

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Santa Fe



Año 2016

Cátedra de Proyecto Integrador

Docentes

Ing. Juan Pablo Acuña

Ing. Oscar Eduardo Maggi

Ing. Hugo Ramb

Proyecto Final de Carrera

Complejo Ambiental del *Consortio para la GIRSU del Área Metropolitana Corredor Ruta N° 1.-*

-Tomo 1-

Alumnos:

DIEHL, Ayelén

MENDOZA, Gonzalo

Director del Proyecto:

Ing. José Francisco Frutos

Codirectora del Proyecto:

Ing. Alejandra Prono

Carrera:

Ingeniería Civil

Índice General

1. Resumen Ejecutivo 	10
1.1. Componentes del Complejo Ambiental	12
1.2. Evaluación Financiera	15
1.3. Análisis Costo-Efectividad (ACE)	15
2. Introducción 	16
2.1. Marco Conceptual	17
2.2. Descripción de la Situación Actual	38
2.3. Reseña de las localidades de Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines	83
2.4. Diagnóstico	87
3. Enfoque de Marco Lógico 	90
3.1. Problemática General	90
3.2. Predefinición de la Situación Problema	93
3.3. Análisis de la Participación	95
3.4. Análisis de los Problemas - “Árbol de Problemas”	100
3.5. Análisis de los Objetivos - “Árbol de Objetivos”	102
3.6. Naturaleza de las Intervenciones	104
3.7. Alcances del Proyecto	105
3.8. Aportes que se espera realizar con este Proyecto - Finalidad	111
4. Marco Legal del Proyecto 	114
5. Fundamentación del Proyecto 	115
6. Propuesta y Análisis de Alternativas 	117
6.1. Abordaje no Estructural	117
6.2. Abordaje Estructural	123
7. Comparación y Selección de Alternativas 	134
7.1. Conformación de alternativas	134
7.2. Comparación de alternativas	137
7.3. Selección de la alternativa	139
7.4. Alternativa seleccionada	139
8. Diseño de la Alternativa Seleccionada 	141
8.1. Diseño de las naves metálicas	141
8.2. Tratamiento de los RSU	145
8.3. Disposición final	164
8.4. Tratamiento de los líquidos lixiviados 	192
8.5. Procedimiento dentro del Complejo Ambiental	209
8.6. Balance de masa y energía	213
8.7. Plan de Viviendas	217

9. Evaluación Socio-Ambiental del proyecto 	219
9.1. Beneficios que implica la ejecución del Proyecto	219
9.2. Impactos ambientales.....	220
9.3. Análisis de los impactos identificados.....	223
9.4. Medidas de prevención, mitigación y remediación	223
10. Cómputo y Presupuesto 	227
10.1. Beneficios.....	233
10.2. Costos.....	239
11. Evaluación Financiera 	244
11.1. Beneficios extra	251
11.2. Análisis Costo-Efectividad (ACE).....	253
12. Conclusiones 	258
13. Bibliografía y Fuentes Consultadas 	260
13.1. Entrevistas personales	262
13.2. Páginas web.....	263

Índice de Figuras

Figura 2.1 Efecto de la temperatura en la digestión anaerobia.-.....	23
Figura 2.2 Datos de composición de líquido lixiviado. Fuente: Desechos Sólidos. Principios de Ingeniería y Administración.-.....	28
Figura 2.3 Composición de los RSU.-.....	30
Figura 2.4 Ciudad de San José del Rincón, integrante del Gran Santa Fe. Fuente: Google Maps.-..	38
Figura 2.5 Corredor de la Costa, atravesado por la RPN1. Fuente: Google Maps.-.....	39
Figura 2.6 Ciudad de San José del Rincón: Límites jurisdiccionales. Fuente: Google Maps.-.....	39
Figura 2.7 Ingreso a Ruta Provincial N°1 – La Guardia, ciudad de Santa Fe. Fuente: Internet.-.....	40
Figura 2.8 Parte del valle de inundación del Río Paraná. Fuente: Google Maps.-.....	41
Figura 2.9 Calle Zapata Gollán, 400 metros al Oeste de la RPN°1 -entre Argentina Molinari y Rodolfo Farías Paez, zona inundable-. Época de bajos niveles de la Laguna Setúbal (13/11/2015).-.....	42
Figura 2.10 Calle Zapata Gollán, 400 metros al Oeste de la RPN°1 -entre Argentina Molinari y Rodolfo Farías Paez, zona inundable-. Época de creciente con defensa parcial temporal (30/12/2015). Fuente: http://www.airedesantafe.com.ar/ -.....	42
Figura 2.11 Playa de San José del Rincón habilitada en época estival, sobre el Arroyo Ubajay. Fuente: https://www.santafe.gob.ar. -.....	43
Figura 2.12 Playa de San José del Rincón inundada, sobre el Arroyo Ubajay. Febrero de 2016.-....	43
Figura 2.13 Defensa Este reconstruida. Sobre sus taludes se ha desarrollado una buena cubierta vegetal, fundamental para su protección contra el oleaje y los factores climáticos.-.....	44
Figura 2.14 Canal de recolección de las aguas de infiltración de la defensa de tierra, recientemente acondicionado y desmalezado.-.....	44
Figura 2.15 A la derecha de la imagen, construcción de una vivienda irregular sobre el talud del terraplén, frente a una estación de bombeo.-.....	45
Figura 2.16 Concentración de la población rinconense en la zona central de la ciudad. Fuente: Google Maps.-.....	46
Figura 2.17 Condición de la Población Económicamente Activa.-.....	50
Figura 2.18 Ocupación de los trabajadores de la ciudad de San José del Rincón.-.....	50
Figura 2.19 Asentamiento irregular en las cercanías de un vertedero clandestino.-.....	51
Figura 2.20 Asentamiento de familias sobre el talud Este de la defensa Juan Domingo Perón, en las cercanías de un vertedero clandestino.-.....	51
Figura 2.21 Vivienda y corral para animales construidos sobre el talud mojado del Terraplén Juan Domingo Perón.-.....	52
Figura 2.22 Ubicación de establecimientos educativos en la ciudad. Zona centro.-.....	53
Figura 2.23 S.A.M.Co. San José del Rincón. Fuente: http://www.ellitoral.com. -.....	54
Figura 2.24 Calle Gamboa: Al fondo, intersección con la Ruta Provincial N° 1. Fuente: Internet.-.....	55
Figura 2.25 Calle Gamboa: Intersección con la Ruta Provincial N° 1. Fuente: Google Street View.-..	55
Figura 2.26 Calle San Martín: Intersección con la Ruta Provincial N° 1, en obra de adecuación. Ingreso al centro de la ciudad hacia la derecha. Fuente: Google Street View.-.....	55
Figura 2.27 Calles en mal estado luego de un evento lluvioso. Fuente: http://www.comunaderincon.gob.ar. -.....	56
Figura 2.28 Calles en mal estado luego de un evento lluvioso. Fuente: Google Street View.-.....	56

Figura 2.29 Tramada a 45°, la zona abastecida de agua de red por la Cooperativa Provisión de Agua Potable.-	58
Figura 2.30 Puntos de extracción. Se ubican dentro de un cuadrado de 5 cuadras de lado, en la zona centro.-	58
Figura 2.31 Cestos de residuos en altura. Se comercializaban en dos tamaños estandarizados. Fuente: Facebook San José del Rincón.-	67
Figura 2.32 A la izquierda: residuos en la vía pública al nivel de vereda; a la derecha: Bolsa de residuos colocada sobre un cesto improvisado, unido a un árbol -.....	68
Figura 2.33 Basural a Cielo Abierto, sito en Callejón Pintos en su extremo Oeste. Zona inundable. Fuente: Google Maps.-	70
Figura 2.34 Camión volcador ingresando al predio del Basural a Cielo Abierto. Fuente: Captura de pantalla del documental “Cielo Abierto”, de la Asociación Civil Tramatierra.-	70
Figura 2.35 Imagen satelital del Basural a Cielo Abierto. Fuente: Google Maps.-.....	71
Figura 2.36 Camión volcador vertiendo los RSU al predio del Basural a Cielo Abierto. Fuente: Captura de pantalla del documental “Cielo Abierto”, de la Asociación Civil Tramatierra.-	71
Figura 2.37 Recuperadores informales seleccionando materiales. Fuente: Captura de pantalla del documental “Cielo Abierto”, de la Asociación Civil Tramatierra.-	72
Figura 2.38 Zonas de acopio de materiales recuperados. Fuente: Captura de pantalla del documental “Cielo Abierto”, de la Asociación Civil Tramatierra.-	73
Figura 2.39 Acopio dentro de bolsa de gran tamaño. Fuente: Captura de pantalla del documental “Cielo Abierto”, de la Asociación Civil Tramatierra.-	73
Figura 2.40 Vertedero clandestino incipiente.-	75
Figura 2.41 Vertedero clandestino incipiente con restos de quema. Práctica recurrente en este sitio.-	76
Figura 2.42 Personal de la Municipalidad de San José del Rincón recolectando restos vegetales. Fuente: http://www.comunaderincon.gob.ar -	77
Figura 2.43 Personal de la Municipalidad de San José del Rincón recolectando restos vegetales. Uso de maquinaria pesada. Fuente: http://www.comunaderincon.gob.ar -.....	77
Figura 2.44 Vehículo de la Municipalidad de San José del Rincón volcando residuos de poda sobre el talud Oeste (mojado) de la defensa.-	78
Figura 2.45 Gran cantidad de residuos vegetales sobre el talud Oeste de la defensa.-	78
Figura 2.46 Depósito de residuos vegetales junto con otros residuos domiciliarios.-	79
Figura 2.47 Depósito de residuos vegetales junto con otros residuos domiciliarios.-	79
Figura 2.48 Quema de residuos sobre el talud Oeste.-	80
Figura 2.49 Quema de residuos sobre el talud Oeste. En la fotografía se puede observar la presencia del tendido eléctrico, que podría ser afectado por las llamas.-	80
Figura 2.50 Depósito de metales y electrodomésticos sobre el talud Este (seco) del terraplén.-.....	81
Figura 2.51 Carrocería prácticamente completa de un automóvil sobre el coronamiento del terraplén.-	81
Figura 2.52 Estación de transferencia en terreno privado. Maquinarias de la empresa Ecopen trabajan en el lugar.-	83
Figura 3.1 Río completamente contaminado con residuos en Indonesia.-	91
Figura 3.2 Esquema básico de Producción-Consumo.-.....	92
Figura 3.3 Árbol de Problemas.-.....	101

Figura 3.4 Árbol de Objetivos.-	103
Figura 6.1 Terreno en Barrio San José.-.....	127
Figura 6.2 Terreno en Barrio Acería.-	128
Figura 6.3 Terreno en Barrio Villa Añatí.-.....	129
Figura 6.4 Terreno en Barrio Villa Añatí.-.....	129
Figura 6.5 Terrenos con posibilidad de expropiación.-	130
Figura 6.6 En azul: terreno a expropiar para la construcción del Relleno Sanitario.-.....	131
Figura 6.7 En amarillo: terreno a expropiar para la construcción de las demás dependencias del Complejo Ambiental.-.....	131
Figura 6.8 Terreno del Complejo Ambiental.-.....	132
Figura 6.9 Camino de acceso al Complejo Ambiental.-.....	132
Figura 6.10 En anaranjado: Terreno para la construcción del Plan de Viviendas.-	133
Figura 8.1 Dimensiones de la nave que alberga la Planta Clasificadora.-	142
Figura 8.2 Dimensiones de la nave que alberga el Taller.-.....	142
Figura 8.3 Chapa trapezoidal T-98 – Fuente: Curia S.A.C.I.-	143
Figura 8.4 Tolva de recepción.-	150
Figura 8.5 Tornillo sin fin.-	151
Figura 8.6 Cinta elevadora.-	151
Figura 8.7 Compactador de materiales recuperables.-.....	152
Figura 8.8 Sección micro-turbina marca Capstone.-	160
Figura 8.9 Partes componentes de una E.R.M.-	161
Figura 8.10 Generador de energía eléctrica a biogás.-	163
Figura 8.11 Terreno para relleno sanitario.-	164
Figura 8.12 Ábaco para la determinación de la superficie necesaria de un relleno sanitario.-	165
Figura 8.14 Paquete estructural del relleno sanitario.-	170
Figura 8.15 Perfil básico del módulo de enterramiento.-	170
Figura 8.17 Ubicación de la capa líquida.-.....	176
Figura 8.18 Corte transversal del módulo de enterramiento.-.....	177
Figura 8.19 Ábaco 1.-.....	177
Figura 8.20 Ábaco 2.-.....	178
Figura 8.21 Ábaco 3.-.....	178
Figura 8.22 Distribución de las perforaciones en el caño de PVC.-.....	179
Figura 8.23 Detalle del dren longitudinal.-.....	180
Figura 8.24 Terraplenes del Módulo M1.-	182
Figura 8.25 Detalle de componentes de la cubierta final.-.....	187
Figura 8.26 Cercos móviles para elementos volantes.-.....	188
Figura 8.27 Rampa con reja para lavado. Planta.-	189
Figura 8.28 Rampa con reja para lavado. Corte A-B.-.....	189
Figura 8.29 Rampa con reja para lavado. Corte C-D.-	189
Figura 8.30 Dispositivo de entrada al decantador.-	196

Figura 8.31 Regulación de horizontalidad de la pared del vertedero. A la izquierda, el tornillo pivotante; a la derecha, el tornillo con agujero largo.-	196
Figura 8.32 Estructura de salida de sedimentación y entrada a depuración.-	197
Figura 8.33 Esquema de un biodisco.-	202
Figura 8.34 Separación entre el contorno del disco y las paredes del tanque.-	204

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Indicadores económicos.-	15
Tabla 1.2 Indicadores de Costo-Efectividad del proyecto.-	15
Tabla 2.1 Sub-clasificación de materiales recuperables.-	35
Tabla 2.2 Censos poblacionales San José del Rincón. Fuente: INDEC.-	47
Tabla 2.3 Instituciones educativas en la ciudad y su nivel de enseñanza.-	53
Tabla 2.4 Composición típica de los RSU en Argentina. Fuente: Observatorio GIRSU.-	62
Tabla 2.5 Composición de los RSU en San José del Rincón según materiales.-	62
Tabla 2.6 Precio promedio de los materiales recuperables en Argentina - Noviembre 2015.-	63
Tabla 2.7 Valoración diaria de Residuos Sólidos Recuperables en San José del Rincón.-	64
Tabla 2.8 Valoración mensual de Residuos Sólidos Recuperables en San José del Rincón.- ..	64
Tabla 2.9 Valoración anual de Residuos Sólidos Recuperables en San José del Rincón.-	64
Tabla 2.10 Generación per Cápita y Total para cada provincia del país y para CABA. Fuente: Observatorio Nacional GIRSU.-	66
Tabla 2.11 Censos poblacionales San José del Rincón. Fuente: INDEC.-	83
Tabla 2.12 Estimación de la población en Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines.-	84
Tabla 2.13 Generación diaria de residuos en Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines.-	84
Tabla 2.14 Composición de los RSU en Arroyo Leyes según materiales.-	84
Tabla 2.15 Composición de los RSU en Santa Rosa de Calchines según materiales.-	84
Tabla 2.16 Valoración diaria de Residuos Sólidos Recuperables en Arroyo Leyes.-	85
Tabla 2.17 Valoración diaria de Residuos Sólidos Recuperables en Santa Rosa de Calchines.-	85
Tabla 2.18 Valoración mensual de Residuos Sólidos Recuperables en Arroyo Leyes.-	85
Tabla 2.19 Valoración mensual de Residuos Sólidos Recuperables en Santa Rosa de Calchines.-	85
Tabla 2.20 Valoración anual de Residuos Sólidos Recuperables en Arroyo Leyes.-	86
Tabla 2.21 Valoración anual de Residuos Sólidos Recuperables en Santa Rosa de Calchines.-	86
Tabla 2.22 Resumen generación diaria de Residuos Sólidos Urbanos en el Corredor de la Costa en 2016.-	86
Tabla 3.1 Análisis de la Participación.-	99
Tabla 6.1 Generación diaria para el año 2016.-	125
Tabla 6.2 Generación diaria para el año 2026.-	125
Tabla 6.3 Generación diaria para el año 2036.-	125
Tabla 7.1 Alternativas propuestas.-	136
Tabla 7.2 Valoración y comparación de las alternativas propuestas.-	138
Tabla 8.1 Secciones Finales.-	144
Tabla 8.2 Sub-clasificación de materiales recuperables de la Planta Clasificadora de la ciudad de Santa Fe.-	148

Tabla 8.3 Tiempos de digestión recomendados.-.....	155
Tabla 8.4 Diferentes aportes de abono.-.....	158
Tabla 8.5 Densidades según la condición del residuo.-	167
Tabla 8.6 Referencias de la Figura 8.13.-.....	168
Tabla 8.7 Presión ejercida por cada estrato.-	169
Tabla 8.8 Presión total del paquete estructural.-	170
Tabla 8.9 Área de cada módulo de enterramiento.-	172
Tabla 8.10 Tiempos de vida útil del relleno sanitario.-	172
Tabla 8.11 Variables para dimensionamiento de la red de drenaje de lixiviados.-	176
Tabla 8.12 Tiempo de llenado del módulo M1.-.....	182
Tabla 8.13 Caudal de aporte de cada módulo.-.....	194
Tabla 8.14 Composición de los residuos recuperables.-.....	215
Tabla 10.1 Cómputo y presupuesto de la obra.-.....	232
Tabla 10.2 Costo de transporte expresado por tonelada de residuos para las 3 localidades del Consortio.-	234
Tabla 10.3 Costo de transporte al Relleno Sanitario de Santa Fe para las 3 localidades del Consortio.-	234
Tabla 10.4 Costo de ingreso al Relleno Sanitario de Santa Fe para las 3 localidades del Consortio.-	235
Tabla 10.5 Costo total de traslado al Relleno Sanitario de Santa Fe para las 3 localidades del Consortio.-	236
Tabla 10.6 Costo total de traslado al Relleno Sanitario de Santa Fe para las 3 localidades del Consortio expresado anualmente.-	237
Tabla 10.7 Ingresos obtenidos de la venta de energía.-	238
Tabla 10.8 Costos de ejecución del módulo 1.-.....	239
Tabla 10.9 Costos de ejecución de los sucesivos módulos.-	240
Tabla 10.10 Costos de recolección.-.....	241
Tabla 10.11 Costos de operativos del Complejo Ambiental.-.....	242
Tabla 10.12 Costos de campañas de educación y concientización de la población.-	242
Tabla 10.13 Costos operativos.-	243
Tabla 11.1 Cuota de devolución del préstamo.-	245
Tabla 11.2 Costos de campañas de educación y concientización de la población.-	246
Tabla 11.3 Indicadores económicos.-	246
Tabla 11.4 Beneficios extra de la venta de energía.-	247
Tabla 11.5 Aumento de la TGI para devolución del préstamo.-	248
Tabla 11.6 Aumento de la TGI para solventar costos operativos.-	248
Tabla 11.7 Aumento de la TGI para solventar costos de ejecución de módulos sucesivos de enterramiento.-	249
Tabla 11.8 Aumento total de la TGI.-	250

Tabla 11.9 Composición de materiales recuperados.-	251
Tabla 11.10 Precio de materiales recuperados.-	252
Tabla 11.11 Ganancias obtenidas de la recuperación de materiales.-	252
Tabla 11.12 Costos y Efectos del Tratamiento de Residuos.-.....	255
Tabla 11.13 Indicadores Costo-Efectividad del proyecto.-	256
Tabla 11.14 Indicadores Costo-Efectividad del proyecto para el año 2018.-	257

1. Resumen Ejecutivo |

El objetivo de este proyecto es lograr un correcto manejo de los residuos sólidos urbanos de las localidades de San José del Rincón, Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines, mediante su gestión integral.

Estas localidades conforman -según la Resolución Provincial N° 131- el Consorcio para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos del Área Metropolitana Corredor Ruta N° 1.

Con esto se busca proteger y racionalizar el uso de los recursos naturales a corto, mediano y largo plazo, así como minimizar los impactos negativos que los residuos puedan producir sobre el ambiente natural y antrópico, proteger y mejorar la salud y la calidad de vida de su población, y lograr una sustentabilidad y equidad intergeneracional.

La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) comprende básicamente las siguientes etapas:

1. Generación
2. Disposición inicial
3. Recolección y transporte
4. Tratamiento
5. Disposición final

Actualmente los residuos en las tres localidades son ubicados en Basurales a Cielo Abierto (BCA) desprovistos de protección contra inundaciones. La gran contaminación que significan estos BCA y la agresión que se produce con el volcado desregulado de residuos, así como la proliferación de todo tipo de vectores, es lo que da origen al proyecto. A su vez, la quema de residuos es una fuente constante de contaminación atmosférica, y el suelo y las aguas tanto superficiales como subterráneas se encuentran colmadas de sustancias contaminantes.

La Ley Provincial 13055 de “Basura Cero” fija los plazos para la erradicación definitiva de los basurales a cielo abierto, es decir, su clausura, remediación y reemplazo por una disposición final adecuada. La Ley Nacional 25916, también fija plazos para la adecuación de la GIRSU en todo el territorio nacional, e indica que a partir del año 2014 queda prohibido en todo el territorio nacional la disposición final de residuos domiciliarios en aquellos sitios que no cumplan con las disposiciones establecidas en dicha Ley. Vencidos todos los plazos que fija la Ley, es que el proyecto toma carácter de urgente.

Por otra parte, existe el problema de la alta dependencia de los hidrocarburos en la generación de energía. La energía generada por fuentes provenientes de combustibles fósiles -además de agotar un recurso no renovable- es generadora de gases de efecto invernadero. Es por esto que se resulta fundamental un cambio sustentable por fuentes de energía renovables.

En relación a esto, la Ley Provincial N°12503 declara de interés la generación y el uso de energías alternativas a partir de la aplicación de las fuentes renovables, y la Ley Nacional

N°27191 establece que el 8% de la matriz nacional de energía eléctrica sea aportada por fuentes de energías nacionales y renovables y alcanzar el 20% en el año 2025.

Esta problemática se cruza con otra situación igual o más compleja: se trata de la vulnerabilidad social de los sectores marginados de Recuperadores Informales. Se trata de un grupo de interés muy importante en el proyecto, ya que se ven muy perjudicados producto de estar en contacto permanente con los residuos. Su realidad es que contraen enfermedades de variada gravedad (cutáneas, oculares y respiratorias por los humos de la quema, etc.).

La GIRSU convoca a una serie de obras y un conjunto de actitudes de saneamiento. Todas las etapas de la Gestión actual serán revisadas, rectificadas -o ratificadas- y ajustadas según las capacidades del organismo encargado de llevar a cabo de la misma. Para lograr una Gestión íntegra será necesario incorporar etapas que no eran aplicadas previamente.

El desafío será entonces dar solución de manera conjunta a las ramas comunes de estas dos falencias de la comunidad, desarrollando para ellas un Proyecto de Saneamiento con ribetes sociales en cuanto a educación y capacitación, que genere el contexto para una aplicación exitosa, y de inclusión para los estratos sociales de interés.

Se define la incorporación de los Recuperadores Urbanos (RU) al Programa GIRSU a través de la formación de una cooperativa bajo el régimen de inclusión social, de manera de formalizar el trabajo de estas familias, estableciendo así condiciones dignas de trabajo y estabilidad laboral para este grupo.

Todo este proyecto sería un completo fracaso sin la implementación de campañas de información, educación y concientización acerca de la nueva GIRSU de manera de fomentar la colaboración por parte de los ciudadanos en su rol de generadores.

Se estima que el compromiso por parte de la población irá en aumento con el correr del tiempo y de la implementación de las campañas de concientización, de la incorporación gradual de los nuevos hábitos propuestos, y se logrará su transformación en generadores responsables y conscientes de su rol en el medio, de manera de garantizar el éxito del proyecto.

Resulta fundamental la elaboración del marco normativo que regule la GIRSU a nivel municipal y de consorcio.

Las acciones que se convertirán en el objetivo del proyecto -correspondientes a cada una de las etapas de la GIRSU- serán:

- Reducción en la generación.
- Clasificación en origen en 3 Categorías: materia orgánica, residuos recuperables, y residuos irrecuperables.
- Disposición inicial en cestos en altura, para disponer los residuos irrecuperables y materia orgánica en diferentes días, y en contenedores para residuos recuperables.
- Recolección optimizada, planificando los recorridos según las distintas zonas de la ciudad, diferenciada en días y horarios.

- Clasificación semi-mecanizada de materiales recuperables, para su posterior acondicionamiento y comercialización con empresas acopiadoras o recicladoras. Los materiales a clasificar básicamente son papel y cartón, vidrio, plástico y metales.
- Estabilización anaeróbica de materia orgánica - Biodigestión. Con la consecuente obtención de biogás, con el que se generará energía, la cual será vendida a la EPESF dentro del marco del *Programa de Prosumidores de la Provincia de Santa Fe*.
- Construcción de un Relleno Sanitario controlado en la ciudad de San José del Rincón, de operación semi-mecanizada, para la disposición de la fracción irrecuperable de los residuos.

Para ello se construirá un Complejo Ambiental donde alojar todas las unidades para el procesamiento y disposición final de RSU. Dentro del complejo se instalará la Planta Clasificadora de residuos, los Biodigestores para el tratamiento de la fracción orgánica, el Relleno Sanitario y el equipo de Biodiscos para el tratamiento de lixiviados y licor sobrenadante del proceso de biodigestión. Se realzará el diseño y dimensionamiento de todos los elementos componentes del tratamiento de RSU.

Como complemento de las instalaciones descritas se construirán oficinas administrativas, vestuarios, instalaciones sanitarias, taller para mantenimiento de máquinas y vehículos, y control de ingreso y egreso.

Una de las medidas más importantes -complementarias a este proyecto- consiste en la eliminación y remediación de los Basurales a Cielo Abierto (BCA) de las tres localidades del Consorcio.

1.1. Componentes del Complejo Ambiental

1.1.1. Planta de tratamiento de RSU

Se trata de un galpón de estructura metálica, cuyas dimensiones en planta son 21 [m] de ancho por 35 [m] de largo, con el fin de albergar los equipos para la clasificación y tratamiento de los residuos. Este equipamiento consiste en:

- Tolva de recepción, cuya capacidad es de 12 [m³].
- Cinta clasificadora, de 16 [m] de largo.
- Prensas para acondicionamiento de los materiales recuperados para comercialización.
- Balanza.
- Zona de acopio.

Se estima para el periodo de diseño, una capacidad de procesamiento de 28,69 [tn] diarias de RSU.

1.1.2. Biodigestores

Las instalaciones para el tratamiento de la fracción orgánica de los RSU (foRSU) consisten en 2 módulos de 2 digestores anaeróbicos dispuestos en serie cada uno, de 6 [m] de

diámetro y 9 [m] de alto, con gasómetros hinchables para el almacenamiento de parte del biogás generado en ellos.

Para poder ingresar en los reactores, la materia orgánica debe pasar por un proceso de acondicionamiento que consiste en la molienda, incorporación de agua y calor, y sedimentación de partículas indeseadas.

El biogás obtenido será purificado para garantizar la durabilidad de los equipos de generación de energía.

Para una cantidad diaria estimada de 9,20 [tn] de foRSU, se prevé una generación de 918,45 [m³] de biogás diariamente.

1.1.3. Generación de energía

El biogás será utilizado como combustible en dos micro-turbinas dispuestas en paralelo, para la cogeneración de energías: energía eléctrica y calor. La primera será vendida, mientras que la segunda se aprovechará en el proceso de biodigestión.

La cantidad de energía generada para la fracción orgánica indicada se estima para el inicio del periodo de diseño en 581,11 [kWh/día], y en 1401,10 [kWh/día] para el final del mismo.

1.1.4. Relleno Sanitario

Consiste en la creación de una estructura de alojamiento definitivo para los residuos que no han podido ser separados en el tratamiento previo, o para los residuos que directamente no tienen posibilidad de ingresar a un mercado secundario (residuos irrecuperables).

Este elemento debe considerar las operaciones necesarias para que el alojamiento de estos residuos sólidos urbanos genere el menor impacto posible en el medio; por lo tanto, la estructura civil proyectada es solo una parte de la solución propuesta. La operación del Relleno Sanitario se denomina Gestión Ambiental, y consiste, justamente, en todas las actividades que buscan controlar los impactos de los residuos en los factores del medio natural y antrópico, y deben ser atendidas de forma periódica y estructurada.

Para su diseño y determinación de vida útil, se ha considerado la *tasa diaria de generación de residuos per cápita* para cada año estimado de servicio.

Todos los elementos de Gestión Ambiental, como drenes conducción y captación de líquidos lixiviados, fosa de extracción, instalaciones de depuración de líquidos, chimeneas de venteo de gases, etc.- se han diseñado considerando variaciones en las condiciones supuestas, de manera que su rendimiento se mantenga siempre sobre un nivel mínimo de seguridad y funcionalidad.

El Relleno Sanitario consiste principalmente de las siguientes unidades, que han sido analizadas en el documento

- Caminos perimetrales permanentes: de suelo cal, para permitir transitabilidad aun con malas condiciones climáticas;
- Barrera forestal: para controlar la propagación de olores, voladuras de materiales y disminuir el impacto paisajístico negativo;

- Desagües pluviales; para evacuar rápidamente los excedentes pluviales, tanto dentro del módulo de enterramiento como fuera de él;
- Módulo de enterramiento: dentro del predio de aproximadamente 6 hectáreas, se proyectaron 4 módulos de enterramiento con un tiempo de vida útil combinada estimada en 14 años. Cada uno consta de:
 - o Terraplenes de anclaje de las membranas
 - o Base impermeable del módulo de enterramiento
 - o Drenes de lixiviados
 - o Fosas de lixiviados
 - o Capa de drenaje
 - o Chimeneas de gases
 - o Coberturas diarias, intermedias y final
 - o Cercos móviles para partículas volantes
 - o Altura total de enterramiento de 9,30 metros
- Instalaciones de depuración de líquidos lixiviados: con la capacidad suficiente para tratar los líquidos generados en el módulo para la máxima precipitación prevista;
- Sistema de control de propagación y extinción de incendios: respetando distancias mínimas y elementos de seguridad;
- Operación del Relleno Sanitario: consta de las operaciones que se deben efectuar para disponer los residuos dentro del módulo y controlar sus impactos en el medio.

1.1.5. Depuración de líquidos lixiviados: sistema de Biodiscos

Una de las instalaciones más importantes para la Gestión Ambiental del relleno sanitario son las de depuración de líquidos lixiviados.

Para efectuar el volcado de cualquier líquido sobre un cuerpo corriente de agua superficial, debe cumplirse lo establecido en las leyes de volcado. Para lograr niveles legalmente aceptables, y realizar el volcado de las aguas tratadas en la Laguna Setúbal, se diseñó un sistema de biodiscos, cuyas características -gran superficie específica, bajo nivel de olores y ruidos, bajo consumo de energía, bajo nivel de mantenimiento, entre otras- lo hacen ideal teniendo en cuenta su localización y cercanía con centros urbanos.

Se planteó una construcción modulada, coherente con la construcción de los módulos de enterramiento, dando como resultados unidades de 4,70 metros de ancho por 14,00 metros de largo, con discos de 3,60 metros de diámetro y paredes de hormigón.

Este sistema de tratamiento procesa un caudal máximo de 0,953 metros cúbicos por hora, y produce la reducción en la carga contaminante (DBO5), llevándola de 7000 a 400 miligramos de oxígeno por litro en un tiempo de retención hidráulica de 69 horas.

Luego de la depuración, un sistema de bombeo conduce las aguas tratadas hacia la Laguna Setúbal, donde se produce la dilución de las mismas.

1.2. Evaluación Financiera

La inversión inicial de la obra tiene un costo de aproximadamente \$94 millones, de los cuales \$56 millones estarán a cargo de la Provincia y serán de carácter no reintegrable -en concepto de expropiación y acondicionamiento del terreno-, y los restantes \$38 millones necesarios para la ejecución de la obra, serán financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Este préstamo será devuelto gracias a los ingresos obtenidos de la venta de energía eléctrica, en cuotas semestrales durante 24 años, a una tasa del 1,85%.

Con estos mismos beneficios se podrán solventar además parte de los costos operativos, que comprenden los costos de recolección, los costos relativos al funcionamiento del Complejo Ambiental, y los costos de campañas de educación y concientización. Pero será necesario para poder hacer frente a la totalidad de dichos costos, incrementar la TGI.

Para ello se calcularon aumentos mensuales de entre \$150 y \$165 aproximadamente.

No se considerarán para la evaluación financiera los ingresos obtenidos por la venta de materiales recuperables, debido a que este dinero será repartido entre los integrantes de la cooperativa. Este ingreso -cuyo valor ronda los \$5400 diarios- será considerado como un beneficio extra del proyecto.

Aun así, los indicadores financieros VAN, TIR y B/C, revelan que el proyecto es económicamente rentable, tal como se muestra en la *Tabla 1.1*.

