociado al flujo vehicular vecino al vertedero.

- Área de influencia inmediata (AII)

El AII del proyecto corresponde al área de emplazamiento de o de los sitio/s. En ésta área se construyeron y desarrollaron las actividades y se desenvuelven los efectos residuales más complejos.

- Área de influencia intermedia (AIT)

El AIT del proyecto es aquella de extensión mayor que la AII, en la cual se pueden propagar los efectos de las fuentes emisoras asociadas al relleno, el transporte eólico de residuos, el home range de la biota relacionada, etc. La AIT abarca una faja de 200 m medido desde el eje del vertedero.

- Tramo de estudio Hídrico (TEH)

El TEH del proyecto comprende la extensión aguas abajo del vertedero en la cual se estableció la línea de base de calidad de agua.

- Tramo de influencia del transporte (TIT)

El TIT de proyecto derivado del flujo vehicular desde y hacia los sitios de disposición final.

12.7.1. Descripción final del ambiente afectado

La totalidad de la información debe realizarse a partir del listado de variables. A continuación se presentan algunos detalles generales

Medio abiótico

Agua

- Agua superficial encausada.
- Agua superficial de lavaje en mantos
- Agua subterránea por debajo del nivel freático
- Agua subterránea en zona de aireación

Suelo

- Suelo en sentido edáfico
- Suelo en sentido de ingeniería.

Aire

- Componentes atmosféricos

Medio biótico

Fauna

- Animales domésticos: Evitar el ingreso, principalmente de animales de granja al campo de reacción.
- Insectos: Controlar a partir de la simple observación sistemática la población respecto de áreas similares.
- Avifauna: La situación actual no permite establecer anomalías
- Roedores: La particular situación y la potencial presencia de enfermedades relacionadas con la basura, hacen prestar particular atención sobre el tema.

Flora

- Composición florística

Medio tecno

Población

- Sistema sociocultural: La población afectada o incluida dentro de alguna categoría de área de afectación.
- Sistema socioeconómico: La comunidad basa su economía en la cría de ganado, empleos públicos y empleos particulares dentro del ámbito de la dinámica de Esperanza.

- Aceptación del proyecto: Es necesario conocer la opinión mayoritaria para la erradicación del vertedero, salvo excepción hecha para aquellos pocos que dependían económicamente del mismo.

El relevamiento de opinión demuestra sin duda alguna que la población afectada acepta definitivamente cualquier iniciativa que permita aumentar el conocimiento de la situación del vertedero abandonado.

- Reasignación de usos: El cierre del vertedero provocará un cambio de usos. De su función original, el predio se debe destinar a manejo de residuos verdes y a pastoreo.

Desarrollo

- Usos del suelo: Además de los usos mencionados, el sector sirve de paso para pobladores, de sitio de esparcimiento eventual de vecinos.
- Viviendas: Mejoramiento de las viviendas del área de la Comunidad de tipo rural, unifamiliares existente en el área inmediata.
- Servicios: Mejoramiento de servicios públicos (nótese que constituyen un asentamiento rural). Se abastecen de agua subterránea por bombeo ubicados aguas abajo del foco.

Paisaje

- Calidad del paisaje: Actualmente el área del vertedero a abandonar no genera un efecto disruptivo importante, salvo por las eventuales actividades de quema de residuos forestales.
- Visibilidad: El campo visual debe proyectarse a partir de las viviendas de los vecinos y desde los caminos de acceso.
- Fragilidad: Para el tipo de afectación parcial una unidad ecogeomorfológica de cierta extensión y con modificaciones morfológicas y cromáticas mínimas; desde el punto de vista del paisaje el sistema no exhibe valor alto de fragilidad.

Salud

- Características sanitarias actuales del área: Las dignas viviendas y los controles rutinarios permitirán determinar que las condiciones sanitarias generales son aceptablemente buenas. La restricción al uso del suelo y aguas afectadas son elementos a corregir.
- Fuentes potenciales de contaminación: Existen varias vías de contaminación y otros riesgos posibles, las más importantes son:
    - Aguas superficiales
    - Aguas subterráneas del acuífero
    - Aire en zonas inmediatas a los puntos de emanación
    - Existencia de elementos cortopunzantes dentro del perímetro de dispersión

- Salud de la población dentro del área de afectación: No existe registro de personas enfermas en relación con la actividad actual de vertedero abandonado.

