



Estudio de Impacto Ambiental de Unidad
demostrativa de producción de biogás Los Pinos,
Provincia de Buenos Aires.

Alumno: García Ramírez Jerónimo

Directora: Gonzalo Mayoral Eliana Soledad

Codirectora: Echarte María Mercedes

Agradecimientos

A mis padres, Luis y Paula, y a mis hermanos Laureano y Gaspar, por apoyarme siempre en las decisiones que tomé, y a pesar de estar a la distancia hicieron todo lo posible para que hoy esté terminando esta etapa.

A mis abuelos Tito y Emilia, por su compañía, amor en cada comida, y su comprensión en los momentos difíciles.

A mis abuelos de Pehuajó, Chilín y Nancy, que a pesar de que hoy no están, seguro están muy orgullosos.

A mis directoras Eliana y Mercedes por su compromiso y dedicación al brindarme su tiempo y conocimiento, así como por darme la oportunidad de desarrollar este proyecto

A todas las personas que me brindaron información y consejos durante esta etapa de investigación y búsqueda de información.

Y por supuesto a mis compañeros, que sin este grupo que se formó, las cursadas y días de estudio no hubieran sido lo mismo.

Gracias, Jerónimo.

Resumen

En el desarrollo del proyecto final, se implementó una metodología general que incluyó un análisis de los antecedentes de la generación de biogás a nivel internacional y su integración en el ámbito nacional. Posteriormente, se implementó una metodología específica de Evaluación de Impacto Ambiental (Conesa Fernández Vitoria, 2000) que permitió la identificación de los factores ambientales que podrían verse afectados, mediante una matriz de doble entrada que diferenció los factores ambientales y las acciones del proyecto. Asimismo, se llevaron a cabo ponderaciones cualitativas y cuantitativas de los impactos.

Se analizó cada impacto según la intensidad, la extensión, el momento, la persistencia, la reversibilidad, la sinergia, la acumulación, el efecto, la periodicidad y la recuperabilidad.

Luego de realizar una evaluación de las etapas de construcción, operación y renovación del biodigestor, se concluye que la mayoría de las acciones negativas tienen efectos transitorios y de carácter leve a moderado. A pesar de esto, se considera que la operación de la Unidad Demostrativa de Producción de Biogás Los Pinos es ambientalmente factible, siempre y cuando se respeten las medidas de mitigación y se realice un seguimiento cuidadoso de los principales impactos negativos. De esta forma, el biodigestor puede contribuir significativamente a mejorar la calidad de vida de la zona de influencia.

Palabras claves: Biodigestor, biogas, materia orgánica, energía alternativa, impacto ambiental.

Agradecimientos	1
Resumen	2
CAPÍTULO 1. Introducción	8
Introducción	8
ORGANISMOS/ PROFESIONALES INTERVINIENTES	8
Antecedentes	9
Objetivos	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos	10
CAPÍTULO 2. Descripción del Proyecto.	11
Análisis de alternativas	11
Memoria descriptiva del Proyecto	11
Descripción de la etapa de construcción	11
Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.	11
Construcción de estructuras e instalación de equipos	12
Tecnología Seleccionada	13
Cercado perimetral delimitando la zona operativa.	17
Plantación de cortina forestal	17
Descripción de la etapa de funcionamiento.	19
Recepción de materia orgánica	20
Generación de biogás	20
Generación de electricidad	21
Recirculación de efluentes	21
Retiro de lodos	22
Control de factores y mantenimiento	22
Descripción de la etapa de cierre	24
Renovación y actualización de instrumentos para mejora de rendimiento y alargar la vida útil.	24
CAPÍTULO 3. Caracterización del Ambiente	25
Descripción del sitio	25
Área de influencia	26
Medio físico	27
Geología, Geomorfología y Topografía	27
Sierras	28
Franja Eólica Periserrana	29
Planicie Fluvioeólica	29
Hidrología	30
Hidrología superficial	30
Hidrología Subterránea	31
Suelos	33

Climatología	36
Medio biológico	38
Vegetación	38
Contexto regional	38
Contexto local	39
Fauna	40
Ornitología - Contexto regional	40
Herpetología - Contexto regional	43
Mamíferos - Contexto regional	44
Ecosistemas	46
Medio antrópico	46
Población	47
Actividades económicas	47
Infraestructura de Servicios	48
Caminos y Accesos	48
Red eléctrica	48
Red de gas	48
Red de agua	48
Usos del suelo	49
CAPÍTULO 4. Identificación y Valoración de Impactos Ambientales	50
Metodología	50
Procedimiento	50
Valoración de impactos ambientales	50
Identificación de Impactos	54
Valoración y descripción de impactos ambientales	55
Subsistema físico-natural	55
Medio inerte	55
Atmósfera	55
Confort Sonoro:	55
Gases:	56
Material Particulado:	56
Suelo	57
Aguas	58
Superficiales:	58
Subterráneas:	59
Medio biótico	60
Fauna	60
Vegetación	61
Subsistema Socioeconomico	61
Medio Social	61
Población	61
Empleo:	61

Integración Social	62
Medio económico	63
Economía	63
Medio infraestructura	64
Electricidad	64
Gas	64
Calificación de impactos	65
Conclusiones a partir de la identificación de impactos	66
CAPÍTULO 5. Plan de Gestión Ambiental	67
Programa de medidas de mitigación de impactos	67
Etapa de Construcción	67
Suelo	67
Agua	68
Atmósfera	68
Vegetación y fauna	69
Etapa Operativa	69
Atmósfera	69
Vegetación y Fauna	69
Programa de Contingencias y Emergencias Ambientales	70
Riesgos ambientales generados por "condiciones naturales":	70
Riesgos ambientales "antrópicos"	70
Derrames y/o vertidos accidentales	71
Incendios y explosiones	71
Programa de Comunicación	72
Capítulo 6. Marco Legal	73
Marco Nacional	73
Marco Provincial	75
Marco Municipal	76
Capítulo 7. Discusión	78
Comparación de métodos de Estudio de Impacto Ambiental	78
Guía Técnica para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental	78
Indicadores Ambientales	78
Leopold	79
Conesa Fernández-Vitora	79
Fortalezas y debilidades del método de estudio elegido.	80
Capítulo 8. Conclusiones	82
BIBLIOGRAFÍA	84

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Movimiento de suelo del área operativa.
- Figura 2. Fabricación de estructuras.
- Figura 3. Agitador doble de palas planas.
- Figura 4. Plano técnico del Biodigestor Los Pinos
- Figura 5. Esquema de filtro de ácido sulfúrico.
- Figura 6. Antorcha para biogás.
- Figura 7. Generador eléctrico a biogás.
- Figura 8. Piletas decantadoras.
- Figura 9. Cercado perimetral.
- Figura 10. Disposición de cortina forestal.
- Figura 11. Distanciamiento entre árboles de la hilera.
- Figura 12. Diagrama de flujo del proceso.
- Figura 13. Ubicación de Unidades de producción.
- Figura 14. Zona de carga de materia orgánica.
- Figura 15. Sellado hermético de cúpula elástica.
- Figura 16. Curva de crecimiento vs temperatura
- Figura 17. Localización del partido de Balcarce.
- Figura 18. Localización de Los Pinos dentro del partido de Balcarce.
- Figura 19. Identificación de áreas de influencia.
- Figura 20. Mapa Geomorfológico del partido de Balcarce.
- Figura 21. Cuenca hidrográfica A⁹ Malacara y otros.
- Figura 22. Cuerpos de agua superficiales.
- Figura 23. Mapa de los Ambientes Hidrogeológicos de la Provincia de Buenos Aires.
- Figura 24. Región de suelos de Argentina.
- Figura 25. Perfil esquemático de suelo representativo de la región Sierras Septentrionales y Australes de Buenos Aires.
- Figura 26. Atlas de suelos de la República Argentina.
- Figura 27. Climograma EAA Balcarce.
- Figura 28. Rosa de los vientos.
- Figura 29. Territorios fitogeográficos de la República Argentina.
- Figura 30. Esquema ornitológico para la provincia de Buenos Aires.
- Figura 31. Rutas y accesos a Los Pinos
- Figura 32. Usos de suelo de Los Pinos.

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Clasificación de suelos.
- Tabla 2. Lista de aves de la región.
- Tabla 3. Lista de anfibios y reptiles de Los Pinos y áreas adyacentes.
- Tabla 4. Lista de mamíferos de la zona de estudio y áreas adyacentes.
- Tabla 5. Calificadores de evaluación de impacto ambiental.
- Tabla 6. Valores numéricos.

- Tabla 7. Codificación cromática y numérica en base a la importancia.
- Tabla 8. Matriz de identificación de impactos.
- Tabla 9. Valores de importancia del confort sonoro.
- Tabla 10. Valores de importancia de gases.
- Tabla 11. Valores de importancia del material particulado.
- Tabla 12. Valores de importancia del suelo.
- Tabla 13. Valores de importancia de aguas superficiales.
- Tabla 14. Valores de importancia de aguas subterráneas.
- Tabla 15. Valores de importancia de la fauna.
- Tabla 16. Valores de importancia de la vegetación.
- Tabla 17. Valores de importancia del empleo.
- Tabla 18. Valores de importancia de integración social.
- Tabla 19. Valores de importancia de la economía.
- Tabla 20. Valores de importancia de electricidad.
- Tabla 21. Valores de importancia del gas.
- Tabla 22. Calificación de impactos por elemento.

CAPÍTULO 1. Introducción

Introducción

Los Pinos, es una localidad de 340 habitantes, vecina a Balcarce. La baja densidad demográfica, la dispersión geográfica de la demanda, el alto costo de implementación y la dificultad de facturación, mantenimiento y servicio, son parte de las dificultades técnicas o económicas que hacen que llevar hasta los espacios rurales las redes de suministro eléctrico no sea atractivo para las empresas suministradoras (Clementi, Jacinto y Carrizo, 2014).

La comunidad de Los Pinos enfrenta una serie de problemas energéticos y ambientales. En cuanto a la energía, el principal problema radica en que el asentamiento carece de acceso a la red de gas natural debido a la distancia existente entre Los Pinos y Balcarce, y a la infraestructura deficiente en el tendido de la red de gas. Esto se debe a una estructura centralizada desde la producción hacia los asentamientos urbanos de jerarquía. Los costos de operación y mantenimiento de la red demandarían una elevada inversión económica muy difícil de recuperar, teniendo en cuenta el número de habitantes del asentamiento. Como resultado, la población se ve obligada a consumir gas envasado para suplir su necesidad energética térmica, ya sea en garrafas o en los recipientes de mayor volumen conocidos vulgarmente como “chanchas”, lo cual supone elevados costos económicos, pagando más por unidad de energía. (Decunto, 2019)

Por otro lado, también existe un problema ambiental debido a la inadecuada gestión de los residuos pecuarios provenientes de las unidades productivas presentes en Los Pinos. En los sistemas productivos rurales, los problemas ambientales están relacionados sobre todo a los modos de producción. Las unidades de producción animal localizadas en el asentamiento son causantes de problemáticas ambientales, como por ejemplo, olores desagradables y de la proliferación de insectos. (Decunto, 2019)

Para abordar estos problemas, se está ejecutando una estrategia que consiste en la construcción y operación de un biodigestor que empleará residuos avícolas y porcinos para la generación de energía. El mismo se enmarca dentro de un proyecto en el cual convergen múltiples actores y se espera que sentará las bases para la búsqueda de una solución a ambos problemas.

En el apartado siguiente se realizará una descripción del mismo.

ORGANISMOS/ PROFESIONALES INTERVINIENTES

El inicio del proyecto desencadenó una serie de interacciones entre diversos actores correspondientes a distintos ámbitos y escalas, los cuales a su vez poseen la capacidad de influir e introducir cambios sobre el territorio. Por un lado, el sistema científico: INTA¹, CONICET²,

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

Universidad Nacional de Mar del Plata e INTI³ a escala nacional, la CIC⁴ a escala regional y el Instituto Wuppertal a escala global. Otro pilar del proyecto es la comunidad rural perteneciente a Los Pinos. La misma incluye a los vecinos fundadores y miembros de la Cooperativa, así como también a los productores porcinos y avícolas. A nivel gubernamental, tanto la Delegación Municipal en Los Pinos como el Municipio de Balcarce participaron del proyecto; así como la AABE⁵ y FerroSur Roca a escala nacional. A nivel privado, se destaca la empresa Wemar S.R.L., la cual ayudó en el diseño del biodigestor. Por otra parte, BAGSA⁶ será quien lleve a cabo el diseño y construcción de la red de gas.

Antecedentes

El principal exponente a nivel mundial de biodigestores industriales es Dinamarca. En 1985 comenzó un programa demostrativo, desarrollado conjuntamente por los ministerios de agricultura, energía y medio ambiente del país, en un esfuerzo por demostrar el potencial de grandes plantas de digestión anaerobia como productores de energía eléctrica. En 1997 ya se contaban 19 grandes plantas que tratan conjuntamente residuos de origen industrial, residuos urbanos, lodos de depuradoras y residuos ganaderos (Angelidaki y Ahring, 1997). Para el año 2000 las metas eran duplicar la producción, y continuar aumentando hasta el año 2030. Debido a la escasez y a los continuos aumentos de precios del petróleo y al ser el biogás una fuente barata de energía, ha sido en los países subdesarrollados en donde esta fuente energética ha alcanzado un mayor auge.

En Asia, China e India poseen biodigestores trabajando desde los años 60. Se construyen con una tecnología sencilla, pero ofrecen un importante aporte energético para las instalaciones agrarias y ganaderas.

En América Latina, los países que van a la vanguardia en el aprovechamiento de desechos y producción de biogás son: Brasil, Chile, Cuba, Colombia, Costa Rica y México. Otros países como Nicaragua, Honduras y El Salvador han comenzado recientemente con muy buenos aciertos. (Martí-Herrero J., 2019)

A nivel nacional, según la Cámara Argentina de Energías Renovables, hay entre 60 y 80 plantas, sumando mini-biodigestores o mini-lagunas cubiertas de consumo domiciliario. Sólo 20 de ellas corresponden a grandes instalaciones. Se propone comenzar un marco legislativo con financiamiento para poder conseguir el impulso necesario para que el tratamiento de la biomasa prolifere en distintos puntos del país, ya sea mediante la procesamiento de residuo sólidos urbanos o componentes orgánicos, de esta forma, se podrían establecer plantas de entre 1 y 2 MW de potencia.

³ Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

⁴ Comisión de Investigaciones Científicas.

⁵ Agencia de Administración de Bienes del Estado.

⁶ Buenos Aires Gas Sociedad Anonima.

Objetivos

El presente proyecto final consiste en un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), y tiene los siguientes objetivos generales y específicos.

Objetivo general

Identificar, predecir e interpretar los efectos, consecuencias o modificaciones -perniciosas o beneficiosas- que el proyecto “Unidad demostrativa de producción de Biogás Los Pinos”, ubicado en el partido de Balcarce, Provincia de Buenos Aires, puede ocasionar sobre el ambiente.

Objetivos específicos

- Analizar las acciones asociadas a las obras del proyecto con el objeto de identificar los factores ambientales que serán susceptibles de ser alterados, en forma favorable o desfavorable, durante la ejecución y operación del proyecto.
- Predecir, identificar y evaluar los impactos ambientales derivados de la ejecución de las obras del proyecto y su posterior funcionamiento.
- Proponer medidas para prevenir, controlar, atenuar y compensar los potenciales impactos ambientales que podrían ser ocasionados por las actividades que se desarrollarán durante la ejecución y funcionamiento del proyecto, mediante la formulación de medidas de mitigación adecuadas a cada caso.

CAPÍTULO 2. Descripción del Proyecto.

Análisis de alternativas

Sin alternativas de localización. El biodigestor se encuentra emplazado en un terreno de 7250 m². El mismo fue cedido en junio de 2017 al Municipio de Balcarce por la empresa Ferrosur Roca S.A. Por otra parte, en el 2018, la AABE firmó un convenio con la Municipalidad de Balcarce, otorgando la cesión de uso de un galpón ferroviario de 90 m² de superficie, en un predio de 2750 m², destinado a ser utilizado como sede administrativa de la Cooperativa.

Memoria descriptiva del Proyecto

El biodigestor ya ha sido construido e inaugurado. No obstante, en este capítulo se llevará a cabo una descripción detallada de todas las etapas del proceso, incluyendo la de construcción, operación y cierre. Tal como sugiere Vicente Conesa Fernández-Vitora (2000) en el proceso de evaluación, es fundamental entender la complejidad del proceso e identificar cualquier impacto producido.