Indicador	Valor	Condición
VAN	8656605,95	Se acepta el proyecto
TIR	13,32%	Se acepta el proyecto
B/C	1,62	Se acepta el proyecto

Tabla 1.1 | Indicadores económicos.-

1.3. Análisis Costo-Efectividad (ACE)

Este proyecto bien podría ser analizado utilizando un indicador que frecuentemente se emplea para estudiar proyectos relacionados a la salubridad de una comunidad. En este caso, como la finalidad del proyecto involucra un aumento en la calidad de vida de los ciudadanos, sería aplicable considerando, entre otros efectos posibles:

Indicador	Valor
Costo / tonelada procesada de residuos	500684.47
Costo / tonelada de residuos reciclables recuperados	5270362.86
Costo / tonelada de residuos con disposición final en relleno sanitario	827577.64
Costo / metro cúbico de gas metano obtenido	68.58
Costo / kilowatt hora de energía recuperada	44.95

Tabla 1.2 | Indicadores de Costo-Efectividad del proyecto.-

Lo que expone la *Tabla 1.2*, corresponde al año 2018, que se considera como el año de inicio de explotación del Complejo Ambiental. Con el correr de los años, los valores de los indicadores se reducen levemente.

2. Introducción |

En el siguiente documento reflejará el estudio de la problemática de los Residuos Sólidos Urbanos en la ciudad de San José del Rincón, extrapolando los resultados al resto de las localidades del Corredor de la Costa, Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines.

Luego del análisis de la situación, se barajarán opciones para lograr una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) actualizada, acorde a las necesidades de las comunidades locales. El objetivo principal será reducir los impactos inevitables de los residuos en el medio, y con ello alcanzar una mejora en las condiciones socio-ambientales y de salubridad de la población; también se buscará poner en conocimiento a la ciudadanía acerca de la posibilidad de generación de energías alternativas a partir de una correcta manipulación y procesamiento de los residuos, contribuir al crecimiento de un mercado secundario de materiales recuperables, y, en definitiva, lograr una generación responsable y consciente de residuos.

Dentro de todos los componentes de una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, centraremos nuestra atención en los aspectos principalmente estructurales; no obstante, la GIRSU no debe verse como operaciones y/o actividades restringidas al ámbito de la Administración Pública, sino que los ciudadanos son los actores fundamentales, teniendo un rol determinante desde las primeras etapas del Plan.

Desde otro punto de vista, el carácter ilegal apremia con respecto al tratamiento y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos, lo que obliga a considerar, al mismo tiempo que los aspectos técnicos, económicos y ambientales, los condicionantes legales que tiene la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos actual.

2.1. Marco Conceptual

A lo largo del desarrollo de este documento, se hará mención repetidamente de algunos conceptos que sería valioso tener claros desde el punto de partida. El mundo de la Gestión de Residuos es bastante amplio y estudiado a nivel mundial -e incluso nacional-, por lo que también se utilizarán sinónimos que han sido observados en distintas fuentes y que ciertamente sirven para transmitir la información al lector. Una selección de los términos más utilizados se menciona a continuación.

Basural a Cielo Abierto (BCA)

Es el predio sobre el cual se vuelcan los Residuos Sólidos Urbanos de una ciudad o pueblo. Este predio no cuenta con ningún tipo de control sobre los impactos que produce en el lugar: no existe control de líquidos lixiviados, de emanación de gases, de vectores, de partículas volantes, etc. Esta característica es fundamental al momento de diferenciarlo de un Relleno Sanitario Controlado. Es una importante fuente de contaminación y riesgo para la salud pública, debido a la contaminación de acuíferos, atmosférica, paisajística, de suelos, y frecuentemente, a causa de la quema de los desechos, se produce la reducción de visibilidad por presencia de humos -alto riesgo para la circulación vehicular-.

Biodegradable

Un compuesto que puede ser degradado o convertido en compuestos más sencillos por los microorganismos existentes en la naturaleza, en tiempos normalmente cortos.

Biodigestión

Descomposición anaeróbica de la materia orgánica.

La digestión anaerobia es un proceso microbiológico complejo en ausencia total de oxígeno a través del cual la materia orgánica se degrada progresivamente, por una población bacteriana heterogénea hasta transformarse en biogás y un efluente conocido como biol. Este proceso en condiciones controladas, recurriendo a la agitación, mantiene los parámetros necesarios para que la digestión se efectúe de manera más provechosa, en comparación con un proceso sin control, el cual daría origen a olores nauseabundos y perniciosos, así como al desarrollo de vectores. A su vez, de esta manera la digestión se retardaría debido a la acumulación de espuma y productos intermedios de descomposición, además de producirse un licor sobrenadante turbio, abundante en sólidos en suspensión.

Mediante la digestión controlada los tiempos se reducen al mínimo, además de evitarse los inconvenientes relacionados a la acumulación de espuma o la producción de un licor sobrenadante en malas condiciones. Se evita también el mal olor, asegurando la obtención de un producto final relativamente estable.

Para conocer la cantidad de energía que se obtiene de la oxidación de la materia orgánica es necesario establecer una relación que involucre el sustrato, los productos y la energía que se produce durante la conversión de uno a otro. La producción total de gas depende fundamentalmente de la cantidad de alimento consumido por las bacterias o, dicho de otra forma, de la cantidad de sustrato eliminado en el proceso. Dicho sustrato suele expresarse habitualmente por la demanda de oxígeno (normalmente DQO y DBO₅), y por los sólidos

volátiles. Teniendo en cuenta la heterogeneidad en la composición del sustrato se entiende que la cantidad de biogás que se puede producir dependerá de su composición, pero en general, en condiciones normales de funcionamiento del reactor, oscila entre 0.44 y 0.75 m³ por cada kg de materia volátil destruida, en función de las características del sustrato.

Este proceso se desarrolla dentro de un biodigestor, es decir, un contenedor cerrado, hermético e impermeable denominado reactor, dentro del cual se deposita material orgánico a fermentar, diluido en una determinada cantidad de agua, para que, a través de la fermentación anaerobia, se produzca biogás y abono.

Los biodigestores se pueden clasificar según sea su flujo: continuo, semi-continuo o discontinuo.

En la mayoría de los casos, se adopta un sistema continuo en donde el barro crudo ingresa al mismo al menos una vez al día, mientras que un volumen aproximadamente igual de licor sobrenadante es extraído a la salida del proceso.

Existen en su forma más general, dos tipos de digestores: de única etapa y de dos etapas.

En los de única etapa se realizan en un solo tanque todas las funciones inherentes a la marcha: entrada de barros crudos, salida de barros digeridos, salida de licor sobrenadante y salida de gases. Si el tanque es de cubierta fija es entonces menester equilibrar casi exactamente las operaciones simultáneas de entrada de barros con la salida del licor sobrenadante y barros digeridos, con el objeto de evitar la posibilidad de que se produzca una cierta depresión, merced a la cual podría entrar aire al sistema y formar atmósferas explosivas peligrosas. Esta operación es, por naturaleza, dificultosa ya que requiere mucho cuidado llegar al equilibrio de flujos, y además trae aparejada la posibilidad de que se produzcan cortocircuitos, es decir, en lugar de barros digeridos o licor sobrenadante, de que se extraiga el mismo barro crudo con que se está alimentando el digestor. Normalmente esta falla no ocurre dada la gran masa de líquido dentro del digestor, comparada con el caudal que entra o sale, que hace que se produzcan estratos de relativa quietud que posibilitan realizar la operación exitosamente. De todas maneras existe la posibilidad de que se produzcan dichos cortocircuitos, y lo mejor resulta adoptar otro tipo de digestor que evite estas dificultades: se trata del digestor de cubierta móvil. Éste soluciona de forma adecuada las dificultades mencionadas ya que la cubierta móvil, que en esencia no es más que un vaso invertido encerrando un cierto volumen gaseoso, se eleva o desciende cuando se agregan o extraen barros digeridos, así como también siguiendo las fluctuaciones de producción y salida de gases de digestión, manteniendo siempre presión positiva en el sistema.

Por otro lado los sistemas de digestión en dos etapas constan de dos digestores en serie. El primero, denominado digestor primario, es de cubierta fija, la cual se fabrica en acero u hormigón armado. Allí se lleva a cabo la mayor parte de la digestión con gran desprendimiento de gases, a veces en forma tumultuosa. El segundo tanque, denominado digestor secundario, donde se lleva a cabo la última fase de la digestión, lleva una cubierta móvil o flotante, que hace las veces de gasómetro. El trasvase de barros de un tanque a otro se realiza por simple desnivel.

El funcionamiento general de este sistema es el siguiente: los barros crudos son introducidos diariamente al digestor primario y automáticamente se produce un trasvase de barros semi-digeridos al digestor secundario. De este último se extrae el licor sobrenadante

-ya sea por bombas o por simple desborde-, y los barros digeridos. Los líquidos de digestión nunca se ponen en contacto directo con la cubierta, quedando siempre -aun en el digestor primario de cubierta fija- un espacio para los gases. Los gases producidos en el digestor primario se transportan al secundario de modo que la campana que constituye la cubierta de éste último sirve de colector para todos los gases producidos en el sistema, desarrollando al mismo tiempo una presión efectiva que se mantiene relativamente constante en todo momento en ambos tanques y en todos los conductos, aun durante el agregado o extracción de barros o gases.

Este sistema tiene, en especial para grandes volúmenes, las ventajas dependientes de la cubierta móvil; y en segundo lugar, y en este reside la ventaja sobre la digestión en etapa única, se obtiene una digestión más acabada. Esto significa un mayor rendimiento de gases, un barro digerido más estable y también un licor sobrenadante con menor cantidad de sólidos en suspensión. Además, como el volumen necesario para una cantidad de sólidos dada a digerir diariamente es el mismo ya sea empleando un sistema de una o dos etapas, emplear un sistema de digestión en dos etapas se traduce en una ventaja económica por el hecho de que sólo es necesario un tanque de cubierta móvil por cada dos tanques, la cual es apreciablemente más costosa que una fija. Por otra parte, el digestor primario estará provisto de calefacción para garantizar una actividad bacteriológica constante, a diferencia del segundo donde ya no resulta necesario. Esto resulta también en una ventaja por sobre el sistema de una sola etapa, ya que a igualdad de volumen la calefacción necesaria para suplir las pérdidas calóricas será doble en un sistema de etapa simple.

Proceso de biodigestión

La digestión anaerobia está caracterizada por la existencia de tres fases diferenciadas en el proceso de degradación del sustrato: hidrólisis, acidogénesis y metanogénesis, las cuales constituyen 4 etapas: hidrolítica, acidogénica, acetogénica, metanogénica. Este proceso depende de las interacciones de las poblaciones microbianas que coexisten, lo cual es muy importante conocer para permitir la prevención de fallas en el sistema. Estas bacterias se denominan hidrolíticas, fermentativas y metanogénicas.

En la fase inicial el barro es de aspecto propiamente fangoso y de color gris. La pequeña cantidad de gas que se produce consiste principalmente en anhídrido carbónico y posiblemente algo de hidrógeno. En las fases intermedias y final, el barro se hace de aspecto granular y de color negro. El gas producido contiene un alto porcentaje de metano.

Cuando la digestión se lleva a cabo de forma discontinua, las distintas fases pueden ser fácilmente observables. En las operaciones continuas estas tres fases se realizan simultáneamente y, bajo condiciones favorables, la etapa inicial pasa desapercibida.

Fases de la Biodigestión

a) Hidrólisis

Es el primer paso del proceso, e implica la transformación catalizada por enzimas de compuestos de masas moleculares más altas a compuestos aptos para ser utilizados como fuente de energía y de tejido celular. En esta etapa los polímeros orgánicos complejos son degradados por un grupo de bacterias facultativas.

b) Acidogénesis

Es el segundo paso, e implica la conversión bacteriana de los compuestos resultantes del primer paso en compuestos intermedios identificables de masa molecular más baja. Esta etapa comprende la degradación de sustancias intermedias hasta ácidos volátiles u otros compuestos sencillos y hasta ácido acético, también a cargo de bacterias facultativas.

c) Metanogénesis

El tercer y último paso implica la conversión bacteriana de los compuestos intermedios en productos finales sencillos, principalmente metano y dióxido de carbono, debido a la acción de bacterias metanogénicas. Estas bacterias son estrictamente anaerobias y muy sensibles a tóxicos inhibidores. Este proceso se realiza de dos formas: metanogénesis acetoclásica y metanogénesis hidrogenófila.

Etapas de la Biodigestión

I. Etapa hidrolítica

Los compuestos orgánicos complejos como lípidos, proteínas e hidratos de carbono, son despolimerizados por acción de enzimas hidrolíticas en moléculas solubles y fácilmente degradables como azúcares, ácidos grasos de cadena larga, aminoácidos, alcoholes, etc. Se trata de un proceso enzimático extracelular, y las bacterias responsables de su generación son las bacterias hidrolítico-acidogénicas.

II. Etapa acidogénica

Los compuestos solubles obtenidos de la etapa anterior se transforman en ácidos grasos de cadena corta (ácidos grasos volátiles), como ácidos acéticos, propiónico, butírico y valérico, principalmente.

III. Etapa acetogénica

Los compuestos intermedios son transformados por las bacterias acetogénicas. Como principales productos se obtiene ácido acético, hidrogeno y dióxido de carbono. El metabolismo acetogénico es muy dependiente de las concentraciones de estos productos.

IV. Etapa metanogénica

Constituye la etapa final del proceso, en el que compuestos como el ácido acético, hidrogeno y dióxido de carbono son transformados en metano y dióxido de carbono. Se distinguen dos tipos principales de microorganismos: los que degradan el ácido acético (bacterias metanogénicas acetoclásicas) y los que consumen hidrogeno (metanogénicas hidrogenófilas). La población metanogénica es anaeróbica estricta y es muy versátil en su alimentación, convirtiendo una amplia gama de productos terminales de la fermentación a metano. La principal vía de formación del metano es a través de las bacterias metanogénicas acetoclásicas, que producen alrededor del 70% del metano. Los ácidos causan inhibición de esta fase, así como también varias sustancias tóxicas como metales pesados, cadmio, cobre, cromo, níquel, plomo y zinc.

Factores ambientales que afectan a los microorganismos

- pH

El rango de pH óptimo para una buena digestión se encuentra alrededor de valores neutros. Por debajo de pH 6.2 la supervivencia de los microorganismos productores de metano es imposible y por consiguiente, cuando en un digestor se alcanza este pH, la digestión puede considerarse como interrumpida. El control del pH determinara si los distintos procesos se realizan satisfactoriamente. El fango digerido tiene un pH comprendido entre 7 y 8. Por encima de este valor, el compuesto alcalino se encuentra en proporciones excesivas, y la carga corre riesgo de putrefacción.

Por otro lado la digestión también puede efectuarse satisfactoriamente con una elevada alcalinidad en bicarbonatos aunque el valor del pH esté por debajo de 7, ya que lo que tiene influencia sobre el proceso es la alcalinidad total del barro.

Es un hecho evidenciado por la experiencia que cuando una planta es puesta en marcha es ventajoso ajustar el pH a un valor cercano a 7, por medio del agregado de cal, teniendo siempre la precaución de mezclarla perfectamente con el contenido del tanque, pues de lo contrario se producirá la coagulación de parte del barro, depositándose en el fondo del tanque, con lo cual el ajuste de pH deseado no se habrá logrado. Además, el barro depositado será muy alcalino y su digestión se retardará.

En una planta de tratamiento de barros cloacales, el pH o la alcalinidad se mantiene por sí mismo, mientras las unidades digestoras no son sobrecargadas, si se ha establecido una buena digestión. En cambio si se trata de RSU, hay más tendencia del medio a acidificarse, por lo cual es necesario el agregado frecuente de cal. O bien, se evita esa acidificación efectuando el tratamiento combinado de RSU y barros cloacales con una relación de las respectivas materias volátiles de, por ejemplo, 1 a 1.

- Ácidos volátiles

La concentración de ácidos volátiles tiene una gran importancia en el proceso de la digestión, ya que puede llegar a acidificar el fango provocando la falla del proceso. El aumento de esta concentración puede producirse por sobrecarga de alimentación, o por inhibición de las bacterias metanogénicas. En consecuencia, el parámetro de control es la llamada relación ácidos volátiles/alcalinidad, estando su valor óptimo entre 0 y 0.1.

- Siembra

Es la operación que consiste en inocular el barro crudo con barro maduro, que ya ha pasado la descomposición inicial y está en la etapa alcalina. Un barro completamente estabilizado o ya depositado no es tan efectivo como un barro de digestión que recién ha entrado en la tercera etapa de descomposición. El licor del digestor o sobrenadante tiene también valor como material de siembra ya que posee gran número de microorganismos favorables, y al mismo tiempo constituye, debido a las sales que contiene disueltas, una solución de elevado poder buffer o tampón químico, esto es, que puede oponerse a grandes cambios de pH en una solución.

Para efectuar la siembra en digestores continuos debe haber en el tanque, en todo momento, una cantidad de barro maduro de diez a veinte veces la cantidad de barro crudo agregado diariamente. Esta relación variará en función de la edad y del contenido de sólidos

del barro de siembra. Sin embargo, la simple procedencia del barro de siembra no es suficiente para obtener una buena digestión, si no que será necesario que el mismo sea perfectamente mezclado con el barro crudo durante su incorporación, o inmediatamente después de ser introducido. De lo contrario el barro crudo formará “bolsones”, o ascenderá a la superficie y formará una espesa capa de espuma, lo que producirá que la digestión se vea muy retardada.

- Edad del sustrato

La digestión se producirá con mayor facilidad si el sustrato es introducido en el digestor en las condiciones más frescas posibles. De esta forma se evita el predominio de la etapa ácida inicial de la fermentación. Es ventajoso, por tanto, bombear el barro crudo al digestor a intervalos frecuentes, sin dar lugar a un período indebidamente prolongado de almacenamiento.

- Potencial Redox

Es un indicador de la presencia de oxígeno. El valor óptimo para el proceso se encuentra por debajo de los -350mV.

- Humedad

Se requiere una humedad mayor al 75% para garantizar la efectividad del proceso.

- Nutrientes

Para el buen desarrollo del proceso biológico es imprescindible la presencia de macro y micronutrientes en concentraciones adecuadas.

- Estabilidad

Debe existir una correlación entre las distintas etapas que se desarrollan, y entre las velocidades a las que se dan las mismas, de manera de garantizar las cantidades a digerir en cada paso y no generar acumulaciones que inhibirían el proceso.

- Temperatura

La velocidad de digestión es notablemente influenciada por la temperatura. Debido a la baja velocidad del proceso de digestión, suele aplicarse calor para acelerar las reacciones químicas implicadas, ya que a mayor temperatura, el proceso se da a mayor velocidad. Sin embargo existen rangos de temperatura en función de las bacterias que realicen el proceso. En la gama de las temperaturas de 14°C a 65 °C, las bacterias mesófilas mantienen su actividad hasta los 35°C. Por encima de esta temperatura desaparecen las condiciones adecuadas para su existencia, y a partir de este momento dejan paso a las bacterias que se adaptan más al calor, son las llamadas bacterias termófilas, cuya formación exige un periodo de puesta en actividad especial. La temperatura óptima para las bacterias mesófilas ronda los 35°C, y para las termófilas 55°C. La mayoría de los digestores funcionan en la gama mesofílica. Este parámetro es fundamental para la determinación del tiempo de retención del sustrato dentro del biodigestor, y en consecuencia su volumen. La digestión termofílica permite una permanencia menor en los tanques, pero debido a su sensibilidad a los cambios de temperatura no es aconsejable, ya que requiere un gran control.

- Tiempo de retención

Se trata del tiempo que permanecen los residuos dentro del reactor, sujeto a la actividad de los microorganismos. Cuanto más tiempo permanezca el residuo dentro del reactor, habrá más degradación de la materia con la consecuente mayor generación de biogás. El tiempo necesario para la estabilización de los fangos es función de la temperatura de digestión, tal como se puede ver en la *Figura 2.1*. Existe un tiempo de retención crítico por debajo del cual se inhibe la digestión como consecuencia del arrastre de las bacterias metánicas, las cuales tienen un crecimiento muy lento. El porcentaje de regeneración de estas bacterias es de aproximadamente 10 días a 35°C. Por debajo de este tiempo la producción de metano cae rápidamente, cesando completamente el proceso de 3 a 4 días. A este valor se le llama “tiempo mínimo de retención de sólidos”.

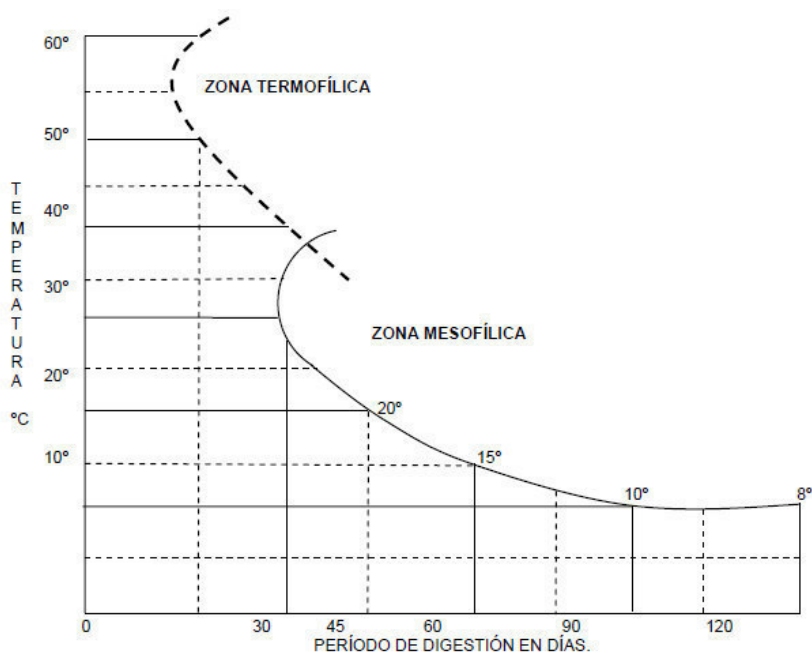


Figura 2.1 | Efecto de la temperatura en la digestión anaerobia.-

Este gráfico fue determinado por el Profesor G.M. Fair y el Dr. N.W. Moore en el año 1934 y es la expresión del valor medio de los resultados de sus propias experiencias y de las obtenidas por otros 8 autores, tales como Rudolf, Imhoff, Baily y otros. El término de la digestión se fijó en base a la obtención del 90% de los gases propios de etapa.

El gráfico muestra dos zonas características: una de alta temperatura, de digestión termofílica, y otra de temperaturas moderadas llamada de digestión mesofílica. Como unidad de tiempo se ha tomado el correspondiente a 25° C y a los efectos de aplicación puede aceptarse sin mayor error como representado por 35 días.

- Agitación

Es fundamental efectuar una buena agitación para lograr una correcta digestión controlada. Además de ser un medio para obtener buena recirculación del barro crudo, romper o prevenir la formación de espumas, y ayudar al ajuste del pH, tiene la importante ventaja de asegurar una buena transmisión calórica de los serpentines al contenido del digestor y distribuir uniformemente el calor a través de todo el tanque, manteniendo una homogeneidad térmica. Por otro lado, la producción de gases se hace mayor y más uniforme, pues obliga a los mismos a escapar tan pronto como sean generados. También se logra, a través del movimiento que se produce dentro del digestor por acción del mezclado,

reducir los tiempos de la digestión. Es clave para posibilitar el contacto entre los microorganismos y el residuo, y distribuir este alimento de manera uniforme dentro del reactor, además de evitar la estratificación que se produciría en caso de no incorporar el mezclado. Esta estratificación se puede interpretar -de abajo hacia arriba- como: fango digerido, fango de digestión, sobrenadante, capa de espumas y gases de digestión.

- **Concentración de los sólidos**

Cuanto mayor sea la concentración de sólidos en los barros crudos que entran en el digestor, menor será el líquido sobrenadante a manipular. Así mismo las pérdidas calóricas y los costes de bombeo se reducen, así como el volumen necesario del tanque. Por lo tanto, es ventajoso introducir los barros crudos en la forma más concentrada posible. De experiencias previas se ha demostrado que entre un 7% y 9% de sólidos totales en los barros crudos se produce una digestión aceptable. En una primera etapa de decantación, los sólidos en suspensión se reducen alrededor de un 60%, y la DBO un 30% aproximadamente. Posteriormente, en el tratamiento biológico se puede llegar a eliminar hasta el 95% de los mismos índices. En consecuencia, el fango residual contiene entre 1% y 10% de sólidos.

Dificultades de operación

Las dificultades más importantes que suelen presentarse durante la marcha de un biodigestor, son las siguientes:

- **Formación de un pesado manto espumoso**

Con el término espuma se designa al material que flota sobre la superficie del digestor. Consiste generalmente en grasa y otras sustancias de bajo peso específico, como así también partículas sólidas más pesadas mantenidas en suspensión por burbujas del gas producido en el digestor. Si esta espuma no es agitada, irá espesándose progresivamente hasta llegar a contener más de un 20% de sólidos: crecerá en altura, taponando la salida de la tubería del sobrenadante o impidiendo la libre salida del gas. La digestión del material contenido en la capa de espuma se verá considerablemente retrasada debido al elevado contenido de sólidos, y a la formación de bolsones de barro crudo dentro de la misma, que no se ponen en contacto con el barro en digestión de las porciones inferiores del tanque.

Suele suceder que gruesas capas de espuma, después de períodos prolongados, se hundieren repentinamente arrastrando consigo los serpentines de calefacción y arrancado de las ménsulas que los soportan. La misma dificultad se ha producido al intentarse extraer barro del fondo, descendiendo así el nivel de líquido al punto de quedar la espuma soportada por los serpentines.

Se ha observado que todos los intentos de forzar a la espuma a entrar en digestión sumergiéndola con diversos dispositivos, no han tenido éxito. La única solución efectiva para prevenir la formación de espuma pesada mediante una adecuada agitación, con lo cual las burbujas gaseosas se desprenden de los sólidos a los cuales están adheridos, manteniéndolos en suspensión, haciendo que caigan y se pongan en íntimo contacto con el barro de siembra, y acelerando así la digestión de esas partículas.

- Formación de una espuma liviana (*Foaming*)

Se trata de la formación de una especie de espuma liviana denominada *foam* en inglés, que se eleva sobre el nivel de líquido dentro del digestor. Contrariamente a lo que sucede con la espuma pesada antes descrita, ésta se presenta en las paredes del tanque o por las aberturas de la cubierta. La formación de este tipo de espuma generalmente ocurre cuando hay deficiencia de barros de siembra, siendo frecuente encontrarla cuando se pone en marcha un digestor o cuando se produce una sobrecarga. Generalmente es acompañada por una reacción ácida del medio, sin embargo puede haber formación de espuma alcalina inmediatamente después de haber agregado cal a un digestor ácido, o bien cuando un digestor frío se calienta hasta las condiciones óptimas. En cualquiera de estos casos, esta espuma liviana se forma debido a una repentina gasificación de barros crudos o parcialmente digeridos, normalmente bajo condiciones desfavorables a la digestión que se está llevando a cabo. La espuma que se genera cuando un digestor es puesto en marcha es generalmente de corta duración, y puede ser fácilmente controlada si la temperatura es favorable, y el pH debidamente ajustado. Si la espuma se produce debido a una sobrecarga, la única solución posible es reducir la carga. En cualquier caso resulta importante proceder a una adecuada agitación, ya que de esta manera se apresura el proceso y obliga a los gases a abandonar el digestor más rápidamente, de modo de que la formación de esta espuma es reducida al mínimo o, en el mejor de los casos, eliminada.

- Formación de un licor sobrenadante turbio, con elevada proporción de sólidos

La calidad del licor sobrenadante descargado del digestor depende principalmente del tipo y naturaleza química de los barros tratados. Hasta ciertos límites ésta no puede ser controlada, salvo en casos de prolongados períodos de digestión. En aquellos digestores donde se tratan, por ejemplo, efluentes cloacales, residuos de la industrialización de caña, o barros activos, el contenido de sólidos en el sobrenadante es considerablemente mayor que en aquel donde se digieren barros cloacales domésticos provenientes de un tratamiento de sedimentación primaria. Sin embargo, es posible mantenerlo controlado mediante un diseño y operación apropiados de la unidad digestora, con lo cual el contenido de sólidos y la DBO del licor sobrenadante son reducidos al mínimo. Son importantes en este sentido, medidas como por ejemplo: proveer de una adecuada capacidad de digestión, introducir el barro crudo suficientemente concentrado, evitar cortocircuitos, e implementar la digestión en distintas etapas.

En Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales provenientes de efluentes cloacales, el licor sobrenadante puede ser retornado a los líquidos cloacales que ingresan al digestor sin inconvenientes, siempre que el contenido total de sólidos se encuentre por debajo de 0,3 a 0,5%. De lo contrario podría provocar acciones sépticas en el decantador primario, e interferir con las etapas secundarias del tratamiento. En el tratamiento de RSU, por el contrario, es aceptable una mayor proporción de sólidos, ya que este licor puede ser utilizado como líquido para la molienda, y no existen períodos prolongados de estacionamiento de barros crudos, de modo que pueda darse lugar a principios de putrefacción.

- Digestión incompleta, con la consiguiente producción de un material final putrescible

La obtención de un producto final putrescible debido a una digestión incompleta, puede ser causado por la insuficiencia del volumen del digestor, o bien por un control deficiente. Tal como en el caso de la formación de espumas, la implementación adecuada de agitación es

de gran ayuda para producir una buena inoculación o siembra de los cienos crudos entrantes, de modo de que la digestión sea más rápida y completa.

Controles a efectuar

De lo expuesto anteriormente se deducen una serie de determinaciones a implementar, de manera de garantizar la correcta marcha del digestor, y poder así prevenir o solucionar eventuales dificultades que puedan presentarse.

- Control de temperatura

Se debe tener controlada la temperatura del líquido en digestión, mediante el uso de termómetros a diversas alturas del digestor. La variación admisible se da muy pocos grados por encima o por debajo del punto óptimo, ya que los microorganismos son muy sensibles a los cambios de temperatura, tal como se expresó anteriormente.

- Control de pH

Se debe tener un estricto control del pH, y de la formación de las espumas mencionadas.

- Control de ácidos volátiles

Se deben hacer determinaciones periódicas de ácidos volátiles. Estas determinaciones pueden ser utilizadas exitosamente para predecir la proximidad de condiciones que retarden la digestión. Una variación fuera de lo normal del contenido de ácidos volátiles advierte sobre la posibilidad de un trastorno en la marcha de la digestión mucho antes que una variación de pH, una disminución en la producción de gas, o formación de espumas, lo cual indica en realidad que la dificultad ya se ha producido. Un valor de 1200 a 2000 ppm puede ser considerado normal, sin embargo es factible determinar la concentración óptima para cada planta. Si la concentración de ácidos volátiles excede los valores aconsejados, y determinaciones consecutivas indican un aumento de la misma, se deberá tomar alguna de las siguientes medidas:

- ✓ Desviar parte de los barros crudos hacia otros digestores, disminuyendo así el aumento de ácidos volátiles por reducción de la carga cruda.
- ✓ Hacer circular material de contenido de ácidos volátiles más bajo de un digestor secundario o de uno que está trabajando normalmente.

Para solucionar todas las dificultades presentadas es fundamental implementar una buena agitación, así como controlar o registrar la cantidad de barros que entran y salen del digestor, de licor sobrenadante, de gases producidos, de agua para calefacción, de concentraciones y composiciones del sustrato, y de todo aquel parámetro relevante para la correcta ejecución del proceso.

Biodiscos o RBC (sistema biológico de tratamiento)

El sistema de tratamiento por *Biodiscos* (RBC, por las siglas en inglés de la expresión *Rotating Biological Contactors*) consiste en una batería de discos giratorios de un determinado diámetro, ubicados paralelamente y no demasiado separados entre sí, unidos por un eje horizontal y sumergidos parcialmente en el líquido a tratar, sobre los cuales se

desarrolla una película bacteriológica que degrada biológicamente las sustancias presentes en el fluido.

Se trata de un proceso netamente aeróbico, por lo que el giro de los discos no debe ser interrumpido. La velocidad de giro de los mismos depende del tiempo de permanencia del líquido, pero comúnmente oscila entre 1 y 4 revoluciones por minuto.

Este sistema tiene la particularidad de que la depuración de la carga orgánica se produce por dos mecanismos: por la presencia del limo bacteriano adherido a la superficie del disco, y por los desprendimientos de este limo que quedan suspendidos en el seno del fluido, y que son lentamente agitados por la turbulencia creada por el giro.

