



FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA AMBIENTAL

PROYECTO FINAL

Propuesta: “Remediación de Basural a Cielo Abierto
en General Fernández Oro, Río Negro”.

Carrera: Ingeniería Ambiental

Decana: Dra. FAGGI Ana

Vicedecano: STILLITANO Francisco

Directora de la Carrera: Dra. FAGGI Ana

Director de Trabajo Final Integrador: Dra. FAGGI Ana

Alumno: PERALTA, Esteban Gabriel

Legajo: 24.751

2024

DEDICATORIA

Este trabajo final de mi carrera quiero dedicárselo a mi hermosa familia, a mi esposa, compañera, amiga y amor, por su confianza, apoyo incondicional y participe de mis logros, a mis queridos hijos Ezequiel, Débora y Santiago, y a mi querida madre.

Para todos los profesores de mi carrera y especialmente a mi tutora, la Dra. Ana Faggi por su dedicación, apoyo y ayuda para llegar a finalizar este camino, a todos mis compañeros de la carrera y amigos.

Índice de contenido

1. Introducción	7
1.1 Presentación.....	7
1.2 Descripción del problema.....	7
1.3 Contexto	8
1.4 Antecedentes.....	9
1.5 Utilidad.....	10
1.6 Relevancia y justificación.....	11
2.1 Formulación de preguntas de investigación:	13
2.2 Objetivos.....	13
2.2.1. Objetivo general	13
2.2.2. Objetivos específicos.....	13
3. Marco Teórico	14
3.1. Fundamentos de la Remediación Ambiental.....	14
3.1.1. Definición y principios de la remediación ambiental.	15
3.1.2. Métodos y técnicas comunes en el manejo de sitios contaminados.	16
3.1.3. Casos de estudio relevantes y aplicaciones prácticas	17
3.2. Contaminación Ambiental: Aire, Suelo y Agua	19
3.2.1. Principales contaminantes y sus fuentes en basurales a cielo abierto.	20
3.2.2. Métodos de evaluación y medición de la contaminación en diferentes medios.	21
3.2.3. Efectos de la contaminación en la salud pública y el medio ambiente.	22
3.3. Impacto Social y Ambiental de los Basurales	24
3.3.1. Análisis socioambiental de basurales: marcos teóricos y metodológicos.	24
3.4. Participación Comunitaria en la Gestión de Residuos	25
3.4.1. Teorías y modelos de participación comunitaria en la gestión ambiental.	25
3.5. Políticas y Normativas Ambientales	28
3.5.1. Legislación vigente sobre manejo de residuos y remediación de sitios	28
4. Metodología	31
4.1 Tipo de estudio	31

4.2 Fuentes de datos. Herramientas de recolección de análisis utilizadas	31
4.3 Trabajo de campo. Universo, muestra y unidades de análisis	31
Para tratar de llegar a la mayoría de vecinos posible, se consiguió la colaboración de una radio local, donde fui entrevistado para difundir la problemática del basural el día 25 de julio de 2024.	32
Con el fin de adquirir la información se diseñó y elaboró una encuesta de 13 preguntas con respuestas semiestructuradas y también de múltiples opciones, que consideran el conocimiento personal de la problemática del basural a cielo abierto.....	32
Entrevista con pobladores que trabajan informalmente en el basural de General Fernández Oro	35
4.4 Área de estudio	36
4.5 Análisis de datos	37
5. Desarrollo	38
5.1 Caracterización del territorio	38
5.2 Contexto urbano	42
5.3. Proceso de generación de basura	43
5.4. Caracterización físico y ambiental del basural a cielo abierto	44
6. Análisis de Resultados	47
7. Discusión de los Resultados	54
8. Conclusiones	64
9. Bibliografía	65

Índice de Tablas

1. Metas específicas de una estrategia de consumo y producción sostenible.....	11
2. Estrategias de una gestión integral de RSU.....	16
3. Aspectos clave de un caso de estudio en la Patagonia Argentina.....	17
4. Dimensiones de información requerida para el diagnóstico de basurales a cielo Abierto.....	21
5. Impactos específicos de la contaminación en la salud humana.....	22
6. Diagnóstico de basural a cielo abierto.....	44
7. Recolección de Áridos.....	59
8. Servicio de recolección de Residuos.....	61

Índice de Figuras

Gráficos

1. Modelo de islas para reciclaje.....	27
2. Área de Estudio General Fernández Oro, Rio Negro.....	36
3. Localidad de Fernández Oro y ubicación del basural.....	36
4. Distancia a Zona Urbana.....	37
5. Plano Catastral General de Gral. Fernández Oro y ubicación del basural.....	38
6. Temperaturas medias anuales recientes en General Fernández Oro.....	39
7. Temperatura y precipitación mensual reciente en General Fernández Oro.....	39
8. Geomorfología de la zona en estudio.....	40
9. Límite urbano de General Fernández Oro.....	42
10. Acceso al basural a cielo abierto desde Fernández Oro.....	45
11. Canal principal de riego.....	45
12. La falta de separación de residuos en origen incrementa el volumen de basura que termina en el basural a cielo abierto.....	46
13. Existe actividad de personas en el basural.....	46
14. Distribución de encuestados por Rango de Edad.....	47
15. Distribución de encuestados por Genero.....	47
16. Nivel de Estudio de los encuestados.....	48
17. Años de residencia en General Fernández Oro.....	48
18. Ocupación de los Encuestados de General Fernández Oro.....	49
19. Descripción del Basural a Cielo abierto en General Fernández Oro.....	49
20. Impacto del Basural a Cielo abierto en su vida diaria.....	50
21. . Cambio en la Salud de las personas.....	50
22. . Disminución de residuos en su casa.....	50
23. Tipo de acciones para resolver el problema del basural a cielo abierto.....	51
24. . Tipo de acciones para resolver el problema del basural a cielo abierto.....	52
25. Afectación en la salud de los trabajadores.....	52
26. Ayuda del Municipio.....	53
27. Mejora su situación laboral.....	53
28. Estación de compostaje en barrio de Caballito, CABA.....	56
29. Información de estación de compostaje en barrio de Caballito, CABA.....	57
30. Propuesta de Estación de Reciclaje.....	57
31. Canasto para botellas de plástico.....	58
32. Canasto para residuos secos y húmedos.....	59
33. Imagen de geomembrana contención de contaminantes.....	62

1. Introducción

1.1 Presentación

En la era actual, caracterizada por una creciente preocupación global por la sostenibilidad ambiental, los basurales a cielo abierto persisten como un desafío significativo para las comunidades y los gobiernos locales. Estos sitios no solo representan un problema de gestión de residuos, sino que también son fuentes de contaminación que afectan al aire, al suelo y al agua, comprometiendo la salud pública y la integridad ecológica. En este contexto, la localidad de General Fernández Oro en la Provincia de Río Negro no es la excepción. Este municipio ha experimentado un crecimiento demográfico y económico que ha exacerbado la problemática de los residuos, manifestándose en la forma de un basural a cielo abierto cuyos impactos ambientales y sociales requieren una intervención urgente y eficaz.

El presente trabajo final se centra en la evaluación de estrategias de remediación ambiental y social aplicables al basural de General Fernández Oro, al buscar no solo mitigar los daños causados, sino también promover una gestión sostenible y responsable del entorno. La investigación se enmarca en un estudio cualitativo exhaustivo que integra diversas metodologías para obtener una comprensión holística y profunda de la problemática. A través de la revisión bibliográfica, entrevistas semiestructuradas a los pobladores locales y un relevamiento fotográfico del área, este trabajo pretende contribuir al cuerpo de conocimiento en ingeniería ambiental y proporcionar herramientas prácticas para el diseño e implementación de soluciones efectivas.

El propósito de esta investigación trasciende el ámbito académico, aspirando a influir positivamente en la política local y las prácticas de gestión ambiental. Se busca no solo identificar las tecnologías y procesos de remediación más adecuados, sino también entender las percepciones y expectativas de la comunidad que directamente vive y trabaja en este entorno. Esta aproximación asegura que las soluciones propuestas sean socialmente aceptables y efectivamente implementables.

1.2 Descripción del problema

La gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe ha enfrentado importantes desafíos en las últimas décadas, a pesar de los avances en la cobertura de recolección y en el manejo eficiente de los mismos (ONU, 2021). La proliferación de basurales a cielo abierto refleja una compleja realidad social, resultado de las contradicciones del sistema capitalista y de la falta de estrategias integrales que aborden aspectos como el empleo, la vivienda y el ambiente (Fernández et al., 2019). El basural a cielo abierto en General Fernández Oro en la Provincia de Río Negro es un ejemplo del mal manejo de residuos que persiste en muchos municipios de la región con problemas de gestión inadecuada que impactan negativamente en el ambiente y en la salud de la población local.

El problema de investigación en este trabajo final se enfoca en evaluar la percepción de la problemática ambiental y proponer estrategias de remediación ambiental y social, que atienda a las limitaciones actuales en la gestión de residuos. La ausencia de infraestructuras adecuadas, la falta de continuidad en las políticas municipales y la necesidad de integrar prácticas de economía circular son desafíos que se deben superar para gestionar adecuadamente los residuos sólidos urbanos (UIM-ONU, 2023). En Argentina, solo el 24.,5% de los residuos se manejan de manera adecuada, mientras que la mayoría se deposita en basurales a cielo abierto o vertederos controlados (ONU, 2021).

La remediación de este tipo de sitios es crucial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mejorar la calidad de vida de las comunidades y fomentar el desarrollo económico local (ONU, 2021). Las políticas públicas deben enfocarse en una gestión integral de los residuos sólidos urbanos, abarcando todo su ciclo de vida, desde la generación hasta la disposición final (Fernández et al., 2019). Además, la inclusión y formalización de los recolectores informales es esencial para fortalecer la cadena de valor y mejorar la gestión de residuos (UIM-ONU, 2023).

Este trabajo final busca abordar este problema mediante la implementación de estrategias educativas y de sensibilización, el desarrollo de infraestructuras adecuadas y la adopción de tecnologías eficientes, adaptando las estrategias a las realidades locales para garantizar su efectividad (ONU, 2021). Es fundamental involucrar a la comunidad y a los distintos actores sociales en el proceso de remediación para asegurar un resultado sostenible (Presidencia de la Nación, 2017).

1.3 Contexto

Según el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio General Fernández Oro de Río Negro, Argentina, elaborado por Frediani (2017), este municipio se encuentra en una región que experimenta un dinamismo particular debido a su cercanía con áreas de fuerte actividad económica como la región de Vaca Muerta. La localidad forma parte del aglomerado metropolitano Neuquén-Cipolletti, lo cual influye en su configuración urbana y territorial. Este entorno se caracteriza por una expansión urbana significativa, que incluye tanto desarrollos residenciales como industriales. La ciudad está influenciada por su conectividad con rutas principales que facilitan el acceso a centros económicos mayores y a recursos naturales (Frediani, 2017).

El rápido crecimiento urbano y la expansión industrial han traído consigo desafíos ambientales significativos. La extracción de hidrocarburos en la cercana región de Vaca Muerta, aunque es una fuente importante de empleo y desarrollo económico, también plantea riesgos ambientales como la contaminación del aire, agua y suelo. Este desarrollo ha modificado la dinámica del uso del suelo, afecta áreas agrícolas tradicionalmente productivas y eleva las tensiones entre usos urbanos y rurales (Frediani, 2017).

Además, el aumento de la población ha generado presiones adicionales sobre la infraestructura local, que incluye la necesidad de servicios urbanos como agua potable, alcantarillado y gestión de residuos, lo cual también contribuye a los desafíos ambientales. La movilidad y el transporte son otros

aspectos críticos, con un incremento de los flujos vehiculares que afectan la calidad del aire y la congestión (Frediani, 2017).

En la mayoría de las ciudades que tienen más de 20.000 habitantes, los residuos sólidos urbanos son dispuestos en vertederos a cielo abierto (VCA), generando una producción de residuos per cápita de 0,700 kg (Martínez Waltos, 2020).

Aunque representan una pequeña proporción del total de ciudades del país, en éstas se generaron y depositaron en vertederos controlados 9.895,72 Gg de residuos sólidos urbanos en el año 2008, lo que equivalió aproximadamente al 63,2% del total de este tipo de residuos en Argentina (15.666,3 Gg). Estas ciudades albergan una población de 23.077.040 habitantes, lo que representa el 43,6% de la población urbana total (Vicari, 2015).

En respuesta a estos desafíos, el informe de ordenamiento territorial destaca la importancia de una planificación integrada y sostenible que considere tanto las necesidades de desarrollo económico como la protección ambiental. Se menciona la necesidad de actualizar normativas urbanas y ambientales para reflejar mejor las realidades actuales y futuras, asegurando un crecimiento que sea sostenible en términos sociales, económicos y ambientales (Frediani, 2017).

El documento de ordenamiento territorial local menciona un proyecto específico relacionado con la gestión de residuos sólidos urbanos en General Fernández Oro. Este proyecto tiene como objetivo implementar un sistema de gestión de residuos sólidos urbanos que fortalezca al municipio, sustentado en la necesidad de mitigar los problemas ambientales a través de una visión integral que busque soluciones a la problemática ambiental de la región. Este proyecto forma parte de un esfuerzo intermunicipal de escala regional, destacando la urgencia y relevancia del manejo de los residuos sólidos urbanos tanto en General Fernández Oro como en las localidades del Alto Valle y Valle Medio. No se menciona específicamente una medida directa relacionada con el basural a cielo abierto en el documento, sino más bien se aborda de manera general la gestión de los residuos sólidos urbanos en el marco de un proyecto integral y regional.

1.4 Antecedentes

La gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe ha sido objeto de múltiples investigaciones, destacando la necesidad de mejorar la sostenibilidad y la eficiencia en este ámbito. Los estudios previos ofrecen un marco valioso para entender los desafíos y las oportunidades en la gestión de basurales a cielo abierto.

El estudio realizado por la Unión Iberoamericana de Municipalistas (UIM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) tuvo como objetivo evaluar las necesidades de fortalecimiento de capacidades municipales en la gestión y disposición final de residuos en América Latina y el Caribe. Para ello, se distribuyó una consulta a 377 municipalidades, recopilando datos a través de encuestas en español, inglés y portugués. El análisis de las respuestas permitió identificar que, aunque la mayoría de los municipios se enfocan en la recolección y disposición final de residuos, existe

una falta de infraestructura adecuada para la recuperación y valorización de éstos. El estudio recomendó fortalecer las capacidades municipales y fomentar un enfoque más sostenible y eficiente en la gestión de residuos (UIM-ONU, 2023).

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) desarrolló un informe que evaluó la gestión de residuos en América Latina y el Caribe. El estudio destacó las mejoras en la cobertura de recolección, pero también subrayó el aumento en la generación de residuos y las bajas tasas de reciclaje en la región. El informe identificó la necesidad de cerrar progresivamente los basurales y fortalecer las capacidades institucionales. El estudio concluyó que el cierre de basurales y la mejora de los sistemas de gestión de residuos pueden beneficiar el medio ambiente, la salud pública y la economía (ONU, 2021).

Fernández et al., (2019) analizaron la situación y dinámica de los basurales a cielo abierto en Córdoba. Utilizaron un enfoque cuantitativo y recopilaron datos sobre 34 basurales a través de un muestreo aleatorio estratificado, desarrollando indicadores para evaluar la exposición comunitaria, el nivel de afectación de recursos naturales y la importancia socioambiental. El estudio concluyó que el 90% de los basurales tenían más de 3 años de existencia y el 80% estaba ubicado a menos de 50 metros de un área habitada. Los resultados destacaron la necesidad de un plan integral para la erradicación de estos basurales (Fernández et al., 2019).

Otro estudio proporcionó una revisión exhaustiva sobre la gestión de residuos sólidos urbanos, destacando la conexión entre el desarrollo sostenible y la gestión de residuos en Argentina. Los autores resaltaron la importancia de la cooperación y el marco legal y enfatizaron que los residuos son un problema socioambiental. Utilizando un enfoque cualitativo, los autores examinaron la generación de residuos y las iniciativas de gestión a nivel municipal, destacando la importancia de los rellenos sanitarios y la adopción de enfoques más sostenibles para la disposición final de residuos (Niezwidá et al., 2023).

1.5 Utilidad

Este trabajo final ofrece múltiples beneficios prácticos y teóricos. Prácticamente, propone soluciones viables y sostenibles para mitigar los impactos negativos de los basurales a cielo abierto en General Fernández Oro, un problema presente en muchas regiones del mundo. Las estrategias de remediación que se desarrollarán pueden servir como modelo para otras comunidades enfrentando desafíos similares. Además, este estudio contribuye a enriquecer la literatura existente sobre gestión de residuos y remediación ambiental, proporcionando un análisis detallado de cómo las intervenciones específicas pueden adaptarse a las particularidades locales y culturales de una comunidad.

1.6 Relevancia y justificación

La relevancia de esta investigación radica en su enfoque integrador que considera tanto los aspectos técnicos de la remediación como las dimensiones sociales y humanas del manejo de residuos. En un contexto global donde la gestión sostenible de los residuos se ha convertido en una prioridad, entender las interacciones entre los residuos, los ecosistemas y las comunidades locales es fundamental. Además, el estudio se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, en particular, con el objetivo 12 de garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles y de gestionar eficazmente los residuos generados.

Este objetivo se enfoca en promover patrones de consumo y producción sostenibles, lo que implica hacer más y mejores cosas con menos recursos, así como reducir la degradación y contaminación ambiental a lo largo del ciclo de vida de los productos. Las metas específicas se exponen en la Tabla 1.



Tabla 1: Metas específicas de una estrategia de consumo y producción sostenible

Fuente: Disponible en: https://www.cepal.org/sites/default/files/static/files/ods12_c1900731_press.pdf

Estas metas son cruciales para asegurar un equilibrio entre el desarrollo económico, la protección del medio ambiente y la inclusión social, fomentando un desarrollo sostenible que beneficie a las generaciones presentes y futuras.

La justificación de este trabajo final se sustenta en varias razones clave:

Necesidad Ambiental:

- La contaminación derivada de basurales a cielo abierto constituye una amenaza seria para la salud ambiental y pública. La remediación de estos sitios es esencial para restaurar y proteger los ecosistemas locales y la salud de las comunidades cercanas.

Compromiso Social:

- El estudio responde directamente a las preocupaciones y necesidades de los residentes y trabajadores de General Fernández Oro, quienes viven diariamente con las consecuencias del basural. Al incluir sus percepciones y participación en la formulación de soluciones, se promueve la equidad y la justicia ambiental.

Vacío en la Literatura:

- Aunque existen numerosos estudios sobre la contaminación por basurales, hay una falta de investigaciones que aborden de manera integral las soluciones específicas adaptadas a las condiciones socioambientales de localidades pequeñas en Argentina. Este trabajo busca llenar ese vacío.

Apoyo a Políticas Públicas:

- Los resultados de esta investigación tienen el potencial de informar y mejorar las políticas públicas en materia de gestión de residuos y remediación de sitios contaminados, proporcionando datos concretos y recomendaciones basadas en evidencias y en la participación comunitaria.

2. Planteamiento del problema

2.1 Formulación de preguntas de investigación:

- ¿Cómo percibe la comunidad la problemática ambiental derivada de la presencia del basural?
- ¿Cuáles serían las estrategias de remediación ambiental y social más efectivas para mitigar los impactos de la contaminación del aire, suelo y agua causados por el basural a cielo abierto en General Fernández Oro?
- ¿Cómo podrían participar los residentes y trabajadores locales en estas intervenciones?

2.2 Objetivos

2.2.1. Objetivo general

- Identificar y analizar los impactos ambientales y sociales derivados de la presencia del basural a cielo abierto.
- Proponer estrategias de remediación ambiental y social para el basural a cielo abierto en General Fernández Oro, Provincia de Río Negro

2.2.2. Objetivos específicos

- Realizar un relevamiento de las condiciones del basural.
- Explorar y analizar las opiniones de residentes de la localidad.

3. Marco Teórico

3.1. Fundamentos de la Remediación Ambiental

La restauración ambiental de espacios degradados es el proceso consistente en reducir, mitigar e incluso revertir los daños producidos en el medio físico para volver, en la medida de lo posible, a la estructura, funciones, diversidad y dinámica del ecosistema original (SER, 2004). Para ello, deben restituirse las condiciones originales y corregirse los impactos medioambientales ocasionados por la intervención en el entorno. Muchas veces, el daño ambiental es irreversible y la restauración total es imposible. En estos casos, se persigue el objetivo de la remediación y/o saneamiento del ambiente para crear un nuevo ecosistema y restaurar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Clewell y Aronson, 2013). Un factor adicional es que, en varias oportunidades, se desconoce la condición natural original del ecosistema degradado (Tortorelli, 2009), por lo tanto, si la restauración implica el retorno a su condición natural, pueden existir distintas interpretaciones del éxito de la restauración.