Descripción de la etapa de construcción

En esta etapa se contemplan todas las acciones previas a la puesta en funcionamiento del biodigestor las cuales se listan y describen a continuación.

Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.

La superficie total del perímetro a cercar es de 1350 m², para lo cual es necesario remover la cobertura vegetal del suelo existente en la zona.

Además, se contempla la ejecución de obras de excavación con el fin de instalar una cámara de carga a una profundidad de 2,5 metros, así como la instalación de cañerías y piletas decantadoras para el manejo de fluidos.

Finalmente, se procederá a la nivelación del terreno como se puede observar en la Figura 1, tras culminar las labores de construcción.



Figura 1. Movimiento de suelo del área operativa. Fuente: Argentina.gob.ar

Construcción de estructuras e instalación de equipos

La construcción de estructuras e instalación de equipos estuvo a cargo de una empresa contratada específicamente para este fin. Esta etapa consiste en todas aquellas acciones necesarias para dejar en condiciones adecuadas de funcionamiento la obra, tales como: transporte de materiales y equipos, fabricación de estructuras (Figura 2) e instalación de todos los equipos tales como bombas, agitadores, cañerías y filtros. También se instaló un obrador por un periodo muy corto de tiempo, ya que luego se utilizó la misma cabina que contiene al generador eléctrico.



Figura 2. Fabricación de estructuras. Fuente: Argentina.gob.ar

Tecnología Seleccionada

A continuación se describen detalles técnicos y especificaciones de la tecnología utilizada para este biodigestor.

Tipos de bombas

Se utilizan 2 tipos de bombas de agua. Para elevar el agua desde la cámara de carga hasta el reactor, se utiliza una bomba de agua sucia, que está diseñada para manejar agua con sólidos y materiales no disueltos en ella, tiene una entrada más grande y un impulsor más resistente que una bomba convencional para poder procesar materiales grandes y pesados.

Luego, para impulsar el agua desde el reactor a las piletas decantadoras se utiliza una bomba autocebante, que es un tipo de bomba centrífuga que está diseñada para tener la capacidad de aspirar y mover líquidos a través de la tubería sin la necesidad de una fuente externa de succión o cebado. Esto se logra gracias a la presencia de un sistema de recirculación de líquido que permite que el aire en la tubería sea eliminado y el líquido se mueva hacia la bomba.

Agitadores

La cámara de carga es un componente clave en un biodigestor, ya que es el lugar donde se alimenta el sistema con los residuos orgánicos. Una forma de asegurar una mezcla homogénea de los residuos en la cámara de carga es mediante el uso de un agitador doble de palas planas. (Figura 3)

El agitador es un dispositivo mecánico que se encarga de remover y mezclar los residuos orgánicos en la cámara de carga, permitiendo una distribución uniforme de los mismos y garantizando una digestión eficiente, además ayuda a evitar la acumulación de residuos en la cámara de carga, lo que puede causar desequilibrios en el proceso de digestión y reducir la eficiencia del sistema.



Figura 3. Agitador doble de palas planas. Fuente: Elaboración propia

Reactor

El biodigestor es un cilindro de concreto, de 6 metros de diámetro y 3,6 metros de altura. En la parte superior cuenta con pernos de fijación, por todo el perímetro, que sirven de anclaje y sello hermético para la cúpula de geomembrana flexible que almacenará los gases de descomposición.

Será capaz de generar 25 kWh de potencia o entre 50 y 60 m³ de biogás, el equivalente a la energía consumida por 10 domicilios del asentamiento. Fue diseñado por el INTI (Figura 4), con la ayuda de un ingeniero de Mar del Plata, perteneciente a la empresa Wemar S.R.L. A su vez, todos los materiales son de origen nacional.

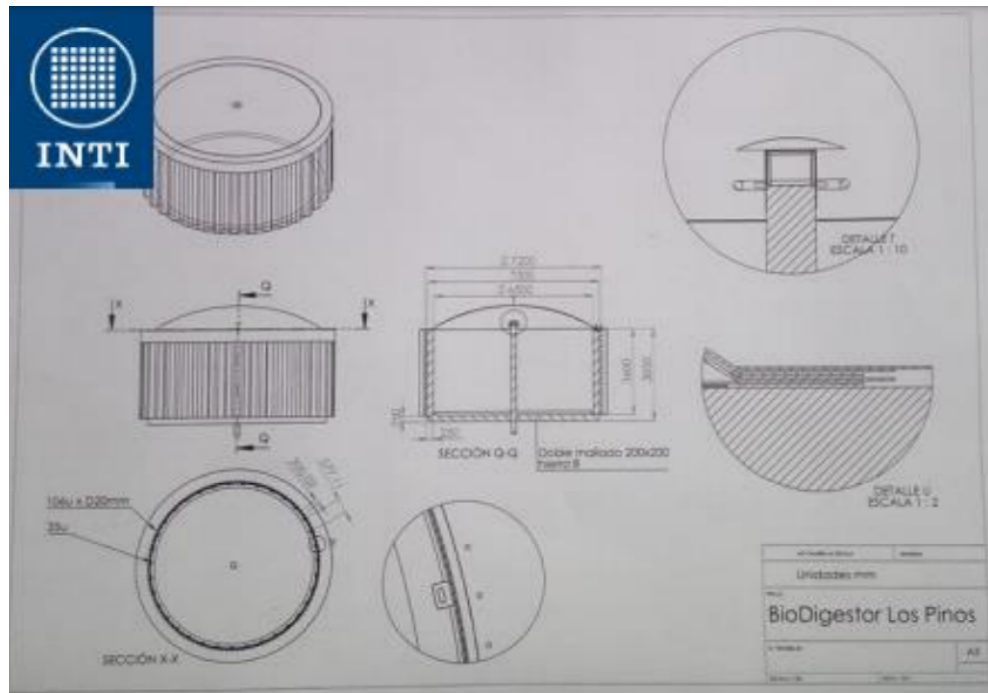
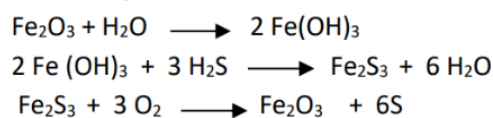


Figura 4. Plano técnico del Biodigestor Los Pinos. Fuente: INTI

Filtro de ácido sulfhídrico

El ácido sulfhídrico (H₂S) puede encontrarse en aguas estancadas, desagües y alcantarillados y es parte de la composición química de combustibles como el petróleo, gas natural e incluso del biogás, debido a que se produce por descomposición anaeróbica de restos orgánicos. La eliminación de este compuesto del biogás es relevante, pues este gas inflamable e incoloro, es altamente tóxico y corrosivo, lo que constituye una gran desventaja, ya que dificulta el traslado del gas por tuberías, su almacenamiento en tanques y otras estructuras metálicas, como aquellas que participan en la generación y distribución de electricidad (Pérez et al., 2008).

El H₂S puede eliminarse por varios métodos. El más sencillo y económico consiste en eliminarlo por absorción con óxido de Hierro III mediante la siguiente reacción química:



El filtro se construye con una sección de caño sellado, que posee una entrada y una salida, que se conecta en serie con el paso del gas. Dentro del mismo se coloca viruta de hierro oxidada para que el fluido la atraviese. (Figura 5)

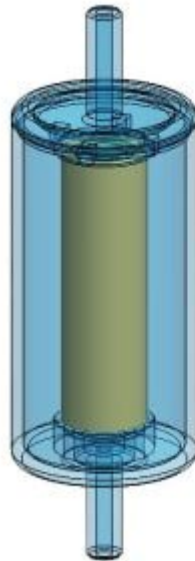


Figura 5. Esquema de filtro de ácido sulfúrico. Fuente: Elaboración propia.

Antorcha

Como sistema de seguridad posee una antorcha (Figura 6) que cumple con dos funciones, en caso de llegar a la presión máxima, se enciende y quema el excedente, y además, en caso de una detención rutinaria o de emergencia constituye un sistema de alivio de sobrepresión, en caso que sea necesario.

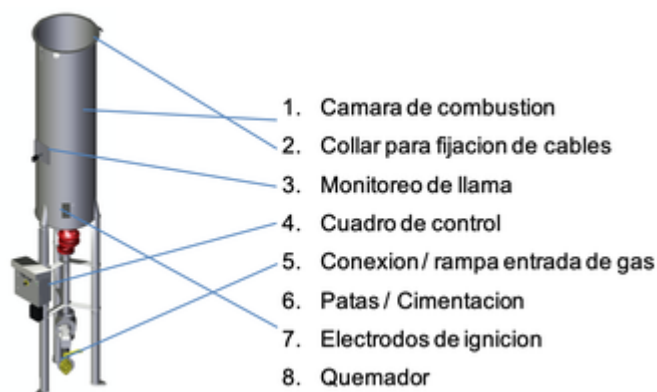


Figura 6. Antorcha para biogás. Fuente Antorchas AQL

Generador de electricidad

El biogás es un combustible altamente eficiente con un poder calorífico promedio de 6,25 kWh o 22.000 BTU, cuyo valor depende del contenido de metano y la humedad. Para la generación de electricidad a partir de biogás se utilizan generadores diseñados y adaptados específicamente para funcionar con este combustible. En este caso, se emplea un generador de 16 kVA (Figura 7) que se aloja en una cabina construida especialmente para su funcionamiento.



Figura 7. Generador eléctrico a biogás. Fuente AQL

Piletas Decantadoras

Las piletas decantadoras son estructuras utilizadas en el tratamiento de aguas residuales para eliminar los sólidos suspendidos y los materiales sedimentables del agua.

El efluente líquido proveniente del reactor entra en la pileta decantadora y se deja reposar durante un período de tiempo específico, generalmente varias horas, para permitir que los sólidos suspendidos se sedimenten. Como se puede observar en la Figura 8, las piletas poseen un caño microperforado en el fondo, este se encuentra cubierto por una capa de pequeñas rocas y arena que actúan como un filtro. El proceso asegura que solo el agua fluya a través del caño, dejando atrás los sólidos suspendidos.

En el área operativa se han instalado tres piletas decantadoras que funcionan en paralelo.

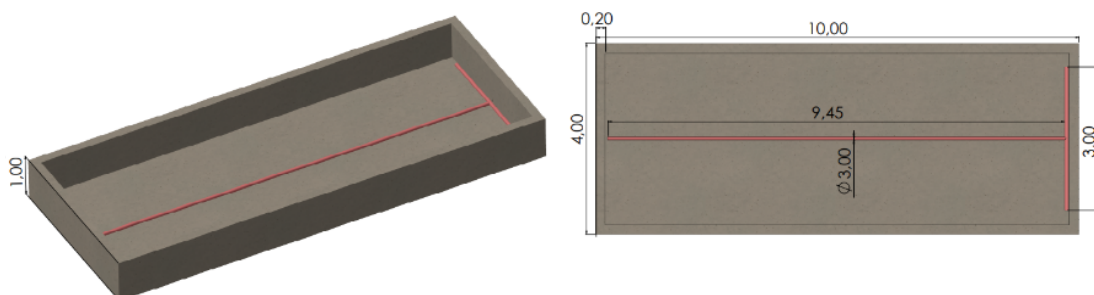


Figura 8. Piletas decantadoras. Fuente: Elaboración propia.

Cercado perimetral delimitando la zona operativa.

La construcción de un cercado perimetral de tejido de alambre consiste en una primera instancia de instalación y fijación de postes de hormigón prefabricados. Luego se coloca sobre estos el alambre romboidal con sus respectivas planchuelas y ganchos, que se tensan con torniquetes. La estructura resultante se muestra en la siguiente figura.



Figura 9. Cercado perimetral. Fuente Argentina.gob.ar

Plantación de cortina forestal

Las cortinas forestales consisten en una o varias hileras de árboles que se colocan perpendicularmente a la dirección predominante del viento, formando así una barrera. De esta manera se logra reducir la velocidad del viento. Para obtener el máximo provecho, se debe identificar, antes de establecerla, el sector que se desea proteger y planificar la disposición y la longitud que tendrá la cortina en ese lugar (Amico, 2011). En el caso de estudio, la disposición se observa en la figura 10.



Figura 10. Disposición de cortina forestal. Fuente: Elaboración propia a partir de Google.

Se ha establecido una cortina forestal con una hilera doble de árboles de la especie *Populus triplo*. Según Leonardo Salleses (entrevista personal, 23 de agosto de 2022) esta especie ha demostrado una alta capacidad de resistencia a los vientos fuertes y su rápido crecimiento permite una protección efectiva en un corto período de tiempo. La elección de una hilera doble en el sector sur es estratégica para los vientos en dirección al asentamiento. Además, se ha decidido establecer una única hilera en el resto de la cortina forestal debido a la presencia de árboles ya plantados en el terreno contiguo que brindan una protección suficiente.



Figura 11. Distanciamiento entre árboles de la hilera. Fuente elaboración propia.

Descripción de la etapa de funcionamiento.

El diagrama de flujo (Figura 12) ilustra el proceso de generación de biogás. Éste comienza con la recepción de materia orgánica proveniente de dos unidades de producción, cuya ubicación se muestra en la Figura 13. Seguidamente, se presentan y describen las acciones que involucra esta etapa.

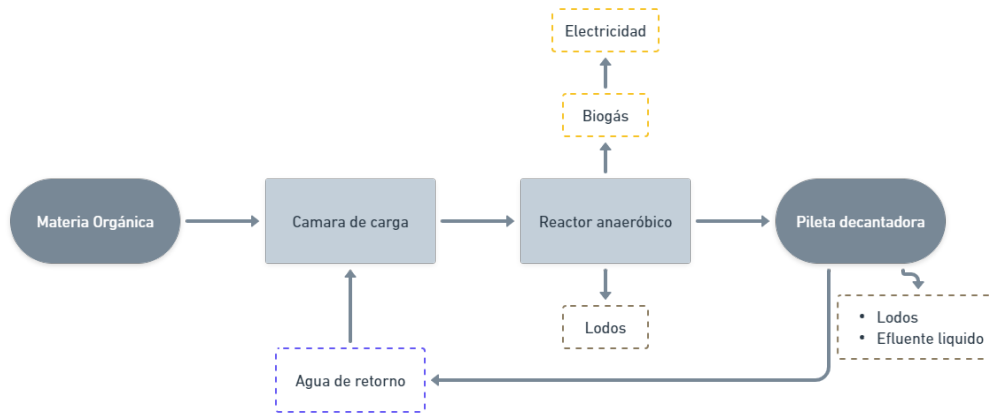


Figura 12. Diagrama de flujo del proceso. Fuente: elaboración propia



Figura 13. Ubicación de Unidades de producción. Fuente: Elaboración propia

Recepción de materia orgánica

La materia orgánica proveniente de las granjas avícolas y porcinas, como el guano y el estiércol porcino, es transportada en camiones hasta la cámara de carga del biodigestor (ver Figura 14). Allí, utilizando los agitadores, se tritura y mezcla con tres partes de agua. Luego se bombea dentro del reactor utilizando la bomba de agua sucia.



Figura 14. Zona de carga de materia orgánica. Fuente: UNMdP

La producción diaria de guano de gallina puede variar dependiendo de factores como la cantidad de aves presentes en la granja. En el caso específico de la granja avícola, se ha determinado que la producción diaria de guano de gallina es cercana a 5 toneladas. No obstante, para el proceso de biodigestión, se ha estimado que la utilización de una tonelada de guano de gallina cada 10 días es la cantidad óptima para alcanzar una eficiente producción de biogás.

Con respecto al estiércol proveniente de la unidad de producción porcina, se utilizará de acuerdo a la relación específica que se detalla en Control de Factores y Mantenimiento.

Generación de biogás

Las condiciones dentro del reactor anaeróbico son muy favorables para la reproducción de bacterias que descomponen la materia orgánica y generan metano. La acumulación de metano eleva la cúpula elástica del reactor (Figura 15), provocando un aumento de presión, permitiendo que el gas fluya por la cañería una vez que se abren las válvulas que conectan al biodigestor con la red de gas.

La producción de gas funciona como indicador, tanto de la condición de cultivo, como de la eficiencia del desempeño del digester. La producción de gas normalmente se expresa en términos de volumen de gas producido por unidad de masa de sólidos totales y sólidos orgánicos introducidos. El volumen esperado de gas por unidad de materia orgánica es función del tiempo de retención y otras características operacionales, así como de la naturaleza de los desechos.



Figura 15. Sellado hermético de cúpula elástica. Fuente: Elaboración propia.