Las ventajas comparativas de un sistema de Biodiscos para la depuración de los líquidos lixiviados, radica principalmente en:

- Relativo bajo consumo de energía y mantenimiento más sencillo.
- Si se realiza en varias etapas, en cada una de ellas puede desarrollarse un cultivo biológico diferente, según las necesidades de depuración. Esto flexibiliza el proceso y permite su completa adaptación según el tipo de contaminante presente en el líquido percolado.
- La biomasa presenta, en general, buenas características de sedimentación, por lo que simplifica y economiza el proceso de decantación posterior al tratamiento de Biodiscos.
- No se necesita un mecanismo de recirculado de fangos.
- Baja permanencia del líquido. Estimativamente, podríamos decir que en tiempos cercanos a un día -y en algunos casos todavía menos- el fluido disminuye considerablemente su carga contaminante.
- Baja demanda de espacio para las instalaciones, debido a la gran superficie específica del sistema. Esto permite un diseño con posibilidad de expansión a futuro, sin dejar previsto un sector demasiado importante para ello.
- Bajo nivel de olores e inexistencia de ruidos.

El dimensionamiento de un sistema de RBC está sujeto a algunas variables que lógicamente son particulares para cada relleno sanitario.

La capacidad de producción de líquido lixiviado del relleno sanitario repercute sobre la primera de las estructuras necesarias, es decir la de captación y conducción del líquido hasta las instalaciones de depuración. Este potencial de generación se ajusta a algunas variables como precipitaciones, características de los residuos, compacidad alcanzada en la masa de los mismos, etc.

Cuantificando la generación de líquido lixiviado, tenemos parcialmente definidas las variables de entrada para nuestras instalaciones de depuración. Pero debemos conocer además el valor de la carga contaminante presente en el líquido, que en definitiva es la causa de la necesidad de depuración. El valor de dicha carga debe ser inicialmente estimado, y considerando para el dimensionamiento la posibilidad de fluctuaciones en sus

valores, que podrían surgir de eventuales desviaciones en las condiciones supuestas en las instancias previas.

Algunas bibliografías que tratan estas temáticas, dan información de una importante serie de valores, como podemos ver en la siguiente *Figura 2.2*.

Constituyente	Valor mg/l	
	Rango ⁺	Típico
DBO ₅ (demanda bioquímica de oxígeno, 5)	2.000 – 30.000	1.000
COT (Carbón orgánico total)	1.500 – 20.000	6.000
DQO (demanda química de oxígeno)	3.000 – 45.000	18.000
Sólidos suspendidos totales	200 – 1.000	500
Nitrógeno orgánico	100 – 600	200
Nitrógeno amoniacal	10 – 800	200
Nitrato	5 – 40	25
Fósforo total	1 – 70	30
Orto-fósforo	1 – 50	20
Alcalinidad como CaCO ₃	1.000 – 10.000	3.000
pH	5.3 – 8.5	6
Dureza total como CaCO ₃	300 – 10.000	3.500
Calcio	200 – 3.000	1.000
Magnesio	50 – 1.500	250
Potasio	200 – 2.000	300
Sodio	200 – 2.000	500
Cloruro	100 – 3.000	500
Sulfato	100 – 1.500	300
Hierro total	50 – 600	60

Figura 2.2 | Datos de composición de líquido lixiviado. Fuente: Desechos Sólidos. Principios de Ingeniería y Administración.-

De todas formas, las características del líquido serán muy variables a lo largo de la vida útil del relleno, como igualmente lo serán en el tiempo que duren las operaciones de posclausura. Las cargas orgánicas oxidables serán mayores mientras más joven sea el líquido, pero al cabo de un par de años estos agentes serán estabilizados, mientras que la proporción de otros parámetros de más difícil asimilación (ácidos húmicos por ejemplo) aumenta.

En todo caso, como se mencionó al momento de enumerar las ventajas del sistema, un aumento de esta carga contaminante podría ser absorbida fácilmente realizando modificaciones no demasiado importantes o recirculando el líquido tratado, y valores menores a los analizados previamente no tendrían repercusiones negativas, sino todo lo contrario.

Biogás

El biogás es una mezcla gaseosa cuyos principales componentes son el metano (55-65%) y el anhídrido carbónico (35-45%) y en menor proporción, nitrógeno, (0-3%), hidrógeno (0-1%), oxígeno (0-1%) y sulfuro de hidrógeno (trazas).

Este gas puede ser aprovechado como fuente de energía, ya sea como combustible para la generación de calor, o bien para producción de energía eléctrica. Su poder calorífico es de 5600 kcal/m³ aproximadamente, y está determinado por la concentración de metano,

pudiéndose aumentar eliminando todo o parte del dióxido de carbono presente en el biogás. Para una riqueza en metano del 60%, el poder calorífico ronda las 5250 [kcal/m³].

El metano es el hidrocarburo alcano más sencillo. Si bien su calor de combustión es el menor de todos los hidrocarburos, produce más cantidad de calor por unidad de masa que otros hidrocarburos más complejos. Es un gas no tóxico, pero altamente inflamable y puede formar mezclas explosivas con el aire. Reacciona violentamente con oxidantes, halógenos y algunos compuestos halogenados. También es asfixiante y puede desplazar oxígeno en un espacio cerrado. Además contribuye al calentamiento global ya que es un gas de efecto invernadero.

En la naturaleza se genera como producto de la descomposición anaeróbica de vegetaciones. Por su parte, los procesos en la digestión de animales, especialmente de ganado, son también responsables de la generación de este gas. El 60% de las emisiones procede principalmente de actividades agrícolas y otras actividades humanas. También se puede extraer de depósitos de carbón mediante la perforación de pozos. Una forma alternativa para obtener metano es mediante la descomposición de materia orgánica, bajo condiciones anaeróbicas.

Almacenamiento del biogás

Una vez generado el biogás dentro del reactor, debe ser almacenado para su posterior uso. Para ello se utilizan depósitos de almacenamiento denominados gasómetros, que pueden ser de baja, media o alta presión. Entre los más utilizados están los de cúpula o campana flotante sobre depósito de agua, o los gasómetros hinchables.

Tratamiento del biogás en función del uso

Dependiendo de la composición del biogás y del uso que se le vaya a dar, se realizará sobre el mismo el tipo de tratamiento adecuado según la necesidad. En algunos casos será preciso concentrar el gas, eliminando el dióxido de carbono. En otros casos, el biogás suele contener ácido sulfhídrico, el cual es altamente corrosivo al contacto con superficies metálicas o de hormigón, así como instalaciones de gas, motores, calderas y turbinas. Es por ello que debe eliminarse a través de métodos sencillos que se basan en una oxidación a azufre elemental sólido, o bien mediante una gran variedad de absorbentes en medio líquido. Los métodos que utilizan estos absorbentes son preferibles si es necesario eliminar también dióxido de carbono. El biogás también puede contener hidrocarburos y vapor de agua, que es perjudicial para las instalaciones y es necesario eliminarlo mediante deshidratación por condensación.

Biol

Se trata de una masa homogénea de lodos de digestión, de mediana estabilidad, la cual es rica en nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, y puede ser aprovechada como fertilizante en cultivos -en las dosis y épocas del año adecuadas- siempre que se complete su estabilización por algún proceso anaerobio. Su principal característica es que es ecológico ya que no posee productos químicos, ni ningún factor dañino para el suelo, la vegetación, o el medio ambiente en general.

Por otra parte, puede ser utilizado dentro del Complejo Ambiental como cobertura diaria de las celdas del Relleno Sanitario.

Complejo ambiental

Conjunto de instalaciones necesarias para realizar la clasificación de los residuos según su naturaleza para su posterior tratamiento, valorización o eliminación definitiva en un Relleno Sanitario. El Complejo Ambiental, por lo tanto, puede estar compuesto por unidades de Separación y Clasificación, Tratamiento Orgánico - y de procesamiento de sus productos-, Disposición Final, y todas las instalaciones secundarias que sirvan para generar un espacio habitable para los operarios. Dependiendo del grado de calidad del complejo, podrá contarse con algunas -y posiblemente no todas- de las instalaciones mencionadas.

Composición Másica de los RSU (Composición Porcentual)

La Composición Másica de los Residuos Sólidos Urbanos es una característica que está directamente sujeta a los hábitos de consumo de los ciudadanos. Se refiere a la cantidad - expresada generalmente en porcentaje del total- de cada material que, luego de su uso, se convierte en un residuo. Lo más usual es efectuar una clasificación en:

- Materia orgánica -materiales putrescibles por procesos biológicos-
- Papel y cartón
- Plásticos
- Vidrios
- Metales
- Otros

El Observatorio Nacional GIRSU define la composición porcentual de los RSU tal como se muestra en la *Figura 2.3*.

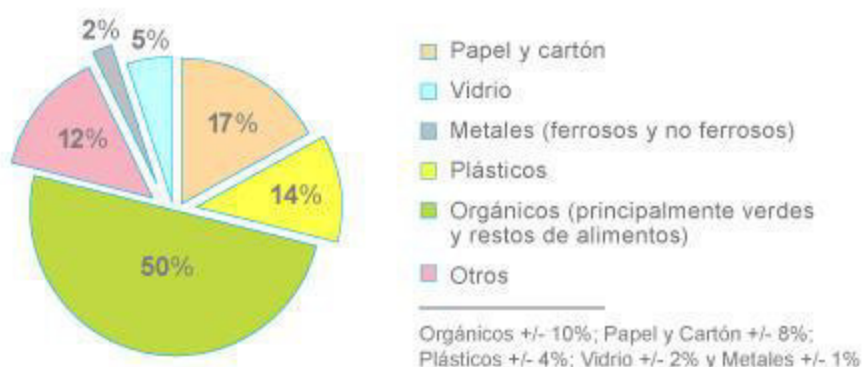


Figura 2.3 | Composición de los RSU.-

Compost

Mejorador del suelo que se obtiene luego de un proceso de descomposición de los residuos sólidos orgánicos biodegradables en condiciones aeróbicas, (con presencia de oxígeno) bajo un control de temperatura, humedad y otros factores ambientales.

Compostaje

Se denomina así a la técnica mediante la cual se obtiene el Compost. Se trata de un proceso en el que, mediante la adición de agua, oxígeno, y microorganismos a la materia orgánica, se busca obtener como resultado un material que posee un alto nivel de nutrientes, para ser utilizado por ejemplo -y siempre en función de la calidad obtenida- como fertilizante para cultivos. A este tratamiento se le pueden incorporar lombrices, como complemento de la estabilización bacteriana.

Fracción orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos (foRSU)

Comprenden cualquier desecho de origen biológico. Tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, por medio de un proceso natural llamado descomposición. De esta forma se transforman en otro tipo de materia orgánica que, incorporada al suelo, le brinda mejores condiciones de fertilidad y estabilidad, lo protegen de los procesos erosivos, le permite retener más agua, la agregación de sus partículas, etc.

Dentro de esta categoría se pueden mencionar: restos de comida, yerba, café, té, cáscaras de frutas y verduras, cáscaras de huevo, rollos de cocina y servilletas usadas, restos de poda y jardín, bosta de vaca o caballo.

El aceite vegetal usado -AVU- también es un residuo orgánico pero su tratamiento es distinto y separado del resto de los residuos orgánicos. Por ello es necesario separarlo en botellas o bidones plásticos y no arrojarlo con los demás residuos, ni en los cursos de agua. Como resultado de su tratamiento se obtiene biodiesel que puede ser utilizado como combustible.

Generación de Residuos

La generación de residuos es una consecuencia directa de cualquier actividad del hombre.

La Generación diaria per Cápita, usualmente expresada en kilogramos por habitante por día (Kg/hab. día), es la cantidad de RSU que genera un habitante en un período de tiempo de un día. Este indicador puede ser expresado también para otro ámbito, en otra dimensión másica y de tiempo. Por ejemplo, para alguna actividad industrial, la generación de residuos podría expresarse como toneladas de residuo por unidad de producto (t/U).

Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU)

El tratamiento de los RSU amerita un proceso integral, que actúe sobre todas las instancias que involucran a los residuos. Por lo tanto, la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos es el sistema donde se combinan tecnologías, logística y distintos recursos, que abarca a todas las etapas que hacen a la producción, utilización posterior o desecho de los residuos. Las etapas de una GIRSU son:

- **Generación:** es lo que ocurre en cada hogar, comercio, institución o industria que son las fuentes donde se origina el residuo. La gestión en esta etapa consiste principalmente en medidas no estructurales que tienden a reducir las cantidades generadas y a conocer qué tipo de residuo se produce.
- **Disposición inicial:** trata la manera en que los ciudadanos depositan al residuo en la vía pública. Involucra medidas estructurales y no estructurales, como cestos o contenedores especiales y procedimientos de recolección establecidos.
- **Recolección y Transporte:** etapa en la cual el ente encargado de retirar el residuo de la vía pública lo recoge y coloca en un vehículo de características particulares que ha sido destinado para tal fin, y lo traslada desde allí hasta el sitio donde tiene lugar la siguiente etapa.
- **Transferencia:** dependiendo de las distancias que haya entre los centros de recolección y las instalaciones de las etapas siguientes, puede ser conveniente disponer de un sitio intermedio en el cual se produzca el trasbordo del residuo de los vehículos recolectores a vehículos con gran tonelaje, de manera de aumentar la eficiencia global del proceso.
- **Procesamiento, Tratamiento y Valorización:** son las técnicas y tecnologías - basadas en procesos fisicoquímicos, biológicos, térmicos, mecánicos, etc.- que se seleccionan, según la naturaleza y propiedades del residuo sólido, para recuperar y poner en valor los recursos obtenidos a partir de estas.
- **Disposición Final:** es la etapa en la cual los residuos que no han podido ser utilizados con otro fin deben ser desechados finalmente. Para esto, deben construirse estructuras aptas para recibirlos, que aislen del medio y las personas a los agentes contaminantes contenidos en la masa de residuos.

Líquidos Lixiviados

El agua proveniente de las precipitaciones que entran en contacto con los residuos, la misma humedad contenida en los desechos que es expulsada al momento de su compactación, o el líquido generado por el mismo proceso de descomposición anaeróbica, escurre por gravedad hacia abajo por los canales que se forman entre la masa de residuos y alcanzan la base del módulo de enterramiento con un altísimo potencial contaminante. Este fluido se denomina líquido lixiviado, y su tipo y nivel de contaminantes están íntimamente relacionados con los residuos que son dispuestos y el proceso de descomposición que estos sufren. Las sustancias que se pueden encontrar en estos líquidos pueden ser sales, metales pesados, compuestos organoclorados y otros agentes contaminantes que se disuelven con el paso del fluido.

Estos valores deben ser revisados periódicamente para detectar la presencia de sustancias peligrosas. Debido a su carga bacteriológica y química los lixiviados deben ser tratados antes de verterlos en medios naturales ya que pueden contaminar las aguas superficiales, subterráneas o el suelo.

El volumen de líquidos lixiviados generados en un Relleno Sanitario depende principalmente de:

- Precipitaciones en el área del Relleno Sanitario

Este es, sin duda, el factor más predominante al momento de valorar la generación de líquidos lixiviados, más aun teniendo en cuenta que la zona presenta temporadas de precipitaciones sumamente importantes. Con valores de precipitaciones cercanos a los 1000 milímetros anuales, las instalaciones destinadas a evacuar los líquidos tendrán una fuerte importancia y un funcionamiento permanente.

- Escorrentía superficial y/o infiltración subterránea

Estos factores deberán ser evitados desde la etapa de diseño del Relleno Sanitario. La escorrentía superficial será interrumpida mediante la construcción de canalizaciones perimetrales, que captarán las aguas escurridas y las desviarán a cuerpos de agua sin atravesar zonas con peligrosidad (reservorios vinculados con a la Laguna Setúbal).

La infiltración subsuperficial será impedida totalmente por la construcción de un sistema de impermeabilización, que lógicamente detendrá la infiltración desde y hacia las capas inferiores de suelo, aislando a la masa de residuos del resto del suelo de la zona.

- Evapotranspiración

El valor de evapotranspiración es muy variable a lo largo del año y asimismo dentro de cortos períodos de tiempo, y depende de la existencia de una cubierta vegetal, que devuelva a la atmósfera parte de las aguas precipitadas al suelo. Aunque la radiación solar genera un importante potencial de evapotranspiración, las humedades relativas correspondientes a los períodos de mayor índice de rayos UV pueden ser muy elevadas, lo que limita la evaporación del agua absorbida por la vegetación. Con esta variación tan significativa, lo más aconsejable sería no considerar el decremento de la producción de líquido debido a la evapotranspiración, y en caso de que ésta resulte considerable, se trataría de una situación favorable considerando las capacidades de evacuación y procesamiento de las instalaciones.

- Humedad natural de los Residuos Sólidos Urbanos

Debido a los métodos adoptados para Generación y Disposición Inicial, la humedad de los residuos que se depositen en el Relleno Sanitario estará muy ligada a la ocurrencia de precipitaciones. No obstante, haciendo uso de estadísticas, se utilizará un valor medio de este factor, contemplando que la mayoría de las veces la humedad será muy diferente.

- Grado de compactación

La compactación de un cuerpo de residuos genera la expulsión del líquido alojado en su interior, al mismo tiempo que reduce sus espacios vacíos y por lo tanto su permeabilidad. Idealmente, la compactación debiera ser la mayor posible en función de los métodos y la energía de compactación aplicada, con el fin de prolongar al máximo la vida útil de la estructura. Se analizará la generación de lixiviados en función de un grado de compactación coherente con los recursos disponibles (maquinarias, operarios, tiempos, etc.).

- Capacidad de campo (capacidad del suelo y de los residuos de retener humedad)

Como se mencionó en párrafos anteriores, la interacción residuo-suelo será anulada por la aplicación de una estructura impermeabilizante. Por otro lado, los residuos tendrán una capacidad de retención de agua que depende de la composición y de la compactación que haya logrado, estando esta característica muy ligada al aspecto anterior.

Materiales irrecuperables

Son los materiales que aunque sean sometidos a procesos térmicos, químicos o biológicos - o una combinación- no resultan útiles para formar parte del proceso de creación de nuevos productos.

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) define:

Los residuos irrecuperables comprenden aquellos residuos inorgánicos de origen industrial o de algún otro proceso de origen no biológico o no natural, que no pueden ser valorizados y por lo tanto su disposición final debe realizarse en relleno sanitario controlado.

Dentro de esta categoría se pueden mencionar: papeles sucios, pañales usados, residuos sanitarios, apósitos, vendas y curitas.

El objetivo es que esta fracción irre recuperable con destino a disposición final sea, a través del tiempo, reducida al mínimo posible.

Al respecto se establece como “*Basura Cero*” al principio de reducción progresiva de la disposición final de los residuos sólidos urbanos, con plazos y metas concretas, por medio de la adopción de un conjunto de medidas orientadas a la reducción en la generación de residuos, la separación selectiva, la recuperación y el reciclado, dentro del marco del Artículo 2º de la Ley Provincial 13055.

A tales efectos, dicha ley en su Artículo 3º establece los plazos de reducción de la cantidad de residuos tanto reciclables como aprovechables depositados en Rellenos Sanitarios.

Materiales recuperables

Son los que, mediante un proceso, pueden ser utilizados en la creación de un nuevo producto, ya sea como parte del producto en sí o de su embalaje.

El INTI define como residuos recuperables a aquellos que comprenden residuos inorgánicos de origen industrial o de algún otro proceso de origen no biológico o no natural, susceptibles de ser valorizados e introducidos en el mercado secundario como insumos para nuevos procesos productivos.

Es importante mencionar, que estos materiales deben estar limpios, con el fin de facilitar las tareas en la planta clasificadora.

Dentro de esta categoría se pueden mencionar: vidrios, plásticos, metales ferrosos y no ferrosos, papel y cartón.

Por cada uno de estos materiales existe una sub-clasificación, que se muestra en la *Tabla 2.1*.

Material	Sub-clasificación
Papel y Cartón	Papel Mezcla
	Papel Blanco
	Papel Diario
	Papel Revista
	Cartón de 1era
	Cartón de 2da

	Tetrabrick
Plásticos	PET Cristal
	PET Verde
	PET Mezcla
	PET Aceite
	Plástico Duro
	Soplado Blanco
	Soplado Amarillo
	Nylon
	Termo Contraíble
	Vidrios
	Vidrio Verde
	Vidrio Ámbar
	Vidrio Mezclado
Metales	Botellas
	Cobre
	Aluminio
	Bronce
	Acero
	Hierro
	Plomo
	Latas de acero
	Chatarra (hierros y mezcla)
Cable	

Tabla 2.1 | Sub-clasificación de materiales recuperables.-

Materiales reutilizables

Son los materiales -o elementos- que no necesitan más que un simple proceso de acondicionamiento para ser insertados nuevamente en el mercado. El caso más simple y rápido de exponer es el de los envases de bebidas, que únicamente necesitan limpieza.

Período de Diseño

Es el tiempo para el cual se estima que las instalaciones trabajarán de la forma prevista en la etapa del diseño. Pasado este tiempo -estimado generalmente en años-, algunas de las variantes que se han supuesto alcanzan valores que hacen que la eficiencia disminuya y/o las instalaciones vean sobrepasada su capacidad de procesamiento.

Planta de Clasificación (y Tratamiento)

Genéricamente, es el conjunto de instalaciones que permiten separar el total de residuos según sus materiales, y aplicarle a cada uno de estos el tratamiento necesario para insertarlo en el mercado secundario o de reciclables. Su equipamiento es muy variable, dependiendo de los recursos con los que se cuente y de la tecnología disponible.

La operación de clasificación puede realizarse de 3 maneras:

✓ Manual

Implica la clasificación de materiales de forma artesanal por parte de personas capacitadas para esta tarea. Esta propuesta se asemeja a la realidad laboral actual de los recuperadores urbanos, quienes acuden al Basural a Cielo Abierto en busca de materiales susceptibles de ser comercializados. Cambiando el ámbito y las condiciones en que se desarrollan las tareas, el trabajo a realizar es similar.

✓ Semi-mecanizada

Se trata de incorporar al proceso de clasificación mencionado anteriormente, maquinaria básica que ayude a realizar un trabajo más limpio y prolijo, de manera de extraer la mayor cantidad posible de materiales útiles; y de limitar el trabajo manual exclusivamente a la selección, y no a la movilización de residuos, etc. Se trata de una tolva receptora con tornillo sin fin que dirige el residuo hacia las cintas clasificadoras a nivel del suelo. Además se proyecta la incorporación de compactadores para realizar los fardos en los que se comercializan los materiales clasificados.

✓ Mecanizada

Se trata de equipamiento completo para realizar la clasificación de materiales. Además de la maquinaria básica mencionada en el punto anterior, se incorporaría una cinta de preclasificación, un trommel, y un separador magnético.

Recuperadores Urbanos (recuperadores informales, recicladores urbanos)

Son las personas que realizan actividades de separación y recolección de materiales recuperables -habitualmente a esta actividad se le llama *cirujeo*- sin la infraestructura correspondiente, y carentes de cualquier tipo de organización oficial. En general, se trata de personas de muy bajos recursos, y para los que los ingresos que reciben de la comercialización de estos materiales son muy importantes.

Relleno Sanitario

Se trata de una obra de saneamiento básico, cuya estructura está diseñada específicamente para alojar, en forma definitiva, una masa de Residuos Sólidos Urbanos en una porción de estructura denominada celda de enterramiento, y disminuir los impactos que la misma produce sobre el medio. Es imprescindible resaltar que un Relleno Sanitario no queda íntegramente constituido con su construcción, sino que su operación y Gestión Ambiental son fundamentales para mitigar los impactos. Por ejemplo, puede ocurrir que una estructura haya sido construida respetando la normativa para Rellenos Sanitarios, pero su operación no cumpla con los requerimientos de operación. Se prevé un monitoreo permanente de los cursos de agua tanto superficiales como subterráneos. Se debe restringir el acceso al mismo a todo aquel que sea ajeno al personal de planta.

En general, un Relleno Sanitario cuenta con las siguientes características:

- Base impermeabilizada
- Sistema de drenaje y captación de líquidos lixiviados
- Sistema de venteo de gases

- Barrera vegetal
- Control de vectores
- Control de dispersión de partículas
- Compactación de la masa de residuos
- Cubierta inerte (suelo)
- Período de Clausura y Post-clausura

Un Relleno Sanitario puede operarse de forma:

➤ Manual

La operación de compactación de residuos se ejecuta por personal del complejo, con el apoyo de algunas herramientas. Se propone para poblaciones pequeñas que dispongan en el Relleno Sanitario menos de 15 toneladas diarias de residuos, y que además no estén en condiciones económicas para adquirir equipamiento pesado, sobre todo debido a sus altos costos de operación y mantenimiento.

➤ Semi-mecanizada

La operación de compactación de residuos se ejecuta por personal del complejo, con el apoyo de herramientas y maquinaria. Se propone para poblaciones que dispongan en el Relleno Sanitario entre 15 y 40 toneladas diarias de residuos. Un equipo apropiado puede ser un tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación. Además puede servir para prestar o apoyar el servicio de recolección si se le acopla un tráiler. Este mismo equipo podrá emplearse en la ejecución de la obra de construcción del Complejo Ambiental, y otras obras y tareas del municipio.

➤ Mecanizada

La operación de compactación de residuos se ejecuta con maquinaria pesada. Se propone para grandes ciudades, con poblaciones que dispongan en el Relleno Sanitario más de 40 toneladas diarias de residuos. Para operar este tipo de relleno se requiere del uso de un compactador, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc. Toda esta maquinaria implica altos gastos de operación y mantenimiento.

Residuo Sólido Urbano (RSU)

Los Residuos Sólidos Urbanos son los residuos -remanentes o basuras- que se generan a partir de las actividades que realiza el hombre, sean estas del tipo doméstico, comercial, institucional (escuelas, hospitales, administración pública, etc.) o industrial. Tanto la cantidad de residuos generada como la composición másica de los mismos se deben conocer y estudiar para cada población, ya que cada una presenta determinados hábitos de consumo, determinado nivel de suministro, etc.

2.2. Descripción de la Situación Actual

En esta etapa del proyecto se buscará conocer la ciudad de San José del Rincón -y su zona de influencia, constituida principalmente por las localidades de Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines en este estudio- y sus características de la manera más precisa pero a la vez abarcativa posible.

Este capítulo entonces, estudiará tanto el aspecto territorial, social -vital para la viabilidad del proyecto- y de servicios al día de hoy. Las conclusiones que surjan serán la base del desarrollo del proyecto, es decir que de este análisis obtendremos los puntos críticos que, más tarde, serán los pilares de nuestras propuestas.

Se pretenderá también considerar algunos aspectos del resto de las localidades que integran el Corredor de la Costa, que en principio podrían incorporarse como miembros activos en la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos de toda la zona. Mientras más localidades se vean beneficiadas con el desarrollo y aplicación del proyecto, tanto mejor será la intervención sobre el ambiente y sus recursos.

2.2.1. Territorio

La ciudad de San José del Rincón se ubica unos 13 kilómetros al Noreste de la ciudad de Santa Fe, capital departamental y provincial. Junto con las localidades de Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines, constituyen el “Corredor de la Costa”. Según la Resolución Provincial 131/14, en su Artículo primero, el Secretario de Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe aprueba la conformación del Consorcio para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos del Área Metropolitana Corredor Ruta N° 1, conformado por las localidades de San José del Rincón, Santa Rosa de Calchines y Arroyo Leyes.

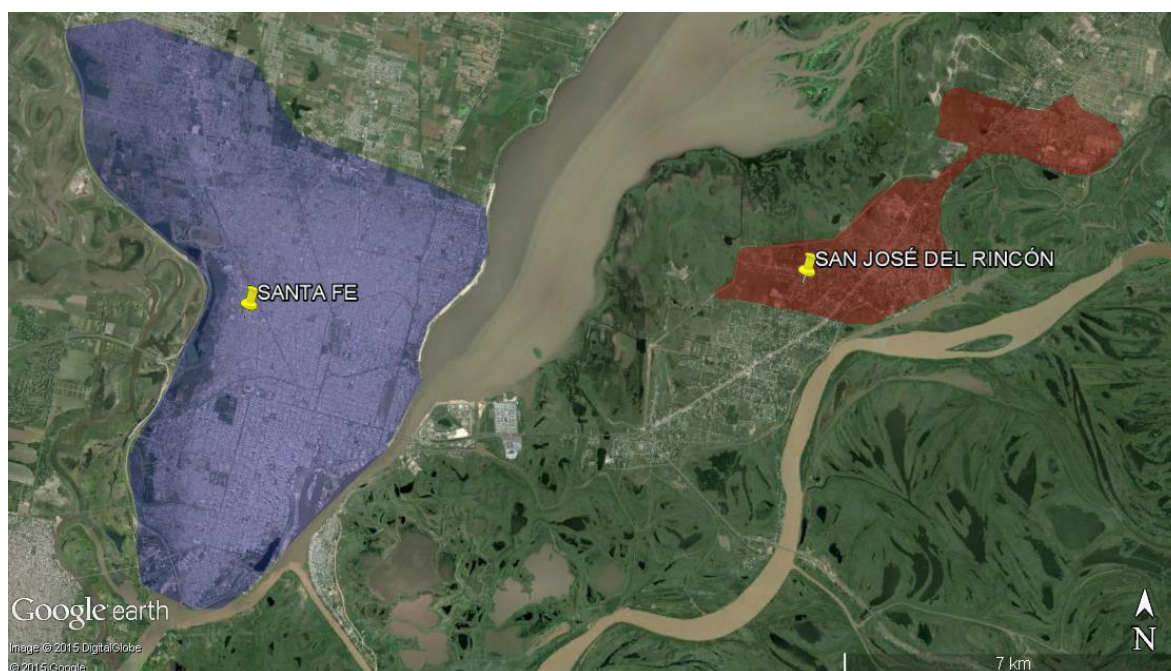


Figura 2.4 | Ciudad de San José del Rincón, integrante del Gran Santa Fe. Fuente: Google Maps.-

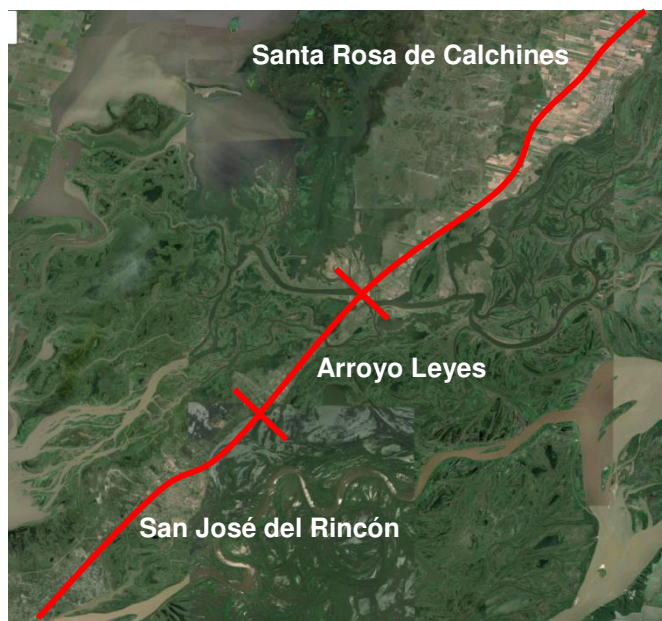


Figura 2.5 | Corredor de la Costa, atravesado por la RPN1. Fuente: Google Maps.-

Su superficie aproximada es de 10100 hectáreas de suelo principalmente areno-arcilloso. Esta característica lo hace particularmente inestable frente a eventos hídricos.

Se encuentra delimitada al Sur por el Callejón Laborié (límite con la ciudad de Santa Fe), al norte por el Callejón Vidal (límite con Arroyo Leyes) y al Este y Oeste con tres cuerpos de agua pertenecientes a la cuenca del Río Paraná: hacia el Oeste la Laguna Setúbal, hacia el Noreste el Arroyo Ubajay, y hacia el Sureste el Río Colastiné.



Figura 2.6 | Ciudad de San José del Rincón: Límites jurisdiccionales. Fuente: Google Maps.-

La única vía de acceso y comunicación carretera de la ciudad es la Ruta Provincial N° 1 - tanto en sentido Sur-Norte como Norte-Sur-, que actualmente se encuentra en proceso de adecuación (Ejecución de Obra Ruta Provincial N°1: tramo Km. 0+000 (RN N° 168) – Km. 7+700). Diariamente, transitan por ella más de 15000 vehículos en promedio. En parte, este gran nivel de tránsito se debe a la estrecha vinculación que posee con la ciudad de Santa Fe, que es el polo educativo, productivo y laboral más importante de la región.



Figura 2.7 | Ingreso a Ruta Provincial N°1 – La Guardia, ciudad de Santa Fe. Fuente: Internet.-

Otra de las razones que aumentan los niveles de tránsito son las zonas productivas del Centro y Norte provincial: la ciudad de San Javier, productora principalmente de arroz, se comunica con la ciudad de Santa Fe haciendo uso de la Ruta Provincial N° 1.

Lo mismo ocurre con la industria maderera, que transporta sus productos desde el Norte de la provincia hacia el Centro y Sur, atravesando esta ruta.

El problema se agrava aún más todavía durante los fines de semana, especialmente en época estival. La presencia de casas de veraneo y complejos turísticos a lo largo de todo el Corredor de la Costa, son un atractivo para la circulación vehicular, que muchas veces satura la carretera y genera demoras, pérdidas económicas -sobre todo para los vehículos de carga- y malestares en general.