La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) se describe como un conjunto de acciones interdependientes destinadas al manejo de residuos con el objetivo de proteger el ambiente y la calidad de vida de la población. Este enfoque abarca desde la generación y disposición inicial de los residuos, hasta su recolección, tratamiento, transferencia y disposición final. Se enfatiza, además, la importancia de la reducción de residuos en el origen como la medida más eficiente para minimizar el volumen y peligrosidad de los desechos, tanto como la importancia de la educación ambiental y la concientización ciudadana como elementos clave para la implementación efectiva de estas estrategias, buscando no solo tratar los problemas ambientales existentes, sino también prevenir futuras contaminaciones mediante prácticas sostenibles y responsables (Bisay, 2021).

La gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) representa un desafío crítico para los municipios argentinos, marcado por la diversidad de residuos generados, que dependen de factores como las actividades económicas, la ubicación geográfica, el tamaño del municipio y las características socioeconómicas de la población. Cada habitante en Argentina genera aproximadamente un kilo de residuos por día y la gestión de estos residuos consume una parte significativa de los recursos municipales, tanto financieros como humanos. (Schejtman & Irurita, 2012).

Los municipios enfrentan varios obstáculos en la gestión de los RSU, incluyendo la falta de un marco normativo integrado, deficiencias en la coordinación interjurisdiccional y la escasez de conocimientos especializados y de personal capacitado. Como resultado, el panorama actual se caracteriza por esfuerzos bien intencionados pero descoordinados, que no logran abordar de manera efectiva los problemas asociados a los basurales a cielo abierto, los rellenos sanitarios insuficientes o sobrecargados y las limitadas iniciativas de recuperación y reciclaje de residuos. Esta situación conlleva

un alto nivel de incertidumbre sobre cómo se abordará esta problemática en el futuro (Schejtman & Irurita, 2012).

Además, aunque existen numerosas tecnologías propuestas para el tratamiento de los RSU tanto en Argentina como en el mundo, ninguna solución tecnológica por sí sola es suficiente para manejar todo el ciclo de los residuos desde su generación hasta su disposición final y la reinsertión de los materiales recuperados en el mercado. Esto subraya la necesidad de que las innovaciones tecnológicas en la gestión de residuos estén acompañadas de decisiones políticas que consideren el problema en su totalidad y que busquen soluciones integradas y sostenibles a largo plazo (Schejtman & Irurita, 2012).

3.1.1. Definición y principios de la remediación ambiental.

Se denomina "pasivos ambientales" a las responsabilidades ambientales no reconocidas oficialmente que surgen de prácticas insostenibles, como la gestión inadecuada de residuos en basurales a cielo abierto. Estos pasivos representan costos futuros y daños al medio ambiente y a la salud pública que aún no han sido abordados por las entidades responsables, transfiriendo así la carga a la sociedad y, en particular, a las poblaciones vulnerables. Esta perspectiva desafía la gestión tradicional de residuos, instando a considerar las consecuencias a largo plazo de las prácticas de disposición (D'hers, 2014).

Los "lenguajes de valoración" se refieren a los múltiples enfoques a través de los cuales diferentes grupos y actores sociales conceptualizan y valoran el ambiente y sus recursos. En el contexto de los basurales a cielo abierto, este concepto permite explorar las divergencias entre percepciones económicas, culturales y sociales del impacto ambiental. Los lenguajes de valoración son esenciales para entender las complejidades de las políticas ambientales y la recepción de estas políticas por diferentes comunidades, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas (D'hers, 2014).

La remediación ambiental involucra estrategias y prácticas para reducir el impacto ambiental de las actividades de limpieza en sitios contaminados, enfocándose en maximizar los beneficios ambientales netos de las acciones de remediación. Esta práctica considera todos los efectos ambientales de la implementación de soluciones y busca incorporar opciones para maximizar el beneficio ambiental de las acciones de limpieza (US Environmental Protection Agency, 2008).

Los principios de la remediación verde incluyen la reducción del uso total de energía, el aumento del uso de energía renovable, la minimización de la producción de contaminantes atmosféricos y emisiones de gases de efecto invernadero, la reducción del uso del agua y la mitigación de los impactos negativos en los recursos hídricos. Estas prácticas no solo buscan limpiar los sitios contaminados sino también hacerlo de una manera que sea sostenible y respetuosa con el medio ambiente (US Environmental Protection Agency, 2008).

3.1.2. Métodos y técnicas comunes en el manejo de sitios contaminados.

Desde el enfoque de la economía ecológica, D'hers (2014), discute las implicaciones económicas y ambientales de la gestión de residuos en áreas urbanas y aborda una serie de conceptos esenciales para entender las dimensiones sociales, económicas y ambientales de la gestión de residuos en contextos urbanos. En la medida que estos conceptos pueden ser fundamentales para investigaciones en campos como la sostenibilidad urbana, la justicia ambiental y la política ambiental, se rescatan a continuación los conceptos que aporta.

Se denomina "deuda ecológica" a la acumulación de responsabilidades ambientales que las generaciones presentes dejan a las futuras. Este término captura cómo las decisiones económicas y políticas actuales pueden crear desequilibrios ecológicos y sociales que afectarán a las generaciones futuras y a sectores marginados, los cuales raramente tienen voz en los procesos de toma de decisiones que afectan directamente su entorno (D'hers, 2014). El análisis del "metabolismo urbano" en relación con la gestión de residuos permite en todo caso, una evaluación de cómo los flujos de materiales y energía a través de las ciudades afectan el ambiente urbano y periurbano. En el caso de los basurales a cielo abierto, este enfoque ayuda a identificar las deficiencias en los sistemas de gestión de residuos y a proponer modelos más sostenibles que integren prácticas como la reducción, reutilización y reciclaje de residuos (D'hers, 2014).

Zanetich Bozjak (2010) aborda la gestión integral de residuos sólidos urbanos, mencionando algunas tecnologías de tratamiento y disposición final de residuos sólidos urbanos, que podrían considerarse parte de las estrategias para manejar áreas afectadas por residuos urbanos (Tabla 2)

Plantas recuperadoras de materiales reciclables:	Plantas de compostaje:	Plantas de incineración de residuos:	Rellenos sanitarios:
<ul style="list-style-type: none"> • Estas instalaciones se encargan de separar y procesar materiales reciclables de los residuos sólidos urbanos. La recuperación de materiales puede ayudar a reducir la cantidad de residuos que necesitan disposición final y, por ende, la contaminación potencial de los sitios. 	<ul style="list-style-type: none"> • El compostaje es un proceso biológico que convierte los desechos orgánicos en un producto útil para mejorar la calidad del suelo. Esta técnica puede ser utilizada para gestionar la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, reduciendo el volumen de residuos y minimizando los impactos negativos en el suelo y en sitios potencialmente contaminados. 	<ul style="list-style-type: none"> • La incineración es un método de disposición que implica la combustión de materiales residuales. Aunque eficaz para reducir el volumen de residuos, puede requerir tecnologías adicionales para controlar las emisiones y evitar la contaminación atmosférica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los rellenos sanitarios son áreas designadas para la disposición final de residuos bajo condiciones controladas para minimizar el impacto ambiental. Involucran la compactación de residuos y su cobertura con capas de tierra para prevenir problemas como la contaminación de aguas subterráneas y emisiones de gases nocivos.

Tabla 2: Estrategias de una gestión integral de RSU. Fuente: Elaboración sobre propuesta de Zanetich Bozjak (2010)

Estos métodos son generalmente los más ampliamente aplicados al contexto de gestión de residuos sólidos urbanos y aunque no son técnicas de remediación de contaminación per se, forman parte del manejo integral de residuos que puede prevenir la contaminación de sitios (Zanetich Bozjak, 2010).

3.1.3. Casos de estudio relevantes y aplicaciones prácticas

D'hers (2014) se centra en los basurales a cielo abierto en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), particularmente analizando su gestión, los impactos socioambientales resultantes y las dinámicas de invisibilización asociadas con estos espacios. Su investigación se enfoca en cómo estos basurales funcionan como una transferencia de costos ambientales y sociales a sectores vulnerables de la sociedad, profundizando en las implicaciones de salud pública, habitabilidad y gestión urbana.

Su estudio se localiza en el AMBA, un área densamente poblada con una compleja interacción entre urbanización y gestión de residuos donde los basurales a cielo abierto son examinados en términos de su ubicación y el impacto que tienen en las comunidades locales, particularmente en poblaciones marginalizadas que a menudo se encuentran en proximidad directa a estos sitios. En ese contexto, se analiza la dinámica de la gestión de residuos en Buenos Aires, destacando la insuficiencia de las políticas públicas y la falta de infraestructura adecuada para una gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos

En ese contexto, los basurales no solo representan fallos en la gestión municipal y gubernamental, sino también la falta de responsabilidad de los productores de residuos en asegurar disposiciones adecuadas.

Los impactos incluyen problemas de salud pública debido a la exposición a contaminantes, deterioro de la calidad de vida y restricciones en el acceso a servicios básicos. El estudio pone especial énfasis en cómo estos espacios funcionan como traspaso de costos hacia sectores invisibilizados, lo que implica una carga desproporcionada sobre los más vulnerables. El autor brinda una base crítica para entender las complejidades de la gestión de residuos en grandes metrópolis, destacando la interconexión entre políticas urbanas, justicia social y sostenibilidad ambiental. Presenta un análisis exhaustivo de cómo los basurales a cielo abierto en AMBA ilustran problemas sistémicos y estructurales en la gestión de residuos y sus impactos socioambientales (D'hers, 2014).

Zanetich Bozjak (2010) examina la gestión integral de residuos sólidos urbanos en localidades patagónicas centrándose en cómo se coordinan los ciudadanos y las autoridades gubernamentales para manejar residuos. Expone un caso de estudio relevante debido a los desafíos únicos que presenta la región patagónica, como su geografía extensa y variada, y su creciente actividad turística que incrementa la producción de residuos. Su estudio en el marco de una tesis se enfoca en varios aspectos clave reunidos en la Tabla 3.

Análisis de la situación actual:

- Se investiga cómo se manejan actualmente los residuos sólidos urbanos en la Patagonia, identificando las prácticas existentes y los principales desafíos. Se abordan cuestiones como la recolección ineficiente y la disposición final predominantemente en basurales a cielo abierto, que no cumplen con los estándares ambientales adecuados.

Coordinación entre niveles de gobierno:

- Se analiza cómo interactúan los niveles municipal, provincial y nacional en la gestión de residuos. La tesis identifica problemas de coordinación y colaboración entre estos niveles, lo que a menudo resulta en la implementación ineficaz de políticas y estrategias.

Involucramiento comunitario:

- Se evalúa el nivel de participación de la comunidad local en la gestión de residuos. El estudio sugiere que hay una falta de conciencia y participación activa de los ciudadanos en las prácticas de gestión de residuos, lo que agrava los problemas de manejo inadecuado.

Propuestas de mejora:

- Basándose en los hallazgos, la tesis propone estrategias para mejorar la gestión integral de residuos sólidos urbanos. Estas recomendaciones incluyen mejorar la colaboración intergubernamental, aumentar la conciencia y participación comunitaria, y adoptar tecnologías y prácticas que minimicen el impacto ambiental de la gestión de residuos.

Tabla 3: Aspectos clave de un caso de estudio en la Patagonia Argentina. Fuente: Elaboración propia sobre Zanetich Bozjak (2010)

Otro caso referido a los efectos de la contaminación de un basural a cielo abierto es presentado por Ferreras (2017) y se centra en El Pozo, un gran basural a cielo abierto ubicado en el distrito Sarmiento, municipio de Godoy Cruz, provincia de Mendoza, Argentina. Este basural ha sido uno de los mayores depósitos de residuos sólidos urbanos en el oeste argentino hasta su cierre a fines de 2013.

El basural El Pozo estaba situado en un área altamente permeable y afectada por fallas geológicas recientes, lo que representaba un riesgo significativo de contaminación del agua subterránea. La operación del basural había tenido efectos perjudiciales significativos sobre la calidad del aire, del agua y del suelo, afectando directamente la salud y calidad de vida de los residentes de las áreas circundantes. Estos residentes enfrentaban exposición a contaminantes y un aumento en la incidencia de enfermedades respiratorias y gastrointestinales.

La investigación de Ferreras (2017), estimó el valor social de las medidas de remediación ambiental que podrían implementarse tras el cierre del basural. Utilizando el enfoque de transferencia de beneficios para asignar un valor monetario al cambio en el bienestar de los residentes debido a la remediación proyectada, detalló varios escenarios posibles post-remediación, evaluando los beneficios económicos de cada uno en términos de mejora en la calidad de vida y reducción de impactos adversos sobre la salud. Estos escenarios fueron evaluados a través de una ganancia de bienestar estimada entre 8,22 y 261,56 pesos argentinos anuales por hogar, ajustados por inflación, durante un período de 30 años.

Los resultados del estudio proporcionaron datos críticos que pueden ser utilizados por los responsables de la formulación de políticas y gestores ambientales para el diseño y la implementación de programas efectivos de gestión de residuos y remediación ambiental. Estos datos ayudan a justificar económicamente las inversiones en medidas de remediación a la vez que ofrecen una comprensión profunda y cuantificada de los beneficios potenciales de la remediación de un basural a cielo abierto, ofreciendo un modelo replicable para evaluaciones similares en otros contextos y reforzando la importancia de integrar consideraciones económicas en la planificación ambiental y la gestión de residuos (Farreras, 2017).

Bisay (2021), se centra en la laguna "Los Mellizos" ubicada en la localidad de Laborde, Provincia de Córdoba y aborda la problemática de la contaminación generada por un basural a cielo abierto situado en sus proximidades. Este escenario expone los desafíos ambientales y de salud pública que enfrenta la comunidad local debido a la inadecuada gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU).

Su estudio comienza con un diagnóstico exhaustivo de la gestión actual de los residuos y las prácticas de disposición en Laborde, destacando varios problemas clave, como la falta de una estrategia integral para el manejo de los RSU, lo que ha resultado en la acumulación continua de desechos en el basural y su impacto negativo en la laguna y el entorno natural circundante. El análisis también incluye una evaluación físico-química y biológica del agua de la laguna para determinar la extensión de la contaminación y seleccionar las especies de plantas adecuadas para el proceso de fitorremediación.

Como respuesta a esta situación, se propone una serie de intervenciones destinadas a mejorar la gestión de los residuos y rehabilitar la laguna "Los Mellizos". Estas incluyen la implementación de una nueva planta de tratamiento de RSU, la erradicación del basural existente y la introducción de técnicas de compostaje y fitorremediación utilizando especies vegetales nativas. Además, se sugiere una iniciativa de educación ambiental para promover prácticas de consumo responsable y separación de residuos en la comunidad.

Finalmente, el estudio de caso propone la transformación del área afectada en un parque recreativo, lo que no solo mejoraría la calidad de vida y el entorno natural, sino que también ofrecería un espacio de esparcimiento y educación ambiental para la población local. Este enfoque integral busca no solo resolver los problemas ambientales actuales sino también prevenir futuros incidentes mediante la adopción de prácticas sostenibles y la concienciación comunitaria.

3.2. Contaminación Ambiental: Aire, Suelo y Agua

Los vertederos al aire libre representan una consecuencia directa de una gestión deficiente e insuficiente de los residuos sólidos urbanos (RSU). Estos vertederos son grandes focos de contaminación, dañando directamente recursos vitales como el aire, el agua y el suelo, y afectando negativamente a la sociedad al comprometer seriamente la salud pública y la calidad de vida general. Por ello, la eliminación de estos basurales debería ser un objetivo clave en la gestión de residuos.

La ausencia de un enfoque comprensivo en la gestión de RSU, que abarque desde la generación hasta la reintegración de los residuos en el mercado como materiales reciclados, resulta en ineficiencias a lo largo de toda la cadena de gestión, un derroche de recursos humanos y financieros, y la pérdida de oportunidades para mejoras significativas en el ámbito ambiental, social, de salud pública y desarrollo local (Schejtman & Irurita, 2012).

3.2.1. Principales contaminantes y sus fuentes en basurales a cielo abierto.

Comúnmente, se entiende por "basura" todo aquello que se considera inservible o sin valor para la sociedad, usándose también como sinónimo de desecho. No obstante, muchos de estos desechos tienen el potencial de ser reciclados o transformados en nuevos productos, por lo cual técnicamente se les denomina "residuos". En Argentina, la Ley 25916 establece que los residuos domiciliarios incluyen aquellos objetos o sustancias desechados como resultado del consumo y actividades humanas. Esta categoría abarca una amplia variedad de residuos sólidos urbanos, no solo de origen residencial, sino también comercial y otros generados por servicios de aseo urbano como los residuos de barrido y poda (Schejtman & Irurita, 2012).

Los basurales a cielo abierto, al carecer de un suelo impermeabilizado, representan una considerable fuente de contaminación ambiental. Este problema surge tanto de la generación de líquidos lixiviados como de la emisión de gases de efecto invernadero. El lixiviado se forma cuando el agua penetra a través de los residuos en descomposición, extrayendo materiales disueltos y en suspensión que pueden filtrarse y contaminar fuentes de agua potable o superficiales. Por otro lado, el biogás, compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono, se produce también durante la descomposición de los residuos. El metano, al ser más liviano que el aire y altamente inflamable, cuando se libera a la atmósfera, no solo presenta riesgos de inflamabilidad, sino que también contribuye significativamente al agotamiento de la capa de ozono y al cambio climático, debido a su potente efecto como gas de efecto invernadero (Mi Argentina, 2024a).

Según la información proporcionada por Presidencia de la Nación (2017), en la Ciudad de Buenos Aires, que alberga más del 6% de la población total de Argentina, la composición de los residuos ha mostrado consistentemente una predominancia de materiales orgánicos, que constituyen cerca del 40% del total. Los plásticos también representan una parte considerable, seguidos por una categoría denominada "otros materiales". Esto contrasta con una menor proporción de papel, cartón, metales y vidrio.

Los residuos se clasifican según su naturaleza física, peligrosidad, origen, y según la gestión diferenciada que decida cada municipio, como seco/húmedo, orgánico/inorgánico, reciclable/no reciclable, entre otros. Es importante considerar que entre los residuos domiciliarios pueden encontrarse residuos peligrosos como pilas, baterías, y otros productos químicos.

El término "residuos sólidos urbanos" (RSU) se utiliza para describir los residuos generados en comercios, hogares y otras actividades de servicios que no se gestionan como residuos peligrosos o de otras categorías específicas. El proceso de generación de residuos está estrechamente vinculado con los hábitos de consumo y las actividades económicas del municipio, reflejando también el nivel socioeconómico de la población (Schejtman & Irurita, 2012).

3.2.2. Métodos de evaluación y medición de la contaminación en diferentes medios.

Para implementar una gestión eficiente de los residuos sólidos urbanos (RSU), es fundamental disponer de información detallada sobre los tipos de residuos que se generan, su distribución porcentual y su origen geográfico dentro del municipio (Schejtman & Irurita, 2012).

El proceso incluye la recolección de muestras representativas, la caracterización manual de los componentes de los residuos y la sistematización de los datos obtenidos. Además de la caracterización física, los residuos se clasifican según su composición química. Es crucial considerar la zonificación del área de estudio, ya que diferentes zonas (residenciales, comerciales, industriales) presentan patrones distintos de generación de residuos. Otro aspecto importante es el nivel socioeconómico de la población, que influye directamente en los patrones de consumo y, consecuentemente, en los tipos y cantidades de residuos generados. La integración de todos estos datos permite obtener un perfil preciso y confiable de los residuos municipales, facilitando la implementación de estrategias de gestión más efectivas (Schejtman & Irurita, 2012).

Para planificar adecuadamente el cierre de basurales, es esencial comenzar con la identificación y caracterización del sitio (ONU, 2021). Para cada basural, se debe recopilar información en diversas áreas clave (Tabla 04).