12.8. Estudio de medidas correctivas y su viabilidad

El presente capítulo está orientado a la definición de los alcances concretos de la corrección, selección de medidas – planes y la obtención de los parámetros necesarios para su diseño.

12.9. Determinación de variables críticas

Cada una de las variables definidas en esta instancia como críticas y determinadas por contaminación o alteración actuales o potenciales se detallan a continuación.

Cuadro N° 4. 50 - Variables críticas

COMPONENTE	Indicador de calidad/ aspecto descriptivo	OBSERVACIONES
Suelo - características físicas	Litología	ASTM Standard.
	Permeabilidad	
	Textura	Aplicación de modelos de dispersión de contaminantes en zona de aireación. Modelo CNEA (Elementos finitos)
	Estructura	
	Capacidad de retención de agua	
	Densidades	
Suelo - Características químicas	Materia orgánica	
	Relación C/N	
	Disponibilidad de nutrientes	
	pH	
	Capacidad de intercambio catiónico	
	Salinidad. Alcalinidad	
Suelo - Capacidad de uso	Aptitud para uso agropecuario	
	Potencial minero	
Suelo - Dinámica	Erosión	
	Depositación	
	Exposición	
	Estabilidad	
	Meteorización	
Suelo - Geomorfología	Relieve	
	Microrelieva	
	Exposición	
	Morfodinámica -	
	Morfoestratigrafía	
Suelo - Geología	Estratigrafía	Perforaciones y ZEV para muestreo y correlación.
	Sismicidad	
	Piroclastismo	
Suelo - Geotecnia	Caracterización (CU)	ASTM Standards
	Plasticidad	

	Capacidad portante	
	Susceptibilidad al congelamiento	
	Gases ocluidos	
	Asentamientos diferenciales	
Aire - (Variables meteorológicas)	Temperatura	Instalación de una estación meteorológica compacta. Los datos parciales obtenidos de los tres meses de registro serán extrapolados al ciclo anual por correlación.
	Humedad	
	Presión atmosférica	
	Precipitación	
	Dirección y velocidad del viento	
	Radiación	
	Evaporación	
	Visibilidad	
	Insolación	
Aire - (metodología de evaluación de calidad de aire)	Modelo Gaussiano de dispersión. Considera al vertedero abandonado un emisor areal a nivel de suelo.	Climatológical Dispersion Model (CDM 2.0)
Aire - (Medición de contaminantes físicos y químicos)	Dióxido de azufre	
	Compuestos orgánicos volátiles (COV)	
	Monóxido de carbono	
Agua Superficial y agua subterránea	Temperatura	Se utilizará como guía la tabla de parámetros y límites máximos permisibles (ENRESS) El modelo utilizado para la migración de contaminantes, tanto en aguas superficiales como en acuíferos será el CNEA desarrollado por elementos finitos.
	Color	
	Olor	
	PH	
	Sólidos en suspención totales	
	Sólidos sedimentables	
	Oxígeno disuelto	
	DBO5	
	DQO	
	Sulfuros	
	Sustancias solubles en frío.	
	Grasas polares	
	Hidrocarburos totales	
	Detergentes	
	Fósforo total	
	Amonio	
	Nitrógeno	
	Fenoles	
	Plaguicidas organoclorados	
	Plaguicidas fosforados	
	Cloro residual libre	
	Cianuro	
	Aluminio	
	Arsénico	

	Bario	
	Boro	
	Cadmio	
	Cromo total	
	Cromo +6	
	Hierro	
	Cobre	
	Mercurio	
	Níquel	
	Plomo	
	Cinc	
Biota - Ambiente terrestre	Vegetación	Parcelas de muestreo forestal
	Flora	Método de cuadrantes y parcelas
	Fauna - general	Documentos de la SMAyDS
	Fauna - Roedores	Muestreo en grillas de trampeo
Medio Humano	Población	Sistema sociocultural
		Sistema socioeconómico
		Aceptación del proyecto
		Reasentamiento
		Población indígena
	Usos del suelo	
	Equipamiento	
	Servicios	
	Patrimonio cultural	
	Paisaje	Calidad del paisaje
		Visibilidad
		Fragilidad
	Salud	Características demográficas
		Principales causas de morbilidad y mortalidad
		Anomalías congénitas, abortos y mortalidad perinatal
		Características sanitarias del área de estudio
		Identificación de las fuentes de contaminación
		Estimación de dosis de contaminantes
		Descripción de mecanismos de absorción y eliminación de contaminantes por parte del organismo
		Estudio de casos de enfermedades causadas por contaminación ambiental en el área de influencia del emplazamiento (si existiera)