Generación de electricidad

Para generar electricidad a partir de biogás, se utiliza un motor de combustión interna que quema el biogás para generar energía eléctrica. Este motor funciona de manera similar a un motor de gasolina o diesel, pero en lugar de quemar combustibles fósiles, quema el biogás proveniente del reactor. La energía mecánica se convierte en energía eléctrica mediante un generador conectado al motor. Por último, la electricidad generada se envía a la red eléctrica para su distribución a los consumidores.

Recirculación de efluentes

Se debe mantener un flujo constante de líquido en el reactor para garantizar un tratamiento efectivo. El caudal líquido que entra en el reactor debe ser transferido hacia las piletas decantadoras mediante una bomba autocebante, asegurándose de mantener siempre el mismo nivel de carga. En esta etapa, se separan las partículas en suspensión mediante sedimentación y decantación.

El efluente tratado que se obtiene de las piletas decantadoras es reutilizado en la etapa de carga, lo que aumenta la eficiencia del proceso. Además, parte del efluente tratado también puede ser volcado a un canal de agua cumpliendo previamente los requisitos legales de vuelco.

Retiro de lodos

Los lodos se acumularán dentro del reactor y en las piletas decantadoras, por lo que se deben vaciar. Estos permanecen en el fondo, para el caso del reactor hay una válvula que se encuentra en la parte inferior que se utiliza específicamente para la realización del vaciado. En el caso de las piletas, se utilizan camiones cisterna con mangueras de succión para extraer los lodos del fondo. Estos residuos sólidos se podrían utilizar como abono para cultivos ornamentales.

Debido a la complejidad y variabilidad de los factores que influyen en la producción de lodos, es difícil establecer una estimación precisa en términos de tiempo para su retiro. Es por eso que se llevará a cabo un proceso experimental al comienzo de la producción para establecer una norma efectiva y garantizar una eliminación adecuada de los lodos generados.

Control de factores y mantenimiento

Es importante controlar durante la operación del biodigestor algunos de los factores importantes que gobiernan el proceso de descomposición de la materia orgánica. Los microorganismos, especialmente los metanogénicos, son altamente susceptibles a los cambios en las condiciones ambientales. Debido a esto, para obtener la mayor eficiencia, se requiere de un cuidadoso monitoreo de las variables meteorológicas, y parámetros dentro del biodigestor. Algunos de los principales son: naturaleza y composición de la materia orgánica, temperatura, pH, toxicidad y potencial redox.

Materia orgánica

Las materias primas fermentables incluyen dentro de un amplio espectro a los excrementos animales y humanos, aguas residuales orgánicas de las industrias, restos de cosechas y basuras de diferentes tipos, como los efluentes de determinadas industrias químicas.

El proceso microbiológico no solo requiere de fuentes de carbono y nitrógeno sino que también deben estar presentes en un cierto equilibrio sales minerales (azufre, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, cobalto, selenio, tungsteno, níquel y otros menores). Normalmente las sustancias orgánicas como los estiércoles y lodos cloacales presentan estos elementos en proporciones adecuadas.

El carbono y el nitrógeno son las principales fuentes de alimentación de las bacterias metanogénicas. El carbono constituye la fuente de energía y el nitrógeno es utilizado para la formación de nuevas células. Estas bacterias consumen 30 veces más carbono que nitrógeno, por lo que la relación C/N óptima debe ser cercana a este valor. La proporción se debe lograr mezclando los residuos avícolas y porcinos, teniendo en cuenta sus valores promedios de C/N de 19:1 y 13:1 respectivamente, se recomienda añadir residuos vegetales como por ejemplo trigo para aumentar el porcentaje de carbono. (Hilbert, J., 2005)

Temperatura

Los procesos anaeróbicos, al igual que otros sistemas biológicos, son fuertemente dependientes de la temperatura. La velocidad de reacción de los procesos biológicos dependen de la velocidad

de crecimiento de los microorganismos involucrados que a su vez, dependen de la temperatura. A medida que aumenta la temperatura, aumenta la velocidad de crecimiento de los microorganismos y se acelera el proceso de digestión, dando lugar a mayores producciones de biogás. Por otra parte, la solubilidad de la mayoría de las sales aumenta con la temperatura de manera que la materia orgánica es más accesible para los microorganismos aumentando así la velocidad del proceso.

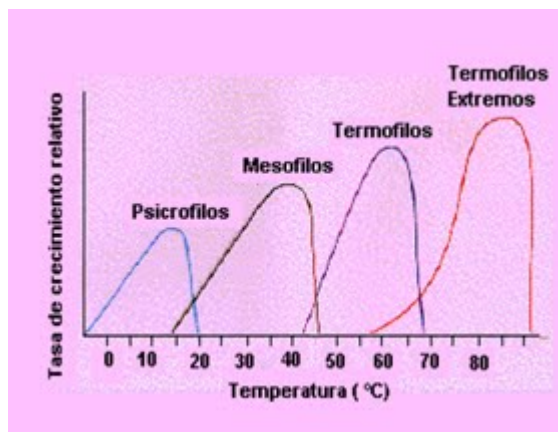


Figura 16. Curva de crecimiento vs temperatura. Fuente Speece (1996)

La temperatura de operación del digestor, es considerada uno de los principales parámetros de diseño, es por esto que cuenta con sistemas de calefacción, aislación y control, debido a la gran influencia de este factor en la velocidad de digestión anaeróbica. Las variaciones bruscas de temperatura en el digestor pueden desestabilizar el proceso. Speece (1996)

pH

El proceso anaeróbico es afectado adversamente con pequeños cambios en los niveles de pH (que se encuentran fuera del rango óptimo). Los diferentes grupos bacterianos presentes en el proceso de digestión anaeróbica presentan unos niveles de actividad óptimos en torno a la neutralidad. El pH óptimo para cultivos mixtos se encuentra en el rango entre 6.8 y 7.4, siendo el pH neutro el ideal. (Varnero y Arellano, 1990)

Tóxicos e inhibidores de la metanogénesis

El proceso de digestión anaeróbica es inhibido por la presencia de sustancias tóxicas en el sistema. Estas sustancias pueden formar parte de las materias primas que entran al digestor o pueden ser subproductos de la actividad metabólica de los microorganismos anaeróbicos. Sustancias tales como amoníaco, metales pesados, compuestos halogenados, cianuro y fenoles, forman parte del primer grupo, en tanto que, sulfuro, amoníaco y ácidos grasos de cadena larga, forman parte del último grupo mencionado.

Potencial redox

Para el adecuado desarrollo de los microorganismos el valor del potencial redox se debe mantener entre -220 mV a -350 mV a pH 7 de manera de asegurar el ambiente fuertemente reductor que las bacterias metanogénicas necesitan para su óptima actividad. Cuando se cultivan metanogénicas, se incorporan agentes reductores fuertes tales como sulfuro, cisteína o titanio III para ajustar el medio a un potencial redox adecuado. (Corrales et al., 2015)

Mantenimiento

Periódicamente se debe inspeccionar y verificar si existen filtraciones de agua o gas en el reactor, cañerías y cámara de carga. El digester de carga continua se debe vaciar completamente retirando el lodo del fondo por lo menos una vez al año.

Descripción de la etapa de cierre

El presente proyecto no contempla una etapa de cierre formal, sino que se enfoca en una renovación destinada a prolongar su vida útil. Tras estimar su ciclo de vida en 15 años, se ha determinado realizar una renovación con el propósito de mejorar el desempeño y extender su vida útil. Esta renovación implicará la implementación de mejoras y actualizaciones en diversas áreas del proyecto considerando las tecnologías y posibilidades disponibles en ese momento, con el objetivo de garantizar su relevancia y eficacia a largo plazo.

Renovación y actualización de instrumentos para mejora de rendimiento y alargar la vida útil.

La renovación y actualización de instrumentos es una práctica importante para mejorar el rendimiento y prolongar la vida útil del biodigester. Se debe realizar una verificación de equipos en profundidad. Para esta inspección se debe dismantelar todo el sistema, corroborar el estado de los equipos y componentes para identificar cualquier problema o desgaste. Si se detectan problemas, es necesario repararlos o reemplazarlos.

La automatización es esencial para mejorar la eficiencia y la seguridad del biodigester. La actualización de los sistemas de control y monitoreo puede mejorar la precisión y la eficiencia de la operación.

Algunas piezas, como los agitadores, las bombas, los filtros y los sensores, pueden desgastarse con el tiempo y requieren ser reemplazados. Es importante reemplazarlos antes de que fallen para evitar interrupciones en el proceso.

La optimización de la eficiencia energética puede ayudar a reducir los costos operativos y prolongar la vida útil. Se pueden realizar mejoras en la iluminación, la refrigeración y la climatización para aumentar la eficiencia energética, además de combinarlas con otras energías alternativas como solar o eólica.

CAPÍTULO 3. Caracterización del Ambiente

Descripción del sitio

Los Pinos es un asentamiento de rango menor (ARM), se encuentra en el Partido de Balcarce, en el sureste de la Provincia de Buenos Aires, a 15 kilómetros de la ciudad homónima. Forma parte de la Ecorregión de Las Pampas, el ecosistema de praderas más extenso de Argentina. Dentro de las Pampas, se localiza en la subregión conocida como Pampa Austral. Esta zona se extiende desde las sierras de Olavarría, Tandil y Balcarce hasta Bahía Blanca, y se destaca por ser una subregión más fría y árida que el resto de la región (Cabrera y Willink, 1973).

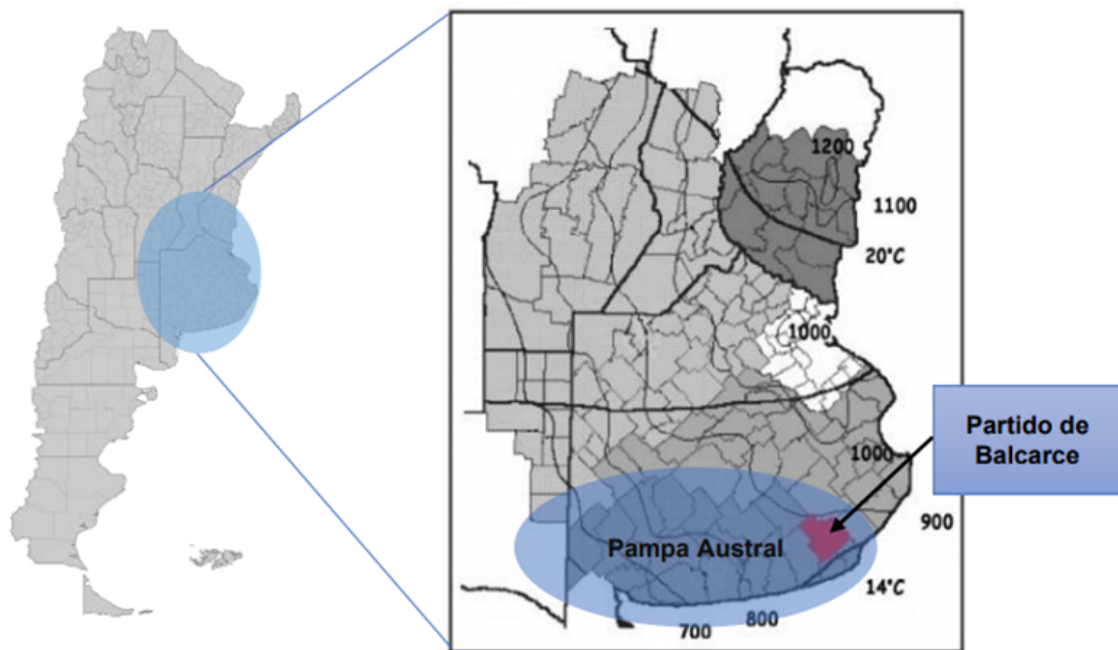


Figura 17. Localización del partido de Balcarce. Fuente: Modificado de Viglizzo, Frank y Carreño (2005)

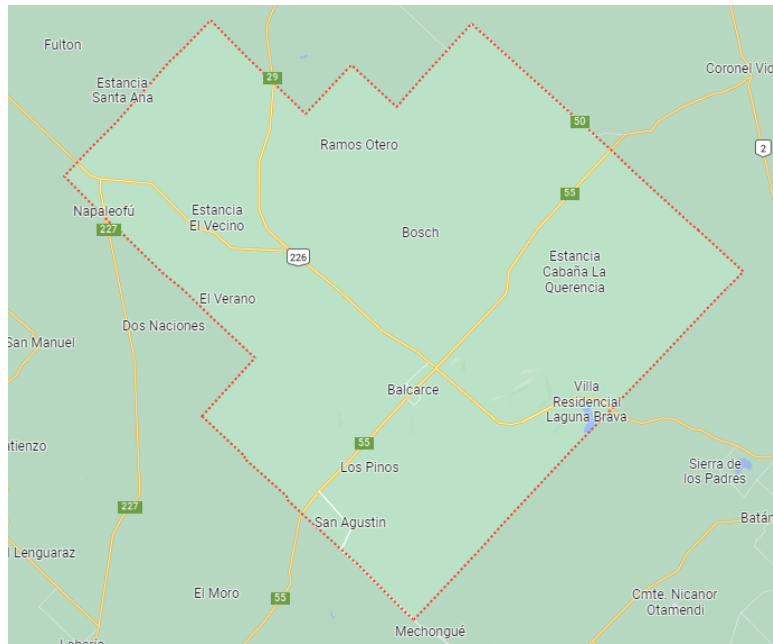


Figura 18. Localización de Los Pinos dentro del partido de Balcarce. Fuente: Google.

Área de influencia

El proyecto generará efectos directos e indirectos que exceden la localización puntual del biodigestor. A partir de ello se procede a la definición de las siguientes áreas de influencia, que comprenden:

- Área operativa (AO), se considerará al espacio cedido por la Municipalidad de Balcarce para la edificación del biodigestor y sectores cuyos usos contribuyen al normal desarrollo de la obra.
- Área de Influencia Directa (AID), se determina como Área de Influencia Directa al territorio donde pueden manifestarse significativamente los efectos sobre los medios natural y antrópico, debidos a la implantación y operación del proyecto, incluida el Área Operativa.
- Área de Influencia Indirecta (AII), comprende un área más amplia que el AID, incluye a la totalidad de la localidad de Los Pinos (considerándose el área con servicios de energía y gas, y área que será beneficiada con la calidad atmosférica), quedando relacionada a las perturbaciones que puedan suceder durante las etapas de construcción y de operación.



Figura 19. Identificación de áreas de influencia. Fuente: Elaboración propia

Medio físico

Geología, Geomorfología y Topografía

El área de estudio incluye rocas de diferentes edades y geoformas que reflejan distinta génesis y edad.

Los rasgos dominantes del paisaje corresponden a los afloramientos serranos del sistema de Tandilia. Estas sierras y serranías se presentan aisladas, separadas por amplios valles cubiertos por depósitos eólicos, predominantemente limos loessicos. Hacia el norte, este relieve ondulado pasa gradualmente a una llanura de muy bajo gradiente (Tomás et al., 2004).

Se reconocen tres ambientes geomorfológicos principales: Sierras, Franja Eólica Periserrana y Planicie Fluvioeólica (Figura 20)(Tomás et al., 2004).