Categoría	Información
Información general	- Años de operación.
	- Ubicación geográfica.
	- Tamaño específico, obteniendo una estimación razonable del volumen de residuos.
	- Tipo y composición de los residuos dispuestos.
	- Requerimientos técnicos para la disposición final de residuos.
	- Movilidad o dinámicas del basural.
	- Propiedad de la tierra.
Información ambiental	- Nivel de toxicidad o riesgo de acumulación de residuos (clasificación) y sus impactos sobre flora y fauna, tierra, agua y aire.
	- Inspección topográfica.
	- Tipo y características del suelo.
	- Presencia de aguas superficiales y subterráneas, y determinación de su calidad.
Información socioeconómica	- Situación urbana adyacente.
	- Presencia de familias y recolectores de material reciclable y actividades socioeconómicas.
	- Presencia de vectores.

Tabla 4: Dimensiones de información requerida para el diagnóstico de basurales a cielo abierto.

Fuente: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34919/Roadmap_ES.pdf?sequence=8

La recolección de esta información se realiza mediante inspecciones en el sitio, por lo que es útil llevar un listado de verificación que permita perfilar rápidamente el basural. Además, este perfil puede ser complementado con cualquier detalle que se considere relevante para la futura elaboración del plan de cierre y la gestión posterior a la clausura (ONU, 2021).

Tras el diagnóstico y evaluación de los basurales, es crucial identificar opciones relacionadas con (i) infraestructura nueva o ya existente como rellenos sanitarios, estaciones de transferencia y plantas de reciclaje, y el tipo de acciones a realizar en la zona afectada, como el cierre del basural, la remoción de residuos y la reutilización del área o la creación de una nueva zona para disposición final con relleno sanitario. Además, es importante definir las prioridades y objetivos dentro del plan de acción nacional o local destinado al cierre de los basurales (ONU, 2021).

3.2.3. Efectos de la contaminación en la salud pública y el medio ambiente.

Los basurales a cielo abierto son focos significativos de contaminación que impactan directamente la salud de las comunidades vecinas. Los residuos sólidos y líquidos que se acumulan en estos sitios pueden contener sustancias químicas peligrosas, metales pesados y compuestos orgánicos volátiles que se liberan al ambiente a través del aire, el suelo y el agua (Mi Argentina, 2024a).

La exposición a estos contaminantes está asociada con una amplia gama de problemas de salud, que incluyen enfermedades respiratorias, problemas en el desarrollo neurológico, cánceres y alteraciones en el sistema reproductivo. Además, la descomposición de materia orgánica produce metano y otros gases, que aparte de su contribución al cambio climático, pueden causar problemas respiratorios cuando se inhalan directamente (Mavropoulos, 2015).

Los residuos presentes en los basurales a cielo abierto incluyen una variedad de compuestos orgánicos volátiles (COVs), metales pesados como plomo, mercurio y cadmio, y otras sustancias químicas peligrosas que se liberan en diferentes medios. Estos contaminantes tienen múltiples vías de exposición, incluida la inhalación de gases y partículas, la ingestión de agua contaminada y el contacto dermal con suelos contaminados (ISTAS, 2010). Impactos específicos se incluyen en la (Tabla 5).

Respiratorios:

- La inhalación de partículas y gases de descomposición puede provocar asma, bronquitis crónica y otras enfermedades respiratorias. La exposición a COVs y otros gases de basurales incrementa significativamente la incidencia de síntomas respiratorios entre las poblaciones cercanas (Becerra y otros, 2021).

Neurológicos:

- Compuestos como el mercurio y el plomo tienen efectos neurotóxicos conocidos, los cuales pueden afectar el desarrollo cerebral en niños y provocar disfunciones cognitivas en adultos, según investigaciones de la Organización Mundial de la Salud (Nava-Ruiz & Méndez Armenta, 2011)(Ortega García y otros, 2005) .

Cancerígenos:

- Sustancias como los bifenilos policlorados (PCBs) y ciertos tipos de COVs han sido clasificados como carcinógenos humanos por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer. La exposición prolongada aumenta el riesgo de cánceres como el linfoma y el de pulmón (NIH-U.S., 2018).

Reproductivos:

- La exposición a disruptores endocrinos presentes en algunos plásticos y electrónicos puede llevar a alteraciones en el sistema reproductivo y afectar la fertilidad (Abellan, 2023).

Tabla 5: Impactos específicos de la contaminación en la salud humana. Fuente: elaboración propia

Además, los basurales frecuentemente atraen vectores como roedores e insectos, que son portadores de enfermedades infecciosas, aumentando el riesgo de epidemias entre las poblaciones humanas cercanas. La proliferación de estos vectores está directamente ligada a las condiciones insalubres del basural, y su control es complicado debido a la vasta disponibilidad de recursos para su sustento en estos ambientes (Acumar, 2017).

El impacto ambiental de los basurales a cielo abierto es profundo y multifacético. Primero, la contaminación del suelo es una preocupación primordial. Los productos químicos tóxicos pueden filtrarse a través del suelo, afectando la calidad de este y dañando la flora local. La percolación de agua a través de los residuos genera lixiviados que contienen una alta carga de materia orgánica, metales pesados y otros contaminantes. Estos lixiviados pueden acidificar los suelos y alterar su capacidad de sostener vida vegetal, además de infiltrarse en acuíferos subterráneos, como se describe en estudios de impacto ambiental realizados por la EPA (Environmental Protection Agency) (Ruiz, De la Torre, & Guevara, 2014).

La degradación de materiales orgánicos en condiciones anaeróbicas no solo produce metano, sino que también contribuye a la acidificación y la eutrofización de los cuerpos de agua cercanos, fenómenos que pueden provocar la muerte de especies acuáticas y reducir la biodiversidad (Pedrozo Acuña & Ramírez Salinas, 2020). Según el Programa para el medio ambiente de la ONU, el metano tiene un potencial de calentamiento global 25 veces mayor que el dióxido de carbono a lo largo de 100 años. En términos de impacto visual, los basurales deterioran el paisaje natural, lo que puede tener consecuencias negativas para el turismo y el bienestar de las comunidades locales (Chung, 2024).

En ecosistemas acuáticos cercanos, el aporte excesivo de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, a cuerpos de agua puede provocar un crecimiento desmesurado de algas, lo que reduce los niveles de oxígeno en el agua y provoca la muerte de especies acuáticas. Los lixiviados y otros ácidos orgánicos al disminuir el pH del agua, afectan a organismos acuáticos y alterando las cadenas tróficas (Grajales Vargas, 2016).

Los basurales a cielo abierto no solo representan un problema de salud y medioambiental, sino que también implican significativas repercusiones sociales y económicas. Estos sitios pueden disminuir el valor de la propiedad en las áreas circundantes y limitar las oportunidades de desarrollo económico. Además, su presencia exacerba las desigualdades sociales, ya que con frecuencia se localizan cerca de comunidades de bajos ingresos, que sufren de manera desproporcionada los efectos negativos de la contaminación y tienen menos recursos para mitigar su exposición (Dirección Nacional de Inversión Pública, 2020).

Los basurales deterioran el paisaje natural y pueden tener un impacto negativo significativo en el turismo, una importante fuente de ingresos para muchas comunidades. Además, la tierra cercana a los basurales a menudo sufre una devaluación, lo que afecta la economía local y limita las oportunidades de desarrollo inmobiliario (León López y otros, 2020).

Las estrategias de intervención deben abordar estos problemas de manera integral, considerando tanto las soluciones tecnológicas como las colaboraciones comunitarias y políticas para gestionar y eliminar los basurales, y para prevenir su formación en el futuro. El enfoque debe ser holístico y sustentable, buscando no solo remediar los daños existentes sino también prevenir futuros impactos a través de la educación, la regulación y la implementación de alternativas de manejo de residuos más seguras y ambientalmente responsables.

3.3. Impacto Social y Ambiental de los Basurales

3.3.1. Análisis socioambiental de basurales: marcos teóricos y metodológicos.

El análisis socioambiental de los basurales a cielo abierto requiere un enfoque interdisciplinario que considere tanto las dimensiones sociales como las ambientales del problema. Este enfoque integra teorías y metodologías de diversas disciplinas, incluyendo sociología ambiental, ecología, salud pública y economía ambiental, para un estudio comprensivo de estos fenómenos.

En el ámbito teórico, se destacan varias perspectivas relevantes. La *teoría de la justicia ambiental* examina la distribución desigual de las cargas ambientales, apuntando a cómo las comunidades desfavorecidas suelen enfrentar mayores riesgos ambientales. Desde esta perspectiva, es crucial analizar la ubicación de los basurales y su impacto en comunidades de bajos ingresos o minorías, evaluando las políticas de gestión de residuos en este contexto (Ramírez Guevara et al., 2015). Por otro lado, la ecología política enfoca las relaciones de poder en el manejo de los recursos naturales, proporcionando un marco para investigar cómo las decisiones políticas y económicas afectan la creación y gestión de los basurales y perpetúan condiciones de desigualdad social y degradación ambiental (Alimonda y otros, 2017). Además, la teoría de sistemas socioecológicos enfatiza la interconexión de los sistemas humanos y naturales, abogando por un análisis de los basurales que considere los factores ecológicos, sociales y económicos y sus interacciones (Urquiza & Cadenas, 2015).

Desde una perspectiva metodológica, los estudios de caso comparativos permiten un análisis profundo de diferentes basurales para entender sus dinámicas y consecuencias específicas, mientras que el análisis de actores identifica los intereses e influencias de los involucrados, como gobiernos locales y comunidades afectadas (Castro Monge, 2010). Esta metodología es esencial para comprender las dinámicas de poder y facilitar soluciones inclusivas. El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para mapear los basurales y analizar variables relacionadas proporciona una herramienta potente para visualizar distribuciones espaciales y relaciones con factores ambientales y demográficos (Matteucci, 2015). Además, la evaluación de impacto ambiental y social es crítica para la planificación y toma de decisiones, asegurando que se consideren todos los impactos potenciales de proyectos de manejo de residuos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

Complementariamente, las encuestas y entrevistas a comunidades locales pueden enriquecer la comprensión de las percepciones y experiencias directas relacionadas con los basurales (Dueñas, 2016). El monitoreo ambiental regular de parámetros como la calidad del aire y del agua en y alrededor de los basurales proporciona datos esenciales para evaluar continuamente su impacto (Mi Argentina, 2024b). Asimismo, un análisis documental detallado de legislaciones y políticas puede revelar la estructura regulatoria y las prácticas de gestión existentes, permitiendo identificar áreas de mejora.

3.4. Participación Comunitaria en la Gestión de Residuos

3.4.1. Teorías y modelos de participación comunitaria en la gestión ambiental.

La participación comunitaria en la gestión ambiental, especialmente en lo que respecta a la gestión de residuos en botaderos a cielo abierto, es crucial para el éxito y la sostenibilidad de las políticas y prácticas de manejo de residuos. Existen diversas teorías y modelos que apoyan y explican la importancia de involucrar activamente a las comunidades locales en estos procesos. Estos enfoques no solo buscan mitigar los impactos ambientales de los botaderos, sino también fortalecer la capacidad comunitaria para gestionar y monitorear estos impactos a largo plazo (Morúa, 2010).

Una de las teorías fundamentales en este contexto es la *Teoría de la Acción Colectiva*, que se enfoca en cómo los grupos de individuos pueden organizarse y cooperar para alcanzar objetivos comunes que serían difíciles de lograr de manera individual. En el contexto de los basurales a cielo abierto, esta teoría subraya la importancia de la cooperación entre los residentes locales, las autoridades y otros actores para mejorar las prácticas de manejo de residuos y reducir los riesgos ambientales y de salud. La acción colectiva es vital porque los esfuerzos de gestión de residuos a menudo requieren cambios en la conducta colectiva y en las normas comunitarias, como la separación de residuos y la participación en programas de reciclaje (Vargas, 2003).

El *Modelo de Aprendizaje Social* también desempeña un papel significativo en la participación comunitaria en la gestión de residuos. Este modelo sugiere que el aprendizaje ocurre dentro de un contexto social y que las personas aprenden de los demás mediante la observación, la imitación y la modelación. Aplicado a la gestión del basural, promueve la idea de que las comunidades pueden aprender juntas a través de talleres, programas educativos y otras actividades de capacitación para mejorar su gestión de residuos. Al compartir conocimientos y experiencias, los miembros de la comunidad no solo incrementan su conciencia ambiental, sino que también desarrollan habilidades prácticas para lidiar efectivamente con los residuos (Villagómez Cabezas et al., 2023).

El *Modelo de Participación Ciudadana de Arnstein*, aunque desarrollado originalmente para el ámbito del planeamiento urbano, ofrece un marco útil para entender los diferentes niveles de participación comunitaria en la gestión ambiental. Este modelo clasifica la participación en varios niveles, desde la manipulación hasta la ciudadanía plena, donde los individuos tienen poder real para influir en las decisiones (Ortíz de Zárate, 2020). En la gestión del basural, la aplicación de este modelo implica moverse hacia niveles más altos de participación, donde las comunidades no solo son consultadas, sino que también tienen poder de decisión en cómo se gestionan los residuos y se remedian los botaderos.

Por último, la *Teoría del Capital Social* es crucial para entender cómo las redes sociales, las normas y la confianza pueden facilitar la cooperación entre los individuos y los grupos. En la gestión del basural a cielo abierto, un alto capital social puede facilitar la colaboración más efectiva entre la comunidad y otras partes interesadas, como organizaciones no gubernamentales y autoridades locales. El capital social fortalece la resiliencia de la comunidad, su capacidad para abordar colectivamente los problemas de residuos y para implementar y sostener proyectos de gestión ambiental (Urteaga, 2013).

En conjunto, estas teorías y modelos destacan que la participación comunitaria en la gestión ambiental no es solo deseable, sino esencial. Proporcionan un marco teórico para diseñar intervenciones que no solo sean efectivas en términos de resultados ambientales, sino que también empoderen a las comunidades, mejoren su calidad de vida y fomenten la sostenibilidad a largo plazo.

Estudios de casos de gestión cooperativa de residuos

En Argentina, varias localidades han implementado cooperativas de recicladores de residuos domiciliarios con el objetivo de mejorar la gestión de residuos promover el reciclaje y conciencia ambiental en sus comunidades al tiempo que generan empleo digno.

Caso de gestión cooperativa implementados y efectivos en Buenos Aires

En Barker la "Cooperativa de Trabajo Barker Ltda." ubicada en una pequeña localidad en el partido de Benito Juárez se ha desarrollado como parte de los esfuerzos para mejorar la gestión de residuos y promover el reciclaje en la región.

En La Plata, la cooperativa "Recicladores del Futuro" se dedica a la recolección y tratamiento de residuos reciclables. Esta cooperativa trabaja tanto en la ciudad como en áreas cercanas, promoviendo prácticas sostenibles.

En Pinamar la cooperativa "Reciclando Conciencia" se encarga de gestionar correctamente los residuos reciclables de Partido desde el año 2014. Minimizando a través del reciclaje, la disposición final de los residuos en basurales a cielo abierto. La misión de la cooperativa apunta a dar tratamiento, clasificación, acondicionamiento y re inserción de los residuos reciclables, valor agregado a los residuos transformándolos en productos al tiempo que da empleo y fomentar a toda la comunidad una transición hacia la economía circular <http://reciclandoconciencia.com.ar/>.



Figura 1 Modelo de islas para reciclaje. Fuente <http://reciclandoconciencia.com.ar/islas/>

- En San Fernando del Valle de Catamarca (Catamarca):

La cooperativa "Recicladores Unidos" trabaja en la ciudad y sus alrededores. Este grupo está enfocado en la recolección y separación de residuos reciclables, además de promover la concienciación sobre la importancia del reciclaje.

- En Colonia Caroya (Córdoba):

La cooperativa "Recicladores de Colonia Caroya" se enfoca en la separación y comercialización de materiales reciclables, contribuyendo a la gestión de residuos en esta localidad y áreas cercanas.

- San Carlos de Bariloche (Río Negro):

La cooperativa "Recicladores de Bariloche" se dedica a la recolección de residuos reciclables en la ciudad y en los alrededores, trabajando en estrecha colaboración con la comunidad para fomentar el reciclaje.

- El Bolsón (Río Negro):

La cooperativa "El Bolsón Recicla" es un ejemplo de esfuerzo local en la gestión de residuos reciclables. En esta localidad, la cooperativa trabaja en la recolección y clasificación de materiales reciclables, con un fuerte enfoque en la educación ambiental.

Estas cooperativas no solo contribuyen a la gestión eficiente de residuos, sino que también ofrecen oportunidades económicas a sus miembros y promueven una mayor conciencia ambiental en sus comunidades.

3.5. Políticas y Normativas Ambientales

3.5.1. Legislación vigente sobre manejo de residuos y remediación de sitios

La gestión de los RSU está intrínsecamente vinculada con la calidad ambiental de una comunidad. El derecho a un ambiente sano está consagrado en el artículo 41 de la Constitución Nacional. No obstante, para garantizar este derecho y cumplir con las responsabilidades asociadas, las autoridades provinciales deben progresivamente modificar sus legislaciones para alinearlas con la Carta Magna. Sin embargo, no todas las provincias han realizado cambios prioritarios en sus normativas ambientales y, en los casos que lo han hecho, no siempre han abordado la gestión de los RSU de manera efectiva (Schejtman & Irurita, 2012).

A nivel nacional, uno de los antecedentes institucionales más importantes para la gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) se encuentra en la Reforma Constitucional de 1994.

Esta reforma permitió la articulación de las relaciones entre la Nación y las provincias, estableciendo bases para el cumplimiento de normas en toda la república, las cuales podrían ser complementadas por las jurisdicciones locales. Inicialmente, los mecanismos para la división y coordinación de funciones se establecieron parcialmente con la Ley General de Ambiente N° 25.675 de 2002, que reforzó la autoridad de las provincias en la aplicación de la política ambiental. Esto se logró mediante la creación de un organismo controlado por las provincias, el Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA), que originó el sistema federal de coordinación interjurisdiccional (D'hers & Shammah, 2015).

La Ley 25916 de Gestión Integral de Residuos Domiciliarios (2002) establece principios fundamentales relacionados con los residuos. En su Capítulo 1, artículo 10°, se establece que la disposición inicial de los residuos domiciliarios debe realizarse utilizando métodos adecuados que prevengan y minimicen los posibles impactos negativos sobre el medio ambiente y la calidad de vida de la población (Guevara et al., 2020). Este marco normativo define a los RSU (o residuos domiciliarios) como el resultado del consumo y actividades humanas en un sentido amplio, incluyendo diversas fuentes como hogares, comercios, residuos sanitarios e institucionales. Esta ley es significativa porque se enfoca en la gestión integral de los residuos, introduciendo objetivos cruciales como la valorización, minimización y reducción de impactos negativos. Además, estipula que las jurisdicciones (provincias y municipios) deben promulgar normas complementarias para implementar y mejorar la ley nacional. No obstante, las provincias no siempre han seguido las directrices nacionales, aunque se ha observado una gran adhesión a normativas sobre residuos especiales o peligrosos (Schejtman & Irurita, 2012).

Según Fernández Sciafa et al. (2019), en 2005, el Gobierno nacional implementó la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU) en todo el país, con un horizonte temporal de veinte años (2005-2025). En 2010, se llevó a cabo una revisión y actualización parcial de la ENGIRSU, y en 2012 se presentó el Reporte Final sobre la Gestión, Generación y Calidad de los Residuos Sólidos Urbanos en la República Argentina.

La implementación de esta Estrategia, a través del Plan Nacional de Economía Circular de Residuos, requiere que los gobiernos provinciales y municipales desarrollen Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos basados en un enfoque regional y de planificación estratégica. El Plan Estratégico Provincial (PEP) es el instrumento que las provincias deben elaborar, con la participación adecuada de los municipios, para planificar una gestión de residuos sostenible en su territorio.

A nivel local, la Ley 5.491 de la Provincia de Río Negro es la que establece un marco normativo integral para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU), con el objetivo de proteger el ambiente y mejorar la calidad de vida de la población. Esta ley es de alcance general y se alinea con las disposiciones establecidas en la Constitución Nacional, la Constitución de la Provincia de Río Negro y la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Gestión de Residuos Domiciliarios. Este dispositivo normativo busca implementar una gestión sustentable de los residuos sólidos urbanos en toda la provincia, promoviendo principios de prevención, precaución ambiental, sustentabilidad y equidad

intergeneracional. Se destaca la importancia de una cooperación y coordinación efectiva entre los distintos actores involucrados, incluyendo los municipios y comisiones de fomento.