Cuadro N° 4. 51 - Procedimientos de estudio

TAREA	CARACTERISTICAS	Muestreo	Nro. De referencia	Cantidad sugerida
Calicatas	5,6 m de profundidad máxima, realizada con excavadora mecánica. Sin entibado. En caso de interceptar nivel freático, la profundidad máxima estará dada por la estabilidad del suelo. No se prevé achique de aguas subterráneas. Incluye tapado con restitución ordenada de cubierta superficial y compactación.	Suelo: Toma de muestra cada 0,3 m y/o cada cambio de estrato y/ó cada aparición singular. Normas ASTM Standards. Agua: Caso de interceptar Normas ASTM Standards.	1	10 unidades
Perfilaje	Resistividad - Potencial Espontáneo	Opcional.	4	
ZEV	Sondeos eléctricos verticales. Destinados a establecer profundidad de basamento y permitir correlación de información surgida de las perforaciones	Método Schlumberger o Wenner.	5	20 unidades
Georadar	Perfiles generados por georadar como apoyo a la correlación y detección de singularidades.	Opcional	6	
Aforo de cursos superficiales activos	Aforos mediante uso de vertederos portátiles o molinete.	Determinación de parámetros hidráulicos de los cauces activos y vertientes cuyas cuencas imbríferas interseptan el área del emplazamiento. ASTM Standards.	7	10 unidades
Parámetros hidráulicos del acuífero	Nivel estático Permeabilidad Almacenamiento	Zonda eléctrica Ensayos de bombeo. ASTM Standard	8	3
Parámetros hidráulicos de la zona de aireación	Conductividad hidráulica (CH)	Medición de la CH	9	2
Capacidad de infiltración de la cobertura de suelos utilizada	Capacidad de infiltración. Método de los anillos	ASTM Standards	10	10 unidades
Datos meteorológicos	Presión barométrica (27,5 a 32,0 "Hg - exact. +/- 0,05 "hg) Temperatura exterior (-72 a 65 grados centígrados - exact. +/- 1grado) Dirección del viento (0 a 360 grados) Velocidad del viento (0 a 67 m/s - exact. +/- 2%) S/térmica (-88 grados máx) Precipitaciones (hasta 8"día +/- 2% para 1"/h)	Registro durante tres meses. Estación portátil	11	Todos

Modelos de transporte de contaminantes en aire.	Para emisor areal a nivel del suelo	Climatológical Dispersion Model (CDM 2.0)	12	2
Modelo de transporte de contaminantes en agua (cauces)	Para pequeños cauces.	CNEA	13	2
Modelo de transporte de contaminante en suelos	Para la zona no saturada Para la zona saturada	CNEA CNEA	14	2
Asentamiento	Instalación de 12 placas. Control de niveles semanal.		15	Todo
Georeferenciación	Referenciación geográfica de los puntos de muestreo y de los elementos singulares del emplazamiento		16	Todo
Características mecánicas de los suelos	Ensayo de penetración estándar (SPT)	ASTM Standards	17	40 m
Medición directa en campo en cuerpos de agua.	PH Oxígeno disuelto Temperatura Conductividad Sólidos disueltos	Equipamiento portátil. Hach.	18	50 determinaciones
Determinaciones biológicas de campo	Vegetación Flora Roedores	Parcelas de muestreo Método de cuadrantes y parcelas Muestreo en grillas de trampeo.	19	Cobertura total del área
Estimación del impacto sobre la salud	Relevamiento de información	Características demográficas	20	Todo
		Principales causas de morbilidad y mortalidad		
		Anomalías congénitas, abortos y mortalidad perinatal		
		Características sanitarias del área de estudio		
		Identificación de las fuentes de contaminación		
		Estimación de dosis de contaminantes		
		Descripción de mecanismos de absorción y eliminación de contaminantes por parte del organismo		