El gran volumen de tránsito, sumado a su condición de vía única de comunicación vial de toda la zona con el resto de la provincia, la convierten en una arteria sumamente vulnerable. Es demasiado frecuente que los vecinos de todas las localidades que se han establecido a la vera de la Ruta Provincial N° 1 vuelquen sobre ella sus reclamos e interrumpen el flujo vehicular. La naturaleza de estos reclamos es muy variada y distribuida a lo largo del año: exigencia de subsidios, pedidos de solución a los problemas con el servicio eléctrico, demanda de soluciones frente a emergencias hídricas, entre otros.

La ciudad de San José del Rincón se ve afectada también a raíz de los reclamos que se efectúan sobre la Ruta Nacional 168, ya que estas dos, combinadas, son la única forma de dirigirse al centro de la ciudad de Santa Fe. Lo mismo para cuando la dirección del viaje es desde el centro de Santa Fe hacia San José del Rincón -o cualquier otra parte de la Costa-. Los atascos de automóviles comprometen seriamente la circulación de vehículos en emergencia (autos particulares con personas con riesgo de salud, ambulancias, bomberos, móviles policiales, etc.)

Como se puede observar en la *Figura 2.8*, la totalidad del territorio de la ciudad es superficie ganada al valle de inundación del Río Paraná.

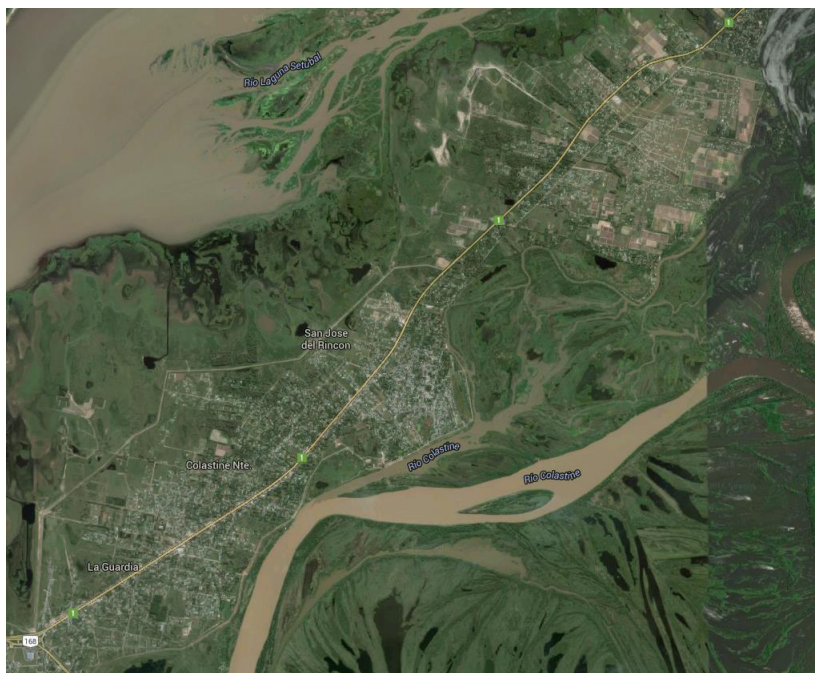


Figura 2.8 | Parte del valle de inundación del Río Paraná. Fuente: Google Maps.-

Esta íntima relación con las aguas del Río Paraná, convierte a San José del Rincón en una ciudad con un cierto atractivo para quienes gusten de las actividades costeras. En las últimas dos décadas, se ha producido un gran aumento de complejos turísticos a lo largo de todo el Corredor de La Costa. Particularmente en la ciudad de San José del Rincón, se destacan la pesca deportiva y el uso de las aguas del Arroyo Ubajay como balneario.

En contrapartida, ha sido un territorio muy vulnerado tanto por las aguas fluviales como pluviales. Tanto es así que hasta el día de hoy, de la totalidad de la superficie de la ciudad, la octava parte es inundable -no se han construido estructuras de defensa por diversos motivos-, y sufre periódicamente las consecuencias de la elevación de los niveles del río.

Cuando los niveles del río ascienden, y ante la inexistencia de estructuras permanentes, las zonas inundables deben ser protegidas construyendo defensas temporales. En general, y por cuestiones prácticas y económicas, las protecciones se efectúan construyendo un cordón de bolsas de tejido plástico rellenas con suelo areno-arcilloso, colocadas de manera de favorecer su estabilidad, y completando el conjunto con suelo agregado para formar un talud relativamente estanco. En las siguientes fotos se exponen las características de estas defensas parciales, y las afectaciones que producen en la zona las elevaciones en las alturas del río.



Figura 2.9 | Calle Zapata Gollán, 400 metros al Oeste de la RPN°1 -entre Argentina Molinari y Rodolfo Farías Paez, zona inundable-. Época de bajos niveles de la Laguna Setúbal (13/11/2015).-



Figura 2.10 | Calle Zapata Gollán, 400 metros al Oeste de la RPN°1 -entre Argentina Molinari y Rodolfo Farías Paez, zona inundable-. Época de creciente con defensa parcial temporal (30/12/2015). Fuente: <http://www.airedesantafe.com.ar/> -

La tradicional playa es una clara muestra de la emergencia hídrica que ha atravesado la ciudad desde el final del año 2015 hasta mediados del año 2016. Por este motivo, y ante la imposibilidad de garantizar la seguridad de los bañistas, fue imposible habilitar el uso de la playa durante el verano 2015-2016.



Figura 2.11 | Playa de San José del Rincón habilitada en época estival, sobre el Arroyo Ubajay. Fuente: <https://www.santafe.gob.ar>.-



Figura 2.12 | Playa de San José del Rincón inundada, sobre el Arroyo Ubajay. Febrero de 2016.-

Las inundaciones más significativas en la historia reciente de la ciudad fueron las acontecidas en los años 1982/1983 y 1992/1993. A raíz de estos fenómenos, se produjo una adecuación casi total de las estructuras de defensa de la zona, lo que permitió que los períodos de elevación de los niveles del agua sucesivos no produzcan daños tan extensos. Las nuevas defensas fueron proyectadas y construidas para soportar alturas de 8,00 [m] (más una revancha de 0,50 metros) con respecto a las lecturas obtenidas en el Puerto de Santa Fe (17,50 [m] IGN). Gracias a estas mejoras en las estructuras, el fenómeno de *El Niño* ocurrido en el año 1998 -el más importante desde las modificaciones en las defensas- ocasionó daños en las zonas más frágiles, mas no en todo el territorio como ocurrió en los acontecimientos previos.



Figura 2.13 | Defensa Este reconstruida. Sobre sus taludes se ha desarrollado una buena cubierta vegetal, fundamental para su protección contra el oleaje y los factores climáticos.-

Al día de hoy, podemos decir que las zonas defendidas por terraplenes tienen un nivel aceptable de protección, en tanto se realice periódicamente un relevamiento del estado de las defensas, y se proyecten, de manera regular, trabajos de mantenimiento y reparación de taludes, drenes, canales de guarda y coronamientos. De la misma manera, es indispensable hacer efectiva la prohibición de circulación de vehículos sobre el coronamiento y talud de la defensa.



Figura 2.14 | Canal de recolección de las aguas de infiltración de la defensa de tierra, recientemente acondicionado y desmalezado.-

No es poco frecuente observar cómo se producen asentamientos de familias sobre los taludes del terraplén. Si bien es cierto que sus posibilidades económicas son muy acotadas, y por lo tanto su única posibilidad de vivienda sea ocupar terrenos en estas zonas, técnicamente no debiera permitirse el establecimiento, ya que las actividades que realizan estas personas (pastoreo y cría de animales de granja, construcciones, modificaciones de algunos elementos de las estructuras) interfieren y muchas veces anulan el correcto funcionamiento de la estructura de defensa. Por otro lado, la ubicación de esas viviendas constituye en sí misma un riesgo latente para sus ocupantes, ya que deben lidiar constantemente contra las variaciones de los niveles de los ríos o las filtraciones que se producen a través del terraplén, según el talud sobre el cual hayan erigido sus hogares.



Figura 2.15 | A la derecha de la imagen, construcción de una vivienda irregular sobre el talud del terraplén, frente a una estación de bombeo.-

No obstante esto, los anillos de defensa han respondido de manera satisfactoria a la creciente que tuvo lugar el último tiempo (desde noviembre de 2015 hasta mayo de 2016), aun con niveles muy variables en cortos períodos de tiempo -sabemos que esta es una de las situaciones más críticas en estructuras de estas características-.

A lo largo de los años, el crecimiento de la ciudad ha sido acompañando el desarrollo de la Ruta Provincial N° 1, es decir, con eje Sur-Norte. Este crecimiento se ve reflejado también en la variación de la densidad poblacional de cada sector de la ciudad: hacia el Centro y Sur del distrito, la densidad es más elevada. Puntualmente, si trazáramos un círculo de radio igual a 1500 metros, haciendo centro en la intersección de Calle Brigadier General Estanislao López con la Ruta Provincial N° 1, encerraríamos en él al 70% de la población rinconense.

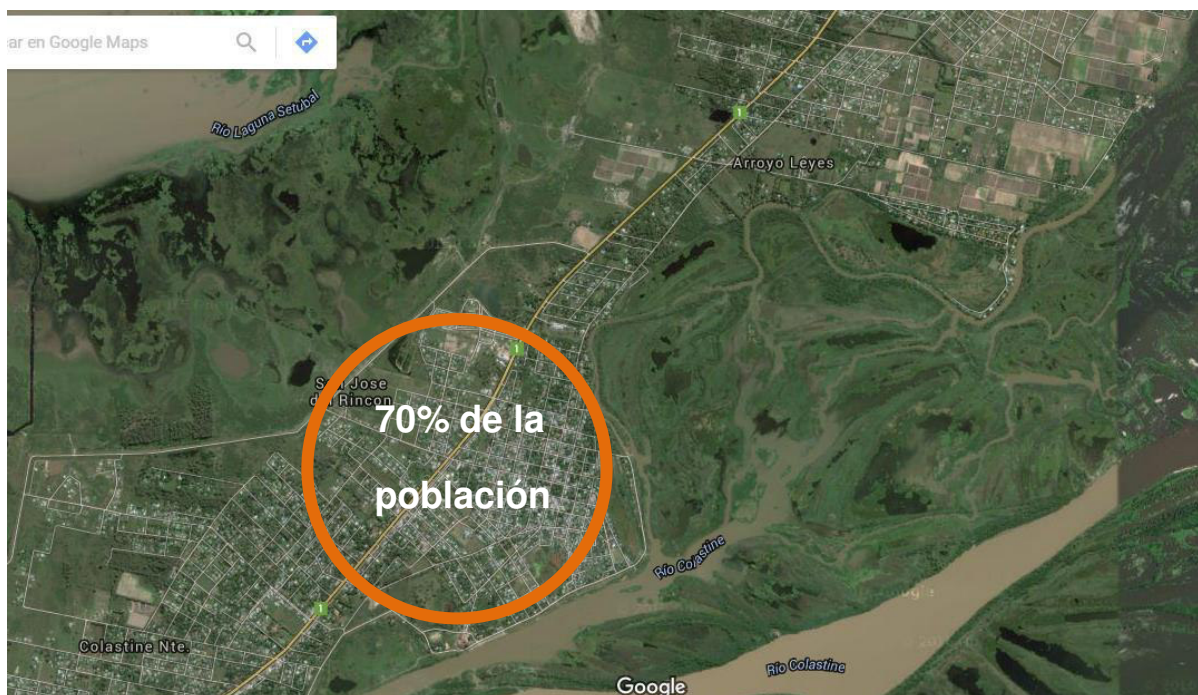


Figura 2.16 | Concentración de la población rinconense en la zona central de la ciudad. Fuente: Google Maps.-

También la densidad de población decrece con la cercanía a las defensas, y más aun con la cercanía a los ríos en las zonas sin defensa.

Reconocer las zonas menos densamente pobladas será clave al momento de evaluar las alternativas de emplazamiento de las instalaciones necesarias para llevar a cabo la sistematización de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.

Las cotas de terreno natural varían entre 14,50 IGN hasta 17,80 IGN. Incluso, en zonas muy puntales, las cotas son de 12,50 IGN, lo que constituye un problema para la escorrentía de los excedentes pluviales, que debe ser subsanado creando estaciones de bombeo de aguas meteóricas.

La mayoría de la superficie pertenece al área urbana: de las 10100 hectáreas de la ciudad, aproximadamente 7570 están urbanizadas (alrededor del 75%), mientras que las 2530 (el 25% del total) restantes pertenecen a la zona rural al día de hoy. La superficie sin urbanizar corresponde en parte a zonas utilizadas para actividades agrícolas y ganaderas, que si bien son ocupaciones que han decrecido notablemente con el transcurso de los años debido al cambio de carácter de la ciudad, no deben perder importancia en nuestro análisis.

2.2.2. Social

2.2.2.1. Población

Se entiende que la única manera de identificar con claridad la problemática e interpretar las necesidades más urgentes que tiene la comunidad, es tener una plena comprensión de las actividades que se desarrollan en la ciudad, conocer las características socioeconómicas de sus habitantes, costumbres, y también, por qué no, sus deseos y expectativas de desarrollo, tanto personales como sociales, y en general, todas aquellas conductas que se relacionan, impactando sobre la generación y composición de los RSU, que son el objeto de tratamiento en este proyecto.

San José del Rincón cuenta con una población estable de 10178 habitantes a 2010, dato extraído del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda efectuado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo -INDEC- en ese año.

Según datos del INDEC, la población de San José del Rincón fue creciendo de acuerdo al siguiente cuadro:

Año	Habitantes
1991	5355
2001	8503
2010	10178

Tabla 2.2 | Censos poblacionales San José del Rincón. Fuente: INDEC.-

En base a estos datos oficiales, se puede estimar la población actual de la ciudad, y la que tendrá al fin del período de diseño para el proyecto, que se planteará en principio de entre 10 -mínimo- y 20 años.

Para determinar aproximadamente la población actual y futura, aplicaremos los Métodos Aritmético, Geométrico y la Extrapolación Lineal, para más tarde efectuar un promedio entre los tres de manera de unificar los resultados y, en cierta forma, evitar desviaciones importantes en los mismos.

Método aritmético

La expresión que relaciona los resultados de los dos últimos censos nacionales, y el tiempo transcurrido entre ellos es

$$Y_{i_1} = Y_A + (Y_A - Y_a) \frac{t_i - t_A}{t_A - t_a}$$

Donde

Y_A y t_A son la población del último censo oficial y su fecha, respectivamente;

Y_a y t_a son la población del penúltimo censo oficial y su fecha, respectivamente;

Y_i y t_i son la población futura (estimada) y su fecha, respectivamente.

Entonces:

$$Y_A = 10178 \text{ hab. ; } t_A = 2010$$

$$Y_a = 8503 \text{ hab. ; } t_a = 2001$$

$$t_i = 2016$$

$$Y_{2016_1} = 10178 + (10178 - 8503) \frac{2016 - 2010}{2010 - 2001}$$

$$\boxed{Y_{2016_1} = 11295 \text{ habitantes}}$$

Método geométrico

Este método, al igual que el anterior, se vale de los resultados oficiales de los dos últimos censos nacionales; así, obtendremos la población estimada haciendo uso de la expresión

$$\log Y_{i_2} = \log Y_A + (\log Y_A - \log Y_a) \frac{t_i - t_A}{t_A - t_a}$$

Donde, al igual que en el caso anterior

Y_A y t_A son la población del último censo oficial y su fecha, respectivamente;

Y_a y t_a son la población del penúltimo censo oficial y su fecha, respectivamente;

Y_i y t_i son la población futura (estimada) y su fecha, respectivamente.

Y

$$Y_A = 10178 \text{ hab. ; } t_A = 2010$$

$$Y_a = 8503 \text{ hab. ; } t_a = 2001$$

$$t_i = 2016$$

Luego

$$\log Y_{2016_2} = \log(10178) + [\log(10178) - \log(8503)] \frac{2016 - 2010}{2010 - 2001}$$

$$\log Y_{2016_2} = 4,059 \Rightarrow \boxed{Y_{2016_2} = 11475 \text{ habitantes}}$$

Extrapolación lineal

Esta ecuación también se vale de los resultados de los últimos dos censos oficiales de población, con la excepción de que previamente es necesario determinar el valor de un coeficiente k , que expresa en porcentaje el crecimiento poblacional observado en los últimos dos muestreos; la fórmula es la siguiente

$$Y_{i_3} = Y_A(1 + nk)$$

Donde

Y_A es la población del último censo oficial;

n es el número de años para la estimación, a partir de la fecha del último censo oficial;

k es el Índice de Crecimiento, expresado en porcentaje:

$$k = \frac{Y_A}{Y_a} / 100$$

En esta fórmula, tenemos que

Y_A es la población del último censo oficial;

Y_a es la población del penúltimo censo oficial.

Con todas estas expresiones, tendremos para nuestro caso:

$$Y_{2016_3} = 10178 \left[1 + 6x \left(\frac{10178}{8503} / 100 \right) \right]$$

$$\boxed{Y_{2016_3} = 10909 \text{ habitantes}}$$

Promedio

Vemos que el último valor obtenido, con la Extrapolación Lineal, $Y_{2016_3} = 10909$ difiere en 386 y 566 habitantes con los valores de Y_{2016_1} y Y_{2016_2} , respectivamente, mientras que entre estos dos últimos, la diferencia es solo de 180 habitantes.

Esto motiva que, a la hora de efectuar el promedio, se aplique el criterio de descartar el resultado obtenido por Extrapolación Lineal, ya que produciría una variación no muy cercana a la realidad, más teniendo en cuenta el reducido número de sumandos que integran el promedio.

Entonces, tendremos un promedio

$$Y_{2016} = \frac{\sum_{i=0}^n Y_{2016_i}}{n} = \frac{11295 \text{ hab.} + 11475 \text{ hab.}}{2}$$

$$\boxed{Y_{2016} = 11385 \text{ habitantes}}$$

Este mismo procedimiento utilizaremos para estimar la población de la ciudad al final del período de diseño o vida útil de las instalaciones que se propondrán.

2.2.2.2. Actividades Económicas

Analizando la población en condiciones laborales (Población Económicamente Activa - PEA), y según datos obtenidos por el gobierno municipal, el índice de desocupación alcanza un valor del 20%.

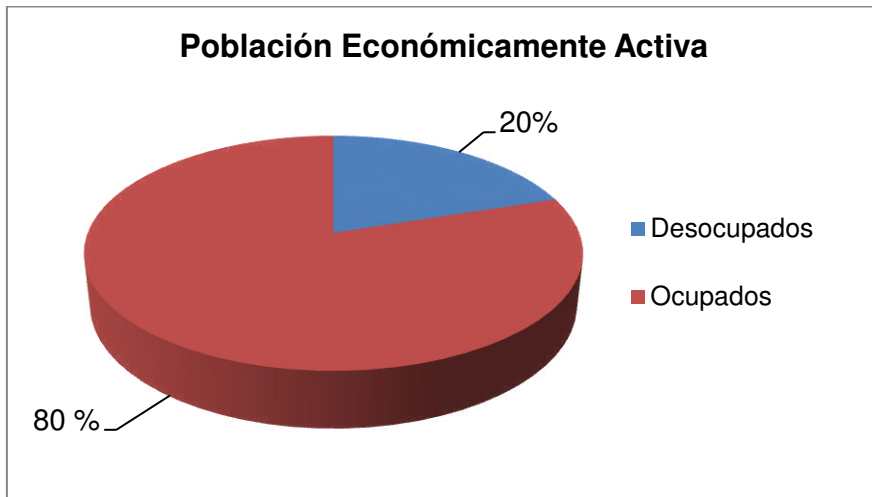


Figura 2.17 | Condición de la Población Económicamente Activa.-

Una cantidad cercana al 50 por ciento de los trabajadores son estatales (ya sea municipio de San José del Rincón, Municipalidad de Santa Fe, o Provincia de Santa Fe).

Dejando de lado la actividad estatal, el comercio toma también una buena cuota de la oferta laboral: un porcentaje cercano al 30 por ciento corresponde a los trabajadores (propietarios o en relación de dependencia) de comercios locales.

Por último, el 20 por ciento restante se reparte en porcentajes prácticamente iguales, cercanos al 10 por ciento, entre profesionales independientes y trabajadores informales.

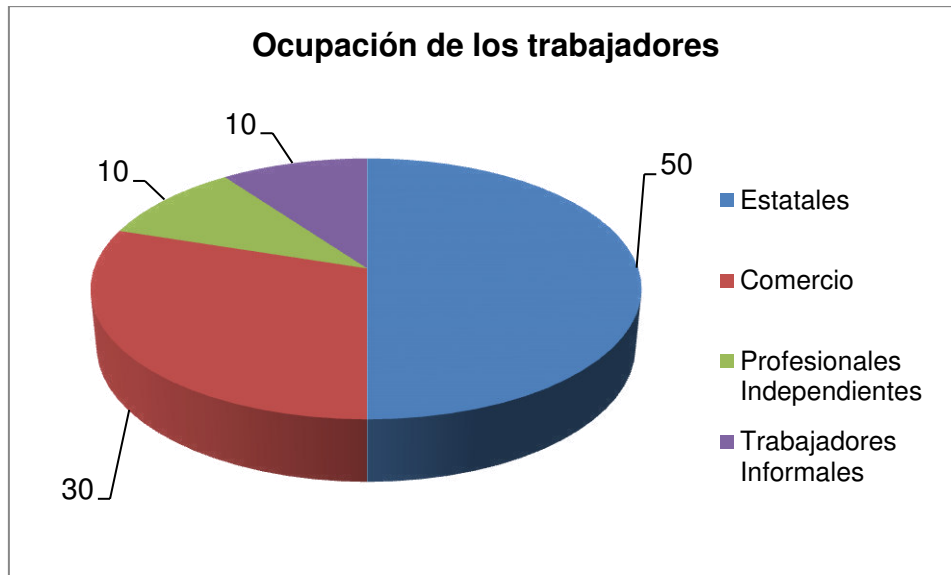


Figura 2.18 | Ocupación de los trabajadores de la ciudad de San José del Rincón.-

En forma particular, los trabajadores informales son mayoritariamente “changarines” dedicados al acondicionamiento de jardines y viviendas (la ciudad se caracteriza por la importante cantidad de casas de veraneo) y personal de la construcción.

Dentro del grupo de los trabajadores informales, un sector de éste es el que nos ocupa especialmente: los recuperadores o recicladores urbanos. Su actividad radica en la recuperación de materiales de desecho, que son volcados en el vertedero (basural a cielo

abierto) junto con el resto de los residuos. Esta actividad, conocida comúnmente como *cirujeo*, es realizada por un grupo de aproximadamente 6 familias de toda la ciudad, es decir alrededor de 30 personas -adultos, adolescentes y niños-.

Nuevamente es necesario hacer una aclaración. Este número aproximado es variable básicamente por dos motivos: las características de ocupación del suelo de la ciudad, que permiten el asentamiento de familias en terrenos sin edificaciones, en zonas estratégicas para este tipo de actividades; y la creación constante de volcaderos clandestinos de residuos, que se convierten en puntos de disposición final de materiales como metales, envases plásticos y de vidrio, etc., que son fácilmente comerciables.



Figura 2.19 | Asentamiento irregular en las cercanías de un vertedero clandestino.-

Estas dos situaciones, sumadas a la histórica falta de control gubernamental en estos aspectos, han generado asentamientos crecientes, incluso de familias provenientes de localidades vecinas como Arroyo Leyes y Santa Fe.



Figura 2.20 | Asentamiento de familias sobre el talud Este de la defensa Juan Domingo Perón, en las cercanías de un vertedero clandestino.-

Estos barrios irregulares se originan normalmente en terrenos de gran peligrosidad hídrica. En la *Figura 2.21* se puede ver cómo una familia ha construido una precaria vivienda sobre un terreno elevado parcialmente fuera de la zona defendida por terraplenes. Su forma de vida consiste principalmente en la cría de animales (cerdos, vacas, caballos, ovejas, gallinas) que frecuentemente deambulan sobre los taludes y el coronamiento de la defensa.



Figura 2.21 | Vivienda y corral para animales construidos sobre el talud mojado del Terraplén Juan Domingo Perón.-

Se puede afirmar entonces que este estrato social es el más variable, en cantidad, con respecto al total de la ciudadanía.

2.2.3. Infraestructura y servicios

La ciudad actualmente presenta un nivel medio/bajo de existencia de infraestructura.

2.2.3.1. Establecimientos Educativos y Nivel educacional

La oferta educativa en la ciudad cubre el Nivel Inicial, Nivel Primario y Nivel Secundario. Los niveles Primario y Secundario cuentan además con la extensión de enseñanza para adultos.

Los establecimientos educativos se sitúan en la parte más neurálgica de la ciudad.



Figura 2.22 | Ubicación de establecimientos educativos en la ciudad. Zona centro.-

Haciendo un análisis más específico de las capacidades de cada entidad, y según las fuentes oficiales -división de Catastro de la Municipalidad de San José del Rincón- que fueron consultadas:

Establecimiento Educativo	Ubicación	Nivel de enseñanza	Capacidad (alumnos)
Jardín de Infantes N° 130 Jorge A. Baialardo	Busaniche 2350	Inicial	250
Escuela N° 16 Fray Francisco de Paula Castañeda	Fray Castañeda 1353	Primaria	800
Escuela Primaria para Adultos N° 90	Fray Castañeda 1353	Primaria	40
E.E.T. N° 658 María Sánchez de Thompson	Busaniche 2350	Secundaria / E.E.M.P.A.	600

Tabla 2.3 | Instituciones educativas en la ciudad y su nivel de enseñanza.-

Está claro que la capacidad e infraestructura de estas instituciones es insuficiente desde hace ya algunos años, más todavía con la población en constante crecimiento.

Muchos niños y adolescentes concurren a otros establecimientos cercanos, como son la Escuela N° 869 Julio A. Roca, ubicada sobre la Ruta Provincial N°1 a la altura del kilómetro 4, en la vecina ciudad de Santa Fe. Asimismo, otros establecimientos educativos públicos y privados de la ciudad de Santa Fe reciben alumnos de esta ciudad. Esta es otra de las facetas en la que las dos ciudades, San José del Rincón y Santa Fe, tienen un gran contacto.

2.2.3.2. Establecimientos de Salud

Teniendo en cuenta el nivel de población, y su constante crecimiento, el único Establecimiento Público de Salud existente en la zona -Sistema de Atención Médica para la Comunidad (SAMCo), ubicado en la calle Busaniche y su intersección con San Martín- no resulta suficiente; el mismo, además, está muy limitado en cuanto a sus instalaciones, lo que impide que se lleven a cabo intervenciones de mediana complejidad. Por este motivo, constantemente se derivan pacientes a los Centros de Salud de la ciudad de Santa Fe, lo que representa un importante riesgo para el paciente ya que se debe atravesar una vía de comunicación con los problemas que fueron descriptos anteriormente.



Figura 2.23 | S.A.M.Co. San José del Rincón. Fuente: <http://www.ellitoral.com.->

2.2.3.3. Infraestructura Vial

Los caminos en la ciudad son mayoritariamente de tierra arenosa. Solamente el acceso por Calle San Martín, y la salida por Calle Gamboa se encuentran pavimentados, desde su intersección con la Ruta Provincial N° 1, hacia el Este hasta su encuentro con Calle Juan de Garay.

Estas calles además, constituyen la principal vía de circulación de la línea de transporte público que ingresa a la ciudad. Por otro lado, y lógicamente, estos dos caminos atraen una gran cantidad de conductores particulares por su considerable mejor servicio frente a las otras alternativas de acceso a la zona central de la ciudad (Calle Brigadier General Estanislao López, Calle Saavedra, Callejón Vergara).

La Calle Gamboa, con sentido de circulación Este-Oeste, no tiene un sistema de ordenamiento en su intersección con la Ruta Provincial N° 1: la falta de semaforización en uno de los principales egresos de la ciudad, no hace más que sumar inconvenientes en la circulación tanto para quienes circulan por Calle Gamboa y quieren acceder a la Ruta Provincial N° 1, como para quienes circulan por la misma.



Figura 2.24 | Calle Gamboa: Al fondo, intersección con la Ruta Provincial Nº 1. Fuente: Internet.-



Figura 2.25 | Calle Gamboa: Intersección con la Ruta Provincial Nº 1. Fuente: Google Street View.-

Una situación algo similar ocurre para Calle San Martín, que con sentido único de circulación Oeste-Este, suele presentar dificultades en el ingreso a la ciudad cuando el sentido de circulación de los vehículos es Norte-Sur por la Ruta Provincial Nº 1.



Figura 2.26 | Calle San Martín: Intersección con la Ruta Provincial Nº 1, en obra de adecuación. Ingreso al centro de la ciudad hacia la derecha. Fuente: Google Street View.-

Estas situaciones, combinadas, generan que la circulación se vea entorpecida y en algunos momentos hasta se produzcan atascos de automóviles, una situación impensada hace algunos años para San José del Rincón. Además del peligro que estos cruces implican.

No obstante, vale aclarar que el proyecto de Remodelación de la Ruta Provincial N° 1, que abarca desde el kilómetro 0+000 hasta el kilómetro 7+500 aproximadamente, pretende ordenar el tránsito en este sentido, incorporando semaforización, rotondas y colectoras que hagan más fluida y segura la circulación.

Las calles de tierra arenosa, aunque pintorescas y tradicionales por un lado, presentan el inconveniente de la dificultad de tránsito durante y después de eventos pluviales. Por esto, al momento de plantear una solución a la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, sería ideal generar al menos un corredor de condiciones de transitabilidad tales que permitan la circulación de los camiones recolectores en todo momento, de manera de independizar el servicio de los factores del clima.



Figura 2.27 | Calles en mal estado luego de un evento lluvioso. Fuente: <http://www.comunaderincon.gob.ar->



Figura 2.28 | Calles en mal estado luego de un evento lluvioso. Fuente: Google Street View-.

2.2.3.4. Energía Eléctrica

El servicio de energía eléctrica cubre la totalidad de la superficie de la ciudad, excepto las zonas de islas: en las zonas inundables y con deficiente evacuación de las aguas meteóricas, debido a la posibilidad de creación de lagunas temporales, el servicio se desconecta con mayor rapidez durante eventos lluviosos o de tormentas.

2.2.3.5. Provisión de Gas

Ningún sector de la ciudad de San José del Rincón cuenta con conexión de gas natural. Se han creado proyectos para dotar a toda la región de la costa de este servicio, pero que al demandar posiblemente décadas hasta su implementación, escapan al objetivo de este documento en tiempos de actuación y aplicación.

Actualmente la gran mayoría de los habitantes cubren sus necesidades de calefacción, cocción de alimentos y calentamiento de agua haciendo uso de gas envasado -y sus correspondientes instalaciones-, que tiene un altísimo costo económico.

La logística que requiere la utilización de gas envasado genera inconvenientes de abastecimiento durante períodos más o menos prolongados, y varias veces a lo largo del año. Ya sea por problemas en el transporte, por dificultades debido a la escasez del fluido, o por el elevado costo que representa también para los proveedores, se producen demoras en la entrega de las garrafas, lo que obliga a los pobladores a recurrir a otras fuentes alternativas. Esta situación se da principalmente durante los meses más fríos, ya que es en la etapa del año donde la demanda se eleva y, de la mano con esto, los reclamos de los sectores relacionados a la producción y distribución del gas generan un mayor impacto en la sociedad, y por lo tanto, se hacen más notorios.

Es frecuente también dotar una vivienda de calefacción, calentamiento de agua y hasta cocción de alimentos utilizando energía eléctrica, que resulta muchas veces relativamente más económica y no tiene los inconvenientes mencionados en el párrafo anterior.

Los combustibles vegetales, como la leña, también son muy utilizados en época invernal, por la alta disponibilidad -en la periferia de la ciudad existen grandes extensiones de bosques de aromos y eucaliptos- y el gran poder calórico que brinda. Esta fuente de energía es la más utilizada en los hogares de bajos recursos o sin suministro de energía eléctrica.

2.2.3.6. Agua y Desagüe

El servicio de agua potable, a cargo de la Cooperativa Provisión de Agua Potable, cubre una extensión irregular, según se puede ver en la *Figura 2.29*.