Un aspecto clave de esta ley es la promoción de políticas de regionalización, facilitando estrategias regionales para la gestión de residuos. Esto incluye la erradicación de basurales a cielo abierto y la incorporación de tecnologías adecuadas a la realidad local y regional. La ley fomenta la valorización de los residuos mediante métodos adecuados y la inclusión formal de recuperadores informales, mejorando sus condiciones de trabajo y vida. La autoridad de aplicación de la ley es la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático de la provincia, o el organismo que en el futuro la reemplace. Este organismo tiene la responsabilidad de diseñar, difundir, ejecutar y monitorear el "Plan Provincial GRSU", así como evaluar y aprobar los Programas GRSU Municipales.

La ley 5.491 establece que cada municipio debe elaborar un "Plan Municipal GRSU" coherente con el Plan Provincial. Estos planes deben ser presentados y aprobados por la autoridad provincial, y son esenciales para acceder a programas de apoyo y financiamiento. Los planes municipales deben incluir una descripción detallada de la situación actual, objetivos, metas y estrategias para todas las etapas de la gestión de residuos, además de programas de educación y sensibilización. Los sitios de disposición final de residuos deben ser seleccionados y acondicionados adecuadamente, evitando áreas urbanas y considerando la planificación territorial existente. La ley prohíbe la quema clandestina de residuos y establece regulaciones para la incineración controlada.

La inclusión de recuperadores informales en los planes GRSU es obligatoria, asegurando su formalización y mejorando sus condiciones laborales. Se promueve la creación de cooperativas y la capacitación para estos trabajadores. Los municipios deben por lo tanto, reportar anualmente información estadística sobre la gestión de residuos a la autoridad provincial, garantizando la transparencia y el acceso público a esta información. El incumplimiento de la ley conlleva sanciones administrativas, civiles y/o penales, con infracciones calificadas según su gravedad. Las multas y otros ingresos relacionados con la ley se destinan a un fondo específico para la gestión integral de residuos.

4. Metodología

4.1 Tipo de estudio

Estudio cualitativo descriptivo y exploratorio que se centra en obtener una comprensión de las condiciones ambientales y sociales en el área del basural a cielo abierto y en desarrollar estrategias de remediación basadas en las percepciones y experiencias de los residentes y trabajadores (Sampieri, 2014)

4.2 Fuentes de datos. Herramientas de recolección de análisis utilizadas

- Para la descripción del basural se utilizó la herramienta provista por la ONU 2021 en (Tabla 4)
- Revisión Bibliográfica: Incluye literatura científica, estudios de caso similares, legislaciones y normativas ambientales relevantes.
- Entrevistas Semiestructuradas: A vecinos y a pobladores que viven y trabajan en el área del basural, para capturar sus percepciones y experiencias directas
- Registro detallado de observaciones durante las visitas al sitio.
- Utilización de fotografías para documentar el estado actual del sitio y posibles fuentes de contaminación.

Las herramientas de Recolección y Análisis de Datos que se usaron son las siguientes:

- Entrevistas Semiestructuradas: Guía de preguntas preparada previamente pero flexible a modificaciones según la dinámica de la conversación.
- Uso de Google Earth para el procesamiento de imágenes y modelado del terreno del basural.

4.3 Trabajo de campo. Universo, muestra y unidades de análisis

El universo de estudio incluyó la entrevista a individuos que viven y trabajan en las inmediaciones del basural a cielo abierto de General Fernández Oro. La muestra fue no probabilística e intencionada, seleccionando participantes que proporcionen una amplia gama de perspectivas sobre los problemas ambientales y sociales derivados del basural.

Las unidades de análisis incluyen:

- Residentes y trabajadores del basural que aportan información sobre las percepciones y experiencias personales.
- Documentos y Normativas: Legislación y políticas públicas relevantes.
- Fotografías: Imágenes que muestran el estado actual y las áreas específicas de preocupación en el basural

A fin de analizar la percepción se elaboró una encuesta a vecinos por medio de planilla Google *form* con preguntas cerradas y se distribuyeron en forma virtual a 61 (sesenta y uno) encuestados, durante el mes de julio 2024.

Para tratar de llegar a la mayoría de vecinos posible, se consiguió la colaboración de una radio local, donde fui entrevistado para difundir la problemática del basural el día 25 de julio de 2024.

Con el fin de adquirir la información se diseñó y elaboró una encuesta de 13 preguntas con respuestas semiestructuradas y también de múltiples opciones, que consideran el conocimiento personal de la problemática del basural a cielo abierto.

Se incorporó una entrevista estructurada a recicladores en el basural a cielo abierto, la que fue aplicada en julio 2024 a siete personas, quienes transmitieron sus carencias, necesidades y problemas.

Formato de Encuesta

Alumno: Esteban Gabriel Peralta –Facultad de Flores –Ingeniería Ambiental-Universidad Nacional de Flores Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Año 2024.

Encuesta de Basural a Cielo Abierto en General Fernández Oro

Encuesta para Proyecto final Universidad UFLO

La información proporcionada en la presente encuesta es absolutamente confidencial y solo con fines de investigación

* Indica que la pregunta es obligatoria

1. Correo electrónico *

2. Edad *

Marca solo un óvalo.

- 18-30 años
- 31-50 años
- 51-65 años
- más de 65 años

3. Genero *

Marca solo un óvalo.

- Masculino
- Femenino
- Prefiero no especificar
- Otro

4. Estudios completos *

Marca solo un óvalo.

- Primario
- Secundario
- Terciario
- Universitarios
- Otros

5. Vive en General Fernández Oro desde *

Marca solo un óvalo.

- 1-10 años
- 10-20 años
- 20-30 años
- más de 30 años

6. ¿Cuál es su Ocupación? *

7. ¿Cómo describiría la situación actual del basural a cielo abierto aquí en General Fernández Oro? *

8. ¿Qué impactos cree que ha tenido el basural en su vida diaria y la de su comunidad? *

9. ¿Ha notado algún cambio en su salud o en la de otras personas que atribuya a la proximidad del basural? *

10. ¿Ha notado algún cambio en su salud o en la de otras personas que atribuya a la proximidad del basural? *

11. ¿Qué hace Ud. para disminuir los residuos generados en su casa? *

12. ¿Qué tipo de acciones cree que serían necesarias para resolver los problemas asociados con el basural? *

13. ¿Cómo le gustaría que se involucrara la comunidad en estos esfuerzos de remediación? *

Google Formularios

Entrevista con pobladores que trabajan informalmente en el basural de General Fernández Oro

La información proporcionada en la presente entrevista es absolutamente confidencial y solo con fines de investigación

1) ¿Qué trabajo realiza aquí?

2) ¿Cómo afectan los incendios y la humareda a su trabajo y salud?

3). ¿Tienen ayuda del municipio?

4). ¿Hay algo que sienta que podría mejorar significativamente su situación laboral aquí?

4.4 Área de estudio

El área de estudio es el basural a cielo abierto de 5 ha ubicado en General Fernández Oro, Provincia de Río Negro, caracterizado por ser un punto crítico de acumulación de residuos, con potenciales impactos negativos en el medio ambiente local y en la salud de las comunidades.

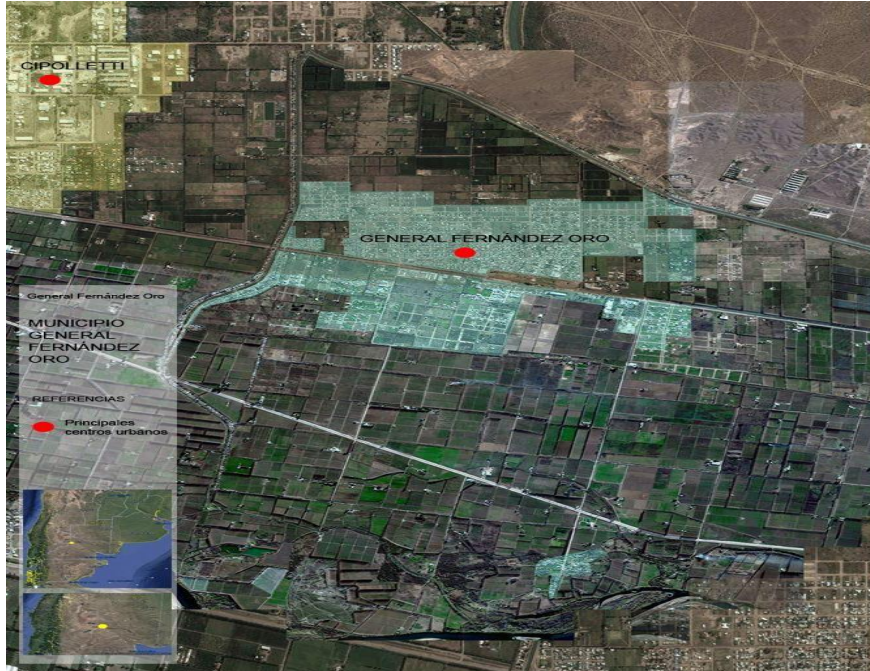


Figura 2: Área de Estudio General Fernández Oro, Río Negro Fuente: elaboración propia



Figura 1: Localidad de Fernández Oro y ubicación del basural. Fuente: Elaboración Propia

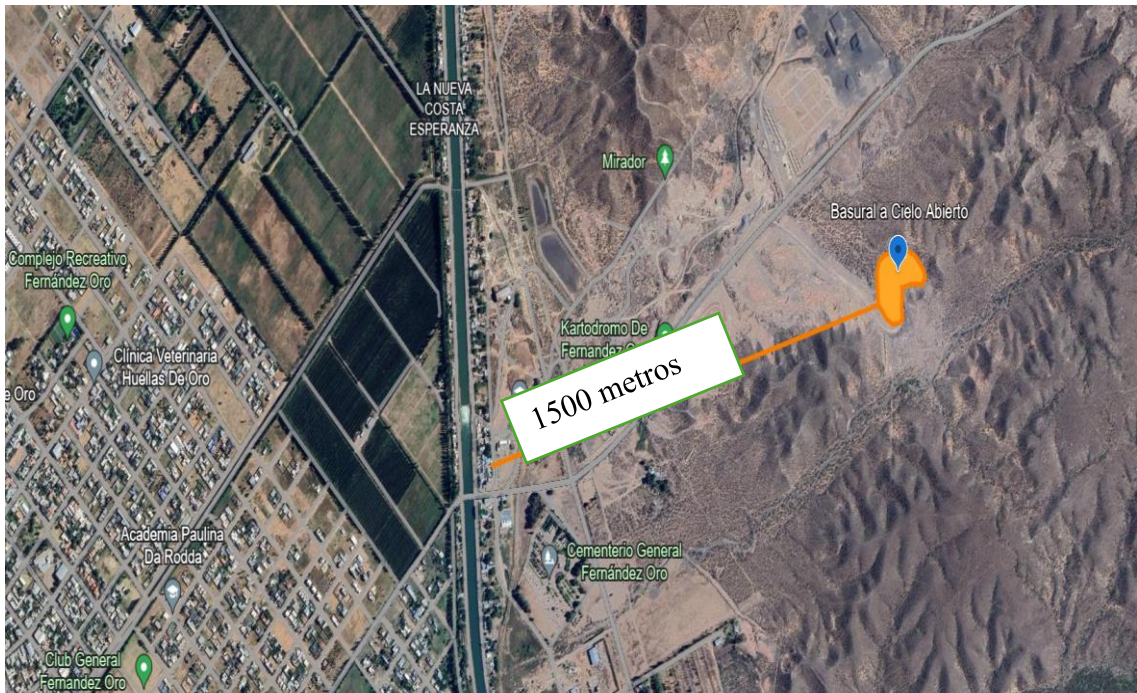


Figura 4: Distancia a Zona Urbana. Fuente: Elaboración Propia

4.5 Análisis de datos

El análisis de datos de las encuestas y entrevistas se realizó mediante la técnica de identificar temas recurrentes y patrones en las respuestas de las entrevistas y las notas de campo. Se construyeron categorías que permitan la comparación y la interpretación de los datos recogidos. La información obtenida de las entrevistas y el relevamiento fotográfico se complementó con la revisión bibliográfica para elaborar un diagnóstico detallado y formular propuestas de remediación.

5. Desarrollo

5.1 Caracterización del territorio

General Fernández Oro, ubicada en la provincia de Río Negro, Argentina, se caracteriza por un clima semiárido frío, clasificado como BSk según Köppen. Esta región se encuentra en las coordenadas $38^{\circ} 57' S$ $67^{\circ} 55' W$ y está situada a una altitud de aproximadamente 260 metros sobre el nivel del mar (Páez, 2023).

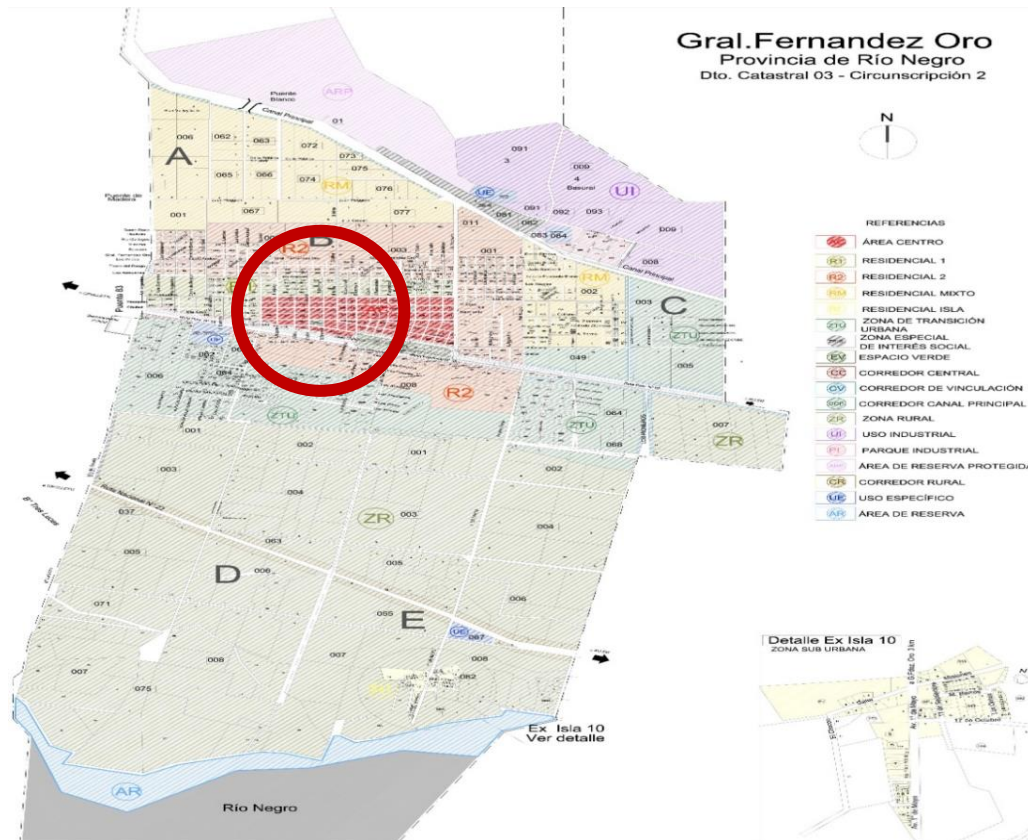


Figura 5: Plano Catastral General de Gral. Fernández Oro y ubicación del basural. Fuente: Municipalidad de General Fernández Oro

La temperatura media anual en General Fernández Oro es de $17,8^{\circ} C$, ligeramente inferior a la media de Argentina. Las temperaturas varían considerablemente a lo largo del año, con máximas promedio de $28,9^{\circ} C$ en enero y mínimas promedio de $7,1^{\circ} C$ en julio. El mes más cálido es enero, con temperaturas máximas que pueden alcanzar los $44^{\circ} C$, mientras que el mes más frío es julio, con mínimas que pueden descender a $-4,1^{\circ} C$ (Weather & Climate, 2024).

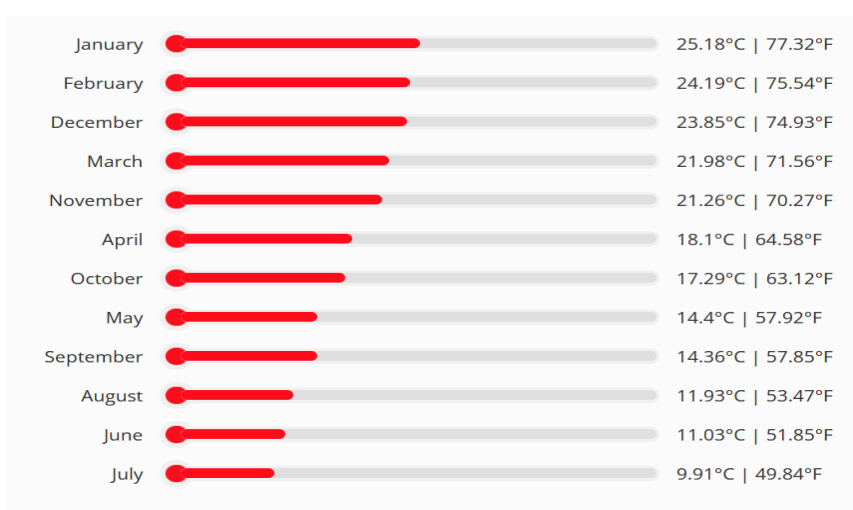


Figura 6: Temperaturas medias anuales recientes en General Fernández Oro. Fuente: Weather & Climate (2024)

La precipitación anual promedio es baja, con un total de aproximadamente 163 mm distribuidos en 32 días de lluvia al año. Abril es el mes más lluvioso, con una precipitación promedio de 22,85 mm, mientras que enero es el más seco, con solo 6,7 mm de lluvia. La humedad relativa varía a lo largo del año, con un promedio anual de 48,46%. Los meses de mayo y junio presentan la mayor humedad relativa, superando el 57%, mientras que diciembre y enero son los meses más secos, con humedad relativa alrededor del 37-39% (Weather & Climate, 2024).

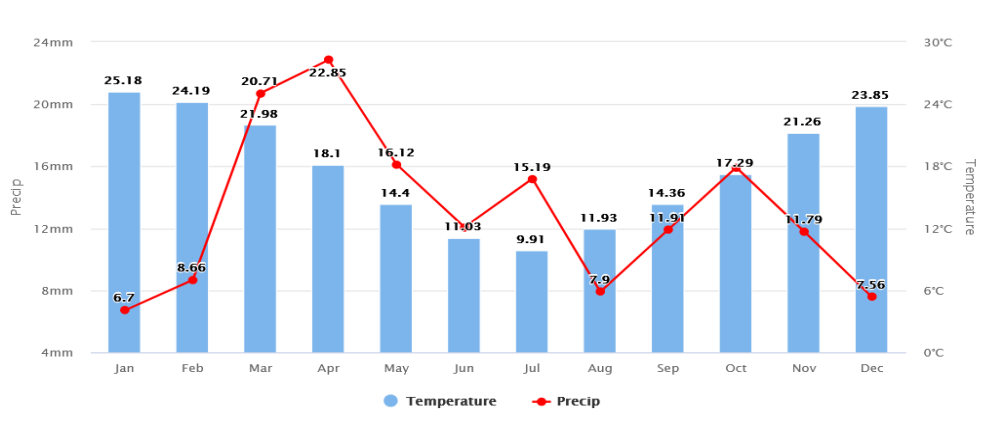


Figura 7: Temperatura y precipitación mensual reciente en General Fernández Oro. Fuente: Weather & Climate (2024)

General Fernández Oro se ubica en la parte oriental de la Cuenca Neuquina, específicamente sobre la Dorsal de Huincul. Esta estructura geológica divide la cuenca en subcuencas norte y sur, influyendo significativamente en la configuración geomorfológica de la región. La geomorfología está dominada por terrazas fluviales formadas por la acción del río Negro y estructuras geológicas relacionadas con sistemas de fallas y altos de basamento (Rodríguez et al., 2023).