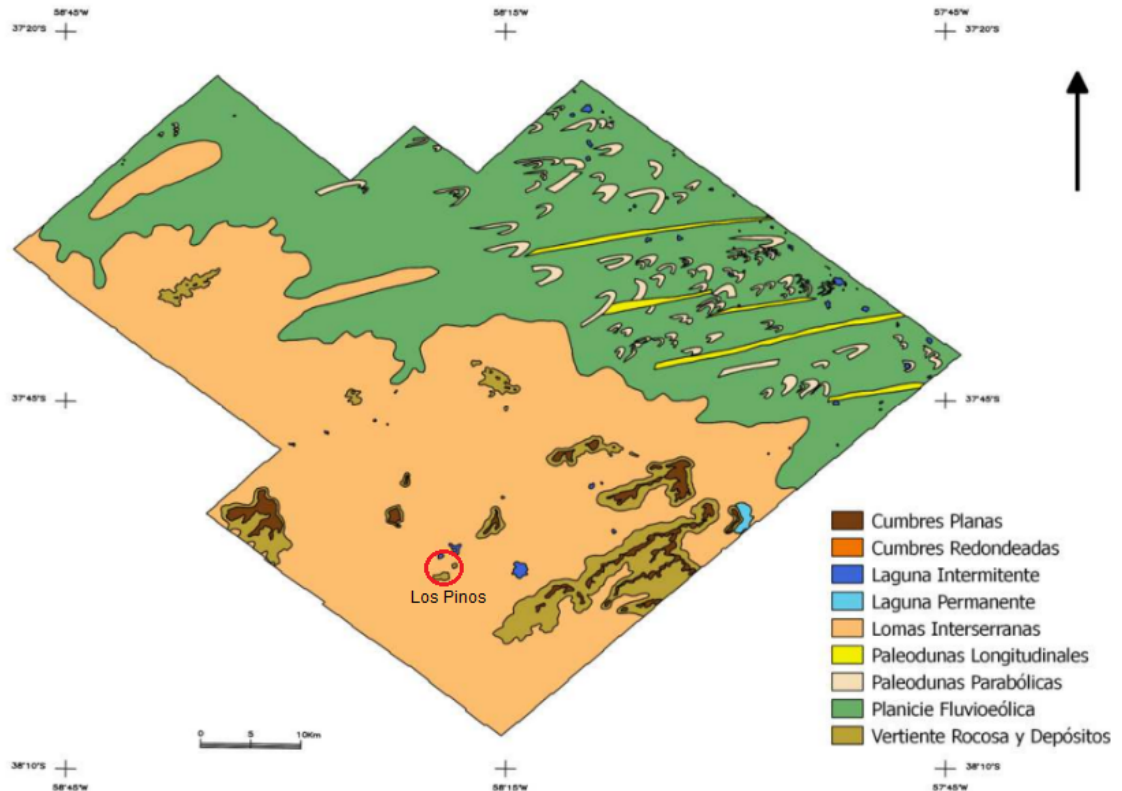


Figura 20. Mapa Geomorfológico del partido de Balcarce. Fuente: Tomás et al, 2004.

Sierras

El ambiente de Sierras está constituido por elevaciones del sistema de Tandilia o también denominado Sierras Septentrionales de la provincia de Buenos Aires. Consiste en una serie de cerros alargados, de cumbres chatas, en forma de mesa, que son el producto del fallamiento y erosión de los mantos subhorizontales de ortocuarcitas de la Formación Balcarce (Teruggi y Kilmurray, 1975). Ello ha determinado que los cerros tengan forma de “mesa” y se las ha incluido en la geoforma Cumbres Planas.

Estas ortocuarcitas son rocas sedimentarias que suprayacen en discordancia erosiva al Basamento igneo-metamórfico de edad precámbrica, dicho basamento no es visible en sierras de La Vigilancia, del Volcán, Sa. Chata, Sa Larga y Co. Amarante por estar cubierto por depósitos coluviales. Mientras que si aparece en Sa. La Barrosa, Cinco Cerros, Cerro el Morro y Cerro el Quebracho constituyendo, en estos últimos tres la geoforma Cumbres Redondeadas (Massone, H., 2003). Este relieve primario, de origen tectónico, controló en cierto modo la dinámica y evolución de los ambientes cuaternarios y define los rasgos mayores del paisaje actual.

Las pendientes de las vertientes rocosas generalmente varían entre verticales y 25°, pudiendo en algunos casos ser menores. En estos sectores dominan esencialmente los procesos de meteorización física. Los cuatro juegos de diaclasas que afectan a las ortocuarcitas son los planos de debilidad primarios a partir de donde se generan clastos, luego removidos por el agua y la gravedad pendiente abajo. En muchos frentes el proceso se inicia con formación de “aleros” por

erosión diferencial de bancos de ortocuarcitas. Algunos bloques se deslizan luego por el talud de detritos, movilizándolo todo el conjunto hasta posiciones muy distantes de su origen. Los depósitos coluviales se inician en posiciones intermedias de las vertientes rocosas formando un manto más o menos continuo de detritos que se extienden unos 500 a 1000 m del pie de las sierras. Están formados por una mezcla heterogénea que va de bloques de algunos metros cúbicos hasta arcilla. Presentan distintos tipos de procesos de remoción en masa, entre los que se identificaron soliflucción, deslizamientos, flujos y reptación (Martínez, G., 2001).

Franja Eólica Periserrana

Este ambiente está constituido por Lomas Interserranas de morfología compleja que se adosan a los frentes serranos u ocupan los amplios valles interserranos. Las lomas están constituidas esencialmente por depósitos del Pleistoceno tardío-Holoceno de las Aloformaciones Médano Invasor y E1 (Martínez, G., 2002). Pueden alcanzar gran altura relativa (hasta 60 m) y su morfología es compleja, pasando de formas elongadas a sub-circulares.

Este relieve complejo está vinculado con los ciclos de depositación eólica del Pleistoceno tardío y Holoceno. La morfología compleja de estas lomas se debe a la interferencia que ofrecieron los cuerpos de las sierras a los paleovientos del oeste y sudeste, favoreciendo la mayor depositación de los limos que transportaban. No obstante, no todas las lomas han sido generadas por procesos eólicos. Algunas están influenciadas subsuperficialmente por los relieves positivos del basamento rocoso, que si bien no llega a aflorar, controla la forma de las lomas.

Planicie Fluvioeólica

Esta unidad corresponde a la llanura que se extiende desde el ambiente franja eólica periserrana hacia el norte y noreste. El relieve tiene escasa pendiente (0,1 % y menores) caracterizado por una asociación de Paleodunas Parabólicas y Paleodunas Longitudinales identificables mediante imágenes satelitales y Lagunas (cubetas de deflación) y dunas de limo asociadas. Estas geoformas fueron generadas por procesos eólicos tanto de erosión como de acumulación. Los rasgos lineales con dirección general noreste, corresponden a paleodunas parabólicas y longitudinales, cuya longitud promedio varía entre 3,6 y 40 km, un ancho de 40-380 m y alturas relativas de 0,5 a 3 m. El origen de estas geoformas, se vincula con paleovientos del sudoeste y oeste, durante ciclos más áridos del Holoceno medio y tardío (Martínez, G., 2001). La red de drenaje está formada en general, por cursos de escaso caudal que nacen en el ámbito serrano y desembocan en el mar. En la planicie fluvioeólica existe una densa red de drenaje que está en parte controlada por las paleodunas. El drenaje está adaptado ocupando las áreas interdunarias de dunas mayormente parabólicas. Las lagunas mayoritariamente deben también su origen a procesos de erosión del viento, durante épocas más áridas, donde la cubierta de vegetación era lo suficientemente escasa como para permitir al viento excavar huecos, que luego se transformaron en lagunas con climas más húmedos como el actual.

Hidrología

Hidrología superficial

Al igual que en todo el sudeste bonaerense, la hidrografía de la cuenca que abarca a Los Pinos se caracteriza por cursos de escasa expresión topográfica, a menudo de régimen intermitente.

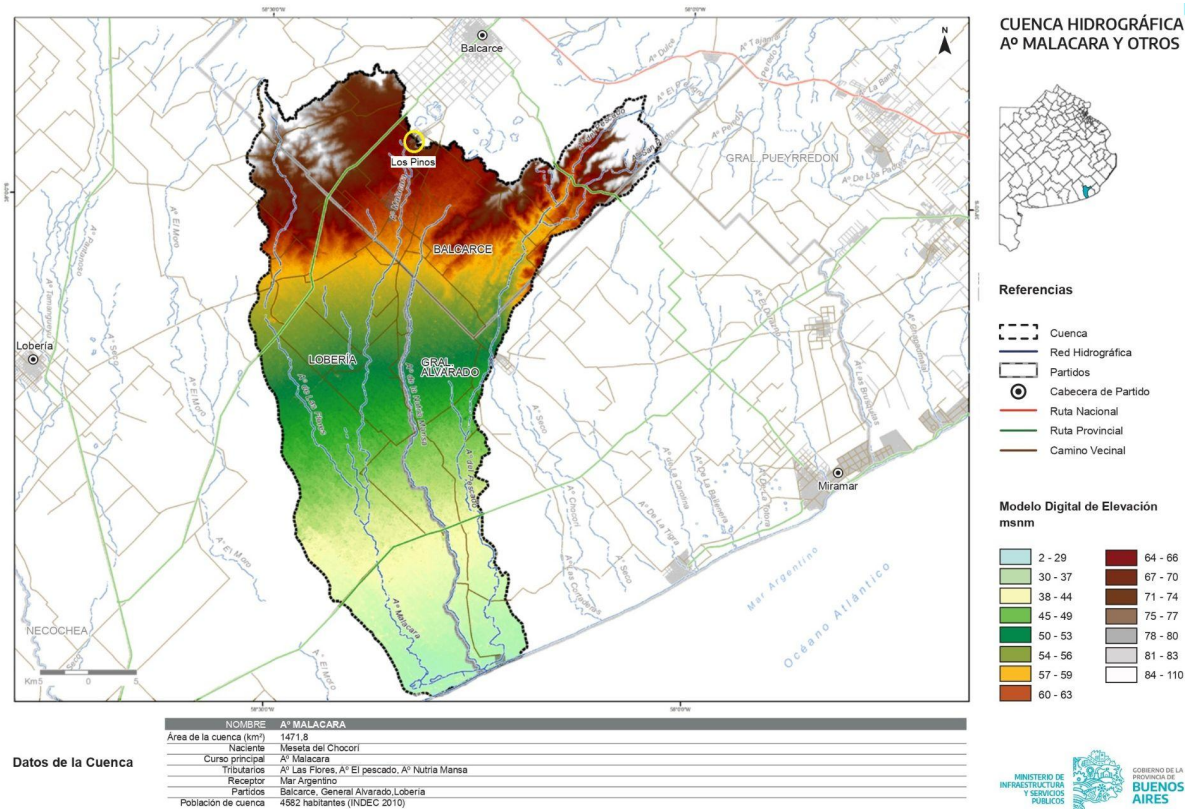


Figura 21. Cuenca hidrográfica A° Malacara y otros. Fuente: Ministerio de infraestructura y servicios públicos.

El Partido de Balcarce tiene una importante área serrana donde se encuentran las nacientes de numerosos arroyos, que luego de recorrer la llanura desaguan en el Océano Atlántico.

Se las dividió en dos grandes grupos: aquellas cuencas cuyos arroyos escurren desde la zona serrana hacia el este y sudeste (“Vertiente Oriental”) y aquellas cuyos arroyos escurren desde la misma zona pero hacia el oeste y sudoeste (“Vertiente Occidental”).

En el caso de estudio, la vertiente occidental es la de mayor importancia. Esta vertiente cuenta con 6 cuencas, ellas son:

- Cuenca Arroyo El Moro: ocupa un pequeño sector de 26 km² en el noroeste del Partido, más precisamente, en el flanco sureste de Sierra Larga.
- Cuenca Arroyo Las Flores: tiene sus nacientes en la vertiente sursureste de Sierra Larga y ocupa 28 km².

- Cuenca Arroyo La Malacara: nace en el área de sierras cercana a la localidad de Los Pinos y ocupa 190 km².
- Cuenca Arroyo La Nutria Mansa: el arroyo La Nutria Mansa tiene sus nacientes en el valle interserrano ubicado entre Sierra La Vigilancia.
- Sierra de Los Pinos y Sierra La Barrosa y ocupa 173 km². En el extremo noreste de esta cuenca existe un área donde la Laguna de Casado actúa como nivel de base, recibiendo el escurrimiento superficial de parte de las Sierras La Barrosa y La Vigilancia.
- Cuenca Arroyo Chocorí : nace en el flanco sur de Sierra La Vigilancia y ocupa 209 km².

Limitando con la zona de influencia existen numerosas depresiones ocupadas por cuerpos de agua semipermanentes. Las depresiones corresponden normalmente a cubetas de deflación originadas por la acción erosiva del viento, esencialmente en períodos secos. Constituyen formas conspicuas en la región. Son depresiones pandas y generalmente ovales. Las mayores de ellas, ante un nivel freático generalmente somero, han conformado en la actualidad pequeños cuerpos lacunares (Marcomini, 2002). Como se puede apreciar en la siguiente figura.

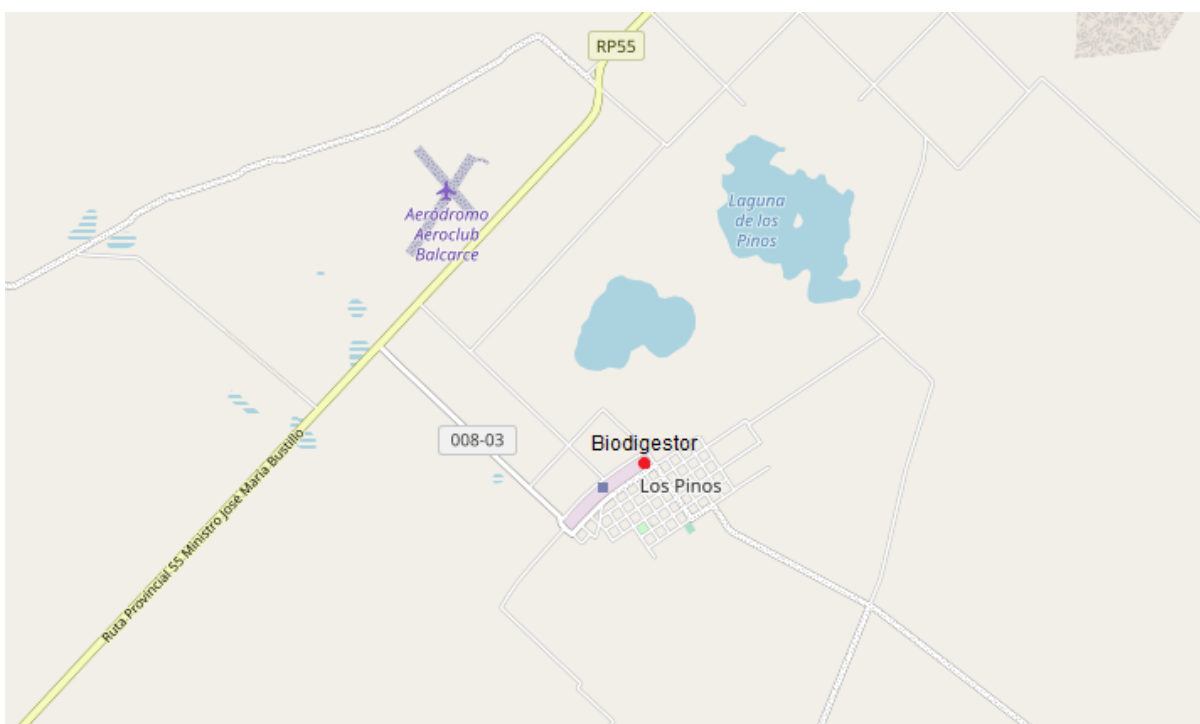


Figura 22. Cuerpos de agua superficiales. Fuente: Modificado de OpenStreetMap.

Hidrología Subterránea

El área del Proyecto “Unidad demostrativa de producción de biogás Los Pinos”, se emplaza dentro del denominado ambiente hidrogeológico “Serrano” (Auge, 2004), como se puede apreciar en la siguiente figura.

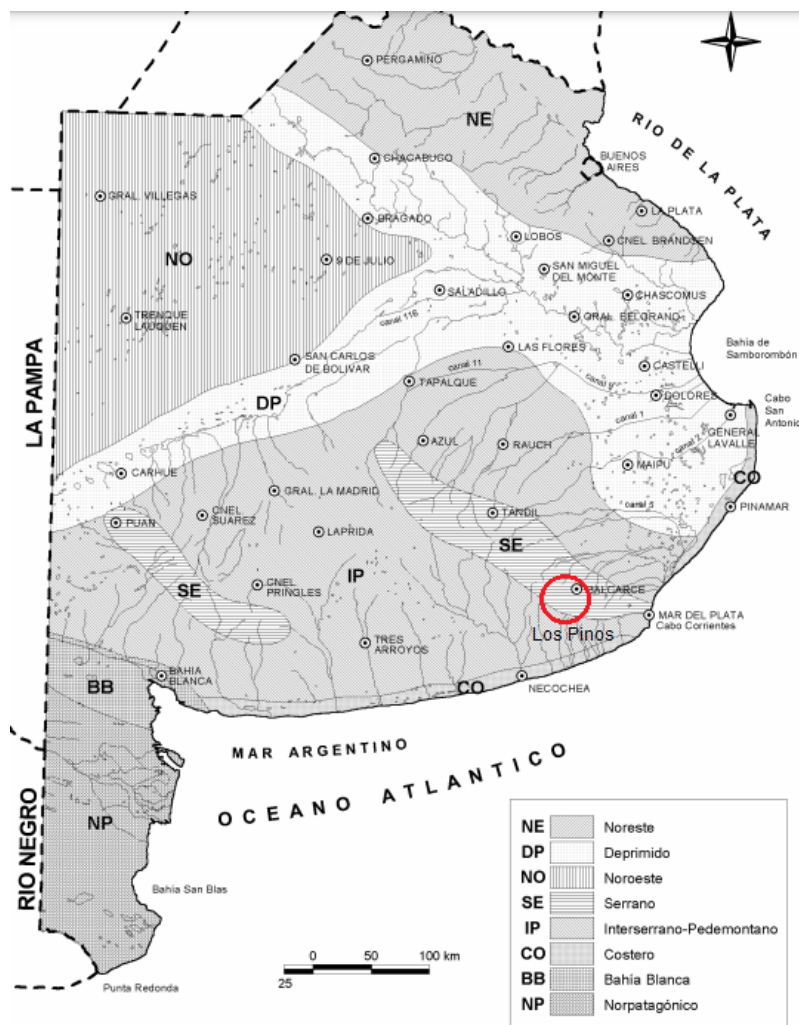


Figura 23. Mapa de los Ambientes Hidrogeológicos de la Provincia de Buenos Aires. El círculo rojo muestra la ubicación de Los Pinos. Modificado de Auge, 2004.