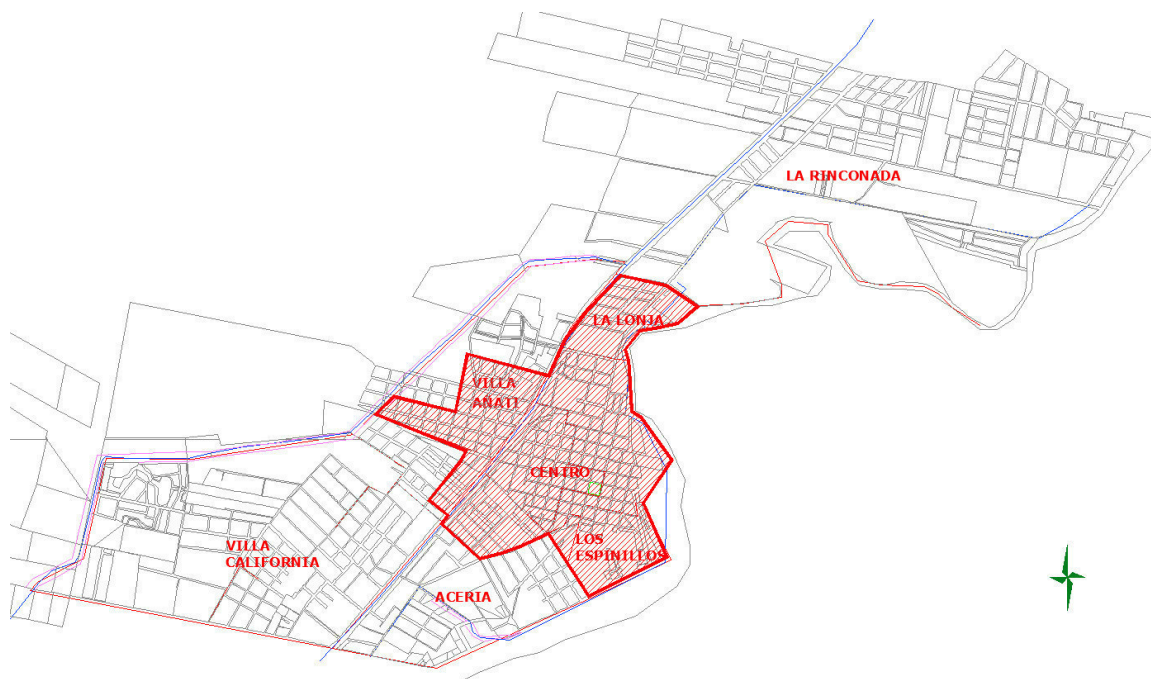


Figura 2.29 | Tramada a 45°, la zona abastecida de agua de red por la Cooperativa Provisión de Agua Potable.-

El agua cruda, que más tarde es distribuida a los sectores de la ciudad servidos, es extraída de una cuenca subterránea ubicada entre 17 y 25 metros de profundidad. Los ocho puntos de extracción -o pozos de bombeo- se ubican estratégicamente de manera de producir una depresión de la napa lo más uniforme posible; no obstante, todos se encuentran en la zona central de la ciudad, que es al mismo tiempo el sector más antiguamente abastecido.

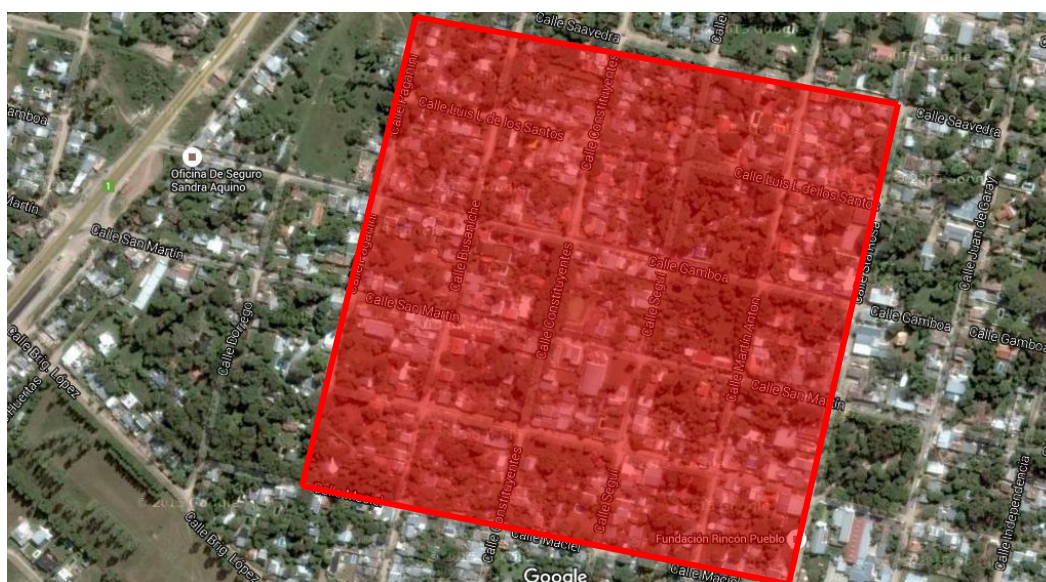


Figura 2.30 | Puntos de extracción. Se ubican dentro de un cuadrado de 5 cuadras de lado, en la zona centro.-

El proceso al que se somete al agua cruda consiste únicamente en una desinfección por adición de cloro -además, ciertamente, del filtrado que se produce durante su extracción-.

La calidad del agua abastecida por la Cooperativa es controlada periódicamente cada cuatro meses, aproximadamente, por el Ente Regulador de Servicios Sanitarios (ENRESS). En los

informes que se elaboran, constan los parámetros fundamentales para determinar la calidad en los pozos de extracción de agua cruda y en puntos estratégicos de la red de distribución.

Por su parte, la Cooperativa Provisión de Agua Potable examina, de forma similar, la calidad del agua cruda y obtenida.

Para tener un conocimiento de las características del agua de consumo en la zona abastecida, se recopiló información acerca de los resultados de los análisis químicos y bacteriológicos practicados a las aguas en el último tiempo. Ver *Anexo 14.3.1*.

En las zonas más cercanas al Basural a Cielo Abierto, al igual que en el 30 por ciento de la ciudad, no se cuenta con provisión de agua de red, por lo que el suministro del agua de consumo se hace de forma particular, extrayendo el líquido de las capas inferiores del suelo mediante bombeo. Estas aguas, con sus características particulares, son consumidas por los vecinos sin tratamientos previos.

Está claro que, sanitariamente, esta práctica está lejos de ser aconsejable. Más aun teniendo en cuenta la cercanía del Basural a Cielo Abierto actual, y la posibilidad de que las capas inferiores se encuentren contaminadas por la infiltración de los líquidos lixiviados y de pozos absorbentes domiciliarios.

La contaminación de las capas inferiores de suelo no solamente se produce por la infiltración de los líquidos provenientes del volcadero: esta zona, al igual que la totalidad de la ciudad, no cuenta con servicio de cloaca. La evacuación de las aguas servidas, tanto aguas negras como grises, generadas en los hogares se hace conduciéndolas a pozos absorbentes, o pozos negros o ciegos. Si bien existen diferencias importantes entre estos sistemas de evacuación de aguas, vamos a hacer hincapié en la última etapa de los tratamientos.

Dentro de estas estructuras, se produce el crecimiento de bacterias principalmente anaerobias, que degradan parte de las materias que contienen las aguas, al mismo tiempo que se produce la filtración del líquido al suelo. La recomendación para estos sistemas es que se tenga siempre la precaución de trabajar con un espesor mínimo de suelo entre el fondo del pozo y el nivel máximo de la napa freática, que ronda los dos metros. En toda la extensión de la ciudad de San José del Rincón, el nivel freático se encuentra la mayor parte del año muy cercano a la superficie, estando muy ligado éste a la altura de los ríos.

En consecuencia, este procedimiento de construir el pozo absorbente o ciego contemplando un espesor de dos metros de suelo entre su base y el nivel freático, es impracticable para la mayoría de los casos.

Otro aspecto fundamental a tener en cuenta al momento del consumo de aguas subsuperficiales es la profundidad a la que se produce la extracción de las mismas. Estudios de vieja data indican que las profundidades óptimas para obtener aguas de calidad aceptable y relativamente apta para consumo humano rondan entre los 18 y 25 metros: para profundidades menores es muy probable la contaminación por filtración aguas residuales, y para profundidades mayores aumentan considerablemente los contenidos de metales - principalmente ferrosos- y otras impurezas, lo que genera inconvenientes no solo para el consumo humano, sino también en las instalaciones que tienen contacto con esas aguas.

2.2.3.7. Red de Drenaje Pluvial

Otro de los servicios sumamente importantes para nuestro proyecto es el de drenaje de las aguas meteóricas. Con precipitaciones cercanas a los 1100 milímetros anuales, este aspecto no debe pasarse por alto ya que es un factor determinante en cualquier instalación correctamente planeada, sobre todo en una región que, como ya se mencionó, es íntegramente ganada al valle de inundación de uno de los ríos más caudalosos del mundo.

En principio, y valiéndonos del plano de curvas de nivel de San José del Rincón, observaremos las cuencas, reservorios y zonas más críticas. Con el constante crecimiento de la ciudad, y con éste la creación de nuevos loteos, es indispensable la creación de áreas de reservorio; se denomina de esta manera a determinadas extensiones de terreno, que por sus cotas inferiores a la zona que sirven, reciben los excedentes de aguas precipitadas que escurren superficialmente. El correcto funcionamiento de estos sistemas de drenaje requiere un arduo planeamiento ingenieril, ya que un defecto en algún punto podría ocasionar anegamientos de importancia, además de hacer imposible la circulación vehicular.

En el *Anexo 14.3.2* se puede apreciar el Mapa de Inundabilidad del Distrito de San José del Rincón, confeccionado por el Ingeniero en Recursos Hídricos Jonatan Roberto.

Un Plan de Drenajes superficiales puede estar excelentemente diseñado y llevado a la práctica de forma inicial, pero su éxito en el tiempo depende también de otros factores. Ante la falta de canalizaciones revestidas para conducir aguas pluviales, el mantenimiento de las existentes se debe hacer de forma intensiva. En general, las paredes de las canalizaciones son del suelo de la zona, que al ser principalmente arenoso resulta bastante inestable al tránsito y a la acción misma de las aguas meteóricas. Esto hace que periódicamente se requiera desobstrucciones para mantener un flujo correcto de las aguas, y así evitar los anegamientos.

Paradójicamente y como es lógico esperar, el incorrecto funcionamiento del Sistema de Drenaje se pone de manifiesto justamente cuando un evento pluvial significativo azota a la ciudad. En este contexto de emergencia deben realizarse trabajos improvisados, ineficientes, y muchas veces las decisiones no son las más adecuadas, ya que los tiempos de respuesta deben ser minimizados y la solución que se adopta no atraviesa el proceso óptimo de diseño. En estos momentos críticos es muy normal ver maquinaria pesada abocada a la reconstrucción o desobstrucción de zanjas. El municipio no cuenta con una flota importante de estos equipos, por lo que la demanda muy raramente puede ser abastecida satisfactoriamente.

No solo el suelo que se desprende de las paredes de las canalizaciones obstruye la sección de las mismas. La cubierta vegetal que crece naturalmente sobre las mismas es muy útil -en cuanto a estabilidad de sus taludes y protección contra erosiones- mientras su tamaño sea controlado; una vez que el crecimiento de la vegetación es tal que dificulta el escurrimiento de las aguas, o lo ralentiza considerablemente, es momento de un mantenimiento probablemente más costoso que si la situación hubiera sido atacada más temprano. Y nuevamente es necesario utilizar maquinaria pesada.

El mismo problema se suscita cuando los ciudadanos, en una actitud muy irresponsable, vuelcan residuos de todo tipo dentro de las zanjas. Además de afectar al funcionamiento de estas estructuras, ambientalmente produce una afectación muy negativa (olores, animales, visual deteriorada, etc.).

Las conducciones cubiertas requieren de una inversión inicial muy fuerte que el municipio no se encuentra en condiciones de realizar, por lo que no pareciera haber otra solución, al menos por el momento, que no sea construir, mantener y cuidar el estado de las canalizaciones a cielo abierto sin revestir.

2.2.3.8. Residuos Domiciliarios

Otro de los servicios con los que cumple la Municipalidad de San José del Rincón, y puntualmente el de mayor interés para nuestro proyecto, es la recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos. Estos son los desechos producto de las actividades cotidianas de los habitantes de la ciudad (vale aclarar que quedan excluidos de este grupo los residuos originados por establecimientos de salud, agrícola-ganaderos e industrias).

Desde el momento de la generación del residuo -en los hogares, comercios e instituciones-, hasta la disposición final del mismo, debemos conocer con precisión toda la línea de procesamiento de los residuos, de manera de actuar sobre las instancias que reconozcamos como más conflictivas, inexistentes o precarias.

A raíz de la emergencia hídrica que ha atravesado la ciudad, la Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos debió experimentar algunos cambios. Por motivos que se explicarán brevemente más adelante, la empresa Ecopen, radicada en la ciudad de Santa Fe, se hizo cargo del traslado de los Residuos Sólidos Urbanos producidos en la ciudad de San José del Rincón hacia el Complejo Ambiental de la ciudad de Santa Fe, donde se ordenó su disposición final. Previamente a su colocación en el Relleno Sanitario, los residuos pasaron sistemáticamente por un control de peso, lo que permitió llevar un control exacto de las cantidades ingresadas -y por lo tanto generadas- provenientes de la ciudad de San José del Rincón. Se accedió a esa documentación y en base a ella se efectuó el análisis.

Según el informe de la empresa Ecopen -empresa relacionada al traslado de residuos, recuperación de materiales reciclables e instalación de contenedores-, se vertieron en el Complejo Ambiental de Santa Fe 213,40 toneladas de residuos sólidos urbanos provenientes de la ciudad de San José del Rincón entre los días 01/02/2016 y 25/02/2016 (Ver *Anexo 14.3.3*). Esto devuelve un valor de generación media de residuos de aproximadamente 8,54 toneladas diarias en época estival. Lógicamente, esta cantidad se limita solo a Residuos Sólidos Urbanos, ya que los residuos provenientes de la poda -que tienen un gran volumen por las características de la ciudad-, escombros, metales y otros materiales reciben un tratamiento diferenciado.

Según estadísticas obtenidas del Observatorio GIRSU*, la composición típica de residuos sólidos urbanos en el país es aproximadamente la que se muestra en la *Tabla 2.4*.

Composición típica de los Residuos Sólidos Urbanos en Argentina	
Fracciones de materiales	%
Papel y cartón	17
Plásticos	14
Vidrios	5
Metales	2
Orgánicos (principalmente restos de alimentos)	50
Otros*	12
TOTAL	100

Fuente: ENGIRSU y ORSU.

*En la fracción Otros se incluyen los residuos peligrosos existentes en la generación domiciliaria de los Residuos Sólidos Urbanos.

Tabla 2.4 | Composición típica de los RSU en Argentina. Fuente: Observatorio GIRSU.-

* El Observatorio GIRSU es un espacio nacional orientado a la generación e intercambio de información estadística, reportes, trabajos y experiencias en materia de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Como sus creadores manifiestan en su sitio web, aspiran a “convertirse en el INDEC de los Residuos”. El Observatorio es una iniciativa inspirada en la Ley 25.916 de presupuestos mínimos de protección ambiental para residuos sólidos domiciliarios y en la Ley General de Ambiente 25.675, en los Artículos 8, 16 y 18 sobre sistemas de diagnóstico e información ambiental.

Ante la falta de datos más precisos para la localidad en estudio, nos valdremos de estos informes de alcance nacional, que si bien pueden no ser exactos para nuestro caso, podremos asumir que guardan una relación suficientemente cercana con la realidad. Por otro lado, la composición de los Residuos Sólidos Urbanos es extremadamente variable, no solo por las características de la población, sino también además dentro de una misma ciudad en función de la estación del año, ya que las conductas de consumo de los habitantes experimentan algunas variaciones según la época que se analice.

Si quisiéramos conocer de manera aproximada la cantidad de cada uno de los materiales que componen el total de los RSU en San José del Rincón, tomando como base la *Tabla 2.4*, tendríamos:

Composición Residuos Sólidos Urbanos en San José del Rincón			
Material	Cantidad total de RSU [ton/día]	Composición porcentual	Cantidad del material [ton/día]
Papel y cartón	8,54	17	1.452
Plásticos		14	1.196
Vidrios		5	0.427
Metales		2	0.171
Orgánicos		50	4.270
Otros*		12	1.025

Tabla 2.5 |Composición de los RSU en San José del Rincón según materiales.-

Si suponemos un acatamiento del 100 por ciento de los vecinos, es decir, una separación eficiente y total que permita comercializar todos los materiales recuperables, y utilizando precios unitarios de referencia para cada uno de ellos, podremos obtener un valor del Ingreso por Comercialización de Materiales Recuperables.

Esta estadística, obtenida del sitio de Internet del Observatorio GIRSU - <http://observatoriusu.ambiente.gob.ar/>- no discrimina en principio de qué material se trata dentro de cada gran grupo; por ejemplo, tenemos que dentro del grupo de *Papel y cartón*, existen los materiales papel mezcla, papel diario, papel blanco, papel revista, cartón de primera calidad, cartón de tetrabrick, etc. Al no contar con un análisis más minucioso de la composición, asumiremos que cada grupo de materiales expuestos en la *Tabla 2.5* se compone de partes iguales de cada subgrupo. Veamos cómo queda conformada la *Tabla 2.6*, de materiales -grupos y subgrupos- con su costo promedio en Argentina.

Valoración de Residuos Sólidos Recuperables San José del Rincón			
Material		Precio promedio en Argentina* [\$/Kg]	
Grupo	Subgrupo	Subgrupo	Grupo
Papel y Cartón	Papel Mezcla	0.76	1.10
	Papel Blanco	1.56	
	Papel Diario	0.93	
	Papel Revista	1.06	
	Cartón de 1era	1.21	
	Cartón de 2da	1.03	
	Tetrabrick	1.14	
Plásticos	PET Cristal	2.25	1.73
	PET Verde	1.10	
	PET Mezcla	0.45	
	PET Aceite	0.60	
	Plástico Duro	2.32	
	Soplado Blanco	2.80	
	Soplado Amarillo	3.38	
	Nylon	2.05	
Termo Contraíble	0.60		
Vidrios	Vidrio Transparente	0.60	0.66
	Vidrio Verde	0.60	
	Vidrio Ámbar	0.60	
	Vidrio Mezclado	0.47	
	Botellas	1.05	
Metales	Cobre	39.60	12.33
	Aluminio	8.07	
	Bronce	25.17	
	Acero	3.13	
	Hierro	1.06	
	Plomo	13.00	
	Latas de acero	0.53	
	Chatarra (hierros y mezcla)	0.41	
Cable	20.00		

* Precios de referencia Noviembre 2015. Obtenidos del promedio de varias ciudades participantes del muestreo - Observatorio GIRSU.

Tabla 2.6 | Precio promedio de los materiales recuperables en Argentina - Noviembre 2015.-

Ahora, y combinando la *Tabla 2.5* con la *Tabla 2.6*, estimamos la cantidad y el valor de los Residuos Sólidos Recuperables en un día en la ciudad de San José del Rincón, y haremos extensivo el análisis para un mes y un año, en las *Tabla 2.7*, *Tabla 2.8* y *Tabla 2.9*:

Valoración diaria de Residuos Sólidos Recuperables en San José del Rincón				
Material	Cantidad [ton/día]	Cantidad [Kg/día]	Precio de promedio de referencia [\$/Kg]	Valor diario [\$]
Papel y cartón	1.452	1451.8	1.10	1594.91
Plásticos	1.196	1195.6	1.73	2065.73
Vidrios	0.427	427	0.66	283.53
Metales	0.171	170.8	12.33	2105.96
TOTAL				5100.81

Tabla 2.7 | Valoración diaria de Residuos Sólidos Recuperables en San José del Rincón.-

Este mismo análisis, extendido a un mes comercial de 30 días:

Valoración mensual de Residuos Sólidos Recuperables en San José del Rincón				
Material	Cantidad [ton/mes]	Cantidad [Kg/mes]	Precio de promedio de referencia [\$/Kg]	Valor mensual [\$]
Papel y cartón	43.554	43554	1.10	47847.18
Plásticos	35.868	35868	1.73	61971.93
Vidrios	12.810	12810	0.66	8505.84
Metales	5.124	5124	12.33	63178.92
TOTAL				181503.87

Tabla 2.8 | Valoración mensual de Residuos Sólidos Recuperables en San José del Rincón.-

Y en un año:

Valoración anual de Residuos Sólidos Recuperables en San José del Rincón				
Material	Cantidad [ton/año]	Cantidad [Kg/año]	Precio de promedio de referencia [\$/Kg]	Valor anual [\$]
Papel y cartón	522.648	522648	1.10	574166.16
Plásticos	430.416	430416	1.73	743663.20
Vidrios	153.720	153720	0.66	102070.08
Metales	61.488	61488	12.33	758147.04
TOTAL				2178046.48

Tabla 2.9 | Valoración anual de Residuos Sólidos Recuperables en San José del Rincón.-

Esta valoración sólo considera un circuito de producción perfecto, es decir, una completa separación de residuos en origen, y una completa recuperación de materiales, sin desperdicio en ninguna de las etapas del proceso. En la práctica, el rendimiento para un sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos de poca edad oscila entre el 30 y 50 por ciento.

Se han confeccionado las tablas anteriores con la intención de generar un impacto en el lector y la ciudadanía, que motive la colaboración eficiente en la separación de residuos en origen (en cada uno de sus hogares). Los números resultan muy auspiciosos a simple vista, y uno de los objetivos -previo a la reducción de la cantidad de residuo generado- debería ser *recuperar, comercializar y reinsertar en el proceso productivo* el total de residuos reciclables, de manera de inyectar esa gran cantidad de recursos económicos en el proceso de la GIRSU, y de igual manera generar ingresos muy valiosos para *todos* los actores involucrados.

Ahora bien, tal vez el principal indicador para caracterizar la producción unitaria de residuos de una ciudad sea la *Generación Diaria per Cápita*. Para la ciudad de San José del Rincón, y utilizando la población estimada para la actualidad, tendremos que este indicador es de:

$$\text{Generación Diaria per Cápita} = \frac{\text{Generación Diaria Total}}{N}$$

Donde N es la cantidad de habitantes para el momento en que se quiere determinar el valor del indicador. Tendremos entonces:

$$\text{Generación Diaria per Cápita} = \frac{8,54 \text{ toneladas/día}}{11385 \text{ habitantes}} = \frac{8540 \text{ kilogramos/día}}{11385 \text{ habitantes}}$$

$$\text{Generación Diaria per Cápita} = 0,75 \frac{\text{kg}}{\text{hab} \cdot \text{día}}$$

Este potencial de generación de residuos debe ser interpretado sin perder de vista algunas cuestiones que hacen a su obtención, y más concretamente a la precisión de su valor. Por una parte, y según se puede ver en las fórmulas utilizadas para determinarlo, los valores que se utilizan son el de Generación Diaria Total y el Número de habitantes. En cuanto al primero de ellos, debemos resaltar que los valores que se han manejado corresponden al circuito formal de la recolección de residuos, que como se verá más adelante, podría no ser igual al realmente generado.

Siguiendo, el número de habitantes estimado no deja de ser una especulación matemática simplificada, que poco contempla de causas sociales que hayan podido ser determinantes en la evolución del volumen de población desde diciembre de 2010 (fecha del último Censo Nacional de Población) hasta el día de hoy. De todas formas, vamos a valernos de estos indicadores que dan una cercana idea de la generación, y en todo caso serán afectados por un coeficiente de seguridad.

Al momento de diseñar los elementos de la Gestión Integral de Residuos necesitaremos trabajar con un cierto margen de seguridad; por lo que se expuso anteriormente, aceptar como completamente válido el número de *Generación per Cápita* obtenido previamente sería, si no un error, una metodología de trabajo muy osada.

Veamos en la *Tabla 2.10* cómo, a partir de análisis similares para cada provincia, varían los indicadores de Generación per Cápita:

Provincia	Población Servida Año 2010 (hab)	Generación Per cápita (Kg./hab x día)	Generación Total (Tn/día)	Generación Total anual (Tn/año)
Buenos Aires	15.317.428	1,108	16.976	6.196.240
Catamarca	347.615	0,735	255	93.075
Ciudad de Buenos Aires	3.117.801	1,25	5.000	1.825.000
Córdoba	3.227.603	1,011	3264	1.191.360
Corrientes	865.100	0,814	704	256.960
Chaco	403.845	0,777	314	114.610
Chubut	442.103	0,903	399	145.635
Entre Ríos	1.138.506	0,79	899	328.135
Formosa	443.509	0,651	289	105.485
Jujuy	625.616	0,74	463	168.995
La Pampa	312.140	0,85	265	96.725
La Rioja	304.796	0,738	225	82.125
Mendoza	1.471.771	1,003	1477	539.105
Misiones	812.613	0,641	521	190.165
Neuquén	491.994	0,898	442	161.330
Río Negro	565.729	0,862	488	178.120
Salta	1.086.017	0,82	890	324.850
San Juan	637.454	0,891	568	207.320
San Luis	388.881	0,813	316	115.340
Santa Cruz	215.972	0,823	178	64.970
Santa Fe	3.177.295	1,006	3.043	1.110.695
Santiago Del Estero	672.354	0,829	557	203.305
Tierra Del Fuego	111.614	0,705	79	28.835
Tucumán	1.243.540	0,761	1002	365.730
TOTAL	37.421.296	1,003	38.614	14.094.110

Tabla 2.10 | Generación per Cápita y Total para cada provincia del país y para CABA. Fuente: Observatorio Nacional GIRSU.-

Para el estudio de nuestro proyecto, sería sensato pensar entonces en utilizar un valor más cercano a la estadística obtenida para la Provincia de Santa Fe. Este valor es de 1,006 kilogramos/habitante por día. Si este valor es el que rige el dimensionamiento de las instalaciones, será necesario conocer el coeficiente de seguridad utilizado:

$$v = \frac{\text{Generación Diaria per Cápita Provincia de Santa Fe}}{\text{Generación Diaria per Cápita San José del Rincón}}$$

Donde v es el coeficiente de seguridad utilizado.

$$v = \frac{1,006 \frac{kg}{hab \cdot día}}{0,75 \frac{kg}{hab \cdot día}}$$

$$v = 1,34$$

Este es un coeficiente de seguridad aceptable. Tengamos también en cuenta que uno de los propósitos fundamentales de este proyecto es actuar justamente sobre la *Generación per Cápita*: idealmente, con el correr del tiempo y a medida de que las políticas de concientización, educación y difusión logren aceptación y formen parte de la vida cotidiana de los ciudadanos, se comenzará a avanzar en la reducción de la cantidad del residuo

generado. Acompañando el descenso de este indicador, se experimentaría un aumento del coeficiente de seguridad.

2.2.3.8.1. Gestión Actual en San José del Rincón

Manipulación en origen y disposición inicial

En la etapa de manipulación en origen y disposición inicial, los ciudadanos no poseen el hábito de separar los residuos por categorías. La mayor parte de la población, sólo se limita a colocar prácticamente todos los residuos -sin ningún tipo de tratamiento o proceso previo- en bolsas plásticas, y depositarlas en la vía pública.

A partir del año 2014 y previo al iniciación de la emergencia hídrica -en noviembre de 2015-, se efectuaba una recolección diferenciada de algunos materiales valorizables. La misma consistía en la recolección separada únicamente de envases plásticos los primeros días miércoles de cada mes, y de envases de vidrio en *Puntos Limpios* -los cuales eran canastos intervenidos por el Club de Niños Pintores de la Escuela N° 16- ubicados en distintos puntos de la ciudad (en la Plaza Central Brigadier General Estanislao López y algunos comercios), pero sin demasiada adhesión de los vecinos -posiblemente tampoco las campañas de difusión hayan sido suficientes-.

En esta misma línea, se intentó impulsar la colaboración de la comunidad a través de talleres de cartonaje y telas. El cartón, acercado por los ciudadanos a la Biblioteca Popular Domingo Guzmán Silva, fue objeto de manualidades confeccionadas por los niños concurrentes al taller, mientras que las telas fueron utilizadas para la fabricación artesanal de *EcoBolsas*, que luego fueron distribuidas en algunos comercios de la ciudad.

La mayoría de las viviendas no cuenta con un cesto de residuos sobre la vereda, por lo que se colocan las bolsas a nivel del piso, pendiendo de árboles, sobre tapias, cercos de alambre tejido, etc. El municipio ha intentado corregir esta cuestión, facilitando la adquisición de cestos en altura estandarizados, de buena calidad, fabricados por personal de la Escuela Técnica N° 2068 José Ignacio López -de la vecina ciudad de Santa Fe- y a costos relativamente bajos comparados con los del mercado convencional. De todos modos, fue muy poco relevante la cantidad de cestos demandados.



Figura 2.31 | Cestos de residuos en altura. Se comercializaban en dos tamaños estandarizados. Fuente: Facebook San José del Rincón.-

Esto claramente constituye una primera línea de impacto negativo -degradación del ambiente antrópico y natural-, ya que a menudo se produce la rotura de las bolsas por animales que se ven atraídos por los aromas de los restos de comidas, y luego el remanente de los residuos se esparce por acción de los vientos.



Figura 2.32 | A la izquierda: residuos en la vía pública al nivel de vereda; a la derecha: Bolsa de residuos colocada sobre un cesto improvisado, unido a un árbol -

Algunos habitantes, por su parte y por iniciativa propia, realizan compostajes y/o lombricarios en sus viviendas, que consisten en excavaciones sobre el terreno natural, o en recipientes de determinadas dimensiones y un adecuado sistema de drenaje dentro de los cuales se introducen algunos materiales orgánicos. Dentro de los lombricarios, además, se coloca una pequeña población de lombrices, las que se alimentan de los desechos y producen un estiércol sumamente útil para abono de especies vegetales (*lombrihumus*). Mientras tanto, el resto de los residuos (no orgánicos y algunos otros) son colocados en bolsas en la vía pública para ser retirados.

En el año 2014, en el marco de una campaña para incentivar el compostaje domiciliario, se brindó un curso de capacitación sobre el tema en la Escuela N° 16 Fray Francisco de Paula Castañeda. La convocatoria fue destinada a todos los ciudadanos, a los que se les permitió la inscripción libre y gratuita. Más tarde, y esperando incorporar más interesados, se distribuyeron composteras de madera reciclada con la ayuda de algunas empresas privadas. Se pretendió que esta sea una herramienta más hacia la reducción de la cantidad de residuos generados, además de intentar obtener un uso provechoso -y con destino particular- de los residuos domiciliarios.

Dependiendo el grado de sofisticación, tanto en la construcción del lombricario como en la selección de los residuos que se colocan en su interior, al cabo de un tiempo, el fondo del recipiente ya tiene una cantidad importante de *lombrihumus*.

Recolección y transporte

La recolección de los residuos depositados en la vía pública se realiza de lunes a viernes, variando la hora según la zona. Normalmente, las tareas se planean en el día, en función de la disponibilidad de combustible, personal y estado de los caminos (si alguna zona es inaccesible por el estado de las calles debido a una lluvia, se pospone la recolección de residuos en dicho lugar).

El municipio cuenta actualmente con dos vehículos destinados al servicio de recolección de residuos. Se trata de un camión compactador con capacidad de aproximadamente 6 metros cúbicos compactados -estimativamente, en peso, unos 3000 kilogramos- y un camión volcador (sin compactador) con una capacidad de 6 metros cúbicos -aproximadamente entre 1500 y 2000 kilogramos en peso-.

Estos camiones, una vez cargados al máximo de su capacidad, se desplazan hacia el vertedero no controlado actual donde depositan lo recolectado y retornan al punto donde alcanzaron la máxima capacidad de carga, para continuar el circuito.

La línea de recorrido, o circuito de recolección, no tiene un trazado formal y estricto. Los conductores de los camiones efectúan el trayecto de acuerdo a la existencia de residuos en la dirección de avance; en el caso de no observar bolsas en una cuadra, probablemente dirijan su recorrido hacia otra zona. Esta práctica intenta reducir los costos de combustibles y tiempo de recolección, criterio que en principio es válido y aceptable, pero es frecuente que por obstáculos a la visión del conductor, distracción, u otras eventualidades, queden sectores de la ciudad temporalmente sin recolección, aunque los vecinos hayan dispuesto en la vía pública sus residuos de manera correcta.

Otro criterio que utilizan los recolectores es el de las zonas residenciales o de ocupación temporaria: la experiencia de los conductores de los camiones es tal que permite tener identificadas las zonas donde los residentes viven de manera permanente, y por lo tanto generan residuos todos los días, y las zonas donde las viviendas no son ocupadas todos los días (casas de fines de semana, por ejemplo), y por lo tanto es de esperarse que sólo en ciertas jornadas haya residuos en la vía pública.

Esta forma no planificada, y por momentos desprolija de recolección, se ve favorecida por la traza irregular de la ciudad, que presenta una importante existencia de calles angostas, cortadas, o sectores de difícil acceso para los vehículos de gran porte que se utilizan para estos trabajos, lo que impide una buena recolección, algo más estructurada. Las condiciones ideales para efectuar una recolección serían disponer una traza con encuentros de calles en forma ortogonal, y cuadras de la misma longitud. Además, es muy común ver a los camiones efectuando maniobras de retrocesos en lugares estrechos, lo que es muy poco deseable para lograr un proceso eficiente.

De acuerdo a la variabilidad en la generación de los RSU, las cantidades recogidas son muy dispares con el correr de la semana. Los días lunes las cantidades son sensiblemente mayores, pues es necesario recolectar los residuos acumulados que fueron producidos durante parte del día viernes, la totalidad de los días sábado y domingo, y parte del día lunes. Esto sumado a que la población durante los fines de semana puede llegar a aumentar de manera considerable, más aún en verano. Los días martes y miércoles, según el testimonio del personal municipal, suelen ser mucho menos demandantes en ese aspecto.