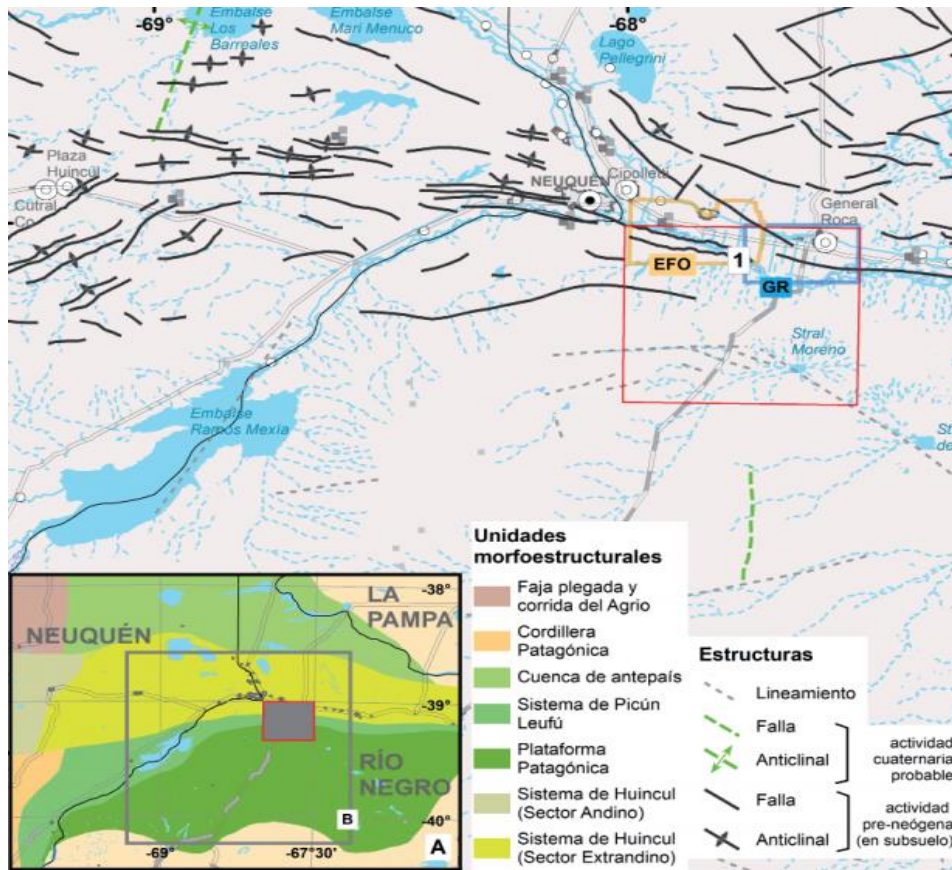


Figura 8: Geomorfología de la zona en estudio Fuente: Rodríguez et al., (2023)

La evolución geomorfológica de la región se ha desarrollado a lo largo de varias etapas tectónicas. Durante el Triásico Superior y el Jurásico Inferior, la región experimentó una significativa subsidencia, formando una serie de hemigrabenes que fueron rellenados con depósitos volcánicos y sedimentarios del Ciclo Precuyano.

En la etapa de postrift, que abarca desde el Jurásico Medio hasta el Cretácico Temprano, la extensión tectónica continuó acompañada de subsidencia térmica, favoreciendo la deposición de secuencias marinas y continentales, incluyendo la Formación Los Molles y la Formación Lajas. La etapa de antepaís, desde el Cretácico Superior hasta el Cenozoico, se caracterizó por la compresión tectónica debido a la subducción de la placa oceánica debajo de la Sudamericana, resultando en la inversión de fallas extensionales y la formación de estructuras compresivas (Rodríguez et al., 2023).

La Dorsal de Huincul es un lineamiento estructural prominente que ha influido en la deposición y en la configuración geomorfológica de la región. Las estructuras geológicas como altos de basamento y sistemas de fallas normales e inversas crean un paisaje variado con depresiones y elevaciones (Rodríguez et al., 2023).

Los suelos en General Fernández Oro se derivan de los depósitos aluviales del río Negro. Estos suelos son típicamente franco-arenosos a franco-limosos, con una buena capacidad de drenaje, lo que los hace adecuados para la agricultura intensiva, especialmente para la fruticultura. La textura del suelo, predominantemente arenosa a franco-arenosa, facilita el drenaje y la aireación del suelo.

La presencia de materia orgánica es variable, influenciada por la actividad agrícola y las prácticas de manejo del suelo. La capacidad de retención de agua es moderada, favorecida por la estructura del suelo que permite el almacenamiento de agua en los poros más finos. En áreas mal drenadas, puede haber acumulación de sales, aunque generalmente los suelos son adecuados para el cultivo de una variedad de frutales (Rodríguez et al., 2023).

La provincia de Río Negro y la región de General Fernández Oro en la cuenca neuquina presentan una variedad de características ambientales relevantes que afectan tanto a la calidad de vida de sus habitantes como a las actividades económicas que se desarrollan en estas áreas (FAO, 2015).

En materia de aguas superficiales, las principales fuentes de contaminación del agua en la provincia de Río Negro son tres: agrícola, industrial y urbana. En la cuenca del río Colorado, una problemática principal está vinculada a la explotación hidrocarburífera. En la cuenca del río Negro, las problemáticas con relación a la calidad del agua están asociadas a la producción agropecuaria y al uso urbano. Los productos químicos utilizados en la agricultura y la industria pueden afectar los cursos de agua y sistemas de riego por distintas vías: aérea, escurrimiento o infiltración. Es crucial mantener la periodicidad de los monitoreos para controlar la calidad del agua. Por otro lado, en el Alto Valle del río Negro se ha observado la presencia de agroquímicos en la napa freática durante las épocas de aplicación. Es necesario extremar los controles para proteger este recurso, especialmente en áreas irrigadas donde también se desarrollan actividades hidrocarburíferas no convencionales como el "tight gas" (FAO, 2015).

El sector noroeste de la provincia que drena en la cuenca del río Neuquén recibe carga sólida proveniente de la cuenca alta y media, sedimentándose en el embalse Los Barreales. En la cuenca del río Limay, pueden presentarse procesos de sedimentación (aluvionamiento), erosión hídrica (carcavamiento y erosión lateral), y avalanchas de nieve, deslizamientos. Estos fenómenos se acentúan con eventos pluviométricos intensos. La actividad hidrocarburífera en Río Negro se concentra históricamente en el sector Noroeste, en la cuenca del río Colorado. Sin embargo, en los últimos años ha habido un crecimiento en la región del Alto Valle del río Negro, donde se desarrolla la explotación de gas en arenas compactas. Esta expansión genera impactos ambientales sobre el suelo y el agua, incluyendo mayores consumos de agua, generación de volúmenes de retorno y posibles contaminaciones por hidrocarburos y sales (FAO, 2015).

La vegetación de la zona se caracteriza principalmente por ser una región de producción agrícola irrigada, donde predominan los cultivos de frutales, como manzanas, peras y otras frutas de pepita y carozo. La presencia de vegetación natural es escasa debido a la modificación del paisaje para la agricultura. La región original es de estepa patagónica con matorrales bajos y pastizales adaptados a condiciones semiáridas.

Las plantas nativas más frecuentes son el coirón (*Festuca* spp.), pastos perennes de crecimiento en matas resistentes a la sequía. El coironal contribuye a la estabilización del suelo y sirve de forraje para herbívoros. Lo acompaña el neneo (*Mulinum spinosum*) un arbusto espinoso, de bajo porte y adaptado a condiciones áridas, importante para la fauna local como refugio y fuente de alimento.

Se encuentra también la jarilla (*Larrea* spp.) arbusto que puede alcanzar hasta 2 metros de altura, con hojas pequeñas y resinosas. Su sistema radicular profundo le permite acceder a aguas subterráneas, estabilizando el suelo.

Otra especie arbustiva es el alpataco (*Prosopis alpataco*) Arbusto espinoso que forma matas densas. Sus raíces profundas son clave para acceder a la humedad subterránea. Actúa como estabilizador del suelo y fuente de alimento para fauna local. Un árbol nativo es el sauce criollo (*Salix humboldtiana*): Árbol caducifolio que crece a lo largo de cursos de agua.

Sus raíces estabilizan las orillas de ríos y arroyos, proporcionando sombra y hábitat para diversas especies. Entre las especies exóticas se puede mencionar a:

- Álamo (*Populus* spp.):

Árbol alto utilizado comúnmente en cortinas forestales para protección contra el viento.

Adaptado a suelos húmedos, mejora la estructura del suelo y ofrece refugio a la fauna.

Vegetación Introducida y Cultivos.

- Fruticultura Manzano (*Malus domestica*)

Árbol frutal cultivado principalmente por sus frutos (manzanas).

Requiere riego constante, poda y control de plagas para una producción óptima.

- Peral (*Pyrus communis*):

Similar al manzano, cultivado por sus peras.

Prácticas de manejo similares a las del manzano, con énfasis en el riego y la protección contra heladas.

5.2 Contexto urbano

General Fernández Oro, ubicada en el oeste del Departamento General Roca, es una ciudad situada en el kilómetro 1.181 del Ferrocarril Roca y a lo largo de la Ruta Provincial 65, en la margen norte del río Negro. Con una población de 8,626 habitantes distribuidos en 2.517 hogares, el municipio cubre un área de 38 km². La ciudad se sitúa estratégicamente sobre la Ruta Provincial 65, en la margen norte del río Negro, lo que facilita su conectividad con otras regiones importantes.

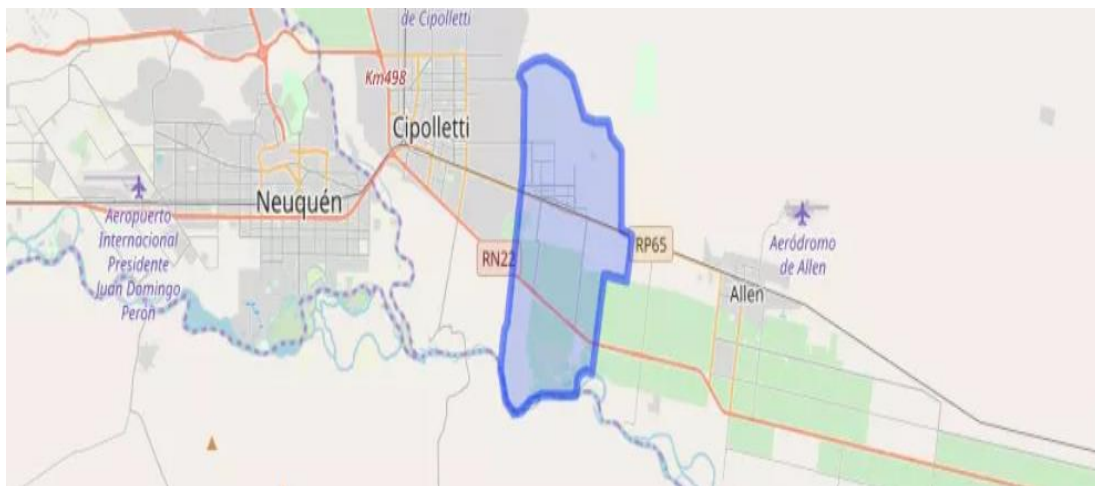


Figura 9: Límite urbano de General Fernández Oro. Fuente: Elaboración propia.

Esta localidad, con una significativa actividad agrícola, se encuentra inmersa en un entorno caracterizado por su proximidad a importantes centros urbanos y rutas comerciales, lo cual influye en la dinámica social y económica de la región.

Según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), la población de General Fernández Oro está en crecimiento continuo. Se proyecta que la población pasará de 11,9 en 2025, a 14,9 en 2043. Este crecimiento demográfico subraya la necesidad de mejorar y ampliar las capacidades de gestión de residuos en el municipio para enfrentar los futuros desafíos ambientales y de salud pública.

5.3. Proceso de generación de basura

En General Fernández Oro, la recolección de residuos cubre la totalidad del tejido urbano con una frecuencia diaria de lunes a viernes, en el horario de 6:30 a 11:00 de la mañana. Los vehículos empleados para esta tarea incluyen dos camiones compactadores de 600 km/m³, con un volumen diario de 4 toneladas diarias de residuos domiciliarios y para residuos especiales un camión volcador con acoplado abierto de 6 m³ para recolección de áridos (poda, escombros,).

Se dispone de cifras sobre la producción per cápita de residuos, por habitantes. La generación está en aproximadamente 1 kg/hab. día. El Municipio cuenta con nueve empleados afectados a la recolección domiciliaria.

El servicio de barrido cubre el 100% de la ciudad (143 cuadras asfaltadas y 40 cuadras con cordón cuneta) y se realiza en el horario de 6:30 a 13:30 hs. Cuenta con dos cuadrillas de 10 personas cada una, una dedicada al barrido y otra a la limpieza de espacios verdes.

El municipio cuenta con 11 puntos de reciclado de plástico, evitando que el mismo llegue al basural.

Son retirados semanalmente por una empresa de Cipolletti dedicada al reciclaje y reutilización del plástico como materia prima, por otro lado, se trabaja con reciclado de cartón en escuelas primarias y secundarias, donde se llegó a recolectar 1800 kg en el año 2023 bajo dirección y organización del municipio.

Se detectaron actividades informales de recuperación realizadas por algunos individuos no organizados y sin equipo de protección personal.

La empresa ZAVECOM radicada en General Roca, es la encargada de recolectar, transportar, dar tratamiento y disposición final a los residuos patológicos de la provincia de Río Negro.

Por el momento como única medida de remediación, la cooperativa de trabajo Ebenezer Ltda., que opera en las localidades de Cipolletti y Fernández Oro, desempeña el papel de manejo de los residuos. Compuesta por más de 50 familias, esta cooperativa se dedica al barrido y mantenimiento de calles y ahora busca expandirse hacia el reciclado de plásticos.

Con un proyecto que incluye la adquisición de una molienda para reducir el plástico y un porta-contenedor mediano, la cooperativa planea optimizar el reciclado de materiales plásticos. Además, gracias al apoyo económico del Ministerio de Desarrollo Humano y Articulación Solidaria, podrán adquirir una máquina que derrite los plásticos, permitiéndoles transformar la molienda en productos terminados como tablas o postes, contribuyendo así al cuidado del ambiente y generando nuevos puestos de trabajo.

5.4. Caracterización físico y ambiental del basural a cielo abierto

<i>Categoría</i>	Información
Información general	- El basural tiene 30 Años de operación
	- Ubicación geográfica, General Fernández Oro Rio Negro
	- Volumen de residuos por habitante 1Kg/día
	- Tipo de residuos: orgánicos e inorgánicos.
	- La disposición final de residuos terminan en el basural a cielo abierto
	Propiedad de la tierra, pertenece al municipio
Información ambiental	- Nivel de toxicidad o riesgo de acumulación de residuos: Mediano a Alto
	- Inspección topográfica.
	- el suelo es arenoso.
	- Presencia de aguas superficiales y subterráneas, y determinación de su calidad.
Información socioeconómica	- Situación urbana adyacente.
	- Presencia de familias y recolectores de material reciclable y actividades socioeconómicas. SI
	- Presencia de vectores.

Tabla 6: Diagnóstico de basural a cielo abierto. Fuente: elaboración propia

El basural a cielo abierto de General Fernández Oro, ubicado a 3 kilómetros al norte del centro de la ciudad, se extiende sobre una superficie de 2,5 hectáreas, con una superficie remanente de entre 4 y 5 hectáreas. Los residuos son dispuestos en trincheras y el sitio carece de infraestructura adecuada. Este sitio de disposición final, con más de 30 años de antigüedad, carece de un alambrado perimetral y de control de acceso, lo que facilita el ingreso indiscriminado de personas y animales. Además, el acceso al basural se realiza por un camino de tierra cercano a canteras de áridos explotadas por particulares, complicando aún más la gestión de residuos en la zona (BID, 2022).

El BCA está rodeado por el barrio Costa Linda y se encuentra a una latitud de -38.933313S y una longitud de -67.903527O. A unos 600 metros de distancia, se encuentra el canal principal de riego, lo que plantea riesgos potenciales de contaminación de recursos hídricos. El basural recibe principalmente residuos domiciliarios, aunque también se han observado residuos industriales en menor medida. El terreno es de titularidad municipal (Figura 10)



Figura 10: Acceso al basural a cielo abierto desde Fernández Oro. Fuente: Elaboración propia



Figura 11: Canal principal de riego. Fuente: Elaboración propia

Durante las inspecciones al sitio, se observó la presencia de residuos peligrosos dispuestos junto con los residuos domiciliarios, indicando una gestión inadecuada de estos materiales. También se identificó un área destinada al acopio de envases de agroquímicos, sin una gestión clara de su destino final. La falta de prácticas de separación y recuperación de materiales reciclables en el basural es evidente (Figura 12) y personas en trabajo informal (Figura 13).



Figura 22: La falta de separación de residuos en origen incrementa el volumen de basura que termina en el basural a cielo abierto. Fuente: Elaboración Propia



Figura 33: Existe actividad de personas en el basural. Fuente: Elaboración Propia

El municipio de General Fernández Oro, desde 2023, ha firmado un convenio con la cooperativa Eben Ezer para desarrollar un sistema de control y supervisión en el basural municipal. Este convenio prevé la instalación de una garita de vigilancia para controlar el ingreso de vehículos con residuos, con el objetivo de evitar el desecho de residuos peligrosos y fomentar el reciclado a nivel local. En una reunión personal con el señor Eduardo Neuman, presidente de la cooperativa, el proyecto contempla el cierre perimetral del predio y la creación de una playa para la reutilización de materiales reciclables. Este convenio, rubricado entre el Intendente Mariano Lavín y el titular de la cooperativa, especifica que no se admitirá el ingreso ni tratamiento de residuos urbanos de otras localidades, ni de residuos patógenos, peligrosos o radioactivos. La cooperativa se encargará del control y concienciación de los vecinos sobre el buen uso del basural, permitiendo el acceso libre a la población local y cobrando un canon a las empresas por el desecho de residuos.

6. Análisis de Resultados

En primer lugar, este análisis de resultados inicia por interpretar y sintetizar las respuestas obtenidas a través de entrevistas estructuradas y semi estructuradas con diversos actores involucrados en la problemática del basural a cielo abierto en General Fernández Oro.

Se obtuvieron 61 respuestas de las encuestas a través de *Google Form* y (7) respuestas de trabajadores informales abordados en el área del basural. El análisis de los datos obtenidos se realizó mediante la elaboración de gráficos que fueron procesados con el programa informático Microsoft Excel 2013®.

El rango de edades de los encuestados predominante fue de los mayores de 65 años, seguido por el grupo entre 31 a 50 años (Fig. 14). El 47 % eran mujeres y el 53 % hombres (Fig. 15).