En este ambiente se incluyen a las unidades orográficas de Tandilia y Ventania, que constituyen los únicos sistemas montañosos de la Provincia de Buenos Aires y ocupan sólo el 5% de su superficie.

Postpampeano y Reciente. Esta unidad se caracteriza por su discontinuidad areal y está integrada por limos arenosos de origen eólico que se adosan a los faldeos serranos de Tandilia y de Ventania. En las depresiones predominan depósitos aluviales y coluviales, derivados de la acción fluvial y gravitacional respectivamente. Los sedimentos eólicos, que pertenecen a la Formación Junín, normalmente no superan 5 m de espesor y suelen presentar niveles calcáreos. Los depósitos aluviales y coluviales, tienen una expresión areal y vertical más reducida. El conjunto se comporta como pobremente acuífero, contiene a la capa freática y presenta salinidad de moderada a baja (3,5 a 0,5 g/l); su empleo se restringe al ámbito rural.

Pampeano. En algunos lugares serranos sobrepuesto al basamento cristalino, existe una secuencia de sedimentos arcillo-limosos de baja permeabilidad, asignables al Pampeano, pero en este caso para el lapso Pliopleistoceno. Ello pues, la sección inferior o aún toda la secuencia, podría correlacionarse con el Araucano. Por su granometría predominantemente pelítica, se comporta como

acuicludo a acuitardo y por lo tanto, es de muy baja productividad. Por ello suele ser captado mediante pozos cavados para consumo domiciliario. La salinidad varía de moderada a alta (2 a 7 g/l).

El Pampeano típico ocupa las depresiones interserranas, conformando el sustrato de los sedimentos postpampeanos. El espesor del Pampeano en el Ambiente Serrano varía entre 0 y 30 m, se comporta como acuífero de moderado rendimiento, contiene a la capa freática y normalmente agua con menor salinidad que la del Postpampeano (0,5 - 2,5 g/l), aunque suele presentar tenores en flúor relativamente altos (Puán, Tornquist, Olavarría, María Ignacia, Barker). Se utiliza para la provisión de algunas localidades de pocos habitantes y en la zona rural, para el abastecimiento doméstico y ganadero.

Basamento Hidrogeológico. Ya se mencionaron las características hidrogeológicas de las rocas que se incluyen en esta unidad, pero un caso particular, es el comportamiento que le cabe a la cobertura meteorizada que suele tener un desarrollo importante en rocas de tipo granítico. En este caso, la alteración de los minerales feldespáticos puede originar una porosidad similar a la intergranular o primaria. Por lo tanto en la cobertura meteorizada, el almacenamiento y el flujo pueden ser los que caracterizan a un medio continuo, a uno discontinuo, o a ambos. Ello dependerá de la importancia relativa de la alteración frente a la fracturación de la roca.

Los caracteres hidrogeológicos de los dos cordones serranos son muy similares. En el de Tandil, predominan cuarcitas, lutitas, arcilitas, dolomitas y areniscas, dentro de las rocas sedimentarias de edad paleozoica y esquistos, gneises, mármoles y milonitas, dentro de las metamórficas de edad precámbrica (basamento cristalino). Este basamento domina, como constituyente del cuerpo de las sierras, en el sector central de las mismas (Tandil). (Auge, 2004)

Suelos

El partido de Balcarce se encuentra en la región de sierras Septentrionales y Australes de Buenos Aires, dentro de la clasificación "Suelos humíferos de la Región Pampeana", que con una superficie de más de 500.000 km² también incluye parcialmente las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, La Pampa y una pequeña parte de San Luis, como se aprecia en la siguiente figura.



Figura 24. Región de suelos de Argentina. Fuente: Pereyra, 2012.

En esta región se localizan los suelos más fértiles del país constituyendo una de las regiones más productivas del Mundo. Predominan los suelos humíferos, son comunes los suelos ácuicos e hidromórficos y, en la zona occidental, los suelos arenosos.

Los materiales originarios son variados si bien es marcado el predominio de los eólicos limosos y limoarenosos de tipo loésico. En menor proporción se encuentran sedimentos fluviales finos (usualmente loess retransportado), limos lacustres, arenas eólicas y arenas, limos y arcillas marinas.

En la mayor parte de la región se observan suelos con horizontes superficiales oscuros, potentes y bien provistos de materia orgánica en los cuales la maduración de la materia orgánica (humificación) y la melanización son los procesos dominantes, resultando en una alta fertilidad. Estos horizontes A poseen en general contenidos de materia orgánica mayores que el 3%, estructura en bloques y texturas franco-limosas y franco arenolimosas. Consecuentemente los suelos pertenecen al Orden Molisoles formados a partir de materiales originarios loessicos, sedimentos de tamaños limosos, con cierta participación de arenas, lo que confiere a los suelos propiedades físicas y químicas muy favorables para la mayor parte de los cultivos.

En los sectores más elevados, estables desde el punto de vista geomorfológico y más antiguos, los Molisoles presentan un alto grado de desarrollo pedogenético. Por debajo de los horizontes

mólicos se hallan potentes horizontes de acumulación de arcillas (Bt). Los horizontes argílicos son de texturas arcillosas o franco-arcillosas, tienen estructuras prismáticas y abundantes barnices o cutanes, lo que evidencia que su génesis se debe a la migración de arcillas en suspensión. Estos suelos son muy profundos (más de 2 m), con horizontes bien diferenciados y con perfiles complejos como se aprecia en el perfil esquemático (Figura 25). En función de las características señaladas pertenecen al Gran Grupo Argiudoles y son los suelos dominantes de la región. (Pereyra, 2012.)

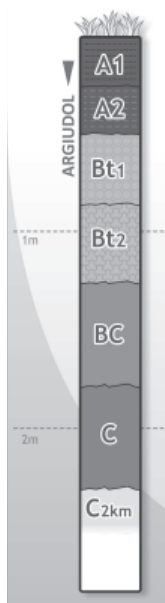


Figura 25. Perfil esquemático de suelo representativo de la región Sierras Septentrionales y Australes de Buenos Aires. Pereyra, 2012

Según la clasificación de Atlas de Suelos de la República Argentina (INTA, 1990), Los Pinos se identifica con la categoría Mltc-14 (Figura 26) que posee las siguientes características:

Orden Principal	Molisoles
Subgrupo Principal	Argiudoles típico
Suelo principal	60% del total
Orden Secundario	Molisoles
Subgrupo Secundario	Argiudoles ácuico
Suelo Secundario	40% del total

Tabla 1. Clasificación de suelos. (INTA, 1990)

En este caso, el suelo principal es un Argiudol típico, lo que significa que tiene una buena capacidad para retener nutrientes y agua, lo que lo hace muy adecuado para la agricultura. El suelo secundario es un Argiudol ácuico, lo que significa que tiene una capacidad aún mayor para

retener agua, lo que puede ser beneficioso para algunas plantas, pero puede ser problemático si el suelo se vuelve demasiado saturado.

El símbolo MItc-14 se refiere a la clasificación del suelo según el sistema de clasificación de suelos de la USDA, que utiliza una serie de letras y números para describir las características del suelo. En este caso, el "M" se refiere al orden de los Molisoles, "It" indica que el suelo es típico de la región de Illinois (donde se originó el sistema de clasificación de suelos), "c" indica que el suelo tiene un horizonte arcilloso y "14" es un número específico que se utiliza para distinguir este suelo de otros Molisoles Argiúdules típicos en la región (Soil Survey Staff, 2014).



Figura 26. Atlas de suelos de la República Argentina. Modificado de Geointa.

Climatología

Se tomó como Estación Meteorológica de referencia la estación del Servicio Meteorológico Nacional "A872824, Balcarce - EEA Balcarce", distante unos 19km, por ser la más cercana a la localidad de Los Pinos, localizada en las coordenadas: 37°45'36"S 58°18'00"O.

El partido de Balcarce según la clasificación de Thornthwaite (1948) presenta un régimen hídrico subhúmedo – húmedo.

La precipitación media anual es del orden de los 800 mm, siendo los meses más lluviosos febrero, marzo y abril. Y el trimestre más seco es el de junio, julio y agosto. El sector más próximo a la costa presenta veranos más húmedos.

La temperatura media anual en esta región es de 13.3°C, con una máxima media alcanzada en el mes de enero de 30°C y una mínima media en los meses de julio y agosto de 4°C se puede apreciar con detalle el climograma en la Figura 27. El período promedio libre de heladas se extiende desde mediados de octubre hasta mediados de mayo.

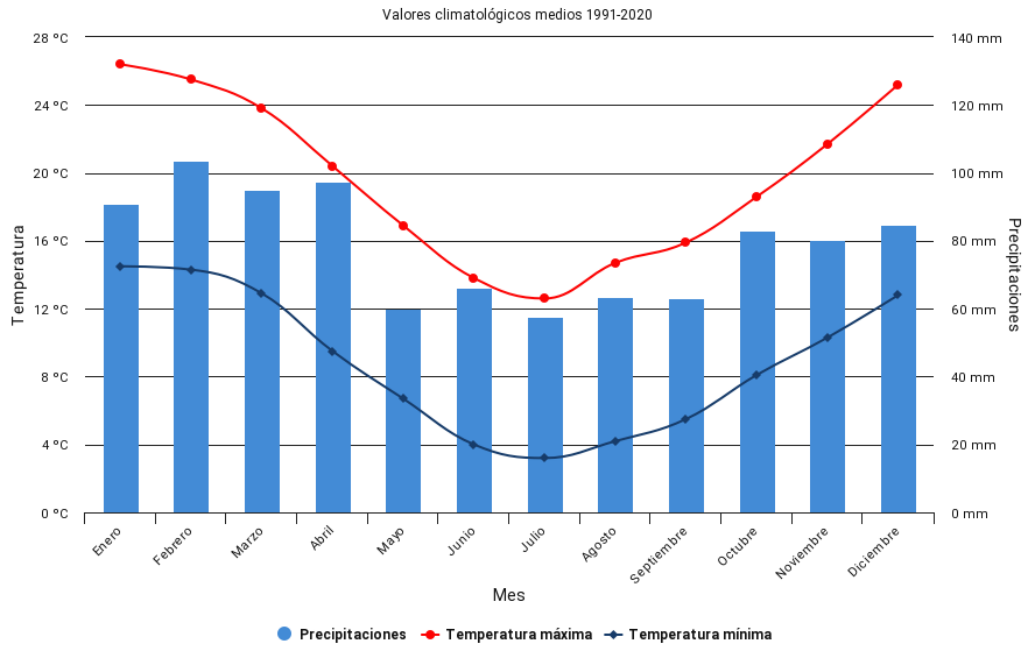


Figura 27. Climograma EAA Balcarce. Fuente: Meteoblue.com

Los vientos en esta región tienen una dirección predominantemente del sector Norte a Noroeste, con una moda de velocidad de 12 a 19 km/h, y una frecuencia anual de más de 2500 horas por año. Los meses más ventosos son diciembre y enero. La rosa de los vientos (Figura 28) muestra el número de horas al año que el viento sopla en cada dirección.

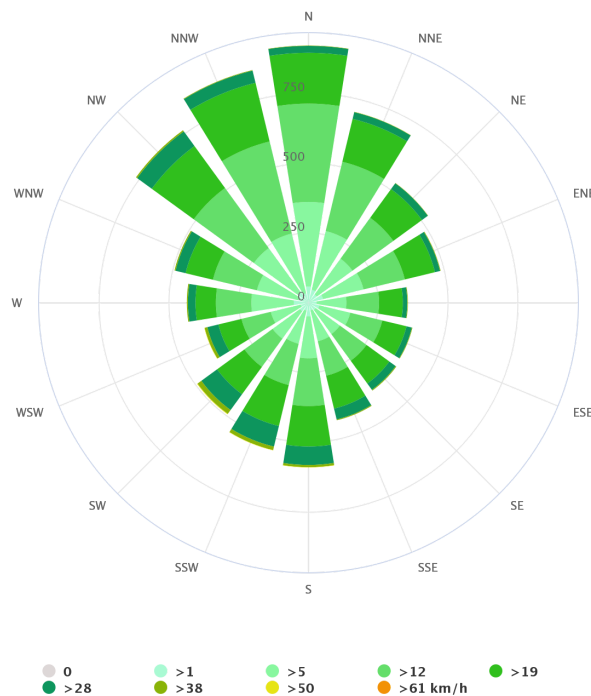


Figura 28. Rosa de los vientos. Fuente: Meteoblue.com

Medio biológico

Vegetación

Contexto regional

En la provincia de Buenos Aires la vegetación dominante es la estepa de gramíneas, existiendo también praderas, estepas sammófilas, estepas halófilas, bosques marginales y diversos tipos de vegetación hidrófila.

Los Pinos se encuentra, según la clasificación fitogeográfica de Cabrera A. L., (1971), en el distrito de la provincia Pampeana. Ocupa las llanuras del este de la República Argentina entre los grados 31 y 39 de latitud sur, aproximadamente. Cubre el sur de Entre Ríos, Santa Fe y Córdoba, casi toda Buenos Aires y el este de La Pampa. Al norte, oeste y sur limita con la Provincia del Espinal, al este y sudeste con el Océano Atlántico. Esta se extiende sobre llanuras horizontales o muy poco onduladas, con algunas serranías de poca altura (hasta 1239 m) que emergen como islas.



Figura 29. Territorios fitogeográficos de la República Argentina. Fuente: Cabrera A. L., 1971.

La vegetación dominante es la estepa de gramíneas, existiendo también praderas, estepas sammófilas, estepas halófilas, bosques marginales y diversos tipos de vegetación hidrófila.

Desde el punto de vista florístico, la Región Pampeana se caracteriza por la predominancia total de gramíneas cespitosas, especialmente los géneros *Stipa*, *Piptochaetium*, *Aristida*, *Melica*, *Briza*, *Bromus*, *Eragrostis* y *Poa*. También son muy abundantes *Paspalum* y *Panicum*, especialmente en los distritos septentrionales. Entre las matas de gramíneas se desarrollan una serie de géneros herbáceos o arbustivos, como *Margyricarpus*, *Baccharis*, *Heimia*, *Alicropsis*, *Berroa*, *Chaptalia*, *Aster*, *Vicia*, *Oxalis*, *Adesmia*, etc. La mayor parte de los elementos que componen la flora de esta Provincia pertenecen al Dominio Chaqueño, y suelen ser frecuentes en las abras del Chaco o del Espinal, pero también aparecen algunos elementos andinos.

Tiene profundos y ricos suelos abundantes en humus lo que propicia la existencia natural de importantes pastizales de gramíneas o directamente praderas. La cobertura de estos pastizales es poco densa, cubriendo un 60 % aproximadamente de la superficie de este suelo.