Dependiendo de qué componente de las instalaciones se vaya a dimensionar, y cómo se vaya a plantear el Sistema de Recolección, será necesario prestar atención a esta variación en las cantidades diarias, de manera de diseñar los mecanismos que permitan trabajar dentro de un cierto rango y absorber las desviaciones de los volúmenes.

Disposición final

La disposición final de los residuos se efectúa en un vertedero a cielo abierto -conocido comúnmente como basural a cielo abierto- ubicado en Callejón Pintos en su extremo Oeste (Barrio La Rinconada), a unos 900 metros de su intersección con la Ruta Provincial N° 1.



Figura 2.33 | Basural a Cielo Abierto, sito en Callejón Pintos en su extremo Oeste. Zona inundable. Fuente: Google Maps.-

Este predio, parte del valle de inundación de la Laguna Setúbal, no goza de ninguna protección contra inundaciones, ni contempla el riesgo permanente de filtración de líquidos lixiviados hacia las capas inferiores del suelo. Sus orígenes como vertedero de residuos datan de por lo menos 40 años atrás según testimonio de los residentes más antiguos de la ciudad.



Figura 2.34 | Camión volcador ingresando al predio del Basural a Cielo Abierto. Fuente: Captura de pantalla del documental "Cielo Abierto", de la Asociación Civil Tramatierra.-

La forma del vertedero, en planta, es irregular. Podría asemejarse a un romboide de diagonales que oscilan los 100 metros por 200 metros. Esta forma responde a la práctica en

la que incurren los conductores de los camiones recolectores: ingresan al predio y descargan su contenido en el lugar usualmente sin ningún tipo de planeamiento, ni compactación de los mismos, y en general no se desvían demasiado del camino que ha sido trazado con el correr de los años, y que ha dado origen a esas “diagonales” del romboide. Es nula la presencia de otras maquinarias en la zona, ya sea para allanar el terreno, compactar los residuos u otros movimientos de suelo.



Figura 2.35 | Imagen satelital del Basural a Cielo Abierto. Fuente: Google Maps.-

Una vez que los camiones vuelcan sus residuos en el predio, ingresan los recuperadores informales que realizan sus tareas coexistiendo con el peligro que representa para ellos la circulación de estos vehículos.



Figura 2.36 | Camión volcador vertiendo los RSU al predio del Basural a Cielo Abierto. Fuente: Captura de pantalla del documental “Cielo Abierto”, de la Asociación Civil Tramatierra.-

Los recicladores se sirven de todos los materiales susceptibles de ser comercializados, y que les representan muchas veces una fuente de ingresos significativa. De esta forma, destruyen las bolsas plásticas con sus propias manos -desprovistas de elementos de protección, como guantes- y separan los elementos que consideren valorizables. Las condiciones de trabajo de estas personas son totalmente inadecuadas y de alto riesgo sanitario: se exponen constantemente a infecciones, heridas punzocortantes, factores climáticos, etc.



Figura 2.37 | Recuperadores informales seleccionando materiales. Fuente: Captura de pantalla del documental “Cielo Abierto”, de la Asociación Civil Tramatierra.-

Botellas plásticas (polietileno tereftalato - PET), latas de aluminio, restos de piezas metálicas, botellas de vidrio en buen estado, son los objetos de mayor interés al momento de comercializar. Generalmente, la recolección de estos elementos se hace manualmente mientras se colocan dentro de bolsas plásticas de mayor tamaño y convenientemente resistentes (por ejemplo, bolsas de alimento balanceado canino, de gran capacidad y resistencia por el espesor del material; bolsas de tejido plástico; etc.).

Cuando las bolsas que se utilizan para la recogida manual logran una buena cantidad de materiales, los recuperadores las llevan hasta las zonas de acopio -dentro del mismo predio, en un sector destinado para ese uso- y colocan su contenido dentro de bolsas de mayor tamaño. Dentro de toda la superficie del predio trabajan las seis familias que se sirven de los desechos prácticamente sin inconvenientes. El acopio se realiza, dentro de lo que las características del terreno y la actividad permiten, de manera ordenada. Cada grupo de personas se atribuye una zona de la cual hace uso y sobre la que los otros grupos no intervienen.



Figura 2.38 | Zonas de acopio de materiales recuperados. Fuente: Captura de pantalla del documental “Cielo Abierto”, de la Asociación Civil Tramatierra.-



Figura 2.39 | Acopio dentro de bolsa de gran tamaño. Fuente: Captura de pantalla del documental “Cielo Abierto”, de la Asociación Civil Tramatierra.-

Quando las bolsas de acopio “final” alcanzan su máxima capacidad, y siempre y cuando los factores climáticos lo permitan, se procede a trasladar los materiales recuperados a los establecimientos que los adquieren para su procesamiento. El traslado se realiza muchas veces en carros tirados a caballo; otras veces, cuando las bolsas son de menor tamaño y peso, se transportan a mano hasta otras zonas fuera del predio del Basural a Cielo Abierto. Algunas familias tienen sus viviendas en lotes adyacentes al predio, y ubican en sus dominios las bolsas con materiales. Esto atrae roedores y otros animales, que agravan la situación sanitaria de cada una de estas familias.

Como se puede ver en todas las imágenes, no son pocos los animales presentes en la zona. Cerdos, caballos, perros, ratas y aves se ven especialmente atraídos por los olores que desprende la materia orgánica, que se constituye en una fuente de comida disponible para ellos. Claro que estos animales no tienen buenas condiciones de higiene, ya que se encuentran expuestos, al igual que los seres humanos, a cualquier factor que afecte su salud. No se tiene conocimiento de cuál sea el destino que se da a los cerdos: si se utiliza su carne para consumo humano, la situación es todavía más preocupante.

Con todo lo descripto, es correcto pensar que el volumen inicial de residuos generados se reduce finalmente debido a la tarea de los recuperadores combinada con la acción instintiva de los animales. Mientras tanto, el remanente es, desgraciadamente, objeto de quema generada probablemente por los mismos recuperadores. En un intento por “limpiar” y/o reducir aún más los residuos, y de esa manera facilitar el tránsito de humanos, animales y vehículos, se originan frecuentemente incendios no controlados que consumen poco a poco el plástico de bolsas, papeles y cartones que no son recuperados, etc.

Según se consultó en el Centro de Salud de la ciudad -SAMCo San José del Rincón-, las familias que trabajan en esta zona presentan fundamentalmente cuadros relacionados con enfermedades cutáneas, principalmente en los miembros inferiores y en las manos. Dependiendo de la frecuencia con que realizan las actividades de recolección, las personas suelen presentar casos de infecciones bacterianas como piodermitis - provocada por *Estafilococos* o *Streptococos*-, sarpullidos, sarna -o escabiosis producida por el ácaro parásito *Sarcoptes scabiei*-, forunculosis -a causa de la presencia del *Staphylococcus aureus*-, parasitosis -producida por la *Larva migra*- y afecciones similares. Si bien estas no presentan complicaciones demasiado importantes, a veces al ser contagiosas, y además no tratarse rápidamente y de manera adecuada, pueden provocar heridas por el rascado consecuente de la comezón, que agudizan el problema y se transforman en la vía de ingreso de nuevos microorganismos patógenos al organismo.

Los humos que surgen de la quema de los residuos también contaminan de forma significativa los alrededores del predio -con un mayor o menor radio dependiendo del sentido e intensidad de los vientos-, provocando afecciones respiratorias a los pobladores más cercanos. Puntualmente, los niños de las familias aledañas al terreno del Basural a Cielo Abierto presentan frecuentemente enfermedades respiratorias como broncoespasmos. Es muy recurrente también la irritación de las mucosas por la inhalación de estos humos, que genera molestias constantes en los afectados. Lo mismo ocurre con las mucosas oculares, que inmediatamente generan irritaciones, lagrimeo y es necesario interrumpir la actividad.

Para contrarrestar estos factores, los incendios se limitan a pequeñas áreas con montículos, teniendo siempre la precaución de restringir el combustible del mismo, y evitando así que las llamas se tornen incontrolables.

Algunas pocas familias tienen sus viviendas en terrenos cercanos al Basural a Cielo Abierto, con su situación dominial regularizada. La construcción de las mismas es tradicional, de ladrillos comunes con revoque y piso de alisado cementicio, y en algunos locales hasta piso cerámico. Estas viviendas, aunque en sus estructuras presentan un grado relativamente aceptable de solidez y confort, se ubican en zonas inundables con recurrencia bianual.

La gran mayoría de los ciudadanos que se dedican a la recuperación y comercialización de materiales reciclables no tienen una vivienda con las características recién mencionadas.

Son viviendas muy precarias construidas con chapas, láminas de polietileno, cartones, con instalaciones (en el caso de poseerlas) sumamente peligrosas e improvisadas. Los terrenos sobre los que se erigen son ocupados de manera irregular, y aunque muchos se ubican dentro de la zona defendida contra inundaciones, sus cotas son tan bajas que una lluvia de intensidad media produce anegamientos y complica la accesibilidad para brindar asistencia.

La situación habitacional de estas personas es muy complicada. Su trabajo, como ya se expresó, se desarrolla en un escenario con una total falta de sanidad. Cuando retornan a sus hogares, el contexto no mejora demasiado. Esta realidad amerita una intervención con el objetivo de mejorar su calidad de vida y brindarle las herramientas para que estos ciudadanos no dependan constantemente de la asistencia del gobierno municipal y del resto de la comunidad.

Los ciudadanos de San José del Rincón han aplicado además otras “soluciones” para la eliminación de los residuos desde hace mucho tiempo. En las zonas más alejadas del centro de la ciudad, y donde existen terrenos baldíos, se realiza la quema de los residuos de manera ilegal y no controlada. Gradualmente, se produce la acumulación de residuos de poda, escombros, artefactos metálicos y hasta residuos domiciliarios. Esto es lo que se conoce comúnmente como Volcadero Clandestino de Residuos. Idealmente, los vecinos deberían actuar de manera pronta cuando observen la formación temprana de estos volcaderos, dando aviso a las autoridades.



Figura 2.40 | Vertedero clandestino incipiente.-

Cuando se acumula una cierta cantidad de residuos en los volcaderos clandestinos, se produce la quema de todo el conjunto, lo que produce la emanación de gases tóxicos, humos molestos, y posibilidad de afectación a las instalaciones eléctricas aéreas cercanas, ya que las llamas suelen descontrolarse y alcanzar grandes alturas. Esta problemática se ve agravada cuando la localización del volcadero clandestino es cercana a alguna vía vehicular importante, como la RPN°1; si los vientos se combinan con esta situación, existe la posibilidad de que se produzcan accidentes por reducción de la visibilidad. Es necesario aclarar que, en general, los vecinos que recurren a estas prácticas de quema de basurales no tienen intenciones de perjudicar al ambiente ni de recurrir al vandalismo, sino que

consideran que es una solución ante la falta de recolección de los residuos que se ubican - erróneamente- allí.



Figura 2.41 | Vertedero clandestino incipiente con restos de quema. Práctica recurrente en este sitio.-

En otros casos, el volcadero clandestino simplemente crece hasta convertirse en un foco infeccioso que atrae roedores y otros animales, y favorece la proliferación de vectores y otras alimañas que ponen en riesgo la salud de la población en general, y en especial a los habitantes más cercanos a dicho basural.

Los empleados municipales trabajan tratando de erradicar estos lugares de disposición ilegales, pero con un presupuesto y recursos tan reducidos, las tareas de remediación nunca resultan suficientes.

Por estos motivos, es decir, un sistema de recolección deficiente sumado a la disposición final de residuos indebida, es muy posible que la cantidad de residuos generada por la población sea inconsistente con la que ingresa al circuito formal.

2.2.3.8.2. Residuos de Poda y de Construcción

Estos residuos que generan los habitantes de la ciudad reciben un trato especial. La cantidad de restos vegetales producto de podas tienen variaciones a lo largo del año, tanto en cantidad como en tipo: por un lado, durante los meses con temperaturas más altas, la poda de las especies más grandes se reduce, mientras que la poda de césped y algunas especies de arbustos se intensifica; en invierno y otoño ocurre precisamente lo contrario, ya que el crecimiento del césped y la vegetación pequeña se aletarga y comienza la etapa de poda de las especies más grandes.

Los ciudadanos deben comunicarse telefónicamente con las oficinas de Servicios Públicos de la Municipalidad para solicitar el servicio de recolección de restos de poda o remoción de árboles caídos.



Figura 2.42 | Personal de la Municipalidad de San José del Rincón recolectando restos vegetales. Fuente: <http://www.comunaderincon.gob.ar->

Mediante el uso de maquinaria pesada combinada con el trabajo manual del personal, los restos de poda son colocados dentro de un remolque propiedad del municipio, que una vez al tope de su capacidad, se retira para su descarga.



Figura 2.43 | Personal de la Municipalidad de San José del Rincón recolectando restos vegetales. Uso de maquinaria pesada. Fuente: <http://www.comunaderincon.gob.ar->

En cualquier etapa del año, los restos vegetales son transportados hacia una zona sobre el margen Oeste de la ciudad, ubicada en Calle San Martín, en su intersección con el Terraplén Juan Domingo Perón (defensa de las aguas de la Laguna Setúbal). Los camiones, cargados con restos vegetales, ascienden hasta el coronamiento de la defensa y descargan los residuos sobre el talud mojado. La disposición de estos restos abarca una franja de aproximadamente 300 metros de longitud sobre el talud Oeste de la defensa.



Figura 2.44 | Vehículo de la Municipalidad de San José del Rincón volcando residuos de poda sobre el talud Oeste (mojado) de la defensa.-



Figura 2.45 | Gran cantidad de residuos vegetales sobre el talud Oeste de la defensa.-

Como es de esperarse, muchos vecinos vuelcan allí mismo sus residuos domiciliarios aunque en el lugar existe cartelera que advierte acerca de la prohibición de esa práctica. Y de esa forma comienza a formarse un vertedero irregular, fomentado en parte por la existencia de residuos vegetales, vertidos por el propio municipio -en una práctica también ilegal-, que cubren al resto de los desechos domiciliarios.



Figura 2.46 | Depósito de residuos vegetales junto con otros residuos domiciliarios.-



Figura 2.47 | Depósito de residuos vegetales junto con otros residuos domiciliarios.-

Al igual que con los vertederos clandestinos que fueron explicados previamente, en el momento que se alcanza una determinada cantidad acumulada de residuos, algún vecino, probablemente de las zonas más cercanas, procede a incendiar todos los residuos con el fin de remediar la acumulación y evitar que se produzca la proliferación de alimañas.



Figura 2.48 | Quema de residuos sobre el talud Oeste.-



Figura 2.49 | Quema de residuos sobre el talud Oeste. En la fotografía se puede observar la presencia del tendido eléctrico, que podría ser afectado por las llamas.-

Con este tema sobre el tapete, vamos a comentar una experiencia propia. En una ocasión -previa a la correspondiente a la toma de estas fotografías- se intentó acceder a la zona mencionada (San Martín al Oeste, en la intersección con el Terraplén Juan Domingo Perón). A unos 200 metros del lugar se divisó una densa columna de humo blanco. De todas formas, intentamos acercarnos más a la zona central del incendio para documentar fotográficamente; inmediatamente, y habiendo avanzado unos 100 metros, fue necesario detener la marcha del vehículo y retroceder, ya que se hacía muy molesta la permanencia en el lugar a causa de los humos, aun estando dentro del vehículo. Esta única experiencia personal puso en consideración la gran problemática que significa para los habitantes cercanos encontrarse con estas situaciones de manera frecuente. En otras palabras, haber conocido en primera persona el problema y la causa nos da una visión más amplia y hace que nuestras intenciones se orienten también a generar conciencia acerca del daño que produce una quema de estas características, desarrollar mecanismos que eviten la necesidad de recurrir a esto, y de todas formas, hacer efectiva la prohibición de la quema de pastizales, residuos de poda y cualquier tipo de residuos sólidos.

A pocos metros de este lugar de disposición de residuos vegetales se ha improvisado, con el tiempo, un depósito de metales, plásticos y otras chatarras. Periódicamente, los lugareños comercializan estos materiales y realizan una limpieza parcial de la zona. No obstante, mientras tanto, los residuos permanecen sobre el talud -e incluso a veces sobre el coronamiento- del Terraplén, lo que modifica las características del escurrimiento de las aguas meteóricas, además de permitir el crecimiento de malezas, y servir de refugio tanto para animales como para malhechores.



Figura 2.50 | Depósito de metales y electrodomésticos sobre el talud Este (seco) del terraplén.-



Figura 2.51 | Carrocería prácticamente completa de un automóvil sobre el coronamiento del terraplén.-

Vecinos de otros lugares de la ciudad trasladan hasta estas zonas sus residuos metálicos (restos de bicicletas, electrodomésticos defectuosos, electrónicos, autopartes, etc.), artículos plásticos en desuso y demás. El fundamento de estos procedimientos radica en que los

creadores de estas zonas de acopio de residuos, generalmente personas con escasa capacidad económica, obtienen alguna remuneración al momento de la venta de los mismos.

Los restos de materiales de construcción (principalmente cascotes, ladrillos y piedras) son utilizados de manera más provechosa. Como se dijo previamente, la mayoría de las calles son de tierra arenosa, por lo que se ven muy afectadas por la combinación de lluvias y tránsito. Para remediar -solo en parte- esta constante problemática, muchas veces se vierte una fracción de estos residuos en hundimientos, huellas o baches en la red de caminos. Otras veces, y si la condición general de los caminos lo permite, parte de los restos de construcción son acopiados en el depósito municipal, y así se encuentran disponibles para su uso en otros trabajos.

2.2.3.8.3. Emergencia Hídrica Noviembre 2015 - Julio 2016

Si bien un convenio firmado en junio del año 2013 permite al municipio de San José del Rincón, y comunas de Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines utilizar el Complejo Ambiental de la Ciudad de Santa Fe para depositar los Residuos Sólidos Urbanos, el costo de traslado de los mismos hasta el complejo es inviable para administraciones de tan pocos recursos.

A raíz del período hídrico que atraviesa la Región del Litoral, se ha producido la elevación de los niveles del Río Paraná; consecuentemente, la Laguna Setúbal ha ganado terreno de su valle de inundación, alcanzando y anegando el actual vertedero y el Callejón Pintos, único ingreso al predio.

Debido a esta situación, y a la imposibilidad de realizar la disposición final en el predio donde se hacía habitualmente, los residuos comenzaron a ser trasladados a la zona donde asiduamente eran arrojados los restos de poda; este sistema, además de ser legal y ambientalmente impropio, no logró subsanar la situación, ya que los niveles de la Laguna continuaron aumentando y alcanzaron el “nuevo” vertedero, arrastrando aguas abajo toda la contaminación generada en él.

El costo ambiental y social que esto generó, pronto ocupó una parte importante de los medios locales. Esto motivó un acuerdo entre la Administración Provincial (a través de los ministerios de Gobierno y Reforma del Estado, y de Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe) y las autoridades de la Municipalidad de San José del Rincón, mediante el cual aquella se comprometía a hacer frente a los gastos de traslado de los residuos hasta el Relleno Sanitario de la Ciudad de Santa Fe durante la emergencia. Al final de este período, los fondos de la provincia destinados a solventar este traslado, serán recuperados mediante el descuento parcial de la coparticipación de la ciudad de San José del Rincón.

En este contexto, el municipio de San José del Rincón utilizó un predio privado para crear una *Estación de Transferencia de Residuos* de carácter temporal, en la cual se vuelcan todos los residuos recolectados, y a partir de allí, una empresa privada -Ecopen, de Francisco Pensiero- contratada para tal fin, recolecta la totalidad de los desechos y los traslada hacia la ciudad de Santa Fe.



Figura 2.52 | Estación de transferencia en terreno privado. Maquinarias de la empresa Ecopen trabajan en el lugar.-

Tanto la disposición de los residuos en el lugar por el personal de la Municipalidad de San José del Rincón, como el retiro a cargo de la empresa Ecopen, son supervisados por agentes del municipio local.

2.3. Reseña de las localidades de Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines

Ante la posibilidad de incorporar al resto de las localidades del Corredor de la Costa (Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines) a la etapa final de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, es inevitable considerar algunos aspectos de las mismas. Así, al menos será indispensable conocer las poblaciones actuales y futuras, mientras que otros parámetros podrían ser extrapolados sin grandes errores del análisis hecho a la ciudad de San José del Rincón.

Recurriendo a las estadísticas oficiales de censos poblacionales, podemos confeccionar la *Tabla 2.11*:

Año	Habitantes	
	Arroyo Leyes	Santa Rosa de Calchines
1991	1599	4223
2001	2241	5629
2010	3012	6268

Tabla 2.11 | Censos poblacionales San José del Rincón. Fuente: INDEC.-

Se procederá de la misma manera que en el análisis poblacional de San José del Rincón. Se aplicarán los tres métodos utilizados previamente y al final se efectuará el promedio considerando los valores que no presenten una gran desviación con respecto a la media estimada.

Los resultados del análisis anterior se muestran en la *Tabla 2.12*.

	Arroyo Leyes	Santa Rosa de Calchines
Método aritmético	3526	6694
Método geomético	3669	6734
Extrapolación lineal	3255	6687
Promedio	3598	6705

Tabla 2.12 | Estimación de la población en Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines.-

Con estos valores de población, y asumiendo un potencial de producción de RSU de 0,750 kilogramos/habitante/día, podemos estimar -al día de hoy, y más tarde al final de período de diseño de las instalaciones- el aporte de residuos de estas localidades a la disposición final. Veamos la siguiente tabla:

Localidad	Potencial de producción de RSU [kg/hab/día]	Habitantes	RSU Totales [kg/día]
Arroyo Leyes	0,75	3598	2699
Santa Rosa de Calchines		6705	5029
TOTAL			7728

Tabla 2.13 | Generación diaria de residuos en Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines.-

Por supuesto, al igual que para San José del Rincón, al momento de dimensionar las estructuras será necesario aplicar un coeficiente de seguridad para esta generación potencial.

Los resultados de una recolección diferenciada en Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines, se muestran en las *Tabla 2.14* y *Tabla 2.15*, respectivamente.

Composición Residuos Sólidos Urbanos en Arroyo Leyes			
Material	Cantidad total de RSU [ton/día]	Composición porcentual	Cantidad del material [ton/día]
Papel y cartón	2.67	17	0.454
Plásticos		14	0.374
Vidrios		5	0.133
Metales		2	0.053
Orgánicos		50	1.335
Otros*		12	0.320

Tabla 2.14 | Composición de los RSU en Arroyo Leyes según materiales.-

Composición Residuos Sólidos Urbanos en Santa Rosa de Calchines			
Material	Cantidad total de RSU [ton/día]	Composición porcentual	Cantidad del material [ton/día]
Papel y cartón	5.03	17	0.855
Plásticos		14	0.704
Vidrios		5	0.251
Metales		2	0.101
Orgánicos		50	2.515
Otros*		12	0.603

Tabla 2.15 | Composición de los RSU en Santa Rosa de Calchines según materiales.-

Con los mismos precios de referencia utilizados antes:

Valoración diaria de Residuos Sólidos Recuperables en Arroyo Leyes				
Material	Cantidad [ton/día]	Cantidad [Kg/día]	Precio de promedio de referencia [\$/Kg]	Valor diario [\$]
Papel y cartón	0.454	453.73	1.10	498.45
Plásticos	0.374	373.66	1.73	645.60
Vidrios	0.133	133.45	0.66	88.61
Metales	0.053	53.38	12.33	658.18
TOTAL				1890.84

Tabla 2.16 | Valoración diaria de Residuos Sólidos Recuperables en Arroyo Leyes.-

Valoración diaria de Residuos Sólidos Recuperables en Santa Rosa de Calchines				
Material	Cantidad [ton/día]	Cantidad [Kg/día]	Precio de promedio de referencia [\$/Kg]	Valor diario [\$]
Papel y cartón	0.855	854.93	1.10	939.20
Plásticos	0.704	704.06	1.73	1216.46
Vidrios	0.251	251.45	0.66	166.96
Metales	0.101	100.58	12.33	1240.15
TOTAL				3562.78

Tabla 2.17 | Valoración diaria de Residuos Sólidos Recuperables en Santa Rosa de Calchines.-

Para un mes:

Valoración mensual de Residuos Sólidos Recuperables en Arroyo Leyes				
Material	Cantidad [ton/mes]	Cantidad [Kg/mes]	Precio de promedio de referencia [\$/Kg]	Valor mensual [\$]
Papel y cartón	13.612	13611.9	1.10	14953.64
Plásticos	11.210	11209.8	1.73	19368.04
Vidrios	4.004	4003.5	0.66	2658.32
Metales	1.601	1601.4	12.33	19745.26
TOTAL				56725.27

Tabla 2.18 | Valoración mensual de Residuos Sólidos Recuperables en Arroyo Leyes.-

Valoración mensual de Residuos Sólidos Recuperables en Santa Rosa de Calchines				
Material	Cantidad [ton/mes]	Cantidad [Kg/mes]	Precio de promedio de referencia [\$/Kg]	Valor mensual [\$]
Papel y cartón	25.648	25647.9	1.10	28176.05
Plásticos	21.122	21121.8	1.73	36493.78
Vidrios	7.544	7543.5	0.66	5008.88
Metales	3.017	3017.4	12.33	37204.54
TOTAL				106883.25

Tabla 2.19 | Valoración mensual de Residuos Sólidos Recuperables en Santa Rosa de Calchines.-

Y para un año:

Valoración anual de Residuos Sólidos Recuperables en Arroyo Leyes				
Material	Cantidad [ton/año]	Cantidad [Kg/año]	Precio de promedio de referencia [\$/Kg]	Valor anual [\$]
Papel y cartón	163.343	163342.8	1.10	179443.73
Plásticos	134.518	134517.6	1.73	232416.52
Vidrios	48.042	48042	0.66	31899.89
Metales	19.217	19216.8	12.33	236943.14
TOTAL				680703.29

Tabla 2.20 | Valoración anual de Residuos Sólidos Recuperables en Arroyo Leyes.-

Valoración anual de Residuos Sólidos Recuperables en Santa Rosa de Calchines				
Material	Cantidad [ton/año]	Cantidad [Kg/año]	Precio de promedio de referencia [\$/Kg]	Valor anual [\$]
Papel y cartón	307.775	307774.8	1.10	338112.60
Plásticos	253.462	253461.6	1.73	437925.32
Vidrios	90.522	90522	0.66	60106.61
Metales	36.209	36208.8	12.33	446454.50
TOTAL				1282599.03

Tabla 2.21 | Valoración anual de Residuos Sólidos Recuperables en Santa Rosa de Calchines.-

Mostraremos ahora la *Tabla 2.22* resumen, que muestra la generación de residuos, discriminados en orgánicos e inorgánicos, para la población en el año 2016 de todo el Corredor de la Costa.

Producción diaria de Residuos Sólidos Urbanos en el Corredor de la Costa - Año 2016								
Localidad	Generación diaria [0,750 kg/hab/día]				Generación diaria*[1,006 kg/hab/día]			
	Residuos Orgánicos [ton/día]	Residuos Recuperables [ton/día]	Otros** [ton/día]	Total [ton/día]	Residuos Orgánicos [ton/día]	Residuos Recuperables [ton/día]	Otros** [ton/día]	Total [ton/día]
	50%	38%	12%	100%	50%	38%	12%	100%
San José del Rincón	4.270	3.245	1.025	8.541	5.722	4.349	1.373	11.444
Arroyo Leyes	1.335	1.014	0.320	2.700	1.788	1.359	0.429	3.576
Santa Rosa de Calchines	2.515	1.911	0.600	5.027	3.369	2.561	0.809	6.739
TOTAL	8.119	6.170	1.949	16.238	10.879	8.268	2.611	21.758

*: Estos valores de generación diaria de residuos han sido afectados por el Coeficiente de Seguridad $v = 1,34$.
 **: Incluye Residuos No Recuperables y Residuos Peligrosos producidos en domicilios particulares.

Tabla 2.22 | Resumen generación diaria de Residuos Sólidos Urbanos en el Corredor de la Costa en 2016.-

2.4. Diagnóstico

Ha quedado claro que la ciudad de San José del Rincón se encuentra muy atrasada con respecto a todos los servicios básicos. Dicho de otra forma, el crecimiento poblacional no ha sido acompañado por crecimiento de infraestructura que abastezca de manera satisfactoria a esta población. Demográficamente, el crecimiento del “pueblo” ha sido muy vertiginoso en las últimas décadas. Son varios factores los que intervienen en esta temática, y no se conoce precisamente cómo interactúan entre sí: la escasez de terrenos para habitación en la vecina ciudad de Santa Fe, la búsqueda de un modo de vida más tranquilo, natural y seguro con respecto a otras zonas cercanas similares, especulaciones de crecimiento económico -comercios que encuentran una posibilidad de éxito en la zona debido a la falta en su rubro-, etc., han transformado al pueblo que antaño era un sitio casi exclusivamente de descanso, en una ciudad incapaz de hacer frente a las demandas de una sociedad muy variada en su composición.

Con este panorama, y en vistas a futuro, resulta indispensable y en cierta manera urgente actuar sobre la infraestructura de la zona, ya que la población seguirá incrementándose, densificándose y requiriendo niveles de habitabilidad aceptables, siguiendo las tendencias actuales.

La Gestión de los Residuos Sólidos Urbanos no está exenta de este contexto y estas perspectivas. La creciente producción de RSU -en función del crecimiento de población- amerita la creación de un Programa Integral, que contemple actuaciones sobre la generación y disposición inicial en los hogares, mecanismos de recolección, tratamiento, recuperación y disposición final de residuos, buscando eficiencia y funcionalidad.

En esta misma temática, es necesario subsanar la situación de los recolectores o recuperadores informales, que exponen su salud constantemente a los riesgos que representa la actividad de *cirujeo*. Conviven todo el tiempo con el riesgo de encontrar objetos que provoquen heridas, infecciones, etc., además de ser los primeros perjudicados por la contaminación de los componentes del medio natural. Es necesario corregir esta situación de manera inmediata, además de generar el contexto para que estos recolectores sean incluidos en un circuito formal de trabajo.

El daño al ambiente que se produce actualmente es sumamente relevante desde el aspecto natural y antrópico: El cauce de la Laguna Setúbal se ve frecuentemente afectado -con cada crecida de recurrencia bianual según el Mapa de Inundabilidad de la Ciudad de San José del Rincón-; el suelo del predio del Basural a Cielo Abierto recibe la agresión constante de materiales contaminantes no biodegradables (metales pesados, residuos químicos altamente contaminantes, etc.); las aguas subterráneas son receptoras de los líquidos percolados que arrastran contaminantes peligrosos y se filtran a través del suelo, y que más tarde se propagan hacia otras zonas; el aire, tanto por olores, partículas livianas y por humos contaminantes provenientes de la combustión incontrolado de residuos y materiales, se colma de impurezas y afecta a todos los seres que habitan las cercanías.

La Generación en origen deberá estructurarse de manera de viabilizar la aplicación de un Programa Integral de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. Es necesario resaltar que esta etapa, que deberá ser llevada a cabo por todos los ciudadanos convertidos en actores fundamentales e indispensables de la GIRSU, es el motor inicial del Proyecto, y muy probablemente la etapa más delicada, sobre la que debe prestarse más atención. La

colaboración de la ciudadanía condicionará a todas las etapas siguientes, por lo que no deben escatimarse esfuerzos en lograr una respuesta positiva. Pensando en tiempos futuros, deberá crearse la normativa necesaria que otorgue un carácter de mayor formalidad y obligatoriedad a este aspecto.

La Disposición Inicial necesitará ser revisada íntegramente, redactando y aplicando el marco legal que establezca algunas condiciones mínimas como días, horarios, características de las bolsas, características y ubicación de los cestos de residuos en la vía pública, etc. Será muy importante que estos elementos legales sean muy claros con respecto a las penas y a los mecanismos de aplicación de las mismas. Estos elementos legales pretenderán incorporar buenos hábitos a los vecinos, y desalentar las prácticas que tanto afectan a la zona.

El proceso de Recolección y Transporte hacia el predio de procesamiento de residuos tendrá que hacerse más eficientemente. Esta mejora impactará directamente en la reducción del consumo de combustibles fósiles y la consecuente emisión de gases de combustión, ruidos molestos, etc. Posiblemente los horarios de recolección también deban ser ajustados, de manera de producir menor interferencia en el tránsito de la ciudad.

El Tratamiento de Residuos deberá proyectarse prácticamente desde cero. Actualmente no se aplica ningún tipo de proceso para los residuos, por lo que deberá capacitarse a todos los involucrados -que idealmente serán las personas que se dedican a la recuperación informal- y orientarlos a la optimización de los recursos disponibles y maximización de los ingresos provenientes de la comercialización de los materiales de recupero.