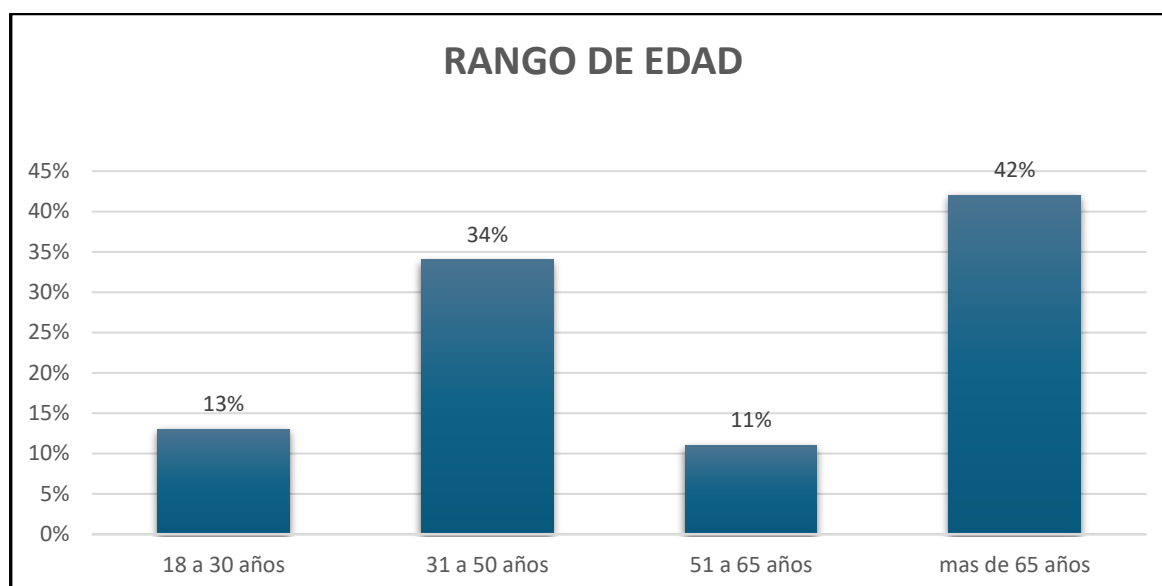


Figura 14. Distribución de encuestados por Rango de Edad. Fuente: Elaboración propia

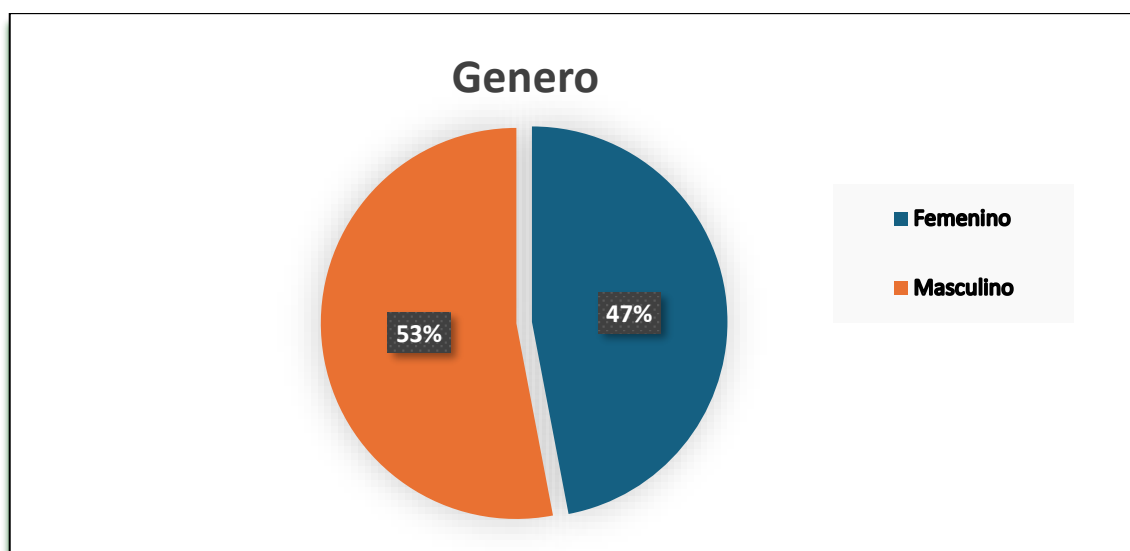


Figura 15. Distribución de encuestados por Genero. Fuente: Elaboración propia

La Figura 16 muestra que 31,1 % tiene estudios primarios, secundarios representa el 32,8 %, 9,8 % terciarios y 19,7 % universitarios.

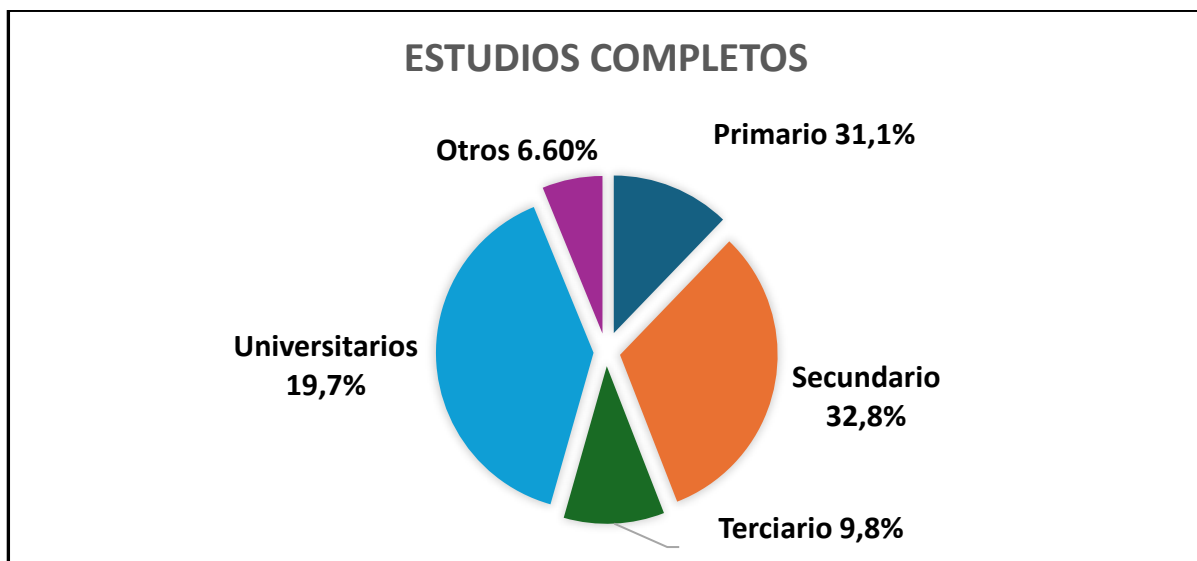


Figura 16. Nivel de Estudio de los encuestados Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los años de residencia en General Fernández Oro, la mayoría es de larga permanencia en el lugar 72 % y un 28 % vive desde menos a 10 años (Fig. 17),

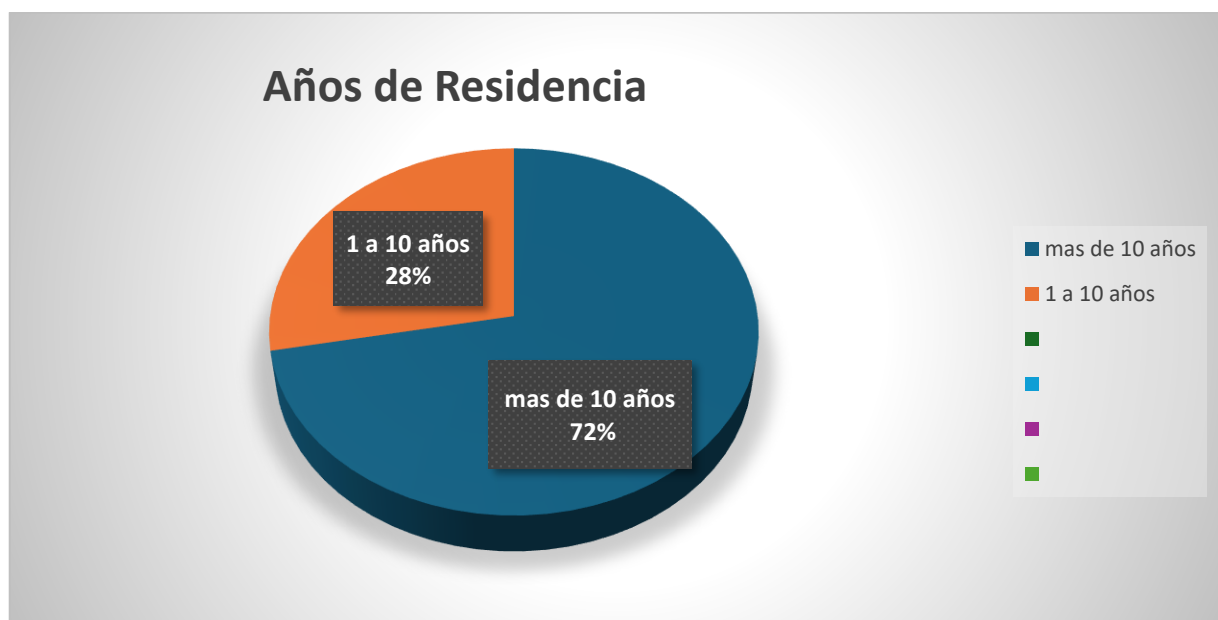


Figura 17. Años de residencia en General Fernández Oro . Fuente: Elaboración propia

Los profesionales representan el 34,40 %, los empleados administrativos y de comercio, el 26,30%, los jubilados el 32,80 % y hay 6,50 % de desocupados (Fig. 18).

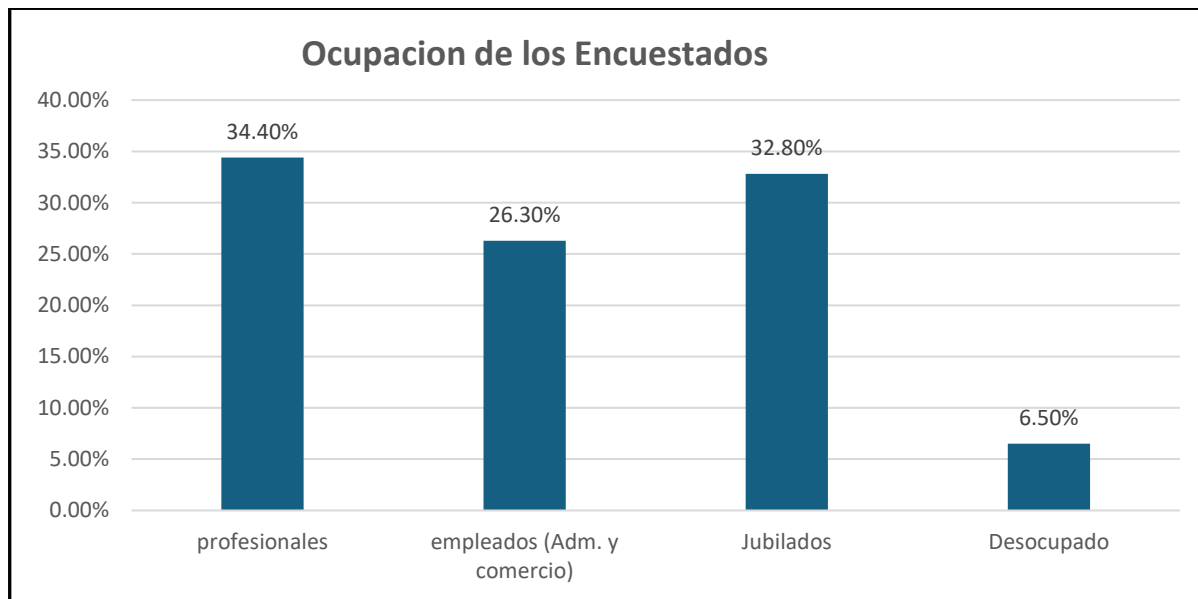


Figura 18. Ocupación de los Encuestados de General Fernández Oro . Fuente: Elaboración propia.

Ante la pregunta de cómo describiría la situación actual del basural a cielo abierto, la respuesta fue muy contundente y reflejó que el 70 % la considera desastrosa y preocupante y el 30 % restante, peligrosa (Fig. 19).

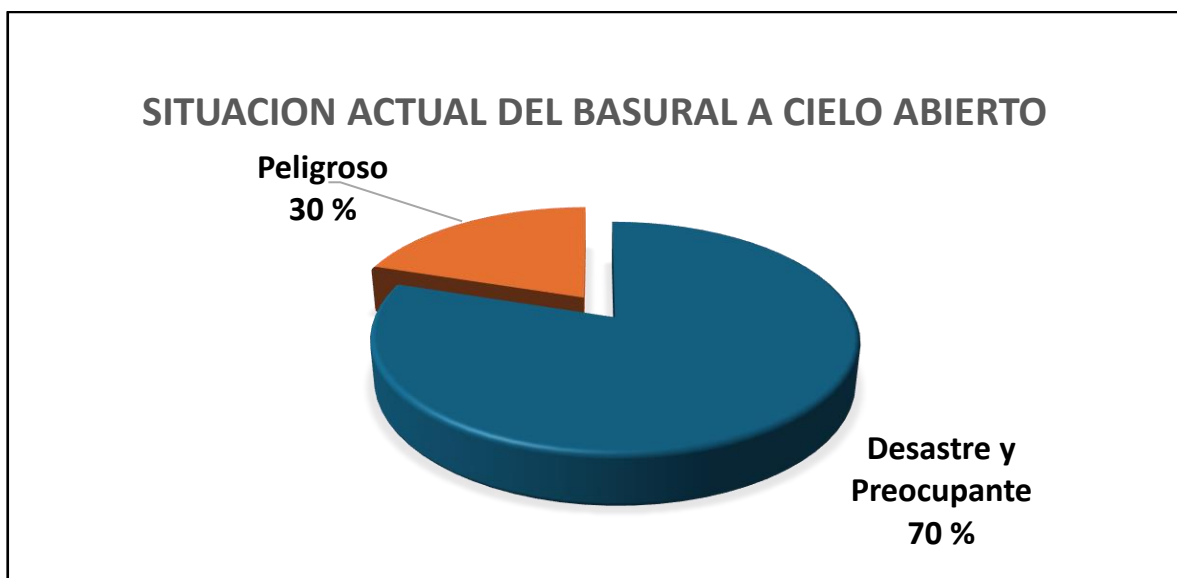


Figura 19. Descripción del Basural a Cielo abierto en General Fernández Oro. Fuente: Elaboración propia.

Las opiniones respecto de los impactos en la vida diaria y la de su comunidad mencionaron a la contaminación del aire, suelo y agua el 40%, el 36 % reconoce olores desagradables por la quema, 24 % disminución en la calidad de vida (Fig. 20).

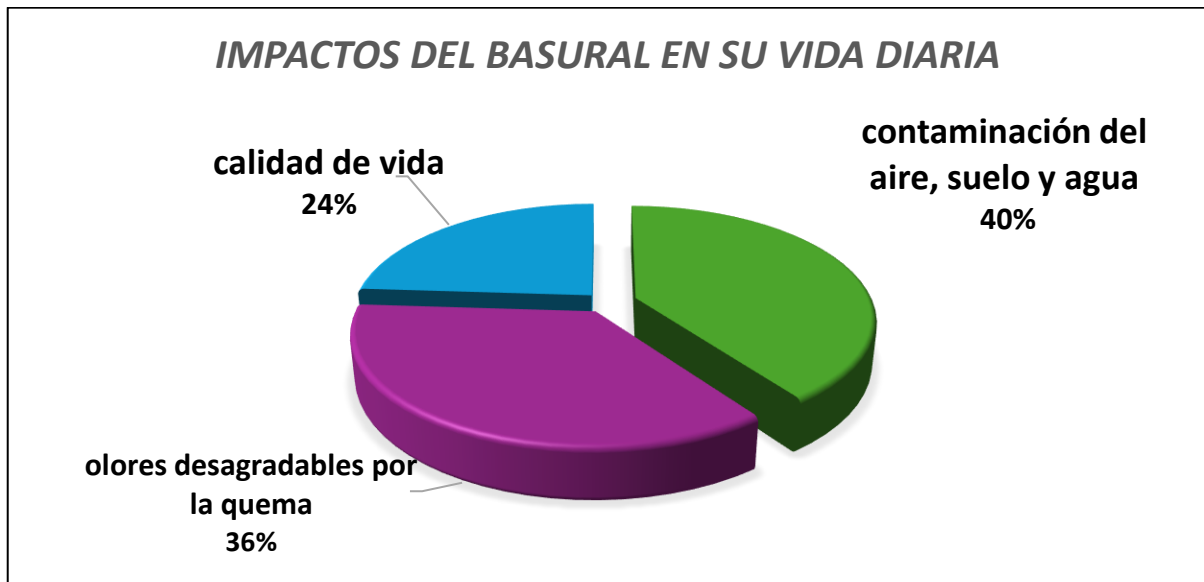


Figura 20. Impacto del Basural a Cielo abierto en su vida diaria. Fuente: Elaboración propia.

Respecto de impactos en la salud, el 75% de las respuestas indicaron que los vecinos están conscientes y afirman conocer personas afectadas atribuidas a la proximidad del basural, en este caso sería Costa Linda, con casos de problemas de salud, específicamente respiratorios, mientras que el resto desconoce (Fig. 21).

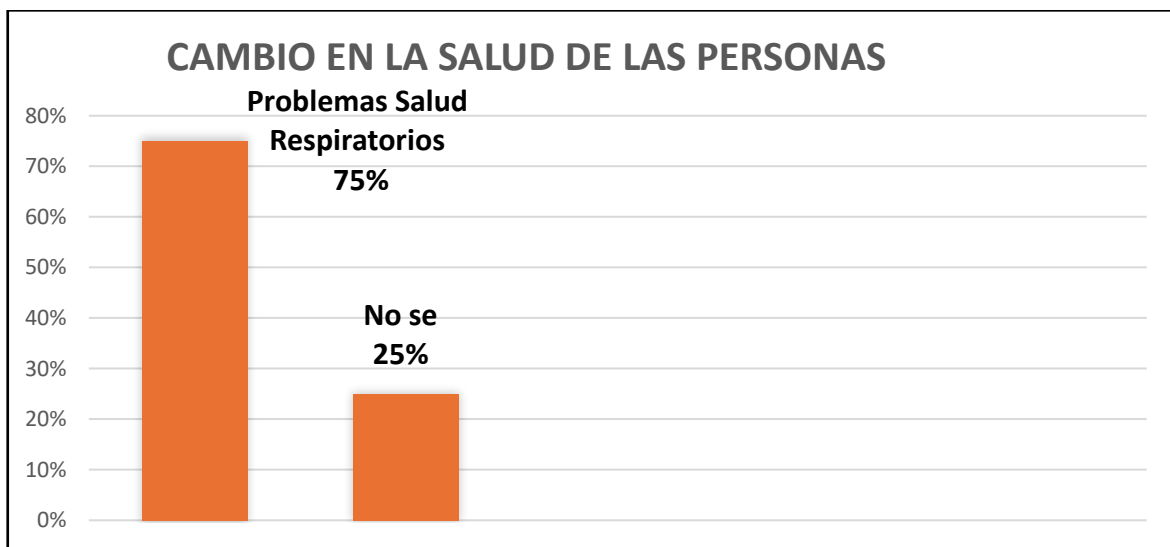


Figura 21. Cambio en la Salud de las personas. Fuente: Elaboración propia

La pregunta N° 10 abordó el compromiso personal respecto de disminuir los residuos generados en su casa. Un 36 % de las repuestas indicaron que los encuestados separan los residuos, cartón y plástico generados en su casa, para su venta o se lo entregan a personas que se dedican a recoger distintos materiales en la vía pública. El 27 % encuestado recicla residuos mediante compost, el 16 % utiliza menos plástico mediante la reutilización de envases. Un 6 % no hace nada para disminuir los residuos generados en su casa (Fig. 22).

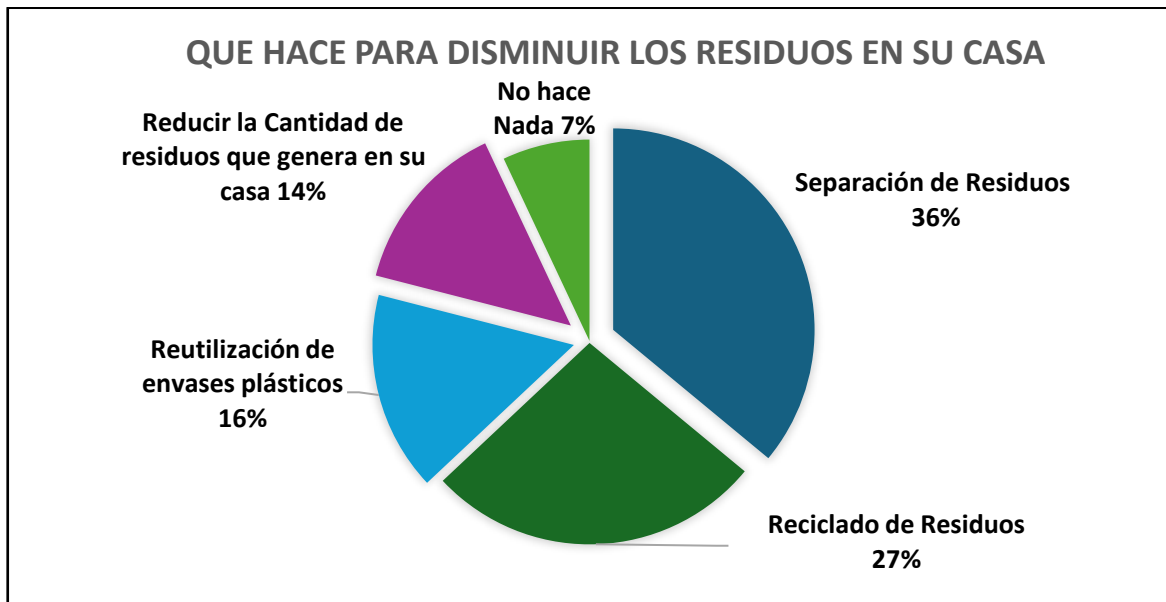


Figura 22. Disminución de residuos en su casa. Fuente: Elaboración propia

Un 38 % opinó que el basural debería erradicarse del pueblo. El 27 % reclama la intervención del municipio, mediante reglamentación de políticas públicas de gestión de residuos, acordes al manejo y separación de residuos, implementar mayores puntos de reciclajes e imposición de multas severas a los infractores. El 16 % aboga a la conciencia colectiva, involucrarse en minimizar los residuos, apoya la importancia de la reducción, segregación y reciclaje de los residuos. Un 12 % pide la implementación de una planta de reciclaje, la que generaría una fuente laboral local estable y el tratamiento y disposición final de los residuos generados. Tan solo el 5% no sabe qué tipo de acciones serían necesarias para resolver los problemas asociados con el basural (Fig. 23).