		Estudio de casos de enfermedades causadas por contaminación ambiental en el área de influencia del emplazamiento (si existiera)		
Análisis de laboratorio. Suelos	Granulometría Índices de plasticidad Permeabilidad		21	10 muestras
Análisis de laboratorio. Aguas	Temperatura		22	10 rutinas (se excluyen los puntos marcados con * ; estos son opcionales)
	Color			
	Olor			
	PH			
	Sólidos en suspención totales			
	Sólidos sedimentables			
	Oxígeno disuelto			
	DBO5(*)			
	DQO			
	Sulfuros			
	Sustancias solubles en frío.			
	Grasas polares (*)			
	Hidrocarburos totales (*)			
	Detergentes			
	Fósforo total			
	Amonio			
	Nitrógeno			
	Fenoles			
	Plaguicidas organoclorados (*)			
	Plaguicidas fosforados (*)			
	Cloro residual libre			
	Cianuro (*)			
	Aluminio			
	Arsénico			
	Bario			
	Boro			
	Cadmio			
	Cromo total (*)			
	Cromo +6			
	Hierro			
	Cobre			

	Mercurio			
	Níquel			
	Plomo			
	Cinc			
Análisis de laboratorio Gases	Dióxido de azufre		23	10
	Compuestos orgánicos volátiles (COV)			
	Monóxido de carbono			
Análisis biológicos	Vegetación - Flora: Determinación de especies (unidad de estudio) Marco Biogeográfico Clasificación de especies en categorías de conservación. (Alóctonas - exóticas). Ajuste a las pautas de la APN		24	Todas
Informes	Recopilación Memoria descriptiva Memoria Técnica Cómputo y presupuesto Planos y figuras Fotos Referencias		25	Todo
Edición	Cuatro copias anilladas color.		26	Todo

Cuadro N° 4. 52 - Definición final de impactos

IMPACTOS	SELECCION FINAL
Contaminación del agua del arroyo Cull – Rani	
Contaminación del subsuelo fuera del campo de reacción del vertedero	
Contaminación del acuífero fuera del campo de reacción del vertedero	
Contaminación de subálveos por recarga del arroyo contaminado	
Contaminación de la atmósfera por emanaciones del foco fuera del campo de reacción del vertedero	
Contaminación del ganado que pastorea y bebe dentro del campo de reacción	
Contaminación de la fauna silvestre terrestre cuyo home range abarca el campo de reacción	
Afectación a la salud de los vecinos que consumen animales contaminados	
Afectación de la salud de los vecinos que beben	
Afectación a la salud de los vecinos y pasantes por emanaciones	
Afectación al valor de la tierra de los vecinos	
Afectación al campo visual del pasante	
Fragmentación del sistema natural	
Restricción a usos	
Incertidumbre acerca de los alcances del problema	
Disipación de responsabilidades	

12.10. Sistema de control

- **Escorrentía superficial**

Una de las salidas escurrimiento superficial de la cobertura (seno de los camellones) estarán provistos de un vertedero triangular destinado al aforo de control para estimación indirecta de la infiltración. El bastidor se sostendrá mediante estructura de gaviones.

El sitio permitirá la instalación de una trampa de sedimentos destinada a evaluar la pérdida de soporte edáfico.

- **Aguas subterráneas**

Se instalarán pozos de monitoreo, con características constructivas idénticas a las de los pozos de agua familiar, ubicados de manera complementaria.

- **Asentamientos**

Se adicionarán placas de asentamiento.

- **Gases**

Se realizarán chimeneas de venteo de 110 mm, con boca compatible con la instalación de antorcha.

- **Precipitación**

Se instalará un pluviógrafo en el centro del área de trabajo. Se deberá contar con el equipamiento de hardware con capacidad para almacenar datos y correr los programas necesarios para la adecuada y anticipada toma de decisiones ante anomalías o situaciones de alerta.

El Software mínimo deberá incluir un modelo tridimensional para el flujo subterráneo y un modelo de flujo superficial, además de un banco de datos para el almacenamiento de la información recogida.