El basural a cielo abierto actual deberá ser clausurado, y debería avanzarse en un plan para la recuperación del predio. Es vital que, cuanto antes, la localización de los RSU se haga de manera conforme a la legislación; una buena manera sería la creación y operación de un relleno sanitario en la ciudad de San José del Rincón, que albergue los residuos de toda la zona.

No obstante nuestra intención de incorporar a *todos* los recuperadores informales en las distintas etapas del proceso, será necesario siempre contar con la supervisión de un profesional que controle las variables más específicas de las mismas. De esta manera, habrá también que establecer pautas para el trabajo combinado de empleados municipales, trabajadores de la sociedad conformada por los recuperadores y profesionales de distintas áreas.

Las campañas que fueron -y son- aplicadas en materia ambiental y de residuos han presentado fallas. La principal vía de difusión que se utilizó es Internet: este servicio se ha extendido considerablemente, llegando a muchos de los hogares de la ciudad y siendo utilizado por un rango de edades bastante amplio. Sin embargo, la utilización de las redes sociales oficiales como comunicadoras de campañas, políticas y prácticas en esta materia es insuficiente. Es necesario, para obtener buenos resultados, reforzarlas utilizando otros medios (audiovisuales, folletería, comunicación *puerta a puerta*, etc.), con el objeto de penetrar más en la población y alcanzar a todas las edades y todos los estratos sociales, e independizar del uso de Internet y redes sociales el conocimiento de las medidas aplicadas. De la misma manera, efectuar muestreos, nuevas campañas y puestas en conocimiento a la población de los avances en materia de tratamiento de RSU, creará el contexto social, y asimismo el entusiasmo en la población para que el plan se mantenga vigente y se arraigue en los ciudadanos.

Un análisis muy similar les cabe a las localidades de Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines, que cuentan con un servicio de recolección de residuos prácticamente igual de precario que en la ciudad de San José del Rincón. Quedará a cargo entonces de cada comuna fomentar las políticas y actividades que se alineen con las adoptadas en esta ciudad, de manera de contribuir a nivel consorcio con la mejora del medio ambiente.

3. Enfoque de Marco Lógico |

Se trata de una herramienta analítica que se utiliza para mejorar la planificación y la gestión de proyectos.

Es un método relativamente sencillo que aporta información pertinente y cualificada para la toma de decisiones, sintetizando de forma clara toda la complejidad del proyecto ya que resalta sus aspectos más relevantes bajo un esquema normalizado. A su vez, establece de forma clara las relaciones que existen entre los distintos elementos del proyecto mejorando la planificación.

El Enfoque de Marco Lógico sirve para identificar cuáles son las necesidades insatisfechas, analizar el entorno del proyecto desde el inicio, clarificar el propósito y la justificación del mismo, así como definir sus elementos, facilitar la comunicación entre las partes implicadas, e identificar las variables clave para medir el éxito.

Para desarrollar este método, se determinará en primer lugar, y en base a lo mencionado en la etapa *Descripción de la Situación Actual*, cuál es la Situación Problema a abordar, para de esta manera poder analizar quiénes son los Actores y Grupos de Interés que se ven involucrados en la misma, y cuál es su rol en el proyecto.

Seguidamente, en función de las definiciones efectuadas, se determinarán las Causas y los Efectos del Problema determinado -plasmándolos en lo que se conoce como *Árbol de Problemas*- que son los que luego se transformarán en los Medios y Fines respectivamente -formando el *Árbol de Objetivos*-, para lograr el Objetivo y definir cuáles serán sus impactos.

Una vez planteados los Objetivos del proyecto, se esbozarán las posibles alternativas de solución al problema teniendo en cuenta los medios de los que se dispone, los recursos que razonablemente se puede manejar y el entorno del proyecto. Cada una de estas opciones se debe estudiar desde la perspectiva de su viabilidad, es decir, de la posibilidad de concretar la alternativa seleccionada.

Estas alternativas, tienen dos enfoques complementarios según lo requiera el problema a resolver: por un lado, se plantean las Intervenciones no Estructurales, es decir, aquellas "*Intervenciones Blandas*", como por ejemplo medidas económicas y financieras, gestiones institucionales, elaboración del marco normativo que legisle las distintas etapas del proyecto, entre otras. Por otro lado, se proyectan las Intervenciones Estructurales, es decir, aquellas "*Intervenciones Duras*", entendidas como las Obras de Ingeniería.

Sobre la base de la propuesta realizada, se realiza un análisis de cada una de las alternativas, con la consecuente comparación y selección de una de ellas.

Aplicado este análisis al presente proyecto, se seleccionará una alternativa por cada etapa del mismo, para finalmente proceder al diseño de la alternativa seleccionada.

3.1. Problemática General

A lo largo de la historia las sociedades han tenido múltiples necesidades. En cierta forma, el éxito de una comunidad se ha basado en la existencia y funcionalidad de las infraestructuras logradas, que configuran el escenario sobre el que las civilizaciones habitan y se desarrollan. Este concepto se extiende a todos los servicios, desde provisión de alimentos,

agua, existencia de redes de caminos, hasta evacuación de los residuos. Claro que, además, todos estos aspectos están íntimamente relacionados.

No son pocos los casos en los que la incorrecta evacuación de residuos cloacales, por ejemplo, ha interferido con la provisión de agua para consumo. Esta falta de planificación -o planificación defectuosa- impactó sobre la salud de poblaciones enteras, provocando resultados catastróficos que son recordados hasta el día de hoy.

En resumen, la planificación de la infraestructura y de *todos* los servicios es un desafío para las comunidades actuales -como lo ha sido también para las comunidades de antaño-, que deben afrontar diariamente el crecimiento demográfico y el resultado de sus actividades.

A simple vista, podríamos reconocer como uno de los más grandes retos de la humanidad la provisión de agua para consumo. Principalmente en Europa, Asia y en algunos sitios de América, el acceso al agua para su potabilización es sumamente escaso, lo que ha motivado grandes campañas de concientización y cambios de hábitos.

Una de las razones de la comprometida realidad de este vital recurso es la contaminación de los cursos de agua dulce. La mayoría de las sociedades han sido, durante mucho tiempo, muy poco criteriosas al momento de evacuar sus desechos, sean sólidos o líquidos.



Figura 3.1 | Río completamente contaminado con residuos en Indonesia.-

Lentamente, y gracias a la creación de normativas estrictas, la situación ha comenzado a cambiarse. En nuestro país, todavía se puede ver un atraso con respecto a esta temática, ya que las leyes existentes no parecieran ser demasiado exigentes -ni en la regulación de los parámetros de contaminantes ni en el cumplimiento de las penalizaciones que se deberían aplicar-. Sin embargo, la tendencia a nivel nacional es alentadora, ya que desde hace algunos años los residuos domésticos -tanto Residuos Sólidos Urbanos como aguas cloacales- e industriales han sido tema de discusión.

Las costumbres de la sociedad moderna no contribuyen a reducir la problemática: con el avance de las tecnologías y la modernización de los procesos productivos, se ha disparado de forma considerable el nivel de producción de las industrias. Lo mismo con los niveles de consumo, que intentan acompañar el crecimiento tecnológico. En definitiva, se ha ingresado

en un círculo de producción-consumo sin precedentes. En sí mismo, esto no aparenta presentar más inconvenientes que la creación de la *sociedad del consumo*, sin embargo es necesario analizar lo que ocurre antes y después de la producción y el consumo actual.

Por un lado, tenemos el uso constante y desmedido de los recursos naturales, principalmente no renovables (combustibles fósiles, metales y otros minerales) o con una tasa de renovación bastante por debajo de la tasa de uso. Esto produce un desbalance en el ambiente y una escasez del recurso que genera conflictos a lo largo y ancho de todo el mundo.

Las etapas posteriores a la obtención del recurso no son menos problemáticas: con los procesos productivos, viene la creación de sus residuos. Gaseosos, líquidos y/o sólidos, los residuos de los procesos de producción son un resultado no deseado pero que se genera inevitablemente, y afecta a la totalidad del ambiente.

Pero la generación de residuos no queda solo en las etapas de producción del bien. Los consumidores de esos productos son a su vez los “generadores de un desecho” una vez que el producto ha cumplido su vida útil. Los desechos son, por lo tanto, consecuencia del uso y consumo de productos tanto superfluos como de primera necesidad. El siguiente esquema pretende ilustrar de forma muy básica cómo ocurre un ciclo de producción/consumo, de manera de identificar rápidamente los factores que intervienen.

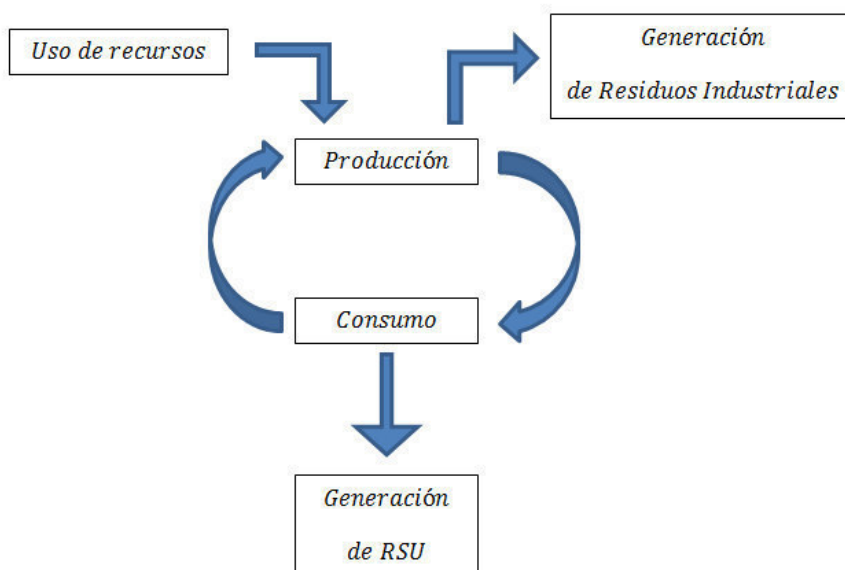


Figura 3.2 | Esquema básico de Producción-Consumo.-

Como vemos, el problema tiene una raíz que dista mucho de ser abordable según nuestras capacidades. Los “nuevos” hábitos de la sociedad -en parte inducidos por políticas empresarias- hacen que la problemática general haya tomado las dimensiones mundiales que hoy tiene. Desde nuestro lugar de consumidores, tenemos la capacidad -no menor- de acotar el consumo a lo indispensable para llevar una vida satisfactoria. Es necesario reflexionar sobre cuáles de los artículos que utilizamos diariamente son realmente imprescindibles. Repasando el cuadro de la *Figura 3.2*, podemos ver que si se reduce -o en algunos casos se suprime- el Uso de recursos, Producción o Consumo, consecuentemente se reduciría la generación de residuos, tanto industriales como domiciliarios.

Paralelamente, y ante la imposibilidad de eliminar por completo los residuos, debemos utilizar todas las herramientas que estén a nuestro alcance para disminuir los impactos que estos producen sobre el medio natural y antrópico, y para ello se plantea una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos aplicando los mejores principios de la ingeniería, salud pública, ecología, estética, economía, etc.

3.2. Predefinición de la Situación Problema

A nivel nacional, provincial y local, la problemática podría ser aún más grave. La precarización con que se tratan *todos* los residuos -y particularmente para nuestro análisis los domiciliarios- en nuestro país es preocupante. Sumado a esto, la falta de conciencia de la mayoría de la población hace que el tema no tenga un resultado favorable.

En la Provincia de Santa Fe hace un tiempo se ha comenzado a crear legislación sobre residuos y su tratamiento, pero afrontar los costos que implicaría aplicarlas es prácticamente imposible para la mayoría de las localidades. La viabilidad de estructuras y gestiones de acuerdo con la Ley 13055 “Basura Cero” queda restringida a ciudades con un número importante de habitantes -y por lo tanto una significativa capacidad recaudatoria-. La creación de consorcios entre poblaciones más pequeñas no ha tenido el éxito esperado, posiblemente por la falta de uniformidad política de sus administraciones, entre otros motivos.

La ciudad de San José del Rincón, y las comunas de Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines son un ejemplo de esto. Además, la fisonomía del consorcio “Área Metropolitana Corredor Ruta 1” oficializado en el marco de la Resolución N° 131, hace que las distancias entre los tres centros urbanos sean demasiado grandes, lo que encarece los transportes y en cierta forma beneficia a la localidad sobre la que se emplacen las instalaciones principales. Este es otro limitante para la aplicación de la Gestión de los Residuos de forma mancomunada.

Actualmente los residuos en las tres localidades son ubicados en Basurales a Cielo Abierto desprovistos de protección contra inundaciones, que al tratarse de zonas costeras son continuamente afectados por las crecientes de los ríos. Cuando esto ocurre, el predio no solo resulta inundado, sino que las aguas arrastran consigo una gran parte de los residuos y dispersan el resto sobre todo el terreno. Además, las filtraciones de los líquidos lixiviados hacia las capas inferiores del suelo contaminan las aguas freáticas. No es necesario recalcar la gran contaminación visual que significan pequeños cerros de residuos en una zona litoraleña, que previamente a la intervención humana presentaba un ecosistema autóctono muy rico y próspero. Al día de hoy, la zona costera es un atractivo justamente por la flora y fauna de sus márgenes, lo que se contrapone con la agresión que se produce con el volcado de residuos en las mismas.

El resto del tiempo, es decir mientras los ríos se mantienen en su cauce normal, la disposición no apropiada de los residuos hace que proliferen todo tipo de animales (cerdos, perros, roedores, aves, etc.) que se alimentan de algunos componentes presentes en la masa de residuos.

La quema de residuos también es una fuente constante de contaminación atmosférica y a la salud pública, incrementándose su área de influencia cuando los vientos propagan los

efectos nocivos de los humos, llegando incluso a causar accidentes de tránsito cuando estos interceptan vías de comunicación.

El suelo se encuentra saturado de sustancias contaminantes que han sido vertidas desde hace décadas en el lugar. En fin, las afectaciones a los componentes del medio natural son tan antiguas y graves que sanear completamente la zona tardaría un tiempo muy prolongado -se habla de cerca de 200 años para una recuperación íntegra del predio- y sus costos serían muy difíciles de afrontar.

El medio antrópico también se ve muy perjudicado por la existencia de este Basural. Un grupo humano, el de los recuperadores informales, es afectado especialmente por los materiales que se disponen allí. Producto de estar en contacto directo con los residuos, contraen enfermedades de variada gravedad (cutáneas, oculares y respiratorias por los humos de la quema, etc.).

El trazado irregular de las calles de la ciudad y la falta de planificación de la recolección, hace que muchas zonas queden sin el retiro de residuos durante períodos más o menos prolongados. Esto fomenta la creación de Basurales Clandestinos, que tienen más o menos los mismos inconvenientes que fueron enunciados previamente.

En otro orden de importancia y alcance, la alta dependencia de los hidrocarburos -en la actualidad, uno de los recursos no renovables más cuestionado y al mismo tiempopreciado- para la generación de energía, motiva la búsqueda y utilización de nuevas fuentes, llamadas comúnmente *renovables* o *verdes*, con la sustentabilidad como objetivo primario. Tanto los procesos de obtención de esa energía convencional, como los residuos que se desprenden de su uso, son los generadores principales de los gases de efecto invernadero.

Evidentemente la problemática es muy compleja y no queda limitada solamente a la creación de una estructura que sirva de alojamiento para los residuos. La escasez del recurso económico se combina con la falta de conciencia de la población y de las administraciones públicas en cuanto a generación y disposición inicial, la inexistencia de un mercado asociado con el reciclaje y la reducción del uso de los recursos, y la falta de una normativa local clara y aplicable de manera inmediata.

Manejar los residuos por fuera de lo que establece la Ley 13055 ha ocasionado perjuicios económicos -multas- en más de una oportunidad al municipio de la ciudad de San José del Rincón.

Es necesario crear un Plan que contemple respuestas a todas estas problemáticas de forma integral. Consideramos que este es un paso hacia el objetivo global de menguar la contaminación y depredación de los recursos, y de la misma manera hacer de la Tierra un lugar habitable, donde todos los seres vivos convivan en equilibrio y de forma sostenible.

"Salvaguardar el medio ambiente es un principio rector de todo nuestro trabajo en el apoyo del desarrollo sostenible; es un componente esencial en la erradicación de la pobreza y uno de los cimientos de la paz".

Kofi Annan (Kumasi, Ghana. 1938) - Secretario General de las Naciones Unidas entre 1997 y 2006 - Junto a la ONU, Premio Nobel de la Paz 2001.-

3.3. Análisis de la Participación

Se determinarán los actores y grupos de interés afectados por la intervención, clasificándolos según su rol en el proyecto, teniendo en cuenta la importancia de cada uno de ellos y su interés en el mismo. Además se los calificará en base a su actitud ante la ejecución del proyecto -es decir, si la misma es de *Cooperación*, de *Conflicto* o bien *Indiferente*-, traduciendo estas valoraciones cualitativas en cuantitativas a través del resultado del producto de su influencia por su fuerza. Esto es:

$$\text{Resultado} = I \times F$$

Donde:

- $I = \text{Influencia}$

La influencia puede tomar valores positivos, negativos o nulos en función de la actitud del Grupo de Actores ante la ejecución del proyecto. Si la misma es de *Cooperación*, los valores serán positivos; en caso de ser de *Conflicto*, serán negativos; y de resultar *Indiferentes*, la influencia es nula.

Numéricamente se asignan los siguientes valores:

- Poca: 1
- Regular: 2
- Mucha: 3

- $F = \text{Fuerza}$

La fuerza toma solo valores positivos o nulos, también en función de la actitud del Grupo de Actores ante la ejecución del proyecto. Si la misma es de *Cooperación* o de *Conflicto* los valores serán positivos; y en caso de resultar *Indiferentes*, serán nulos.

Numéricamente se asignan los mismos valores que a la Influencia:

- Poca: 1
- Regular: 2
- Mucha: 3

Una vez obtenidos los resultados para cada Grupo de Actores, se realiza la suma total de todos los productos alcanzando un valor final que, en principio, debe resultar positivo. Esto indicaría que existe viabilidad social para realizar el proyecto.

3.3.1. Grupos de actores

Poblaciones de las localidades de San José del Rincón, Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines

Los habitantes, en general, de cada una de esas localidades, sin puntualizar sobre ningún barrio ni estrato social en especial.

Recuperadores Urbanos - Grupo 1

Se trata de un grupo de recuperadores urbanos cuyo trabajo consiste en la separación y acopio de residuos recuperables dentro del actual basural a cielo abierto. Su característica especial es que no se encargan de comercializar el fruto de sus actividades con la empresa recicladora o acopiadora, sino que existe la presencia de un intermediario que nos remite al Grupo 2

Recuperadores Urbanos - Grupo 2

Además de las tareas del Grupo 1, esta fracción de recuperadores mantienen comunicaciones con los encargados de la empresa acopiadora, acuerdan precios y días de comercialización, por lo que, además de recuperadores, se transforman en intermediarios del proceso de comercialización. Este grupo compra los materiales recuperados al grupo anterior, a un valor inferior al que perciben de la empresa acopiadora, en lo que radica su ganancia diferencial.

Barrio San José

Los residentes del Barrio San José, situado en las adyacencias del predio adoptado para la construcción del Complejo Ambiental. Se analiza en particular este grupo social ya que se trata del sector habitacional más cercano, y por lo tanto sobre el cual repercutirán más inmediata y fuertemente los impactos.

Municipalidad de San José del Rincón, Comuna de Arroyo Leyes y Comuna de Santa Rosa de Calchines

Administradores de cada municipio y propietarios de los RSU.

Comerciantes

Propietarios de comercios y sus empleados, quienes, entendemos, desarrollarán roles relevantes en la generación, así como de parte de la gestión de los residuos, introduciendo o quitando determinados elementos en la cadena de consumo.

Empresas acopiadoras de materiales recuperables

La más importante en la zona es una empresa ubicada en la ciudad de Paraná, capital de la provincia vecina de Entre Ríos. No obstante, empresas locales más pequeñas podrían participar, e incluso incrementar sus beneficios, a raíz de la inclusión en el circuito. Su actuaciones radican en la participación de la comercialización de los materiales recuperados.

Empresas recicladoras

Son las empresas que reciben los materiales que provenientes de las acopiadoras. Su interés en nuestro análisis se debe a que el potencial de comercialización de los materiales radica en el interés de este grupo en los mismos.

Instituciones educativas

Todos los Jardines de Infantes, Escuelas Públicas e Instituciones Privadas de Educación existentes en las tres localidades. Serán uno de los vehículos fundamentales de transmisión de las nuevas prácticas de la GIRSU.

Ministerio de Medio Ambiente

Es el sector de la Administración Pública que interviene aprobando u observando proyectos de ingeniería desde la perspectiva ambiental, inyectando recursos económicos para algunas etapas de la Gestión Integral, etc.

Banco Interamericano de Desarrollo - BID

Es una entidad internacional cuyo objetivo es el financiamiento de obras de infraestructura, proyectos sociales, etc., con el fin de elevar los niveles de vida de la población americana. En este proyecto, se trataría del principal financiador de las obras.

Gobierno de la Provincia de Santa Fe

Poder ejecutivo de la Provincia de Santa Fe. Es el responsable de la implementación de políticas ambientales, y en definitiva, tiene la capacidad de facilitar o gestionar fondos para la construcción de las instalaciones.

Gobierno Nacional

Poder ejecutivo de la República Argentina. Igual que el gobierno provincial, tiene la facultad de delinear políticas ambientales, brindar recursos económicos, gestionarlos frente a organismos internacionales, etc.

Ambientalistas

Son las organizaciones que velan por la preservación de los recursos naturales, ya sea flora, fauna, paisaje, etc. Ante una obra de estas características, su presencia se torna fundamental para lograr una asimilación favorable del proyecto por parte del resto de la sociedad.

Comunidades cercanas

La ciudad de Santa Fe, en su característica de localidad vecina, recibe parte de las agresiones que se desprenden de los residuos, y ante la posibilidad de una mejora en el tratamiento de los mismos, podemos suponer que su opinión se torna relevante, más aun teniendo en cuenta el nivel poblacional con respecto a las localidades directamente beneficiadas.

A continuación, en la *Tabla 3.1*, se muestra el Análisis de la Participación realizado y los resultados obtenidos.

Grupo de actores	Rol de actores	Importancia	Interés en el Proyecto	Calificación de actitud	Influencia	Fuerza	Resultado
Población de la ciudad de San José del Rincón	Generación y Disposición Inicial.	Alta	Demanda de un servicio de recolección regular. Reducir la contaminación.	Cooperación	3	3	9
Población de la comuna de Arroyo Leyes	Generación y Disposición Inicial.	Alta	Demanda de un servicio de recolección regular. Reducir la contaminación.	Cooperación	3	3	9
Población de la comuna de Santa Rosa de Calchines	Generación y Disposición Inicial.	Alta	Demanda de un servicio de recolección regular. Reducir la contaminación.	Cooperación	3	3	9
Recuperadores Urbanos - Grupo 1	Recuperación de materiales valorizables.	Alta	Ven la mejora en sus condiciones laborales, habitacionales y de salubridad.	Cooperación	3	2	6
Recuperadores Urbanos - Grupo 2	Recuperación de materiales valorizables.	Alta	Ven amenazada su fuente de ingresos.	Conflicto	-3	1	-3
Barrio San José	Generación y Disposición Inicial.	Alta	Ven amenazada su calidad de vida, y el valor de sus inmuebles.	Conflicto	-2	2	-4
Municipalidad de San José del Rincón	Recolección, Transporte y Disposición Final. Responsable de dictar normativa.	Alta	Interés político. Ven amenazada su economía. Recuperación del espacio utilizado como BCA.	Cooperación	3	3	9
Comuna de Arroyo Leyes	Recolección, Transporte y Disposición Final. Responsable de dictar normativa.	Media	Interés político. Ven amenazada su economía. Recuperación del espacio utilizado como BCA.	Cooperación	3	3	9
Comuna de Santa Rosa de Calchines	Recolección, Transporte y Disposición Final. Responsable de dictar normativa.	Media	Interés político. Ven amenazada su economía. Recuperación del espacio utilizado como BCA.	Cooperación	3	3	9
Comerciantes	Generación y Disposición Inicial.	Baja	Demanda de un servicio de recolección regular. Reducir la contaminación.	Cooperación	1	1	1
Empresas acopiadoras de materiales recuperables	Adquisición y reventa de materiales recuperados.	Baja	Posibilidades de aumentar sus beneficios económicos y mejores condiciones en la entrega de los materiales. Ven amenazada su participación en el circuito de materiales recuperables.	Cooperación	1	1	1
Empresas recicladoras	Adquisición y utilización como materia prima de materiales recuperados.	Media	Posibilidades de aumentar sus beneficios económicos y mejores condiciones en la entrega de los materiales.	Cooperación	3	3	9
Instituciones	Educación. Generación y	Baja	Participación en la concientización de la	Cooperación	2	1	2

Educativas	Disposición Inicial.		población.				
Ministerio de Medio Ambiente	Subsidio del transporte e ingreso al Relleno Sanitario de la ciudad de Santa Fe.	Alta	Correcta utilización de los recursos naturales y económicos. Cumplimiento de leyes.	Cooperación	3	3	9
Banco Interamericano de Desarrollo	Organismo Financiador del Proyecto (Potencial).	Alta	Correcta utilización de los recursos económicos. Recuperación de la inversión.	Cooperación	3	3	9
Gobierno de la Provincia de Santa Fe	Emisor de Leyes. Responsable del endeudamiento.	Alta	Interesados en erradicación BCA, y en la protección de los recursos. Interés político. Cumplimiento de leyes.	Cooperación	3	3	9
Gobierno Nacional	Emisor de Leyes.	Alta	Interesados en erradicación BCA, y en la protección de los recursos. Cumplimiento de leyes.	Cooperación	3	3	9
Ambientalistas	Promueven la protección del Medio Ambiente.	Alta	Interesados en erradicación BCA, y en la protección de los recursos.	Cooperación	2	2	4
Comunidades cercanas	Afectación por contaminación.	Media	Beneficios ambientales.	Indiferente	0	0	0
							106

Tabla 3.1 | Análisis de la Participación.-

3.4. Análisis de los Problemas - “Árbol de Problemas”

Se trata de identificar con este análisis los problemas reales que afectan a los beneficiarios con los que se quiere trabajar, que no se define como la ausencia de una solución, sino como un estado negativo existente.

Una vez identificado el problema principal a analizar, deberán considerarse cuáles son las causas más importantes que lo generan, así como los efectos más sobresalientes que causa el mismo.

Las causas son aquellos hechos que se consideran como fundamento u origen del problema. Los efectos son los que siguen como respuesta a las causas. El escenario es un gran mapa de relaciones causa – efecto, que se circunscriben al problema que se quiere analizar y no a todas las posibles causas que podrían influir en el mismo.

La forma de representar esquemáticamente este mapa es a través del *Árbol de Problemas*. Mediante el mismo se pretende localizar el problema central o focal que se quiere solucionar con el proyecto. De esta forma se ordenan las ideas y se construye un modelo con menor cantidad de variables que pueden ser manejadas por la institucionalidad y lograr los cambios deseados.

Las causas identificadas como responsables del problema central, y a su vez las causas de las causas, se ubicarán en el nivel inferior al mismo. Por su parte, los efectos provocados por el problema central, así como los efectos de los efectos, se situarán en la parte superior del árbol.

En resumen, el *Árbol de Problemas* debe ofrecer una visión de la realidad estructurada en torno a los actores, estableciendo las relaciones de causalidad que se constituyen entre los distintos problemas identificados.

A continuación, en la *Figura 3.3*, se muestra el *Árbol de Problemas* realizado, donde se identifica como problema central la precariedad de la Gestión actual de Residuos, sus causas y sus efectos.

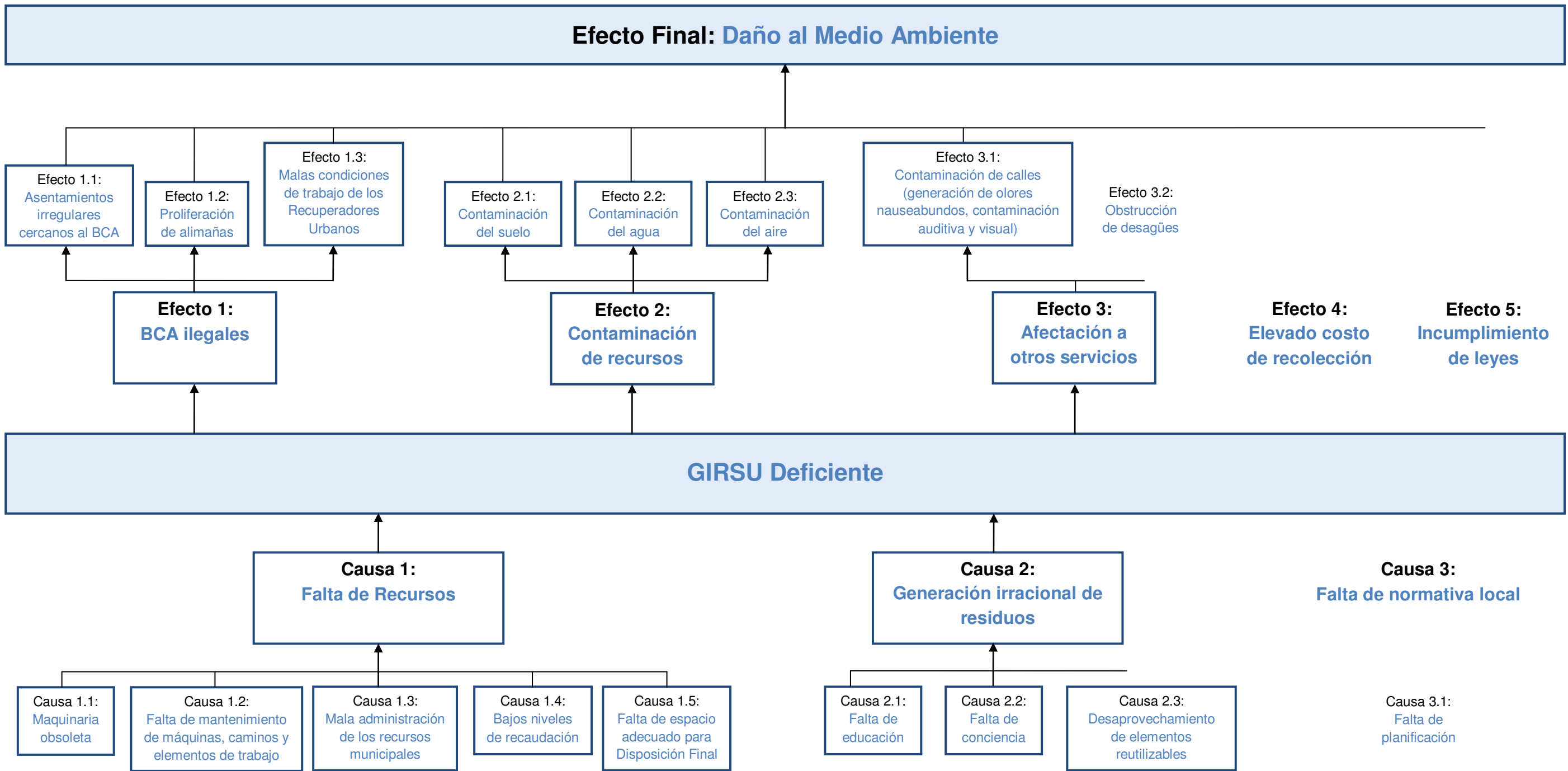


Figura 3.3 | Árbol de Problemas.-

3.5. Análisis de los Objetivos - “Árbol de Objetivos”

Una vez realizado el *Árbol de Problemas* se debe elaborar el *Árbol de Objetivos*, que corresponde a la situación deseada respecto a la solución del problema, y de las causas y efectos. En este esquema todo aquello identificado como negativo se torna positivo. Es decir, lo que en el *Árbol de Problemas* era el problema central, se transforma ahora en el gran objetivo de planificación del *Árbol de Objetivos*, lo que eran causas se convierten en medios, y lo que eran efectos se vuelven fines.

De esta manera se identifican las posibles alternativas de solución, que bajo la forma de proyectos o programas de inversión pueden contribuir a superar esta situación, teniendo en cuenta lo que efectivamente se puede lograr a partir de las capacidades técnicas y económicas con que se cuentan.

Una vez construido el *Árbol de Objetivos* es necesario examinar las relaciones de medios y fines que se han establecido, de manera de garantizar la validez e integridad del esquema de análisis. Esto resulta muy importante, ya que si las causas han sido bien identificadas, se está muy cerca de identificar los medios para la resolución del problema.

A continuación, en la *Figura 3.4*, se muestra el *Árbol de Objetivos* realizado, donde se identifica como objetivo central la funcionalidad de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, sus medios y sus fines.