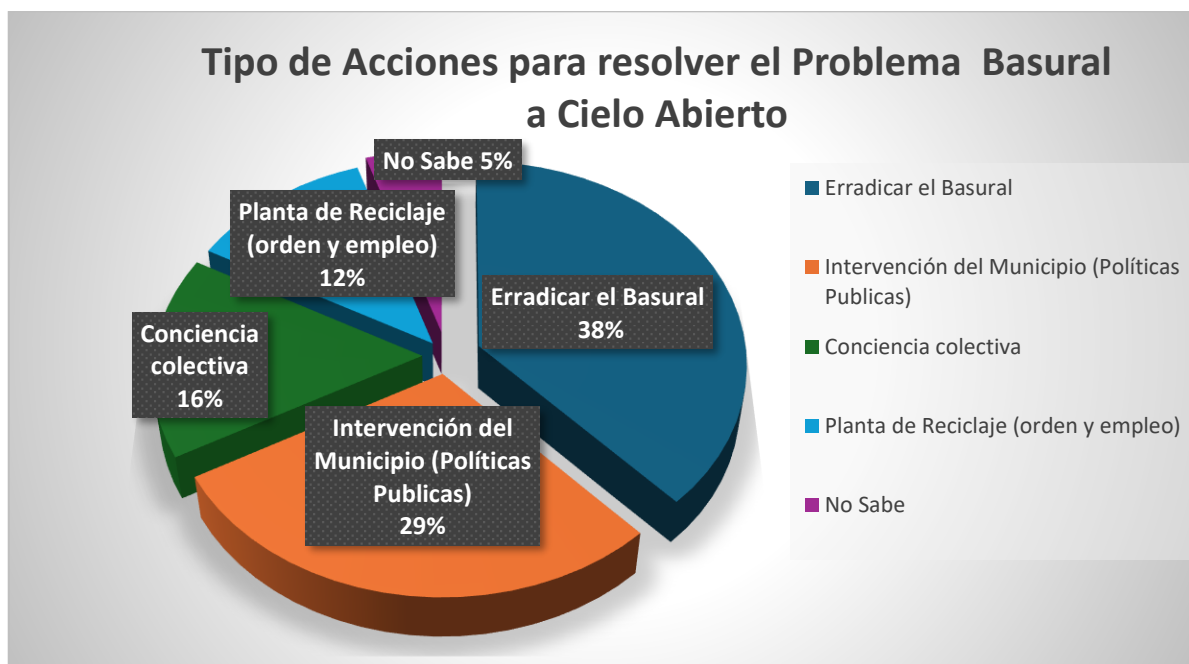


Figura 23. Tipo de acciones para resolver el problema del basural a cielo abierto Fuente: Elaboración propia

La pregunta N° 12 abarcaba el involucramiento de la comunidad en estos esfuerzos de remediación. El 38 % opina la importancia de campañas informativas y de concientización sobre reciclaje de residuos, clasificación de residuos y cómo generar menos residuos domiciliarios, el 27 % reclama el control e intervención del municipio, en referencia a medidas a tomar para la limpieza del basural (Fig. 24).



Figura 24. Tipo de acciones para resolver el problema del basural a cielo abierto Fuente: Elaboración propia

El resultado de la entrevista realizada a los 7 (siete) trabajadores informales del basural a cielo abierto reflejó que en primer lugar, el 100% de los entrevistados son de género masculino, la edad promedio de 30 a 50 años que van al basural, en la búsqueda de distintos materiales como metales, cartón, etc. para vender.

Respecto a cómo su salud se vería afectada el 75% cita problemas respiratorios por humo de los incendios y el 25 % restante se queja de malos olores que genera la quema de basura (Figura 25).

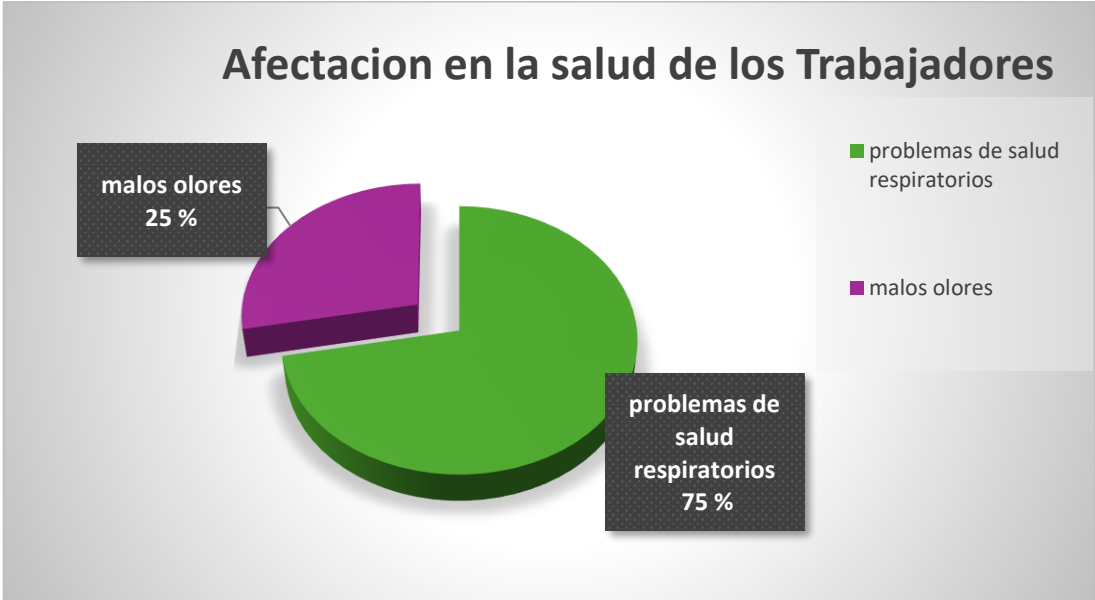


Figura 25. Afectación en la salud de los trabajadores. Fuente: Elaboración propia

Las respuestas a la pregunta N° 3 que indagaba si recibían ayuda del municipio, como indica la (Figura 26) un 98 % no recibe ayuda y solo un 2% recibe ayuda por medio de plan de asistencia social.

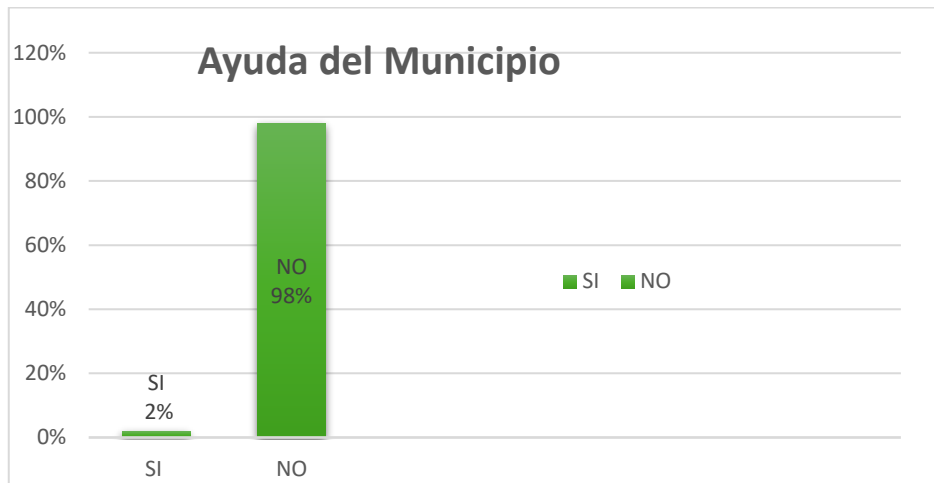


Figura 26. Ayuda del Municipio Fuente: Elaboración propia

La Figura 27 muestra que la formación de que una cooperativa de trabajo mejoraría su situación laboral (90 %). El 10 % consideró provechoso obtener equipamiento para trabajar y no sufrir cortes y lastimadura por la búsqueda en la basura.

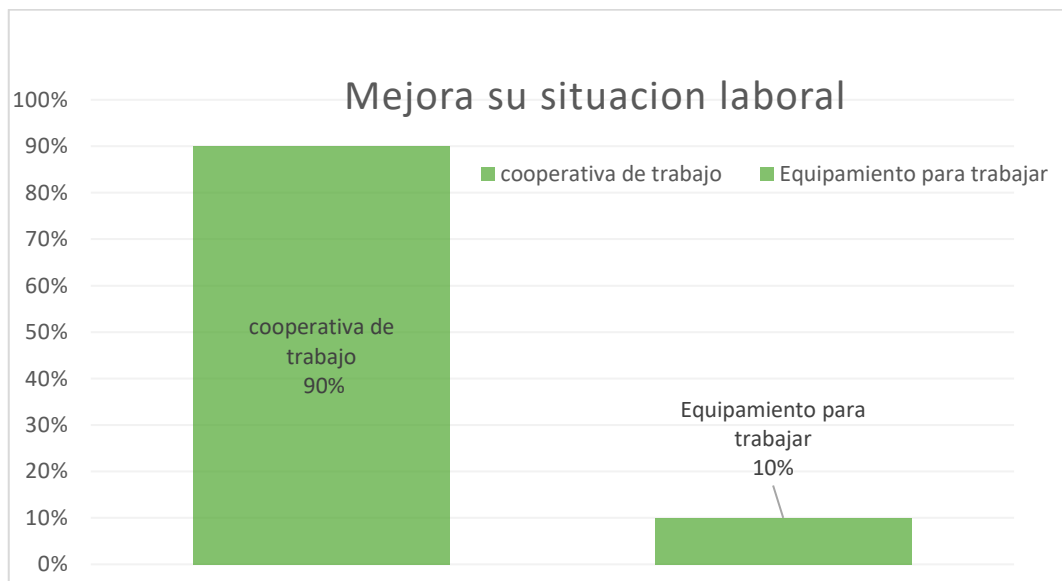


Figura 27. Mejora su situación laboral. Elaboración propia

7. Discusión de los Resultados

La mayoría de los residentes de Fernández Oro opina con preocupación sobre la presencia del basural, con impactos en la calidad de vida por contaminación del aire, suelo y agua. Impactos a la salud, en especial de tipo respiratorio son coincidentes con otros basurales (Farreras 2017). Un 38 % desearía que el mismo fuera erradicado, lo cual responde a la actitud "NIMBY" (*No en mi patio trasero*), donde las personas se oponen a que determinados proyectos, en especial los que impacten de manera negativa como ocurre con la deposición de residuos, se lleven a cabo cerca de su propia vivienda o en su propia comunidad (D' hers 2014). La falta de una estrategia integral para el manejo de los RSU en Fernández Oro es coincidente con lo que describe Bisay (2021) para Córdoba.

Respecto de impactos en la salud, el 75% de los vecinos están conscientes y afirman conocer personas afectadas atribuidas a la proximidad del basural, en este caso sería Costa Linda, con casos de problemas de salud, específicamente respiratorios, en coincidencia con lo descripción por Farreras (2017) en El Pozo, un gran basural a cielo abierto ubicado en el distrito Sarmiento, municipio de Godoy Cruz, provincia de Mendoza, Argentina. Estos residentes enfrentaban exposición a contaminantes y un aumento en la incidencia de enfermedades respiratorias y gastrointestinales.

También los vecinos encuestados reclaman la intervención del municipio, mediante reglamentación de políticas públicas de gestión de residuos, acordes al manejo y separación de residuos, implementar mayores puntos de reciclajes e imposición de multas severas a los infractores. Esta actitud resulta muy pertinente, ya que como indica Lozupone (2019), la gestión municipal en RSU, tal como se encuentra en la Argentina, sufre la falta de financiación a nivel municipal. Dicho autor ve como salida a esta encrucijada en la gestión de RSU a cambiar el actual paradigma basado en el enterramiento por una gestión integral de los residuos que avance hacia una economía circular, donde los desechos se reincorporen al ciclo productivo como materias primas de segundo orden y/o energía. Los encuestados de Fernández Oro, mostraron a través de sus opiniones ser conscientes de esto, ya que los resultados de este trabajo indican que la mayoría separa, reutiliza, reduce y recicla. Al respecto, es importante destacar que la mayoría de los encuestados son residentes de larga data y con un buen nivel de educación.

La respuesta de los recicladores entrevistados en el basural, hoy sin ayuda del municipio, indican que sería deseable que pudieran integrarse a algún tipo de trabajo cooperativo que les permitiera generar recursos a cambio del trabajo de saneamiento.

Plan de remediación de (RSU) en General Fernández Oro

La localidad de General Fernández Oro con una población de 8.600 habitantes, y 2.500 viviendas, requiere la implementación de un plan de gestión de residuos (RSU), que solucione la problemática ambiental que desencadena el basural a cielo abierto. Se impone la necesidad de incorporar estaciones de reciclaje, optimizar y rediseñar circuitos de recolección domiciliaria, la incorporación de unidades de transporte con tecnología adecuada y el fomento de la concientización de todos en lograr instaurar hábitos de separación en origen, todo ello a efectos de que sea eficiente la limpieza del Municipio, elevar la calidad de vida de los habitantes y lograr paulatinamente la erradicación del basural a cielo abierto en General Fernández Oro.

Un convenio entre las Municipalidades de Cipolletti, Allen y General Fernández Oro, se estableció mediante el proyecto GIRSU Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU), que fue impulsado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. Se prevé que los residuos sólidos urbanos generados en el partido tendrían disposición final en el centro ambiental Allen para el tratamiento de los residuos.

La cooperativa de trabajo Ebenezer, que funciona en las localidades de Cipolletti y Fernández Oro realizaría la tarea de recolección de plástico de las distintas estaciones de reciclaje con aporte a la economía circular local.

Planificación de la recolección de residuos de General Fernández Oro

Servicio de Recolección Domiciliaria, carga, transporte y descarga al predio de disposición final (Servicio de RSU)

Este servicio de recolección estaría enfocado a la " basura doméstica", que comprende:

a) Los residuos sólidos de todas las clases, comprendidos específicamente: basuras residuales, restos de residuos de vajillas, residuos de los inmuebles y restos diversos, perfectamente embolsados y colocados en cestos individuales o colectivos delante de los inmuebles de tal forma que sean accesibles para su recolección.

b) Los desechos provenientes de establecimientos comerciales e industriales, oficinas, administraciones, hospitales, camping, jardines privados, depositados sobre la acera, embolsados en bolsas cuyas dimensiones y características puedan ser manipuladas por un peón con capacidad física normal, no pudiendo superar en ningún caso los treinta 30 kg aproximadamente.

Residuos Excluidos: Quedan expresamente excluidos de los servicios de recolección que se detallan en este servicio, los residuos patológicos que generen centros asistenciales, medicinales y otros establecimientos, así como residuos industriales y peligrosos los que tendrán una recolección especial establecida por las Autoridades Municipales. También quedan excluidos los residuos voluminosos, restos de poda, de obras y demoliciones, árboles caídos y animales muertos.

Reciclaje de Residuos Orgánicos y Residuos Recuperables

La implementación del servicio de recolección de residuos reciclables, requiere de la acción protagónica de los vecinos del lugar, el compromiso ciudadano que los mismos asuman en relación al cuidado del ambiente, los hábitos de higiene urbana y responsabilidad social, todo lo cual repercutirá ineludiblemente en el grado de éxito de esta propuesta.

Se deberá efectuar campañas de educación ambiental mediante talleres educativos y jornadas de consulta pública para que los vecinos reciban la mayor información posible de las ventajas de reciclar residuos orgánicos mediante compost.

La propuesta es que se composte desde el origen, en domicilio y destinaría áreas de recolección de orgánico por medio de composteras comunitarias. (figura 28 y 29). Esto reduciría mucho la generación de residuos ya que la mayoría de los RSU son orgánicos.



Figura 28. Estación de compostaje en barrio de Caballito, CABA. Elaboración propia



Figura 29. Información de estación de compostaje en barrio de Caballito, CABA. Elaboración propia

Se propone incorporar 20 estaciones de reciclaje, dividido en 3 tres contenedores con bolsones, de color negro para papel y cartón, de color amarillo para plástico y textil y otro de color verde para vidrio y metales (figura 30), adicionalmente contar con canastos para depositar botellas de plástico en diversos sectores de la ciudad (figura 31).

Los residuos reciclables se transferirían al Centro de Reciclaje “Cooperativa Cipolletti”, para ser clasificados de forma manual en una cinta transportadora por los socios de la cooperativa.

Los residuos provenientes del rechazo (fracción que no pudieran ser reciclada en la Planta de Separación) serían transportados por la empresa en camiones compactadores con destino al predio de disposición final ubicado en el centro ambiental Allen.



Figura 30. Propuesta de Estación de Reciclaje. Elaboración propia

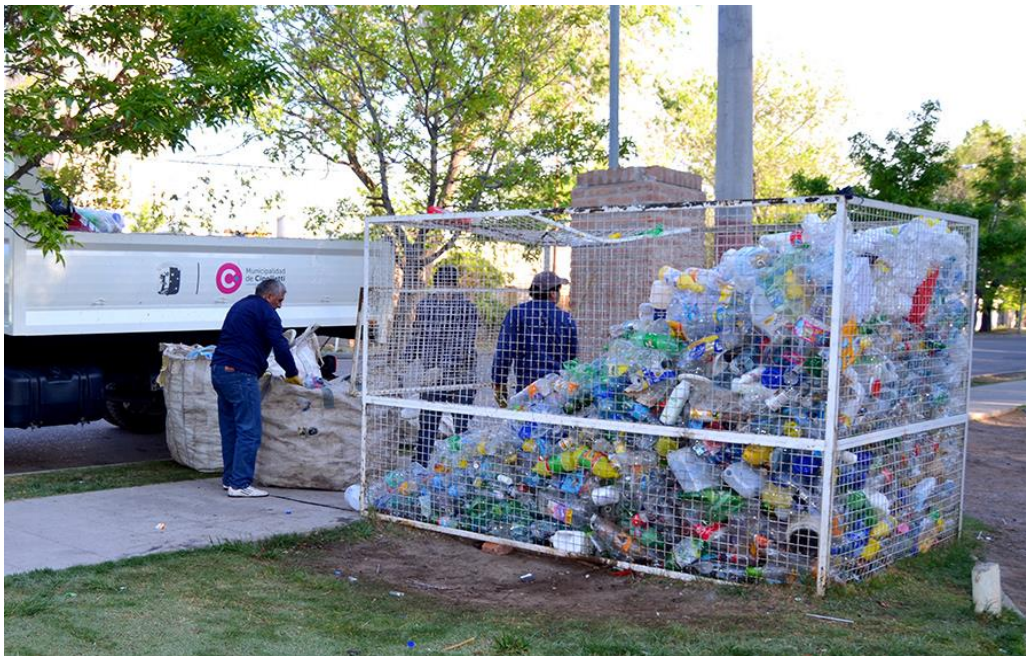


Figura 31. Canasto para botellas de plástico. Elaboración propia

Servicio de Recolección de Áridos (ramas, poda domiciliaria y escombros)

Este servicio consistiría en la recolección de restos de poda domiciliaria, ramas embolsados y no embolsados, colocados en el piso, sobre la línea municipal de las parcelas. No incluiría los residuos generados por la limpieza de los que se realiza de manera previa a la ejecución de las obras, que deberán ser transportados por cuenta del propietario del lote.

Los escombros serán dispuestos en bolsones colocados en el piso sobre la línea municipal de las parcelas o en volquetes a cargo del dueño del lote.

Con respecto a la logística de recolección de residuos verdes y escombros, se propone en dividir la prestación de servicio con una frecuencia de 2 (dos) veces por semana para la poda y ramas y 2 (dos) veces por semana para retiro de escombros. Esto será atendido por un (1) camión volcador de 6 m³ con una dotación de un (1) chofer y dos (2) operarios cargadores que retirarían el residuo que se encuentre embolsado y los restos de poda y ramas no embolsados de menor tamaño que puedan ser fácilmente recolectados.