El plan de control incluirá como mínimo:

- Auscultación del nivel freático
- Medición semanal de caudales
- Control trimestral de variables críticas
- Ajuste anual de modelos y planes conforme se obtengan nuevos datos y técnicas.

13. CONSIDERACIONES FINALES

La propuesta técnica que se analiza en el presente proyecto está adaptada a las reales condiciones y particularidades de las localidades integrantes de la Microregión. Esto es así, ya que la metodología de trabajo empleada en el relevamiento incluyó la realización de entrevistas (abarcando los distintos aspectos y factores intervinientes en la actual gestión de RSU) con los distintos representantes municipales y/o Comunales, lo cual permitió abordar la problemática desde la perspectiva local y regional.

Cabe destacar que, en tres (3) de las localidades involucradas ya habían iniciado una gestión parcializada de RSU, (casos de Firmat, Chabás y Bigand) y en el caso de Villada se viene planteando la necesidad de avanzar en proyectos de Gestión Integral de los RSU con Disposición final en la misma.

De acuerdo al Relevamiento con su respectivo Diagnóstico, el grupo de trabajo adopta el criterio de encarar la propuesta técnica con pre-selección en origen atendiendo al interés de los distintos actores y haciendo una evaluación positiva con respecto al grado de aceptación de la misma por parte de los decisores municipales y/o Comunales.

En este contexto, se desarrolla el proyecto técnico donde la propuesta de selección, recolección, clasificación de los residuos, tratamiento, reaprovechamiento y comercialización se presenta como una alternativa válida, si se considera que la minimización de los residuos sólidos a disponer en los rellenos sanitarios juega un papel importante en la disminución de la carga contaminante. Por otra parte, la optimización de todo el proceso se traduce en beneficios económicos y potenciales para quien decida aplicar esta estrategia.

En cuanto al sistema de recolección y barrido el análisis de cada localidad permitió formular una propuesta de optimización de los circuitos a través de la instalación de contenedores colocados estratégicamente en las manzanas de las plantas urbanas a fin de aprovechar mejor la capacidad de los vehículos, mejorar el rendimiento y por ende reducir los costos. En este sentido puede observarse que no se propone la compra de unidades nuevas, sino una mejor diagramación del ruteo y la cuadrilla de operarios.

Minimizar, en la medida que se pueda, la generación de residuos, debe ser un objetivo permanente a aplicar en la comunidad. Sin embargo, mientras no se dispongan de tecnologías económicamente viables para alcanzarlo, se debe trabajar con distintas variables que se detallaron en este proyecto, como es la reducción, reutilización, reciclaje y concentración; incorporando mano de obra desocupada o subsidiada en el sistema formal de trabajo.

Tal como están planteadas y resueltas las distintas etapas para la implementación de este proyecto, la Gestión Integral de las RSU permitirá obtener datos estadísticos fehacientes sobre la cantidad y composición de los residuos generados, su variación en las distintas épocas del año y las tendencias a través del tiempo con el crecimiento de la población. Esta información es muy importante para trabajar en la planificación, el uso del equipamiento y el rendimiento de los procesos tanto en la recolección y barrido como en la clasificación, tratamiento y comercialización.

Para reducir, reutilizar, reciclar y concentrar es necesario aplicar la integración de procesos ambientales y ecológicamente razonables. Estas tecnologías "protegen el ambiente, son menos contaminantes, utilizan todos los recursos en forma más sostenibles, reciclan una mayor porción de

sus desechos y productos y tratan los desechos residuales en forma más aceptable que las tecnologías que han venido a sustituir". Behnfeld H. (Consultor GTZ, 1.997),

Según, Behnfeld H., los beneficios del reciclaje son evidentes. Los materiales que se remuevan de la corriente de residuos reducirán los costos de disposición, ayudarán a preservar los recursos de los rellenos sanitarios y, al mismo tiempo, reducirán el volumen de materia prima requerida en los procesos de fabricación.