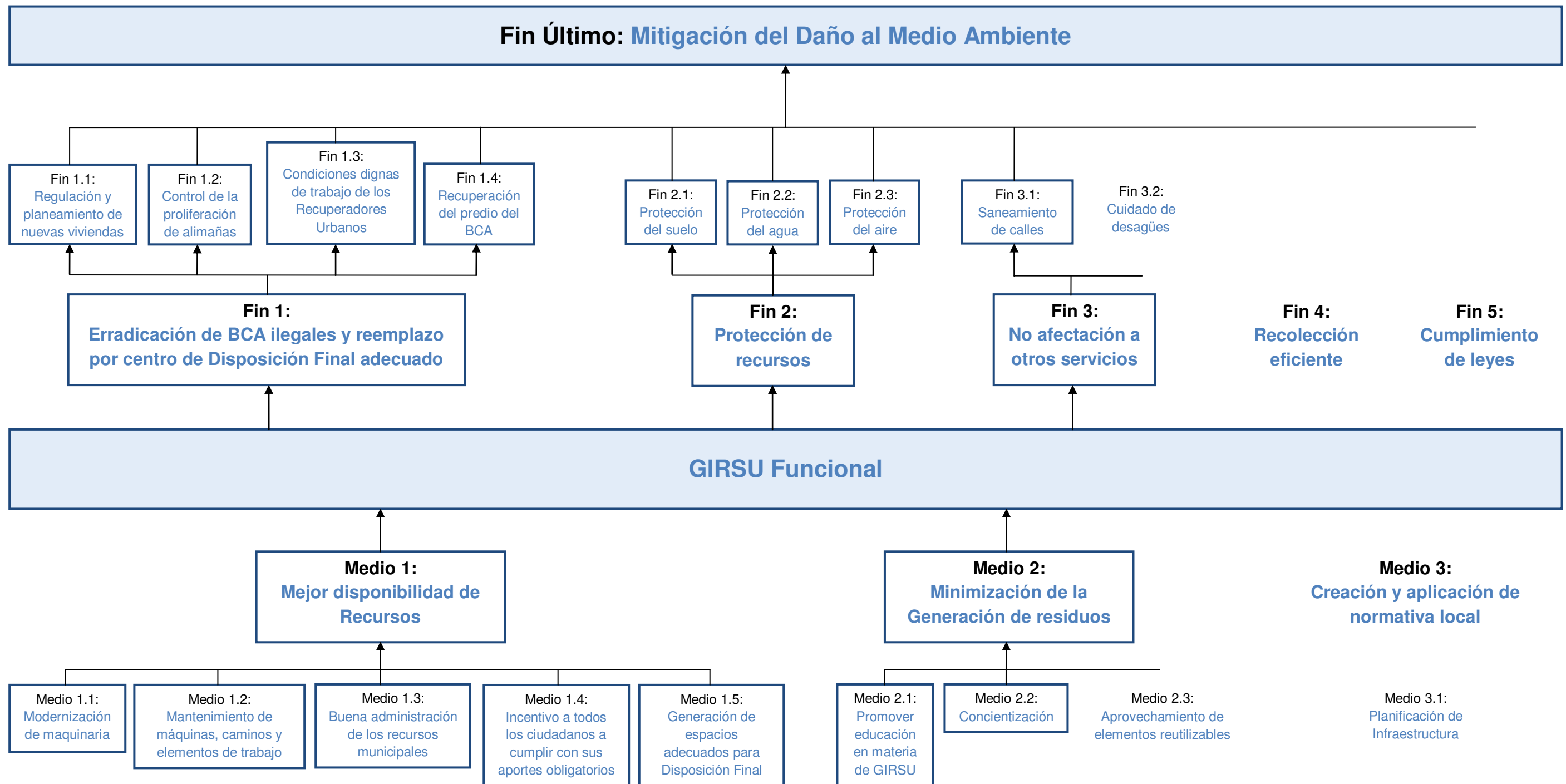


Figura 3.4 | Árbol de Objetivos.-

3.6. Naturaleza de las Intervenciones

Por lo analizado en la etapa de Descripción de la Situación Actual, Diagnóstico y Predefinición de la Situación Problema, se ha logrado establecer un Árbol de Problemas, sobre el cual fue necesario actuar de manera de obtener un Árbol de Objetivos.

Este será el punto de partida para comenzar a esbozar la Naturaleza de la Intervención -o Intervenciones- que se hará sobre la problemática, que se trata de la definición del tipo de acción que se implementará -ya sea Estructural o No Estructural- para dar solución a la misma.

En este sentido, un problema de Gestión de Residuos convoca, en principio, a una serie de obras y un conjunto de actitudes de saneamiento. Todas las etapas de la Gestión actual deberán ser revisadas, rectificadas -o ratificadas- y ajustadas según las capacidades del organismo que más tarde será el encargado de llevar a cabo la totalidad de la misma. Para lograr una Gestión íntegra también podría ser necesario incorporar etapas que no eran aplicadas previamente.

La problemática de la GIRSU se cruza con otra situación igual o más compleja: se trata de la vulnerabilidad social de los sectores marginados de Recuperadores Informales.

El desafío será entonces dar solución de manera conjunta a las ramas comunes de estas dos falencias de la comunidad, desarrollando para ellas un Proyecto de Saneamiento considerando aspectos sociales en cuanto a educación y capacitación, que genere el contexto para una aplicación exitosa, y de inclusión para los estratos sociales de interés.

Para garantizar de alguna manera su viabilidad, habrá que pensar en un sistema de retroalimentación en el que los mismos actores sean el motor de la Gestión y sus beneficiarios, no solo económicos sino sanitarios y ambientales.

3.7. Alcances del Proyecto

En los siguientes apartados se explicitan las condiciones que se plantean para el desarrollo del Proyecto. Estos serán los principios del mismo, sobre los que se formarán las alternativas a cada una de las etapas que se han de analizar.

Se pretende lograr, a nivel de anteproyecto, un Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, profundizando en las intervenciones “duras” -es decir, lo relativo a la estructura civil- pero contemplando la necesidad de adecuar el entorno social dentro del cual un Sistema Integral de Saneamiento de Residuos resultaría verdaderamente aplicable y exitoso.

El desarrollo del Proyecto se hará teniendo en cuenta que la viabilidad del mismo viene dada inicialmente sobre cinco pilares:

- La *factibilidad técnica*: para lo que se analizará la existencia de maquinaria - propiedad del ente encargado de aplicar la Gestión-; la tecnología disponible en el medio nacional y provincial -principalmente, pero sin excluir maquinarias que pudieran ser adquiridas provenientes de mercados internacionales-; la posibilidad de contar con mano de obra capaz de llevar a cabo las operaciones propias del sistema -tanto en la etapa de construcción como de operación y posteriores-.

Podríamos incluir dentro de esta misma a los aspectos jurídicos, que lógicamente otorgarán un marco general normativo dentro del cual debemos ubicar las operaciones que se propongan.

- La *viabilidad social*: se debe contemplar a todos los grupos de actores involucrados, e indagar acerca de su posible reacción frente a la implementación del sistema. Es fundamental conocer sus sensaciones acerca del proyecto: es posible hallar, aún dentro de un mismo grupo social, sectores que puedan tener intereses encontrados, lo que podría ameritar cambios en las características del proyecto o directamente interrumpir su implementación. Mientras más prematuramente -dentro del proceso de diseño- se identifiquen los factores que generan posiciones encontradas, mayores serán las posibilidades de conducir hacia una salida favorable para todas las partes.
- La *viabilidad ambiental*: propiamente dicha, surge de un análisis de los impactos que genera la intervención en el entorno, y de la adaptación de los mismos en consonancia con la capacidad de asimilación del medio en el que se manifiestan. Sabiendo que indefectiblemente se generarán impactos negativos sobre el medio, se deben adaptar las variables de manera de no superar la capacidad de carga del medio receptor -sea natural o antrópico- para que el proyecto sea viable desde esta perspectiva.

La *viabilidad socio ambiental* de un proyecto, entonces, es la posibilidad que este tiene de lograr sus objetivos superando proactivamente las limitaciones que le impone el entorno.

- La *factibilidad económica*: aunque las dos condiciones anteriores funcionen a la perfección, esta podría ser la causante del fracaso en la aplicación de un proyecto. Será necesario acotar las pretensiones según la capacidad económica del ente que costeará la inversión inicial y la operación. El diseño de una Gestión Integral no

resulta dificultoso en sí mismo, sino que el obstáculo radica en la escasez de los recursos de los que disponen las localidades a servir.

- La factibilidad institucional: se refiere al análisis de los mecanismos de ejecución propuestos en el proyecto; la evaluación de la capacidad institucional para su ejecución, operación y seguimiento de los proyectos. Se relaciona al análisis de impacto ambiental, como las medidas planteadas para su mitigación, prevención o compensación.

3.7.1. Objetivos Generales

Los objetivos generales que persigue el proyecto son:

- Lograr un adecuado y racional manejo de los residuos domiciliarios mediante su gestión integral.
- Lograr la minimización de los residuos con destino a disposición final.
- Lograr condiciones dignas de trabajo y estabilidad laboral para los recuperadores urbanos.

3.7.2. Objetivos Específicos

Los objetivos particulares que persigue el proyecto son:

- Educación de la población en materia de GIRSU.

Resulta fundamental promover una toma de conciencia por parte de la población, respecto de los problemas ambientales y de higiene urbana que los residuos sólidos generan.

A través de programas de concientización llevados a cabo por distintas metodologías, y con la participación de instituciones educativas -previa capacitación docente-, se busca llegar a todos y cada uno de los ciudadanos con el fin de informarlos de la problemática, ponerlos en conocimiento acerca de sus tareas, y motivarlos a gestionar adecuadamente sus residuos, fortaleciendo las medidas para ganar su participación activa en el sistema.

Será el municipio el encargado de elaborar un programa especial de educación y concientización de la población que promoverá su participación en las etapas correspondientes de la GIRSU.

Para ello se recurrirá a medios masivos de comunicación audiovisuales, redes sociales, folletería, educación escolar, visitas personalizadas a cada hogar, y todo aquel recurso que sea necesario para garantizar que el total de la población conozca la nueva GIRSU y la ponga en práctica.

- Separación de residuos en origen.

Se evaluará la posibilidad de clasificación en origen por parte de los vecinos, de los residuos en distintas categorías, según su composición.

Esto busca la optimización de la operación en el Complejo Ambiental, con el fin de aprovechar la mayor cantidad posible de materiales recuperables, y asimismo disminuir al mínimo los residuos con destino a disposición final.

- Disposición inicial diferenciada.

Se deberán disponer los residuos de cada categoría los días y horarios indicados para cada uno de ellos, en los sitios destinados para tal fin.

- Introducción en el mercado secundario de los materiales recuperados como insumos para nuevos procesos productivos.

Una vez recibidos los materiales recuperables en la Planta Clasificadora, serán agrupados según su composición y acondicionados para su comercialización por el personal que conforma la Cooperativa. Luego, serán las empresas elaboradoras de los productos que requieran los materiales recuperados como materia prima (cristalería, acería, papelería, etc.), las que adquirirán dichos materiales, y se harán responsables del traslado de los mismos.

- Formalización del trabajo de los Recuperadores Urbanos.

La inclusión de los Recuperadores Urbanos en el proyecto resulta fundamental, ya que se fomenta de esta manera la inclusión y participación social, tal como lo establece el Artículo 2º de la Ley General del Ambiente, y a su vez se formaliza el empleo que ellos realizan actualmente -y desde hace tiempo- garantizando condiciones dignas de trabajo.

Incluir en el proceso a los recuperadores urbanos, favorece la seguridad y eficacia de las actividades de gestión de los residuos, tal como se establece en el Artículo 7º, inciso c, de la Ley Provincial 13055.

Los trabajadores deberán llevar a cabo las tareas correspondientes a desarrollarse en el Complejo Ambiental, repartiendo por partes iguales los excedentes obtenidos de la comercialización de los materiales recuperables.

- Tratamiento de la materia orgánica, y posterior aprovechamiento del producto de dicho proceso.

La fracción correspondiente a la materia orgánica obtenida de la generación y disposición inicial selectiva de los residuos sólidos urbanos, será estabilizada biológicamente en condiciones controladas -tal como se mencionó previamente-, hasta obtener como resultado un producto final homogéneo que pueda ser utilizado sin riesgos para el abono de suelos cultivables.

- Disposición final de la fracción irrecuperable en Relleno Sanitario Controlado, emplazado en un sitio apto para tal fin.

La fracción de rechazo deberá ser, según los Artículos 3º, inciso g, y 15º de la Ley Nacional 25916, dispuesta es un Centro Disposición Final habilitado por la autoridad competente, con el fin de disminuir el impacto de la masa de residuos sobre el medio.

3.7.3. Ámbito que abarca

Este Proyecto se vale básicamente de las disciplinas de la ingeniería, particularmente de la civil, química, ambiental e industrial.

3.7.4. Beneficiarios

El proyecto va dirigido a toda la población del Consorcio Regional de GIRSU Área Metropolitana Corredor Ruta N°1, conformado -según la Resolución Provincial 131/04- por la ciudad de San José del Rincón, y las comunas de Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines, haciéndola participe en las distintas etapas del desarrollo del mismo.

Se consideran beneficiarios del mismo también a todos los habitantes de la región del litoral, ya que se estaría colaborando a proteger suelo, aguas y aire de toda la zona.

Además, más particularmente, va dirigido a las familias de recolectores urbanos, tanto por su inserción en el circuito formal de trabajo, lo cual otorga estabilidad laboral, como así también por su condición de salubridad, reduciendo el riesgo sanitario que conlleva la exposición en la clasificación de materiales valorizables, con la consecuente reducción de infecciones de la piel, heridas, cortes, etc.

Durante la etapa constructiva, será el personal de la Municipalidad de San José del Rincón, el que trabaje en la edificación del Complejo Ambiental. En caso de resultar insuficiente, será necesario emplear mano de obra especializada o no -preferentemente- de la ciudad, así como aquellos comercios dedicados a la provisión de materiales necesarios para la concreción de la obra.

Un potencial beneficiario podría ser aquel que decidiera establecer un emprendimiento en torno a los materiales recuperados, resultantes de la nueva gestión.

3.7.5. Marco Institucional

Según los Artículos 14º, 15º y 16º del Capítulo IV de la Ley Provincial 13055 de “Basura Cero”, correspondiente a Jurisdicción, corresponde al consorcio conformado por la Municipalidad de San José del Rincón, y las comunas de Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines, presentar el Proyecto de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos producidos en su jurisdicción ante las autoridades provinciales, para su aprobación y financiación; y llevar adelante su ejecución minimizando los posibles impactos sobre el medio ambiente y la calidad de vida de su población. Particularmente a la Secretaría de Obras, Servicios Públicos y Recursos Hídricos.

La Municipalidad de San José del Rincón está dividida en departamentos que tienen a su cargo diversas tareas que hacen a la organización, administración y funcionamiento del ente gubernamental.

Cada área de trabajo tiene asignada una o más labores específicas, reflejando de esta manera la descentralización que permite una estructuración dentro del gobierno municipal.

San José del Rincón se convirtió en la ciudad número 51 de la Provincia de Santa Fe, en mayo de 2013, cuando el Gobierno Nacional dio a conocer los resultados definitivos del Censo 2010.

En consecuencia, y en función de la Ley Provincial 2756 que, en su Artículo 1º, y de acuerdo con el Artículo 106 de la Constitución de la Provincia de Santa Fe, declara ciudad a todo centro urbano en que haya una población mayor de diez mil habitantes, San José del Rincón convoca a elecciones para intendente y seis concejales en concordancia con el cronograma electoral 2013.

A abril de 2016, estos puestos son ejercidos por:

- El Dr. Carlos Sánchez, representante por el Frente Progresista Cívico y Social, es el intendente de la ciudad de San José del Rincón desde el 12 de diciembre de 2013.

Por su parte, el concejo municipal está compuesto por los siguientes ediles:

- José Luis Andreu (Frente Progresista Cívico y Social) – Presidente del Concejo Municipal.
- Hugo Ferreyra (Frente Progresista Cívico y Social).
- Luciano Sales Rubio (Frente Progresista Cívico y Social).
- Raúl Rivas (Frente Justicialista).
- Libia Simbron (Frente Justicialista).
- Teresa Facino (Frente Justicialista).

La Municipalidad de San José del Rincón está dividida en distintas áreas y secretarías:

Áreas:

- Catastro.
- Tributos, Actividades Económicas.
- Edificaciones Privadas.
- TGI.
- Servicios Generales.
- Cementerio.
- Comedor Comunitario.
- Dpto. Tránsito.

Secretarías:

- Secretaria General.
- Dirección de Protocolo.
- Dirección Institucional de Comunicación.
- Dirección Ejecutiva Legal y Técnica.

- Dirección de Control.
- Dirección de Juventud.
- Secretaria de Gobierno.
- Secretaria de Hacienda.
- Secretaría de Obras, Servicios Públicos y Recursos Hídricos.
- Subsecretaría de Urbanismo, Hábitat y Turismo.
- Secretaria de Desarrollo Social.

Este proyecto implicaría el trabajo conjunto por parte de las distintas áreas y secretarías componentes del municipio, tratándose de un programa transversal que integra la labor y el compromiso de la ciudadanía toda.

3.7.6. Ubicación espacial y temporal

La intervención no estructural se aplicará en las tres localidades pertenecientes al Consorcio. Todas las etapas de la Gestión que impliquen soluciones de esta índole deberán cumplirse tanto en la ciudad de San José del Rincón, como en las comunas de Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines.

Estas medidas se aplicarán de manera progresiva a través del tiempo, de manera de lograr una buena adaptación -incorporación gradual de nuevos hábitos- a las mismas por parte de la población, con el fin de garantizar el éxito del Programa.

La intervención estructural del Proyecto, es decir el Complejo Ambiental, se emplazará en la ciudad de San José del Rincón, en un terreno ubicado a la altura del Km. 7+500 de la Ruta Provincial N°1 aproximadamente, 400 metros al Oeste. (Ubicación GPS: -31,592199; -60,573475).

3.7.7. Áreas de conocimiento que involucra

Principalmente se involucran conocimientos del área ambiental. Asimismo resultan fundamentales conocimientos referidos a la mecánica de suelos, hidrología y mecánica de los fluidos, topografía, y estructuras -tanto metálicas como de hormigón-.

El marco normativo del proyecto es elemental, por lo que el saber en materia legal forma parte de los conocimientos básicos necesarios para el buen desarrollo del mismo.

En cuanto al proceso en que se basa la Gestión, la optimización del mismo resulta esencial, es por esto que conceptos sobre logística forman parte de las áreas de conocimientos primordiales para este trabajo.

3.8. Aportes que se espera realizar con este Proyecto - Finalidad

Según la Constitución Nacional, Artículo 41º, todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la Ley.

Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.

En base a lo establecido en la Carta Magna de nuestro país, la finalidad del proyecto se integra por los siguientes conceptos:

- Proteger y racionalizar el uso de los recursos naturales a corto, mediano y largo plazo.

Tal como lo establece la Ley Nacional 25675 -Ley General del Ambiente- en su Artículo 2º (inciso a y g), se deberá asegurar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos ambientales, tanto naturales como culturales, en la realización de las diferentes actividades antrópicas, así como prevenir los efectos nocivos o peligrosos que las actividades antrópicas generan sobre el ambiente para posibilitar la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo.

Desde el primer momento en que se impida la disposición final de los residuos en el Basural a Cielo Abierto (BCA), comienza a dejar de agravarse el problema, ya que el suelo del lugar deja de recibir materiales contaminantes, que además, generan líquidos lixiviados que contaminan los cursos de agua superficiales y subterráneos, afectando toda la vida que se sirve de estos recursos. Incluso la vida de los pobladores de la zona, que captan este agua para consumo. En episodios de crecidas de los ríos, las aguas toman contacto con el terreno donde se encuentra el BCA, arrastrando consigo aguas abajo líquidos y sólidos altamente contaminantes. A su vez, como ya fuera descripto antes, contaminar el curso de agua superficial, implica no solo la afectación del mismo, sino también de la flora y fauna que lo habita, con la consecuente potencial intoxicación de aquel ser vivo que los consume, tanto de la región como de la zona de influencia del recurso. En este caso puntual se hace referencia a las costas del río Paraná, tanto aguas arriba como aguas abajo del BCA.

Por lo tanto en las primeras etapas de implementación del programa ya comenzaría a protegerse uno de los componentes del medio ambiente como el aire, al menos, en lo que respecta a residuos sólidos urbanos. Y como consecuencia de ello se logra la inmediata mitigación de las afectaciones respiratorias que generan los productos de la combustión de residuos en algunos habitantes aledaños a la zona.

En lo que respecta a la reutilización y reciclado de materiales, no solo nos interesa la menor generación de residuos, sino también -como ya se mencionó anteriormente- la menor manufactura de productos desechables, con la consecuente disminución en el uso de energía, recursos y materias primas en su elaboración. El objetivo siempre está puesto en la no utilización de los recursos no renovables para el desarrollo de las actividades humanas, y en la búsqueda del reemplazo de los mismos, por aquellos que si lo sean. De todas maneras, esto garantizaría en el mediano plazo que los recursos no renovables utilizados en el presente no sean agotados tan rápidamente.

- Minimizar los impactos negativos que los residuos puedan producir sobre el ambiente natural y antrópico, y así proteger al mismo y la calidad de vida de la población tanto local como de las zonas de influencia.

El hecho de que actualmente los residuos sólidos urbanos de la ciudad se dispongan finalmente sin ningún tipo de control en un terreno que se encuentra por fuera del anillo de defensa, conlleva altos impactos ambientales negativos. Podemos citar entre ellos:

- Elevada contaminación del suelo del lugar, a causa de las sustancias peligrosas que contienen los residuos.

A través de la disposición final de la fracción irrecuperable de los residuos domiciliarios en un Relleno Sanitario Controlado, se pretende minimizar este impacto.

Se deberán realizar acciones de remediación sobre los Basurales a Cielo Abierto actuales, que le permitan a este terreno volver a prestarse para el uso que poseía previo a recibir residuos.

- Elevada contaminación del curso de agua subterránea, a causa de los líquidos lixiviados.

Se intenta minimizar este impacto mediante el Sistema de Recolección de Líquidos Lixiviados instalados en el Relleno Sanitario Controlado.

- Elevada contaminación del curso de agua superficial, a causa de los residuos líquidos y residuos sólidos que puedan llegar a él.

Localizar el Relleno Sanitario y las instalaciones para el tratamiento de líquidos lixiviados en un terreno dentro del anillo de defensa contra inundaciones de la ciudad, y construirlos sobre una cota mayor a 16.5 IGN (altura de la RPN^o1), permitirá minimizar este impacto.

- Contaminación del aire, a causa de los productos de combustión provenientes de la quema de los residuos; a raíz de los gases producidos en la descomposición de la materia orgánica -la cual representa un porcentaje cercano al 50% del total de los Residuos Sólidos Urbanos generados, y posteriormente vertidos en el Basural a Cielo Abierto-; y debido a las partículas más livianas que son arrastradas por el viento.

En primer lugar, suprimiendo las quemas indebidas se logra reducir instantáneamente este impacto. Con respecto a los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica y a las partículas más livianas que son arrastradas por el viento, es posible minimizar este impacto a través del Sistema de Captación de Gases y Partículas que será instalado en el Relleno Sanitario Controlado.

Por otra parte, el uso indiscriminado de productos desechables repercute también en el medioambiente, ya que se van agotando recursos, impidiendo a generaciones futuras el aprovechamiento de los mismos. Para disminuir este impacto se promueve, además del consumo responsable de productos descartables por parte de los usuarios, la reutilización de productos desechados como materia prima de los nuevos procesos por parte de las industrias.

Otra consecuencia inmediata para los lugareños, particularmente para aquellos que son recuperadores informales, proviene de su alejamiento de aquel ámbito que hoy día les produce todo tipo infecciones de la piel, heridas cortantes y pinchaduras resultantes de

hurgar en la basura sin Elementos de Protección Personal (EPP) -en la etapa de diagnóstico se describe toda esta información brindada por el SAMCO local-. Con su inclusión en un circuito formal de trabajo, se ven modificadas sus condiciones laborales, y por qué no también de vida, al encontrarse respaldados por una institución, protegidos por EPP, y bajo controles de salud periódicos.

Todo producto para ser elaborado requiere de la utilización de energía. Energía que en nuestro país mayormente proviene de la explotación de recursos no renovables. Es por esto que, aun fuera del alcance de este proyecto, es importante que la utilización de esta energía, tanto por parte de las industrias como de todos los usuarios, provenga de la explotación de recursos renovables.

De esta manera, se pretende mitigar al máximo posible los impactos negativos asociados a la producción.

- **Sustentabilidad y Equidad Intergeneracional:** los responsables de la gestión de RSU deberán velar por el uso y goce apropiado del ambiente y sus recursos por parte de las generaciones presentes y futuras.

Tal como lo establece la Ley Nacional 25675 -Ley General del Ambiente- en su Artículo 2º (incisos b, d, e y f), se deberá promover el mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, en forma prioritaria, y el uso racional y sustentable de los recursos naturales, así como mantener el equilibrio y dinámica de los sistemas ecológicos, y asegurar la conservación de la diversidad biológica.

Se aspira a una utilización de los recursos parcialmente renovables de manera tal de que la intensidad de uso de los mismos garantice el mismo aprovechamiento por parte de generaciones futuras. Es importante destacar en este punto, que para poder garantizar el aprovechamiento de dichos recursos, no solo basta con graduar la intensidad de su uso, sino que es fundamental protegerlos de factores contaminantes para su preservación. La misma consideración vale para aquellos recursos que sí son renovables.

4. Marco Legal del Proyecto |

La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en el Consorcio del Área Metropolitana Corredor Ruta N° 1 se enmarca en una primera instancia dentro del siguiente marco normativo:

- Constitución Nacional (Artículos 41, 43 y 124).
- Pacto Federal Ambiental – Consejo Federal de Medio Ambiente (CoFeMA), del cual la Provincia de Santa Fe es miembro.
- Ley Nacional 19587 – Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo.
- Ley Nacional 20284 – Plan de prevención de situaciones críticas de contaminación atmosférica.
- Ley Nacional 25675 – Ley General del Ambiente.
- Ley Nacional 25916 – Ley de Residuos domiciliarios - Presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios.
- Decreto Nacional 1158/04 – Gestión de Residuos Domiciliarios.
- Ley Provincial 2756 – Ley Orgánica de Municipios.
- Ley Provincial 7534 – Ley de Expropiación.
- Ley Provincial 11717 – Medio ambiente y desarrollo sustentable.
- Ley Provincial 11730 – Régimen de uso de bienes situados en las áreas inundables dentro de la jurisdicción provincial.
- Ley Provincial 11872 – Depósito de Residuos.
- Ley Provincial 12503 – Ley Energías Alternativas.
- Ley Provincial 13055 – Ley de Basura Cero.
- Ley Provincial 25688 – Régimen de Gestión Ambiental de Aguas.
- Decreto 0101/03 – Decreto Reglamentario de la Ley 11717.
- Decreto 1425/01 – Decreto Reglamentario de la Ley 11872.
- Decreto 3695/03 – Decreto Reglamentario de la Ley 11730.
- Resolución 0128/04 – Tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos.
- Resolución 0184/05 – Actividades de concientización, difusión y educación ambiental.
- Resolución 131/14 – Conformación del Consorcio para la GIRSU del Área Metropolitana Corredor Ruta N°1.
- Resolución 1089/82 – Reglamento para el control del vertimiento de líquidos residuales.
- Ordenanzas y decretos municipales de Usos de Suelo y Ordenamiento Territorial (Ordenanza 082/12).

5. Fundamentación del Proyecto |

Este proyecto surge de la necesidad de dar solución al actual problema de los basurales a cielo abierto que contaminan aire, suelo, y aguas de la región, tanto cursos superficiales como subterráneos, afectando la flora, la fauna, y la salud de sus pobladores en general, y en particular de quienes residen en áreas aledañas al mismo. La problemática analizada puntualmente para las localidades en estudio fue descrita previamente.

Para el caso de las localidades de San José del Rincón, Arroyo Leyes y Santa Rosa de Calchines, los residuos deben ser vertidos en un sitio de disposición final adecuada antes del 1º de enero de 2013. Además, en los Artículos 15º y 16º de la resolución 128/04, consta que las comunas y municipios que actualmente dispongan sus residuos en vertederos a cielo abierto deberán presentar un “Plan de Adecuación” dentro de los 180 días desde la fecha de la presente Resolución (17 de septiembre de 2004), y a partir de la fecha de vencimiento del plazo de presentación del “plan de adecuación”, deberán efectuar la disposición final de los residuos sólidos urbanos en Relleno Sanitario.

Por su parte, la Ley Nacional 25916 “Residuos domiciliarios - Presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de residuos domiciliarios”, también fija plazos de para la adecuación de la GIRSU en todo el territorio nacional: en su Artículo 33º indica que a partir del año 2014, queda prohibido en todo el territorio nacional la disposición final de residuos domiciliarios en aquellos sitios que no cumplan con las disposiciones establecidas en dicha Ley.

Vencidos todos los plazos que fija la Ley, es que el proyecto toma carácter de urgente.

Debido a la escasez de recursos por parte del municipio, se busca con este programa la optimización de los mismos a través de una mejor administración en las distintas etapas planteadas, ahorrando -por ejemplo- en un eficiente recorrido en la recolección de residuos domiciliarios, con la consecuente reducción de las distancias recorridas, disminución del consumo de combustible y emisión de gases, y con ello, pero no menos importante, una disminución en el costo de mantenimiento de los vehículos.

Con la implementación de este proyecto, la búsqueda de economización de recursos le cabe no solo al municipio, sino también a los vecinos de la ciudad, específicamente en cuanto a la reducción de residuos se trata ya que, como se mencionó anteriormente, se incentiva el reciclado, y el consumo responsable de productos.

En base al acelerado crecimiento poblacional de la ciudad en los últimos años -con una tasa anual cercana al 20%-, el problema de los residuos se ha incrementado también notablemente. Es por esto que, además de las situaciones descritas previamente con respecto a la urgencia en la implementación de una solución, se busca una definición de la situación antes de que se siga agravando. Además, se aspira con esto -y en relación a lo mencionado en párrafos anteriores- una proyección de mejores condiciones a futuro, tanto económicas, medioambientales, como también de salubridad pública.

De ejecutarse con éxito el proyecto, sentaría un antecedente importante para otras localidades y/o consorcios, tanto de la zona como de otras regiones.

Existe la posibilidad de asignación de recursos por parte de la Provincia en el marco de la Estrategia Provincial para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, que serán de carácter no reintegrable, para las Municipalidades y Comunas que se hayan asociado en

forma regional y colectiva bajo la figura de persona jurídica, y que presenten proyectos que respondan a las exigencias de la presente Ley y su reglamentación, según lo establece el Artículo 18° (inciso g) de la Ley Provincial 13055 de “Basura Cero”.

Aquellos proyectos preexistentes de GIRSU, que contemplen emprendimientos sociales y productivos asociados, no solo tendrán prioridad sino que además podrán ser beneficiados adicionalmente con el financiamiento de hasta el 50% de sus costos operativos por hasta dos años, tal como lo establece el Artículo 18° (inciso i) de dicha Ley.

Tal como se mencionó, las localidades de San José del Rincón, Santa Rosa de Calchines y Arroyo Leyes conforman -según la Resolución Provincial N° 131- el Consorcio para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos del Área Metropolitana Corredor Ruta N° 1. Este proyecto procurará entonces, adaptarse a esta Resolución, haciendo extensiva la Gestión a las tres localidades bajo la figura de Consorcio, con el fin de garantizar la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales de toda la región, así como de proteger y mejorar la salud y la calidad de vida de su población.

Cada municipio o comuna será responsable de aplicar y costear de manera eficiente las campañas de educación y concientización de sus pobladores. Esto en cuanto a las etapas de la GIRSU previas a la disposición final se refiere. Es decir: reducción de la generación de residuos y separación selectiva de los mismos, compostaje domiciliario, disposición inicial adecuada, recolección domiciliaria, y transporte hasta el complejo ambiental.

Por otra parte la Unidad Ejecutora (UE) del Programa de GIRSU (PGIRSU) perteneciente a la Subsecretaría de Coordinación de Políticas Ambientales de la Nación, actúa como nexo entre los beneficiarios (Municipios/Provincias) y los Bancos. Particularmente, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), es quien otorga créditos con el objetivo de “disminuir la disposición de RSU en Basurales a Cielo Abierto e incrementar la disposición de los mismos en Rellenos Sanitarios”.

En el *Anexo 14.3.4* se pueden ver los Objetivos del financiamiento y los Criterios de elegibilidad del Préstamo BID 3249/OC-AR.

Por medio del decreto 2151/14, se aprobó el Modelo de Contrato de Préstamo BID N° 3249/OC-AR a celebrarse entre la REPUBLICA ARGENTINA y el BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID), por un monto de hasta U\$S 150.000.000, destinado a financiar parcialmente el “Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos”.

En consecuencia, se diseña el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, en función a lo establecido en las leyes mencionadas, con el fin de optimizar los recursos de la región, y cumplir con los requisitos establecidos para calificar para el otorgamiento de créditos.