En la Pampa no existen árboles de gran porte, a no ser cultivados o bien en comunidades edáficas muy reducidas. La gran mayoría son de origen exótico y conforman montes en áreas rurales y el arbolado urbano. Entre estos figuran eucalipto (*Eucalyptus sp.*), álamo (*Populus sp.*), acacia blanca (*Robinia pseudoacacia*), sauce (*Salix sp.*), plátano (*Platanus x indica*), fresno americano (*Fraxinus pensylvanica*), ligustro (*Ligustrum lucidum*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), magnolia (*Magnolia grandiflora*), olm (*Ulmus sp.*), distintas gimnospermas (*Pinus sp.*, *Cupressus sp.*, *Cedrus sp.*), paraíso (*Melia azedarach*), tilo (*Tilia sp.*), frutales (*Citrus sp.*, *Ficus sp.*, *Prunus sp.*, *Morus sp.*), entre otras. Las especies introducidas de otras regiones del país se adaptan muy bien a las condiciones de la zona. Entre estas aparecen especies nativas como araucaria (*Araucaria sp.*), ombú (*Phytolacca dioica*), tala (*Celtis ehrenbergiana*), cinacina (*Parkinsonia aculeata*), ceibo (*Erythrina crista-galli*), palo borracho (*Ceiba speciosa*), jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*), quebracho (*Schinopsis sp.*), laurel (*Nectandra megapotamica*), timbó (*Enterolobium contortisiliquum*), espinillo (*Acacia caven*), caldén (*Prosopis caldenia*), etc. En bordes de arroyos y cursos menores crece el sauce criollo (*Salix humboldtiana*).

Contexto local

La Pampa Austral, donde se ubica el partido de Balcarce, se trata de la unidad más austral de la región e incluye los sistemas montañosos de Tandilia y Ventania. La vegetación prístina de esta unidad está usualmente dominada por especies de los géneros *Stipa* (*S. neesiana*, *S. trichotoma*, *S. tenuis*) y *Piptochaetium* (*P. napostaense*, *P. lejopodum*). El relieve marcado que presentan las Sierras Australes le confiere a la pampa austral una biodiversidad distintiva, con más de 400 especies de plantas vasculares nativas (Frangi y Barrera, 1996) y una gran riqueza en endemismos, como las gramíneas *Festuca ventanicola*, *Festuca pampeana*, *Stipajuncoides Bromus bonariensis* y *Poa iridifolia*, y las latifoliadas *Senecio ventanensis* y *Plantago bismarckii*, entre otras, que afloran en las estepas y sitios rocosos ubicados a más de 500 m. Algunos autores incluso consideran que la vegetación de estas zonas montañosas y rocosas constituyen un distrito fitogeográfico per se (Soriano et al., 1992).

Las actividades agropecuarias desarrolladas activamente durante los últimos 100-130 años han modificado profundamente las características florísticas y estructurales del paisaje original. De

este modo, los pastizales naturales han dado lugar a un paisaje caracterizado por los cultivos comunes a cualquier región templada del mundo (trigo, girasol, maíz, soja) y por forestaciones, generalmente pequeñas, que señalan los asentamientos humanos (Cabrerá, 1976. León et al., 1984. Soriano et al., 1991. Burkart et al., 1998).

Fauna

Ornitología - Contexto regional

El área de estudio se localiza en la Ecorregión Pampa (Burkart, Bárbaro, Sánchez, & Gomez, 1999) dentro de la zona ornitogeográfica definida por Narosky & Yzurieta (2010) como provincia Pampeana. A su vez, se incluye dentro del área 3 del esquema ornitológico (Darrieu, Camperi, & Piloni, 2013), para la provincia de Buenos Aires, la cual se caracteriza por su avifauna subtropical.



Figura 30. Esquema ornitológico para la provincia de Buenos Aires. Fuente: (Darrieu, Camperi, & Piloni, 2013)

Antiguamente, la ecorregión estaba cubierta por densos y extensos pastizales. Actualmente predominan los campos de cultivo y pastoreo, y queda en escasas zonas el pastizal natural, donde existen gramíneas nativas. Las aves más características son sin duda las terrestres. Sin embargo,

con la introducción de árboles exóticos desde la época colonial, diversas aves del centro y el litoral del país lograron arribar a las Pampas y reproducirse con éxito.

Dentro de las especies citadas (Tabla 2) o conocidas para el área no aparecen dentro del área del sitio componentes endémicos y/o especies de alto valor de conservación relevantes que merezcan una atención particular, el ensamble de aves citado en la bibliografía y observado en la visita de campo es típico de sistema agrícolas y zonas agropecuarias de la zona central de la provincia de Buenos Aires.

	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	ORDEN
1	<i>Rupornis magnirostris</i>	Taguató	accipitridae	accipitriformes
2	<i>Caracara plancus</i>	Carancho	falconidae	falconiformes
3	<i>Milvago chimango</i>	chimango	falconidae	falconiformes
4	<i>Falco sparverius</i>	halconcito colorado	falconidae	falconiformes
5	<i>Vanellus chilensis</i>	tero	charadriidae	charadriiformes
6	<i>Larus maculipennis</i>	gaviota capucho café	laridae	charadriiformes
7	<i>Columba livia</i>	paloma doméstica	columbidae	columbiformes
8	<i>Patagioenas picazuro</i>	paloma picazuró	columbidae	columbiformes
9	<i>Patagioenas maculosa</i>	paloma manchada	columbidae	columbiformes
10	<i>Zenaida auriculata</i>	torcaza común	columbidae	columbiformes
11	<i>Myiopsitta monachus</i>	cotorra	psittacidae	psittaciformes
12	<i>Guira guira</i>	pirincho	cuculidae	cuculiformes
13	<i>Tyto alba</i>	lechuza de campanario	tytonidae	strigiformes
14	<i>Athene cunicularia</i>	lechucita vizcachera	strigidae	strigiformes
15	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	picaflor común	trochilidae	trochiliformes
16	<i>Colaptes campestris</i>	carpintero campestre	picidae	piciformes
17	<i>Colaptes melanochloros</i>	carpintero real	picidae	piciformes
18	<i>Furnarius rufus</i>	hornero	furnariidae	passeriformes
19	<i>Myiophobus fasciatus</i>	mosqueta estriada	tyrannidae	passeriformes
20	<i>Serpophaga subcristata</i>	piojito común	tyrannidae	passeriformes
21	<i>Pitangus sulphuratus</i>	benteveo	tyrannidae	passeriformes
22	<i>Tyrannus melancholicus</i>	suirirí real	tyrannidae	passeriformes
23	<i>Machetornis rixosa</i>	picabuey	tyrannidae	passeriformes
24	<i>Tyrannus savana</i>	tijereta	tyrannidae	passeriformes
25	<i>Progne tapera</i>	golondrina parda	hirundinidae	passeriformes
26	<i>Progne chalybea</i>	golondrina doméstica	hirundinidae	passeriformes
27	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	golondrina barranquera	hirundinidae	passeriformes

28	<i>Hirundo rustica</i>	golondrina tijerita	hirundinidae	passeriformes
29	<i>Polioptila dumicola</i>	tacuarita azul	polioptilidae	passeriformes
30	<i>Turdus amaurochalinus</i>	zorzal chalchalero	turdidae	passeriformes
31	<i>Turdus rufiventris</i>	zorzal colorado	turdidae	passeriformes
32	<i>Mimus saturninus</i>	calandria grande	mimidae	passeriformes
33	<i>Mimus triurus</i>	calandria real	mimidae	passeriformes
34	<i>Sicalis flaveola</i>	jilguero dorado	emberizidae	passeriformes
35	<i>Sicalis luteola</i>	misto	emberizidae	passeriformes
36	<i>Zonotrichia capensis</i>	chingolo	emberizidae	passeriformes
37	<i>Carduelis magellanica</i>	cabecitanegra común	fringillidae	passeriformes
38	<i>Passer domesticus</i>	gorrión	ploceidae	passeriformes
39	<i>Troglodytes aedon</i>	ratona común	troglodytidae	passeriformes
40	<i>Molothrus rufoaxillaris</i>	tordo pico corto	icteridae	passeriformes
41	<i>Molothrus bonariensis</i>	tordo renegrado	icteridae	passeriformes
42	<i>Agelaioides badius</i>	tordo músico	icteridae	passeriformes

Tabla 2. Lista de aves de la región. (Darrieu, Camperi, & Piloni, 2013)

Herpetología - Contexto regional

La provincia de Buenos Aires es una de las zonas más afectadas por la ocupación del hombre y sus poblados, rutas, alambrados, animales domésticos, la introducción de nuevas pasturas y cultivos, enfermedades ganaderas, etc. Todo esto conlleva a una readaptación de los ecosistemas prístinos, a un ritmo veloz que muchos organismos autóctonos no se pueden adaptar. Dependiendo del grado de especialización del reptil o anfibio, se podrá ver la estrecha relación con un determinado hábitat. Los que estén más especializados se encuentran más cautivos en el ecosistema en el que interactúan, mientras que las especies más generalistas (habitan distintos ambientes, dieta diversa y/o resistentes temperaturas adversas, etc.) van a ser menos dependientes de un determinado ecosistema. A su vez, las poblaciones sufren cambios numéricos, siendo muy abundantes en algunos años, poco abundantes y hasta muy raros en otros. Esto se debe a condiciones climáticas, oferta de alimento, etc., las cuales varían de un año a otro (Giambelluca, 2015).

ANFIBIOS				
	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	ESTATUS
1	<i>Rhinella arenarum</i>	sapo común	bufonidae	no amenazada
2	<i>Rhinella fernandezae</i>	sapito de jardín	bufonidae	no amenazada
3	<i>Leptodactylus gracilis</i>	rana rayada	leptodactylidae	no amenazada
4	<i>Leptodactylus latinasus</i>	ranita urnera	leptodactylidae	no amenazada
5	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	ranita de bigotes	leptodactylidae	no amenazada
6	<i>Leptodactylus latrans</i>	rana criolla	leptodactylidae	no amenazada
7	<i>Hypsiboas pulchellus</i>	rana de zarzal	hylidae	no amenazada
REPTILES				
	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	ESTATUS
1	<i>Teiurus oculatus</i>	lagartija verde	teiidae	no amenazada
2	<i>Salvator merianae</i>	lagarto overo	teiidae	no amenazada
3	<i>Ophiodes vertebralis</i>	"serpiente" de cristal	diploglossidae	no amenazada
4	<i>Amphisbaena spp.</i>	"víbora" ciega	amphisbaenidae	no amenazada
5	<i>Epictia spp.</i>	culebra ciega	leptotyphlopidae	no amenazada
6	<i>Lygophis anomalus</i>	culebra de líneas amarillas	dipsadidae	no amenazada
7	<i>Philodryas patagoniensis</i>	culebra ratonera	dipsadidae	no amenazada
8	<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	culebra verdinegra	dipsadidae	no amenazada
9	<i>Xenodon dorbignyi</i>	falsa yarará ñata	dipsadidae	no amenazada
10	<i>Oxyrhopus rhombifer</i>	falsa coral	dipsadidae	no amenazada
11	<i>Bothrops ammodytoides</i>	Yarará ñata	viperidae	no amenazada

Tabla 3. Lista de anfibios y reptiles de Los Pinos y áreas adyacentes. (Giambelluca, 2015).

Mamíferos - Contexto regional

El área de proyecto se encuentra en un territorio de gran aprovechamiento agrícola y ganadero donde la vegetación prístina fue casi totalmente destruida y sustituida por especies de cultivo, o bien los campos naturales se hallan muy alterados por la ganadería intensiva.

Desde el punto de vista zoogeográfico, los elementos faunísticos tienen una fuerte influencia patagónica (Cabrera & Willink, 1973). Como la vegetación original, los mamíferos bonaerenses han sufrido la pérdida de hábitat y nichos ecológicos desde la época colonial, intensificándose a lo largo del tiempo. Entre los marsupiales se hallan el colicorto pampeano (*Monodelphis dimidiata*),

comadreja overa (*Didelphis albiventris*) y comadreja colorada (*Lutreolina crassicaudata*); dos armadillos: mulita pampeana (*Dasypus hybridus*) y peludo (*Chaetophractus villosus*); los carnívoros se encuentran representados por el zorro gris (*Lycalopex gymnocercus*), gato montés (*Leopardus geoffroyi*), y puma (*Puma concolor*); mustélidos como el zorrino común (*Conepatus chinga*) y hurón menor (*Galictis cuja*); también aparecen roedores como el cuis grande (*Cavia aperea*), carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y coipo (*Myocastor coypus*), micromamíferos como lauchas y ratones de campo de los géneros *Akodon*, *Calomys*, *Holochilus*, *Necomys*, etc.; y murciélagos de los géneros *Glossophaga*, *Eptesicus*, *Lasiurus*, *Myotis*, *Eumops*, *Molossops*, etc.

Nota: PM (preocupación Menor). VU (Vulnerable).

	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	ORDEN	ESTATUS
1	<i>Mus musculus</i>	ratón doméstico	muridae	rodentia	PM
2	<i>Rattus rattus</i>	rata negra	muridae	rodentia	PM
3	<i>Rattus norvegicus</i>	rata parda	muridae	rodentia	PM
4	<i>Akodon sp.</i>	ratón de campo	cricketidae	rodentia	-
5	<i>Calomys sp.</i>	lauchas	cricketidae	rodentia	-
6	<i>Holochilus sp.</i>	rata de agua	cricketidae	rodentia	-
7	<i>Necomys sp.</i>	ratón cavador	cricketidae	rodentia	-
8	<i>Didelphis albiventris</i>	comadreja overa	didelphidae	didelphimorphia	PM
9	<i>Chaetophractus villosus</i>	peludo	dasypodidae	xenarthra	PM
10	<i>Lycalopex gymnocercus</i>	zorro	canidae	carnivora	PM
11	<i>Canis lupus familiaris</i>	perro	canidae	carnivora	PM
12	<i>Conepatus chinga</i>	zorrino	mustelidae	carnivora	PM
13	<i>Galictis cuja</i>	hurón menor	mustelidae	carnivora	VU
14	<i>Felis catus</i>	gato	felidae	carnivora	PM
15	<i>Equus ferus caballus</i>	Caballo	equidae	perissodactyla	PM
16	<i>Lepus europaeus</i>	liebre	leporidae	lagomorpha	PM

Tabla 4. Lista de mamíferos de la zona de estudio y áreas adyacentes. (Cabrera & Willink, 1973)

Ecosistemas

El ecosistema ocupado por el área de influencia del Proyecto se caracteriza por presentar patrones y procesos muy distintos de los previos a la intensificación de la acción antrópica. Esto se debe a que el ecosistema “natural” fue transformado en un “agroecosistema”, caracterizado, por un lado, por la extracción de materia y energía fuera del sistema en forma de grano o carne y, por otro lado, por los subsidios de energía en forma de combustibles fósiles, fertilizantes, herbicidas y otras tecnologías.

El agroecosistema es, por lo tanto, un ecosistema novedoso, signado por la intervención humana (selección de la composición de especies de la comunidad y extractividad), que tiene importantes impactos en los flujos de materia y energía y, consiguientemente, en las variables de estado del sistema.

En estos ecosistemas novedosos, en los cuales la gran mayoría de la superficie se encuentra modificada por la agricultura y/o el pastoreo, cobran especial importancia los escasos parches remanentes de vegetación seminatural. Estos parches de vegetación que quedan fuera de los sembrados (muchas veces exclusivamente en banquinas y bajo alambrados, pero a veces también en terraplenes del ferrocarril o en lotes abandonados) son fundamentales para la fauna local como sitios para refugio, nidificación y/o alimentación, como por ejemplo para los hurones (*Lyncodon* sp, *Galictis* sp), zorrinos (*Conepatus* sp), vizcachas (*Lagidium* sp), cuises (*Microcavia* sp), armadillos (*Dasyus novemcinctus*), tuco-tucos (*Ctenomys* sp), comadrejas (*Didelphys* sp), ratas y demás roedores, reptiles, anfibios y avifauna. Cabe nombrar aquí los innumerables invertebrados e insectos que cumplen un rol indispensable dentro de las diferentes cadenas ecológicas del sistema (control biológico de plagas, polinización, descomposición, etc.).

Además, estos relictos, que conservan muchas especies vegetales que se encuentran ausentes en los campos cultivados o pastoreados, prestan servicios ecosistémicos fundamentales que tienen gran importancia para el mantenimiento de las funciones del sistema (control biológico, polinización, conservación de la biodiversidad, etc.).

Por último, la fragmentación del paisaje es un aspecto crítico en los agroecosistemas. La existencia de corredores que mantengan la conectividad entre parches relictuales es fundamental en el mantenimiento de la diversidad de los mismos.

Medio antrópico

En el presente punto, se consideran los aspectos socioeconómicos respectivos al área de influencia de la Unidad demostrativa de producción de biogás en Los Pinos, en relación con su dinámica, composición y distribución, según las variables e indicadores relevantes desde una perspectiva demográfica, socioeconómica y cultural.