Las experiencias y problemas observados en este campo son los siguientes:

1. Las posibilidades de establecer sistemas de reciclaje viables dependen de la decisión política del gobierno municipal o Comunal, quien debe asumir la responsabilidad de una disposición final adecuada e incentivar a las comunidades vecinas a participar en proyectos de regionalización que mejoren las condiciones de reciclado y re-uso de materiales como de realizar emprendimientos productivos que utilicen como materia prima los elementos provenientes de los RSU con una clasificación adecuada domiciliaria.
2. Si bien estas plantas o emprendimientos dependen del desarrollo del mercado asegurados para los productos de reciclado a precios aceptables, hoy no se han desarrollados estrategias a nivel empresarial para asegurar que estos productos lleguen a mano del consumidor con la calidad y precio adecuados.
3. El compostaje ha alcanzado gran popularidad. Sin embargo el éxito de esta atractiva alternativa de reciclaje depende de la existencia de un mercado lo suficientemente grande para absorber las cantidades crecientes de compost. Es importante destacar que influyen las grandes empresas fabricantes de fertilizantes y de agroquímicos, en defensa de sus propios intereses, al desmerecer las propiedades del compost lo que no ha permitido crear una cultura en el uso de este producto óptimamente comprobado en agricultura, de bajo costo y que hoy, puede atenuar este proceso mediante la adecuada utilización del compost.
4. Por otra parte, es importante destacar que el reciclaje puede ser económicamente autosuficiente y generar ganancias, especialmente si se tiene en cuenta la gran cantidad de personas que en la economía informal vive de este proceso y que si fuera encarado como un emprendimiento productivo se llegarían a potenciar los recursos hoy generados por los RSU. En las cuentas patrimoniales estarían presentes los resultados positivos de esta recuperación que lograría un impacto positivo en lo social y ambiental, generando puestos de trabajo y disminuyendo los riesgos sanitarios a que están expuestas las comunidades.

La sustentabilidad a partir de la optimización del Sistema Integral de los RSU en cualquiera de sus fases no sólo se fundamenta en su viabilidad económica sino en los beneficios e impacto positivo de los procesos diseñados a nivel social, sanitario y ambiental.

La problemática social, en torno al cirujeo no es idéntica en toda la Microregión. En algunas localidades las personas vinculadas a esta actividad subsisten del material que obtienen de la basura, en otras el cirujeo es una opción más que contribuye al ingreso familiar y en varias localidades no hay personas dedicadas al trabajo informal con la basura.

La propuesta de Gestión Integral de Residuos contempla, entre las medidas a considerar, la problemática social y alternativas de solución para quienes en la actualidad encuentran en los residuos una fuente de ingreso.

Un aspecto que es importante considerar es el referido a las acciones complementarias que pueden diseñarse a los efectos de potenciar los resultados esperados. Las mismas en términos generales deberían contemplar la erradicación del trabajo infantil, la prevención de la deserción escolar y el cuidado y promoción de la salud. Pueden implementarse abordajes concretos tendientes a abordar estos temas contando con los recursos con los que cada Municipio y cada localidad cuentan, teniendo presentes las singularidades de cada una.

El Municipio, como actor político-institucional, se convierte en uno de los actores primordiales para que el proceso asociativo que se conforme tenga repercusiones dentro de la gestión e implementación de políticas en el nivel local. El involucramiento efectivo del mismo, a través de los recursos humanos pertenecientes a la estructura pública (secretarios de área, equipos técnicos, etc.), permite establecer las posibles pautas y estrategias a encarar. Asimismo, la articulación entre programas sociales nacionales, provinciales y municipales se presenta como necesaria a fin de establecer esfuerzos conjuntos y direccionados.

Otro de los parámetros que tendrán un impacto altamente positivo con una adecuada gestión integral de los RSU es el sanitario y el ambiental, fortaleciendo un mejoramiento en la calidad de vida de toda la comunidad.

En este marco de situación, la normativa nacional y provincial tanto de orden constitucional como legal, brindan el marco básico para que los Municipios y Comunas, como entes esenciales dentro de la estructura institucional de la Provincia, lleven adelante las propuestas desarrolladas en el presente Proyecto. Sin embargo, este ordenamiento no resulta suficiente para una correcta gestión integral de los RSU.

Por ello, a partir de la iniciativa puesta de manifiesto por los representantes de las Autoridades Locales involucradas en este proyecto, en las instancias de acordar la realización del presente estudio, deben adecuar los instrumentos legales que resultarán más específicos para garantizar la continuidad de las tareas que se proponen, a través de ordenanzas municipales o Comunales homogéneas que regulen las distintas cuestiones vinculadas a la gestión integral de los RSU, así como que formalicen la incorporación de los cirujas al proceso.