Se dispondría de un sector físico destinado al acopio de ramas y poda, para obtener compost y su reutilización y comercialización como abono orgánico, lo que generaría ingresos a la economía local. Los restos de escombros se utilizaría para relleno de desniveles de loteos o sectores bajos.

CUADRO RESUMEN DEL SERVICIO DE RECOLECCION DE ARIDOS	
Cantidad de Rutas	1 (Diurna realizada con camión compactador)
Cantidad de Personal	1 (1 chofer - 2 Operarios Cargadores)
Cantidad de Camiones	1 (1 volcador asignados a ruta)
Días de Prestación del servicio	2 días a la semana
Veces por día	A convenir

Tabla 7: recolección de áridos. Fuente: elaboración propia

Provisión, Reposición y Mantenimiento de Cestos Papeleros y Recolección

Se propone que los cestos papeleros sean fabricados en plástico de alto impacto, con una capacidad de 60 litros y compuesto por dos (2) recipientes apareados, uno para residuos húmedos y otro para residuos secos perfectamente identificados (figura 32).

Cada cesto tendrá en su interior bolsas de distinto color para residuos secos y húmedos. Los mismos serán operados dentro de las rutas de recolección asignadas garantizando su funcionalidad a lo largo de las 24 horas del día.



Figura 32. Canasto para residuos secos y húmedos. Elaboración propia

Rutas de Recolección de Residuos:

- **Rutas y Sectores del Servicio:**

En la recolección y transporte de los residuos se propone una ruta, dividiendo el análisis en dos rutas, llamados ruta este y ruta oeste.

Se han determinado los circuitos de movimiento necesario de los servicios calculándose los tempos entre el sector a servir y los sitios complementarios, a saber:

- Base de operaciones

- Talleres
- Carga de Combustible
- Sitio de Disposición Final

Estos circuitos de movimiento, si bien no corresponden al periodo efectivo de recolección, serían necesarios dentro de la operación.

Un detalle de los mismos es:

- Chequeo del camión compactador antes de iniciar la jornada
- Desplazamiento a la zona a ser atendida
- Desplazamiento al centro de disposición final una vez finalizada la ruta
- Descarga de camión compactador en el centro de disposición final.
- Regreso a la ruta asignada para continuar con la recolección en caso de ser necesario más de un viaje
- Regreso a Base de Operaciones al final de la jornada
- Limpieza, mantenimiento rutinario y reparaciones menores

Se ha definido el movimiento de los camiones compactadores dentro del sector o ruta a ser atendida, estableciendo una secuencia de desplazamiento de los camiones, calle por calle, de tal forma que se efectúe siempre el menor de todos los recorridos posibles, con un cubrimiento total de la zona asignada, con el objeto de minimizar el tiempo, ahorrar combustible, reducir el desgaste de los vehículos y lograr el menor esfuerzo para el personal afectado al servicio.

Se adoptó una metodología de diseño basada en el principio de modelización de recolección que consisten en:

- Limitaciones de tiempo (horario de recolección requerido)
- Limitaciones de peso (capacidad de carga admitida por unidad)
- Lugar de descarga y guarda de las unidades
- Condiciones de funcionamiento del lugar de disposición final de residuos.
- La frecuencia y días de recolección.

Esta metodología arrojó un diseño de rutas que presenta un equilibrio inmejorable entre los elementos del proceso de recolección en función de los radios entre las cantidades a recolectar y las distancias a recorrer que permiten realizar una oferta altamente eficiente al Municipio tanto desde el punto operativo garantizando la óptima recolección del residuo, como desde el punto de vista financiero.

- **Rutas asignadas de recolección de residuos**

De la aplicación de la metodología antes descrita se obtuvo el siguiente diseño:

Dos (2) rutas de recolección las cuales se realizan en frecuencia seis (6) de lunes a sábado, existiendo dos (2) rutas de turno mañana. Para los días Domingo no se prevé una ruta de recolección.

Cada ruta es atendida por:

- Un camión compactador, con caja compactadora con una capacidad de 21 m³.
- Una dotación compuesta por un (1) chofer y dos (2) operarios cargadores.

Salvo en casos de roturas mayores o de ausentismo, cada una de las rutas es atendida diariamente por el mismo camión y con la misma dotación, garantizando un conocimiento total de la ruta y la eficiente prestación del servicio, así como también identificar errores en caso de tener que tomar acciones correctivas.

CUADRO RESUMEN DEL SERVICIO DE RECOLECCION DE RESIDUOS	
Cantidad de Rutas	2 (2 Diurnas)
Cantidad de Personal Fijo	2 (2 choferes - 4 Operarios Cargadores)
Cantidad Personal Eventual	1 (1 choferes - 2 Operarios Cargadores)
Cantidad de Camiones	2 (2 asignados a ruta)
Frecuencia	6 días a la semana (de lunes a sábado)
Veces por Día	1 vez por día.

Tabla 8: Servicio de recolección de Residuos. Fuente: elaboración propia

Remediación del Basural a Cielo Abierto

Plan de Remediación del Sitio Contaminado

El plan de remediación propuesto para el sitio contaminado en el basural a cielo abierto en General Fernández Oro provincia de Rio Negro, está diseñado para abordar de manera efectiva la contaminación presente en el área. Este plan consta de dos etapas fundamentales que se implementarán de manera secuencial para mitigar y controlar los contaminantes:

- **Primera Etapa: Excavación del Terreno y Colocación de Barrera Física (Geomembrana)**

La primera etapa del plan de remediación implica la excavación del terreno contaminado seguida de la instalación de una barrera física, específicamente una geomembrana (figura 32).

Esta técnica busca contener efectivamente los contaminantes dentro de un área delimitada, evitando su dispersión y minimizando su impacto ambiental. La colocación cuidadosa y estratégica de la geomembrana garantizará una cobertura completa del área contaminada, se efectuará medidas de control para su correcta instalación y durabilidad a lo largo del tiempo.



Figura 33. Imagen de geomembrana contención de contaminantes. Elaboración propia

- **Segunda Etapa: Fitorremediación como Estrategia de Remediación Ambiental**

La segunda etapa del plan de remediación se centraría en la fitorremediación, Antes de aplicar las técnicas de fitorremediación en un sitio contaminado, es necesario extraer la basura presente en el lugar. Este proceso implica la adición de agentes estabilizantes, cal o cemento para mitigar los riesgos asociados a la composición diversa de la basura. Posteriormente, los residuos son transportados a un relleno de seguridad para su disposición adecuada (Alvarado et al., 2011).

En este caso, se aplicaría las técnicas de fitoestabilización pues presenta un gran potencial para la revegetación y recuperación de emplazamientos contaminados con metales pesados. La fitoestabilización se basa en la inmovilización de los metales, para así disminuir su biodisponibilidad (accesibilidad a los organismos vivos) y evitar su transporte a otros compartimentos ambientales, en las raíces de las plantas. De esta forma, los metales quedan localizados en el emplazamiento contaminado y, al haberse disminuido su biodisponibilidad, se minimiza mucho el impacto ambiental que estos contaminantes pueden causar en el ecosistema.

Se efectuaría el arbolado con álamo (*Populus spp.*) ya que es una leñosa que cumple con propiedades de fitoestabilización de suelos contaminados con metales pesados, es utilizado comúnmente en cortinas forestales para protección contra el viento. Adaptado a suelos húmedos, mejora la estructura del suelo.

Se destinaría un sector o parcela como vivero de plantas nativas, como el coirón (*Festuca spp.*), pastos perennes de crecimiento en matas resistentes a la sequía.

El coironal contribuye a la estabilización del suelo y sirve de forraje para herbívoros. Lo acompaña el neneo (*Mulinum spinosum*) un arbusto espinoso, de bajo porte y adaptado a condiciones áridas, importante para la fauna local como refugio y fuente de alimento. Se podría también incorporar la jarilla (*Larrea spp.*) arbusto que puede alcanzar hasta 2 metros de altura, con hojas pequeñas y resinosas.

Se efectuaría la parquización y revegetación con césped, instalación de juegos recreativos para niños y bancos y mesas de fibrocemento a disposición de toda la comunidad local.

Esta estrategia in situ, se basa en la capacidad única de ciertas especies vegetales para absorber, degradar o inmovilizar los contaminantes presentes en el suelo.

Si bien la fitorremediación ofrece una serie de beneficios como una opción respetuosa con el medio ambiente y potencialmente más económica que otras técnicas convencionales, también presenta limitaciones y desafíos. Sin embargo, con un enfoque cuidadoso y una supervisión continua, esta estrategia puede contribuir significativamente a la remediación y restauración del sitio contaminado en el basural a cielo abierto.

El plan de remediación propuesto aborda de manera integral la contaminación presente en el área, combinando técnicas de contención física con estrategias de descontaminación vegetal. Estas acciones son fundamentales para proteger la salud pública y el medio ambiente, asegurando un entorno seguro y saludable para la comunidad local y las generaciones futuras.

8. Conclusiones

El basural a cielo abierto de General Fernández Oro representa un desafío significativo tanto para la gestión ambiental como para la salud pública, debido a la combinación de factores como la antigüedad del sitio, la falta de infraestructura adecuada y la gestión inapropiada de residuos peligrosos. La implementación de un cierre técnico y el desarrollo de un sistema de gestión de residuos más eficiente y sostenible son imperativos para mitigar los impactos negativos actuales y futuros en la comunidad y el entorno natural de General Fernández Oro. La propuesta de gestión de residuos basada en la circularidad y de fitorremediación del predio puede ser una estrategia alentadora.

9. Bibliografía

- Abellan, A. (11 de 10 de 2023). *Los disruptores endocrinos: ¿qué son y cómo nos afectan?* Obtenido de Instituto de Salud Global de Barcelona: <https://www.isglobal.org/healthisglobal/-/custom-blog-portlet/los-disruptores-endocrinos-que-son-y-como-nos-afectan->
- Acumar. (2017). *Manos al agua: Operación residuos*. Buenos Aires: Acumar.
- Alvarado, C. J., et al. (2011). *Hongos micorrízicos arbusculares y la fitorremediación de plomo*. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 27(4), 357-364.
- Alimonda, H., Toro Pérez, C., & Martín, F. (2017). *Ecología política latinoamericana*. México: CLACSO.
- Avila Toscano, J. (2012). *Redes sociales y análisis de redes*. Barranquilla: Corporación Universitaria Reformada.
- Barrera, M., & Potes, V. (2019). *En comunidad decidimos. Estrategia para la consulta comunitaria y registro de territorios de vida en la base mundial de TICCA*. Quito: PNUD.
- Becerra, D., Ramírez, L., Niño, M., Oviedo, C., & Plaza, L. (2021). Relación entre la Calidad del Aire y la Incidencia de enfermedades respiratorias en el Municipio de San José de Cúcuta, norte de Santander. *Ingeniería y competitividad* 23(2), 1-13.
- Bisay, I. (2021). *Gestión integral de residuos sólidos urbanos y fitorremediación de la laguna "Los Mellizos"*. Laborde: Universidad Nacional de Córdoba.
- Castro Monge, E. (2010). El estudio de casos como metodología de investigación y su importancia en la dirección y administración de empresas. *Revista Nacional de Administración* 1(2), 31-54.
- Cecchini, S. (2005). *Indicadores sociales en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Chung, T. (2024). *Las emisiones de metano están acelerando el cambio climático. ¿Cómo podemos reducirlas?* Obtenido de ONU. Programa para el medio ambiente: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/las-emisiones-de-metano-estan-acelerando-el-cambio-climatico-como>
- Clewell, A.F., Aronson, J. (2013). *Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession*. Washington DC: Island Press.
- Cruz Martínez, O. (2013). *Implementación del Programa de Separación de Basura en las colonias Las Flores, el Estado de México, Las Virgencitas, El Palmar, Benito Juárez y El sol, pertenecientes al Municipio de Nezahualcóyotl (2009-2012)*. *Un enfoque de políticas públicas*. Texcoco: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Dalmasso, A. (2006). *La fruticultura en el Alto Valle del Río Negro*. Ediciones INTA.
- D'hers, V. (2014). Los basurales a cielo abierto y su invisibilización: ¿un traspaso de costos a futuro? *Norus* 1(2), 1-11.

- D'hers, V., & Shammah, C. (2015). Políticas y prácticas en torno a la gestión de los RSU. Un estudio de cinco ciudades de Argentina. En G. Vergara, *Recuperadores, residuos y mediación* (págs. 25-50). Buenos Aires: Estudios sociológicos.
- Dirección Nacional de Inversión Pública. (2020). *Guía de Evaluación del Sector Residuos Sólidos Urbanos*. Buenos Aires: Jefatura de Gabinete de Ministros.
- Dueñas, J. (2016). *Gestión participada de riesgos en el Partido de Moreno. Construcción de procedimientos al resguardo de una epistemología ampliada*. Luján: Universidad Nacional de Luján [Tesis].
- Farreras, V. (2017). Valoración económica de la remediación de los efectos de la contaminación de un basural a cielo abierto. *Cuyonomics 1(1)*, 51-72.
- Fernández del Moral Mestre, B. (2017). *Ciudades emergentes: El caso de Mumbai*. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia.
- Fernández Sciafa, B., Del Sueldo, R., & Álvarez, E. (2019). Basurales a Cielo Abierto (BCA) en la ciudad de Córdoba, Argentina: lineamientos para la gestión integral. *XXI Jornadas de Geografía de la UNLP* (págs. 1-23). Ensenada: UNLP-FaHCE.
- Grajales Vargas, H. (2016). *Dinámica ambiental de los nutrientes nitrógeno, fósforo y sílice y su relación con la calidad del agua en el embalse Porce II, Antioquia Colombia*. Medellín: Universidad de Antioquia. Obtenido de INECOL.
- Henríquez Ruiz, C., & Azócar García, G. (2007). Propuesta de modelos predictivos en la planificación territorial y evaluación de impacto ambiental. *Scripta Nova XI 245(41)*, [en línea]. Disponible en: <https://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-24541.htm> .
- Instituto Nacional del Cáncer- NIH-U.S. (28 de diciembre de 2018). *NIH. Instituto Nacional del Cáncer*. Obtenido de Sustancias en el ambiente que causan cáncer: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias>
- ISTAS. (julio de 2010). *Base de datos de sustancias tóxicas y peligrosas RISCTOX*. Obtenido de Risc tox 100.000 sustancias: <https://risctox.istas.net/index.asp?idpagina=621>
- León López, A., González Damián, A., Ken, C., & Bojórquez Báez, I. (2020). El manejo de los residuos sólidos y la actividad turística en Chetumal, México: una relación compleja. *Cuaderno urbano. Espacio, cultura, sociedad 29(29)*, 75-95.
- Lozupone, M. 2019 LA GESTIÓN DE LOS RSU EN LOS MUNICIPIOS ARGENTINOS Un estudio desde la economía circular hacia la sustentabilidad integral. Pp 70. Ed. CECE
- Martinez Waltos, F (2020) *Informe del estado del ambiente 2020*. Buenos Aires: Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
- Matteucci, S. (2015). *El uso de Sistemas de Información Geográfica en Ecología*. Buenos Aires: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Mavropoulos, A. (2015). *El caso trágico de los basurales. Una amenaza para la salud*. Buenos Aires: ISWA.

- Mi Argentina. (2024a). *Basurales a cielo abierto: situación socioambiental y propuestas de solución integral*. Obtenido de Argentina.gov.ar: <https://www.argentina.gov.ar/interior/ambiente/accion/basurales>
- Mi Argentina. (2024b). *Red Federal de Monitoreo ambiental*. Obtenido de Mi Argentina: <https://www.argentina.gov.ar/ambiente/control/monitoreo-ambiental>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). *Guía para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental*. Buenos Aires: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República Argentina.
- Morúa, A. (2010). La participación comunitaria en la gestión ambiental. *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales* 16(2), 125-135.
- Nava-Ruiz, C., & Méndez Armenta, M. (2011). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio). *Arch Neurocién* 16(3), 140-147.
- Niezwida, S., Michalus, J., & Gavazzo, G. (2023). Revisión bibliográfica sobre los residuos sólidos urbanos. *InGenio Journal* 6(2), 30-39.
- ONU. (2021). *Hoja de ruta para el cierre progresivo de los basurales en América Latina y el Caribe*. Buenos Aires: ONU.
- Ortega García, J., Ferris Tortajada, J., Cánovas Conesa, A., & García Catell, J. (2005). Neurotóxicos medioambientales. *Acta pediátrica Esp* 63, 182-192.
- Ortíz de Zárate, A. (2020). *Modelo Conceptual de Participación Ciudadana*. La Palma: Cabildo de la Palma.
- Pedrozo Acuña, A., & Ramírez Salinas, N. (2020). La eutrofización de cuerpos de agua: un síntoma antropogénico que requiere atención. *Perspectivas IMTA* 8, [en línea] Disponible en: <https://www.imta.gob.mx/gobmx/DOI/perspectivas/2020/b-imta-perspectivas-2020-08.pdf>.
- Portugheis, A., & Suárez, F. (2020). *Las institucionalidades emergentes de tres cooperativas de reciclado del Cono Sur (2010-2015)*. Buenos Aires: FILO-UBA.
- Presidencia de la Nación. (2017). *Informe del estado del ambiente*. Buenos Aires: Presidencia de la Nación.
- Ramírez Guevara, S., Galindo Mendoza, M., & Contreras Servín, C. (2015). Justicia ambiental. Entre la utopía y la realidad social. *Culturales* 3(1), 225-250.
- Ruiz, G., De la Torre, E., & Guevara, A. (2014). Comparación de Métodos de Tratamiento de los Lixiviados Generados por la Disposición No Controlada de Polvo de Acería Sobre Suelo Agrícola. *Revista Politécnica* 34(1), 1-8.
- Rodriguez Capítulo, L. (2015). Evaluación geohidrológica en la región costera oriental de la provincia de Buenos Aires: Caso de estudio: Pinamar. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina. 239 pp

- Schejtman, L., & Irurita, N. (2012). *Diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos urbanos en municipios de la Argentina*. Buenos Aires: CIPPEC.
- SER (2004). *The SER International Primer on Ecological Restoration (Vs 2:October, 2004)*. Tucson, Arizona: Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2008). *Incorporating Sustainable environmental practices into remediation of contaminated sites*. Cincinnati: National Service Center for Environmental Publications.
- UIM-ONU. (2023). *Consulta municipal sobre gestión sostenible de residuos y necesidades de formación en América Latina y el Caribe*. [en línea] Disponible en: <https://www.unep.org/es/resources/informe/informe-de-resultados-de-la-consulta-municipal-sobre-gestion-sostenible-de> : UIM-ONU.
- Urquiza, A., & Cadenas, H. (2015). Sistemas socio-ecológicos: elementos teóricos y conceptuales para la discusión en torno a vulnerabilidad hídrica. *L'Ordinaire des Amériques [En ligne]*, 218, [en línea]. Disponible en: <https://journals.openedition.org/orda/1774> . Obtenido de Revue Orda. L'ordinaire des ameriques.
- Urteaga, E. (2013). La teoría del capital social de Robert Putnam: Originalidad y carencias. *Reflexión Política* 15(29), 44-60.
- Vargas, J. (2003). Teoría de la acción colectiva, sociedad civil y los nuevos movimientos sociales en las nuevas formas de gobernabilidad en Latinoamérica. *Espacio Abierto* 12 (4), 523-537.
- Vicari, R (2015) Emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación en el sector residuos. Santiago de Chile: Naciones Unidas y CEPAL
- Villagómez Cabezas, A., Bonilla Andrango, L., Bonilla González, G., & Torres García, T. (2023). El aprendizaje social de Albert Bandura como estrategia de enseñanza de educación para la ciudadanía. *Pol Con* 82 8(5), 1286-1307.
- Zanetich Bozjak, M. (2010). *Coordinación entre los ciudadanos y las autoridades gubernamentales de localidades patagónicas en la gestión integral de residuos sólidos urbanos*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires [Tesis de Maestría]
<https://suelourbano.rionegro.gov.ar/articulo/37442/la-cooperativa-de-trabajo-ebenezer-ltda-apuesta-por-el-cuidado-del-ambiente>
<https://www.rionegro.com.ar/municipales/fernandez-oro-se-suma-a-la-red-de-municipios-cooperativos-2499059/>