Con el objetivo de caracterizar dichos componentes, la metodología utilizada consistió en identificar cuáles son los aspectos sociales, culturales y económicos que sean involucrados, beneficiados o afectados por la presencia del biodigestor.

Para el desarrollo y la caracterización de este apartado se consultaron diversas fuentes de información tales como, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), los Ministerios de trabajo, de Salud, de Economía y la Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires.

Población

El origen del asentamiento data del año 1900, como consecuencia de la apertura de una cantera, debido a la necesidad de material granítico para la construcción del Puerto de Quequén. A raíz de ello, se realizó un loteo en el lugar. El Ferrocarril del Sud circulaba por la zona desde 1892; pero es en 1907 cuando se inauguró la Estación Los Pinos. La misma rápidamente adquirió importancia al convertirse en la primera estación del Partido de Balcarce, debido al tonelaje de mercancías despachadas. Principalmente se transportaba papa, ganado lanar y vacuno; además de la carga de material pétreo (pedregullo, arena, polvo de piedra y arcilla). Con una población de 917 habitantes, Los Pinos creció en torno a la explotación minera de las canteras y a la actividad agropecuaria, ésta última con predominio en la actualidad; aunque la explotación minera fue la actividad que tuvo mayor influencia en la localización de población llegando a alrededor de 3000 personas en 1960. Cuando la actividad minera comenzó a decrecer y la cantera dejó de permanecer activa, en 1972, la cantidad de habitantes disminuyó considerablemente. De hecho, para 1980 la población se había reducido a 579 habitantes (Maceira et al., 2011). La mayoría de los trabajadores de la cantera migraron hacia Balcarce u otras localidades. Los que permanecieron en el lugar, se incorporaron al mercado laboral rural-agrícola.

En la actualidad, según datos del último censo (2010), Los Pinos posee una población de 337 habitantes, lo cual implica un descenso del 27,3% en relación a la población del 2001 (464 habitantes)

Actividades económicas

Los residentes se insertan en actividades productivas, tales como la cría de cerdos y aves, las cuales, en algunos casos, son el único medio de subsistencia. Otros residentes de Los Pinos se desempeñan laboralmente en la ciudad de Balcarce o alrededores trasladándose diariamente. Asimismo, un grupo de residentes pertenecen a población económicamente pasiva que han emigrado desde grandes ciudades como Mar del Plata, escogiendo a Los Pinos como lugar de residencia. En principio, ello obedece al proceso de revalorización que los espacios rurales están atravesando y al despliegue o visualización de determinadas posibilidades de inserción desde nuevos usos (Clementi, 2012).

Infraestructura de Servicios

Caminos y Accesos

En sentido transversal la Ruta Provincial Nº55, que nace en Pieres (Ruta Provincial Nº227, partido de Loberia), pasa junto a San Agustín y Los Pinos, atraviesa Balcarce y finaliza en la localidad de Coronel Vidal (Ruta Provincial Nº2).

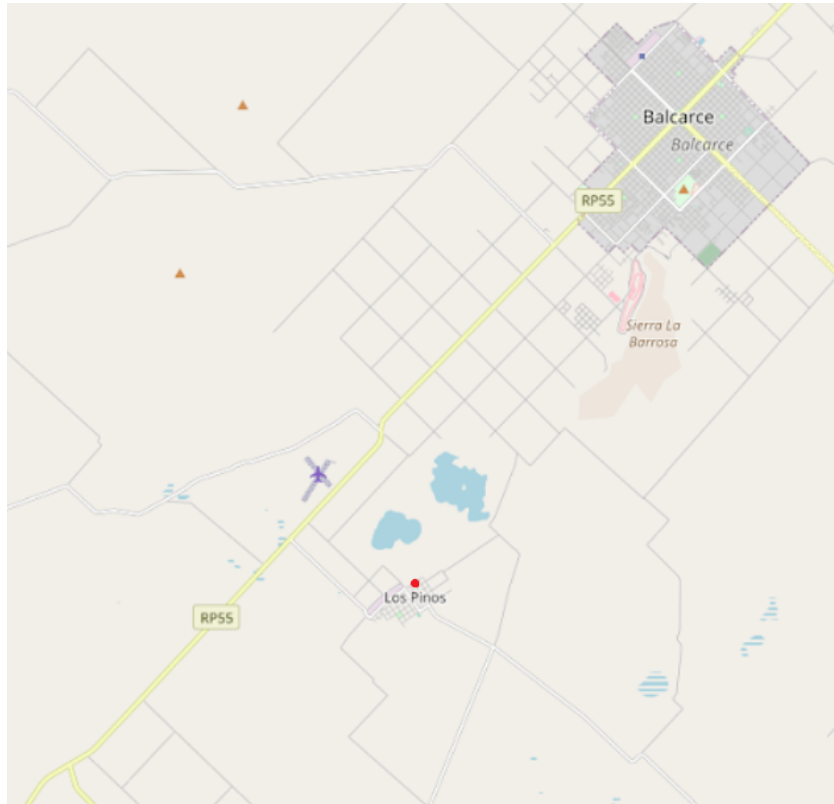


Figura 31. Rutas y accesos a Los Pinos. Fuente: Modificado de Urbasig.

Red eléctrica

El concesionario del servicio de provisión de energía eléctrica en el partido de Balcarce, además incluido en el área de influencia del proyecto es Empresa Distribuidora de Energía Atlántica (EDEA). El entorno de este tramo es básicamente rural, donde se identifican tendidos de redes eléctricas que brindan el servicio a pobladores rurales no concentrados espacialmente.

Red de gas

El asentamiento carece de acceso a la red de gas natural.

Red de agua

El partido de Balcarce, incluido el asentamiento Los Pinos, poseen abastecimiento de agua de red potable, provista por la empresa Aguas de Balcarce desde el año 1994, hasta febrero de 2022, cuando el Municipio de Balcarce recuperó la concesión del servicio de provisión y abastecimiento de agua potable y del tratamiento de líquidos cloacales.

Usos del suelo

De acuerdo con la información consultada en el sistema de información geográfica del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires (urBASig), el área de intervención del proyecto está definida como una zona perteneciente al ferrocarril. A su vez, limita con otras dos categorías: categoría C1 (Comercial Minorista), y categoría R3 (Uso residencial de baja densidad).

El régimen aplicable en materia de uso del suelo está conformado por el Decreto Ley N° 8.912/77 y Ordenanza N°52/14, detallado en el Capítulo 6, legislación municipal.

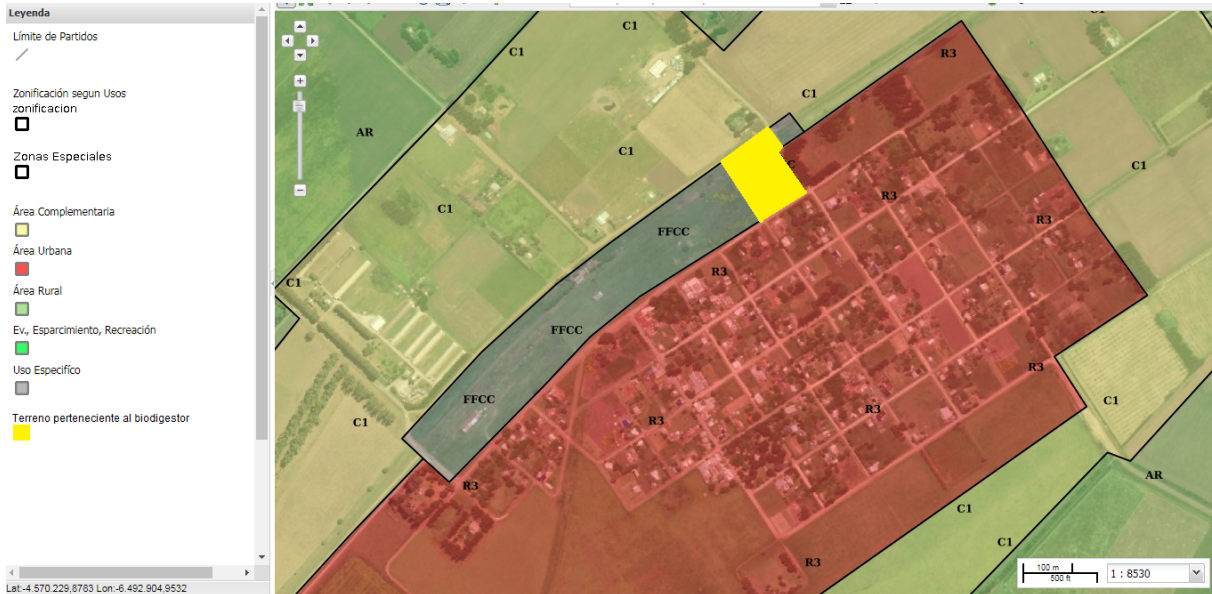


Figura 32. Usos de suelo de Los Pinos. Fuente: Modificada de urBASig

CAPÍTULO 4. Identificación y Valoración de Impactos Ambientales

En el presente capítulo se procede a la identificación y evaluación de los impactos ambientales que podrían sucederse y los factores ambientales susceptibles de ser alterados, en forma favorable o desfavorable, durante las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto “Unidad demostrativa de producción de biogás Los Pinos”.

Metodología

Procedimiento

A partir de la descripción de las actividades del proyecto de “Unidad demostrativa de producción de Biogás Los Pinos” y de la caracterización ambiental del área de estudio se identifican los principales factores ambientales y las acciones que podrían generar los potenciales impactos positivos y/o negativos.

La metodología empleada consiste en la elaboración de una matriz de doble entrada donde se representan las relaciones entre las acciones impactantes (filas), con los factores ambientales (columnas) susceptibles de ser impactados por las primeras (Matriz de Identificación y Valoración de Impactos Ambientales).

Una vez identificados los potenciales impactos ambientales, se procede a su correspondiente valoración. Las evaluaciones realizadas consideraron la previsión de los cambios que puedan ocurrir en los medios analizados consecuente del funcionamiento del biodigestor.

Posteriormente, una vez realizada la cuantificación, se describen los impactos más significativos de acuerdo con la/s acción/es que los generan y posibles efectos asociados. (Leopold, 1971)

Valoración de impactos ambientales

Los impactos se califican según su Importancia (I), y para llevar a cabo su valoración se emplea la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández-Vitora (2000) que se resume a continuación:

Esta metodología parte de una ecuación empírica, que se expresa como:

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Donde:

- I: **Importancia** del Impacto
- ±: **Signo**
- i : **Intensidad** o grado probable de destrucción
- EX: **Extensión** o área de influencia del impacto
- MO: **Momento** o tiempo entre la acción y la aparición del impacto
- PE: **Persistencia** o permanencia del efecto provocado por el impacto
- RV: **Reversibilidad**
- SI: **Sinergia** o reforzamiento de dos o más efectos simples
- AC: **Acumulación** o efecto de incremento progresivo
- EF: **Efecto**
- PR: **Periodicidad**
- MC: **Recuperabilidad** o grado posible de reconstrucción por medios humanos.

En función de ello, se presenta una breve descripción de los calificadores (Tabla 5) y los rangos a emplear para determinar la importancia de cada impacto (Tabla 6)

CALIFICADORES		SIGNIFICADO
Signo	+/-	Hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados
intensidad	IN	Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa. Varía entre 1 y 12, siendo 12 la expresión de la destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y 1 una mínima afectación.
Extensión	EX	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8). Cuando el efecto se produce en un lugar crítico, se le atribuye un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondía en función del % de extensión en que se manifiesta
Momento	MO	Alude al tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado. Si el tiempo transcurrido es nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de cuatro (4). Si es un período de tiempo mayor a cinco años, Largo Plazo (1).

Persistencia	PE	Tiempo que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por los medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras
Reversibilidad	RV	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.
Recuperabilidad	MC	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (o sea mediante la implementación de medidas de manejo ambiental). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de ocho (8). En caso de ser irrecuperable, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será cuatro (4).
Sinergia	SI	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.
Acumulación	AC	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como uno (1); si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro (4).
Efecto	EF	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta, o indirecto o secundario, cuando la manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden.
Periodicidad	PR	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo).

Tabla 5. Calificadores de evaluación de impacto ambiental. Fuente: Conesa Fernández-Vitora (2000)

CRITERIO/RANGO	CALIF.	CRITERIO/RANGO	CALIF.
NATURALEZA Impacto benéfico Impacto perjudicial	+ -	INTENSIDAD (IN) (Grado de destrucción) Baja Media Alta Muy alta Total	1 2 4 8 12
EXTENSIÓN (EX) Puntual Parcial Extensa Total Crítica	1 2 4 8 (+4)	MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación) Largo plazo Medio Plazo Inmediato Crítico	1 2 4 (+4)
PERSISTENCIA (PE) Fugaz Temporal Permanente	1 2 4	REVERSIBILIDAD (RV) Corto plazo Medio plazo Irreversible	1 2 4
SINERGIÁ (SI) Sin sinergismo (simple) Sinérgico Muy sinérgico	1 2 4	ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo) Simple Acumulativo	1 4
EFECTO (EF) Indirecto (secundario) Directo	1 4	PERIODICIDAD (PR) Irregular o aperiódico o discontinuo Periódico Continuo	1 2 4
RECUPERABILIDAD (MC) Recuperable inmediato Recuperable a medio plazo Mitigable o compensable Irrecuperable	1 2 4 8	IMPORTANCIA (I) $I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	

Tabla 6. Valores numéricos. Fuente: Conesa Fernández-Vitora (2000)

Al efecto, los valores extremos de la Importancia (I) pueden variar entre 13 y 100. Según esta variación, se clasifican los impactos ambientales de acuerdo a la Tabla 7:

		Superiores a 75 son críticos
		Entre 50 y 75 son severos
		Entre 25 y 50 son impactos moderados.
		Inferiores a 25 son leves o compatibles con el ambiente

Tabla 7. Codificación cromática y numérica en base a la importancia. Elaboración propia en base a Conesa

La matriz cromática es una herramienta gráfica que permite evaluar la magnitud de los impactos ambientales de un proyecto o actividad. En ella, se asignan diferentes tonalidades de color para identificar la importancia de cada impacto. Los tonos verdes indican impactos positivos, mientras que los tonos rojos indican impactos negativos.

Identificación de Impactos

En la siguiente matriz (Tabla 8), cada celda identifica un impacto ambiental positivo, negativo o neutro que surge como consecuencia del entrecruzamiento de las acciones derivadas de la etapa constructiva, operativa y de cierre del biodigestor con los factores ambientales.

Factores				Actividades											
				Etapa constructiva				Etapa operativa						Etapa de cierre	
				Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.	Construcción de estructuras e instalación de equipos	Cercado perimetral delimitando la zona operativa	Plantación de cortina forestal	Recepcion de materia organica	Generacion de biogas	Generacion de electricidad	Recirculacion de efluentes	Retiro de lodos	Control de factores y mantenimiento	Renovacion y actualizacion de instrumentos	
Subsistema Físico-Natural	Medio Inerte	Atmosfera	Confort Sonoro	-	-	-	+	-		-		-		-	
			Contaminantes	Gases	-			+	-	+	-				
				Material Particulado	-	-		+	-					-	
		Suelo	-	-		+									-
	Agua	Superficial	-	-		+		+			+				+
		Subterranea	-	-		+	+	+			+		+		+
	Medio Biotico	Fauna		-	-	-	+	-		-		-			
		Vegetacion		-	-		+					+	+	+	+
Subsistema Socioeconomico	Medio social	Poblacion	Empleo	+	+	+		+				+	+	+	
			Integracion Social	-	-	+			+	+					+
	Medio economico	Economia			+				+	+	+	+	+	+	
	Medio Infraestruct	Electricidad									+				+
Gas							+						+		

Tabla 8. Matriz de identificación de impactos. Fuente: Elaboración propia.

Valoración y descripción de impactos ambientales

Como se describió en la metodología, cada una de las acciones fue evaluada de acuerdo a diferentes calificadores, en los siguientes incisos se muestra la calificación final de evaluación ambiental para cada componente ambiental evaluado, con la correspondiente valoración cromática de importancia (Tabla 6).

Se identificaron un total de 74 impactos, de los cuales 43 fueron considerados positivos. Entre los impactos positivos, se identificaron 22 de importancia leve y 20 de importancia moderada. Por otro lado, se identificaron 31 impactos negativos, de los cuales 14 fueron considerados leves, 15 moderados y 2 severos.