Complementariamente se considera indispensable una más eficaz articulación entre los Municipios y/o Comunas de la Microregión, fundamentalmente para un Sistema de Gestión Integral a nivel regional, en las áreas de la estructura administrativa competentes; así como con los organismos provinciales y nacionales vinculados con la temática de la gestión de RSU. A través de una correcta coordinación administrativa se pretende optimizar los medios económicos y personales existentes en cada jurisdicción, evitando el dispendio innecesario de recursos disponibles.

Tal como se expone en párrafos anteriores, el proyecto desarrollado requiere, para arribar a un concepto integral de sustentabilidad, buscar un apoyo no sólo desde el campo de las alternativas técnicas y económicas viables, sino además, un profundo sostén en el campo de lo social y de lo sanitario.

La propuesta política se deben implementar para que sean estas acciones traducidas al trabajador informal vinculado a la basura, o sean también las relativas a contribuir en la construcción de un proceso de concientización y sensibilización ciudadana. Desde esta última perspectiva, el proyecto llevado a cabo contempló los principales lineamientos de planificación al momento de pensar una gestión integral de los residuos en todas sus etapas.

Partiendo de las reflexiones surgidas en las diferentes instancias de diálogo con los representantes gubernamentales de las diecinueve localidades que integran la Microregión abordada en el presente Proyecto, cabe destacar que la falta de conocimiento de la población acerca del problema que conlleva una inadecuada gestión de los residuos, la necesidad de pautas claras en la formulación de estrategias que faciliten la aproximación a soluciones, la necesidad revelada de un trabajo articulado de los Municipios y Comunas con otras organizaciones de la sociedad civil para llevar adelante tareas de sensibilización y concientización ambiental, el debilitamiento y discontinuidad de las mismas en el tiempo, son algunas de las tendencias manifestadas y recurrentes características de los procesos observados en relación a la gestión actual de los residuos.

Esta situación refleja la importancia de una decisiva intervención en materia de educación y comunicación por parte de los actores locales involucrados, entendiendo por actores locales no sólo al sector del gobierno municipal sino también – y fundamentalmente- a otros actores y sectores de la sociedad civil.

En relación a ello, pretendimos presentar una propuesta que facilite futuras planificaciones en materia de sensibilización y concientización relacionadas con la problemática de los residuos sólidos urbanos, delineando algunas pautas básicas para la formulación de estrategias de educación y comunicación. El carácter general de estas pautas fue formulado bajo la consideración de los aspectos que se deberán tener en cuenta al momento de llevar a cabo un Programa de Educación.

No obstante ello, será menester que cada una de las localidades realicen los ajustes considerados necesarios en el diseño, implementación y ejecución del mismo, de acuerdo a las

experiencias transitadas, los recursos disponibles y las posibilidades de acción frente a las alternativas propuestas.

Sin la ejecución de un programa de estas características, que tenga en cuenta -fundamentalmente- las heterogeneidades propias del campo de la cultura- cualquier sistema de gestión de los RSU tendiente a resolver la problemática, fracasará ante la falta de consenso con la comunidad toda, instancia prioritaria para identificar hábitos y costumbres, y para diseñar estrategias de participación que garanticen no sólo el inicio de un correcto manejo de los residuos, sino además la sustentabilidad del sistema en el tiempo.

Finalmente, en lo que hace al sostenimiento del un plan de Gestión Integral de los RSU desde una perspectiva microregional, se muestra en el presente proyecto los beneficios y ventajas comparativas que alcanzan en un marco de acuerdos entre las diferentes localidades, no solo en lo que hace a la disposición final, reciclado y elaboración de compost sino también en aspectos de viabilidad y sostenibilidad del proyecto desde lo económico, social, ambiental e institucional. Impulsar y sostener en el tiempo un plan de gestión integral de RSU con las características que aquí se plantea significa poder realizar un manejo y gestión de los RSU de manera ambientalmente sustentable y económicamente sostenible con el debido respaldo social y dando cumplimiento a las normativas vigentes.