Subsistema físico-natural

Medio inerte

Atmósfera

Confort Sonoro:

	IMPACTO	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
Etapa constructiva	Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.	-	4	2	4	1	1	1	1	1	1	1	-27
	Construcción de estructuras e instalación de equipos	-	2	2	4	1	1	1	1	1	2	1	-22
	Cercado perimetral delimitando la zona operativa	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16
	Plantación de cortina forestal	+	1	2	2	4	2	1	1	1	4	1	23
Etapa operativa	Recepcion de materia organica	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16
	Generacion de biogas												0
	Generacion de electricidad	-	2	1	4	4	1	1	1	1	4	1	-25
	Recirculacion de efluentes												0
	Retiro de lodos	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16
	Control de factores y mantenimiento												0
	Renovacion y actualizacion de instrumentos	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13

Tabla 9. Valores de importancia del confort sonoro. Fuente: Elaboración propia

El confort sonoro se verá afectado de forma negativa en la etapa de construcción principalmente por las acciones vinculadas al movimiento de suelos, la instalación del biodigestor, y en menor medida por el cercado perimetral.

Durante la etapa operativa, la generación de electricidad resultó ser la acción más impactante en cuanto al confort sonoro, debido a los ruidos generados por el motor de combustión interna. No obstante, también se identificó a la recepción de materia orgánica y el retiro de lodos como dos acciones que impactan el confort sonoro debido al ruido generado por los camiones, aunque su importancia es compatible con el ambiente. Estos impactos se producen en la zona de influencia y disminuirá la percepción una vez que se desarrolle la cortina forestal.

La renovación y actualización de instrumentos también puede implicar la realización de acciones de construcción que generen ruido, lo cual producirá un impacto negativo leve.

Gases:

	IMPACTO	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
Etapa constructiva	Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	16
	Contratación de empresa de fabricación e instalación del biodigestor												0
	Cercado perimetral de zona operativa												0
	Cortina forestal	+	2	1	2	4	2	1	4	4	4	1	30
Etapa operativa	Recepción de materia orgánica	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	16
	Generación de biogas	+	4	2	4	4	1	1	1	1	4	1	33
	Generación de electricidad	-	1	1	4	4	1	1	1	1	4	1	22
	Recirculación de efluentes												0
	Retiro de lodos												0
	Control de factores y mantenimiento												0
	Renovación y actualización de instrumentos												0

Tabla 10. Valores de importancia de gases. Fuente: Elaboración propia

Durante la etapa de construcción y operación, las máquinas y vehículos utilizados producirán gases de combustión, incluyendo monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), compuestos orgánicos volátiles (VOC's), dióxidos de azufre (SO₂) y óxidos de nitrógeno (NO_x), que tendrán un impacto negativo en la calidad del aire. Aunque este impacto se considera temporal e insignificante en términos de intensidad.

Por otro lado, en la etapa operativa del biodigestor, la generación de biogás impacta positivamente, ya que reduce los olores y produce un impacto moderado en términos de su efecto en el entorno. Los impactos negativos de esta etapa son dos, y tienen lugar en la recepción de materia orgánica y la generación de electricidad. En relación a la recepción de materia orgánica, la manipulación de la misma puede producir olores desagradables que pueden generar molestias en el área de influencia directa. En cuanto a la generación de electricidad, es importante tener en cuenta que el motor del generador emite gases de combustión.

Material Particulado:

	IMPACTO	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
Etapa constructiva	Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.	-	8	2	4	1	1	1	1	1	1	1	-39
	Construcción de estructuras e instalación de equipos	-	4	2	4	2	1	1	1	1	1	1	-28
	Cercado perimetral delimitando la zona operativa												0
	Plantación de cortina forestal	+	2	1	2	4	2	1	4	4	4	1	30
Etapa operativa	Recepción de materia orgánica	-	2	2	4	4	1	1	1	1	2	1	-25
	Generación de biogas												0
	Generación de electricidad												0
	Recirculación de efluentes												0
	Retiro de lodos	-	1	2	4	4	1	1	1	1	1	1	-21
	Control de factores y mantenimiento												0
	Renovación y actualización de instrumentos												0

Tabla 11. Valores de importancia del material particulado. Fuente: Elaboración propia

El material particulado afecta la calidad del aire. La circulación de vehículos pesados sobre los caminos del área de influencia y el movimiento de suelos asociado a las intervenciones sobre el terreno, provocan la suspensión de material particulado en el aire. Se considera que esta

alteración genera un potencial impacto negativo moderado. Cabe destacar que el proyecto se inserta en un área rural, con movimientos de vehículos ocasionales.

En la etapa operativa, las dos acciones impactantes requieren del tránsito de vehículos pesados que generan material particulado, provocando un impacto negativo aunque de menor importancia comparado con la etapa constructiva.

Durante la etapa operativa, se realizan dos acciones significativas que involucran el tránsito de vehículos pesados, los cuales generan material particulado y causan un impacto negativo, aunque este es de menor importancia en comparación con el impacto generado durante la etapa constructiva.

Suelo

	IMPACTO	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
Etapa constructiva	Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.	-	8	2	4	1	2	1	1	1	1	4	-43
	Construcción de estructuras e instalación de equipos	-	4	2	4	1	4	1	1	1	1	8	-37
	Cercado perimetral delimitando la zona operativa												0
	Plantación de cortina forestal	+	1	2	2	4	2	1	1	1	4	2	24
Etapa operativa	Recepcion de materia organica												0
	Generacion de biogas												0
	Generacion de electricidad												0
	Recirculacion de efluentes												0
	Retiro de lodos												0
	Control de factores y mantenimiento												0
	Renovacion y actualizacion de instrumentos	-	1	2	1	4	4	1	1	1	4	8	-31

Tabla 12. Valores de importancia del suelo. Fuente: Elaboración propia

La afectación de la calidad del suelo por las actividades del proyecto en la etapa de construcción, tienen un alto impacto. Los procesos erosivos y la pérdida de la estructura del suelo, provocados por el movimiento de suelos, generan la remoción de los nutrientes necesarios para el desarrollo de la cobertura vegetal, provocando un incremento en su degradación. Además la compactación provocada por el reactor, la cámara de carga y las piletas decantadoras, reduce la porosidad del suelo, dificulta el crecimiento de plantas y vida microbiana, y la infiltración de agua. Es importante destacar que la extensión de este impacto es relativamente grande ya que ocupa gran porcentaje del área operativa.

Por su parte, el tránsito vehicular por el transporte de maquinaria pesada y vehículos, equipos y materiales puede generar pequeñas pérdidas y/o derrames accidentales de lubricantes y combustibles alterando la calidad de los suelos; y del mismo modo, las operaciones de reabastecimiento, mantenimiento de maquinarias y vehículos, y sectores destinados al almacenamiento (fuente potencial de pérdidas). Se consideran contingencias y no serán evaluadas como impactos.

Además, vertidos accidentales de productos químicos empleados en la obra, como aceites, combustibles, etc., pueden incidir negativamente sobre la calidad del suelo. La extensión del

impacto dependerá de la cantidad de vertido, pero por lo general la afección sería puntual en el terreno.

La cortina forestal tiene un impacto positivo leve sobre el factor suelo. Su crecimiento exponencial durante los primeros años de vida, protegerá rápidamente el suelo de la erosión, reducirá la compactación del suelo, aumentará la infiltración de agua y mejorará la fertilidad del suelo.

La renovación y actualización del biodigestor implica una expansión de su tamaño y capacidad, lo que se traducirá en un mayor uso del suelo. Como consecuencia, se espera que este proyecto genere un impacto moderado en el factor suelo.

Aguas

Superficiales:

	IMPACTO	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
Etapa constructiva	Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.	-	2	2	4	1	1	1	1	1	1	4	-24
	Construcción de estructuras e instalación de equipos	-	4	2	4	2	1	1	1	1	1	8	-35
	Cercado perimetral delimitando la zona operativa												0
	Plantación de cortina forestal	+	2	2	1	4	2	1	4	1	4	4	31
Etapa operativa	Recepcion de materia organica												0
	Generacion de biogas	+	2	1	2	4	1	1	1	4	4	4	29
	Generacion de electricidad												0
	Recirculacion de efluentes	+	2	1	2	4	1	1	1	1	4	4	26
	Retiro de lodos												0
	Control de factores y mantenimiento												0
	Renovacion y actualizacion de instrumentos	+	1	1	1	4	2	1	1	1	1	8	24

Tabla 13. Valores de importancia de aguas superficiales. Fuente: Elaboración propia

Durante la etapa de construcción, las distintas acciones como movimiento de suelos, y las obras de construcción del sistema de tratamiento, cañerías e instalaciones, pueden obstruir el sistema hídrico superficial modificando la escorrentía, no en su totalidad, sino parcialmente donde se desarrollarán las obras. Por este motivo se consideran impactos negativos moderados.

Por otra parte, la cortina forestal tiene un efecto acumulativo que se observa una vez que ha crecido y se ha establecido, creando una barrera física que limita la cantidad de agua que fluye sobre la superficie del suelo, disminuyendo así la velocidad y cantidad de agua que llega a los cuerpos de agua (Baillie et al, 2022). Como resultado, se minimiza la erosión y sedimentación, provocando un impacto positivo moderado.

Durante la etapa operativa del biodigestor, se pueden observar dos impactos positivos moderados. El primero se debe al adecuado tratamiento de parte de los residuos orgánicos porcinos y avícolas, que generan biogás y evitan la contaminación del agua superficial. El segundo impacto se produce gracias a la recirculación y tratamiento de los efluentes, lo que mejora su calidad antes de ser vertidos.

La renovación y actualización de instrumentos del biodigestor mejorará la eficiencia y el caudal tratado, mejorando aún más las condiciones de reutilización o vuelco de agua, por lo que se considera un impacto positivo leve.

Subterráneas:

	IMPACTO	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
Etapa constructiva	Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.	-	4	2	4	1	2	1	1	1	1	4	-31
	Construcción de estructuras e instalación de equipos	-	8	2	4	4	4	1	1	1	2	8	-53
	Cercado perimetral delimitando la zona operativa												0
	Plantación de cortina forestal	+	2	2	2	4	2	1	4	1	4	2	30
Etapa operativa	Recepcion de materia organica	+	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	19
	Generacion de biogas	+	2	2	1	4	1	1	1	1	4	1	24
	Generacion de electricidad												0
	Recirculacion de efluentes	+	4	2	1	4	1	1	1	1	4	1	30
	Retiro de lodos												0
	Control de factores y mantenimiento	+	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	19
	Renovacion y actualizacion de instrumentos	+	2	1	1	1	1	1	1	1	4	4	22

Tabla 14. Valores de importancia de aguas subterráneas. Fuente: Elaboración propia

La preparación y movimiento de suelos produce un impacto negativo de importancia moderada sobre el agua subterránea. La obra de excavación de cañerías y de la cámara de carga, no requiere de tareas de depresión de napas freáticas, estudios realizados en la región indican que la zona saturada del acuífero en la zona de Balcarce tiene una profundidad que oscila entre los 10 y 70 metros. (Dapeña et al, 2006).

La construcción de estructuras e instalación de equipos es el mayor impacto negativo que tiene el proyecto, esto es debido principalmente a que las construcciones son permanentes y sus efectos son irreversibles e irrecuperables, el impermeabilizado del suelo reduce la capacidad de infiltración del agua en el suelo, lo que disminuye la recarga del acuífero.

La inadecuada gestión del guano avícola y estiércol porcino puede afectar la calidad del agua subterránea debido a la lixiviación de nutrientes y contaminantes a través del suelo, y su infiltración hacia el acuífero subterráneo, es por esto que el conjunto de acciones durante la etapa operativa del biodigestor logra gestionar de forma adecuada parte de estos desechos produciendo un impacto positivo de importancia leve y moderada.

La renovación y actualización de los instrumentos aumentará la capacidad del biodigestor, lo que resultará en una mejora en la cantidad de materia orgánica que el reactor podrá tratar. Por lo tanto, se considera un impacto positivo leve.

Medio biótico

Fauna

	IMPACTO	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
Etapa constructiva	Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.	-	2	2	4	1	2	1	1	1	1	4	-25
	Construcción de estructuras e instalación de equipos	-	4	2	4	2	4	1	1	1	1	8	-38
	Cercado perimetral delimitando la zona operativa	-	2	2	4	4	2	1	1	1	1	4	-28
	Plantación de cortina forestal	+	1	2	1	4	1	1	4	1	4	2	25
Etapa operativa	Recepcion de materia organica	-	1	1	4	4	1	1	1	1	2	1	-20
	Generacion de biogas												0
	Generacion de electricidad	-	1	1	4	4	1	1	1	1	4	1	-22
	Recirculacion de efluentes												0
	Retiro de lodos	-	1	1	4	4	1	1	1	1	2	1	-20
	Control de factores y mantenimiento												0
	Renovacion y actualizacion de instrumentos												0

Tabla 15. Valores de importancia de la fauna. Fuente: Elaboración propia

En la etapa de construcción, la preparación del terreno y la construcción de las obras permanentes, constituyen un impacto leve a moderado sobre la fauna, principalmente por la alteración o transformación del hábitat de la fauna presente en la zona de influencia.

El incremento del nivel sonoro y la presencia de vehículos y maquinarias pesadas podrían producir un ahuyentamiento temporal de la fauna del área, en especial aves y/o roedores que habitan la zona.

El cultivo de árboles para formar una cortina forestal en el perímetro del biodigestor se considera una acción positiva moderada, ya que compensa las modificaciones provocadas por la obra permitiendo recuperar el hábitat que la fauna potencialmente se vio imposibilitada de ocupar.

El ruido producido por los vehículos en las etapas de recepción de materia prima y en el retiro de lodos, además del ruido constante del generador eléctrico, tiene efectos negativos en la fauna, tales como el desplazamiento, reducción de áreas de actividad y una tasa reducida de éxito reproductivo. Además, puede causar un aumento en la producción de hormonas de estrés y provocar comportamientos alterados en los animales (Forman y Alexander, 1998). Estos efectos se consideran impactos negativos de magnitud leve.

Vegetación

	IMPACTO	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
Etapa constructiva	Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.	-	8	4	4	2	4	1	1	1	1	4	-50
	Construcción de estructuras e instalación de equipos	-	4	4	4	1	4	1	1	1	1	8	-41
	Cercado perimetral delimitando la zona operativa												0
	Plantación de cortina forestal	+	2	2	1	4	2	1	4	1	4	2	29
Etapa operativa	Recepcion de materia organica												0
	Generacion de biogas												0
	Generacion de electricidad												0
	Recirculacion de efluentes												0
	Retiro de lodos												0
	Control de factores y mantenimiento												0
	Renovacion y actualizacion de instrumentos												0

Tabla 16. Valores de importancia de la vegetación. Fuente: Elaboración propia

En la etapa de construcción se pueden observar impactos negativos severos, principalmente en el movimiento de suelo ya que toda la vegetación de la zona operativa fue removida.

Un impacto positivo de importancia moderada, se trata de las tareas de plantación de árboles para formar una cortina forestal en el perímetro del terreno por los efectos que esta genera en la zona de influencia.

Subsistema Socioeconomico

Medio Social

Población

Empleo:

	IMPACTO	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
Etapa constructiva	Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.	+	2	2	4	1	1	2	1	1	1	1	22
	Construcción de estructuras e instalación de equipos	+	4	4	4	2	1	2	1	1	1	1	33
	Cercado perimetral delimitando la zona operativa	+	1	2	4	1	1	2	1	1	1	1	19
	Plantación de cortina forestal												0
Etapa operativa	Recepcion de materia organica	+	1	1	4	4	1	2	1	1	2	1	21
	Generacion de biogas												0
	Generacion de electricidad												0
	Recirculacion de efluentes												0
	Retiro de lodos	+	1	1	4	4	1	2	1	1	2	1	21
	Control de factores y mantenimiento	+	2	1	4	4	1	2	1	1	4	1	26
	Renovacion y actualizacion de instrumentos	+	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	20

Tabla 17. Valores de importancia del empleo. Fuente: Elaboración propia

Las diferentes actividades conducentes a la construcción del biodigestor son fuentes de trabajo que se generan de manera directa e indirecta (provisión de bienes y servicios), razón por la cual

son consideradas como impactos positivos, aunque son de carácter temporal, de incidencia moderada y leve a nivel local, dado la dimensión de la obra.

En la etapa de operación del biodigestor generará un incremento moderado en la demanda de horas hombre a nivel operativo, tanto para el control de factores como para su mantenimiento. Como así también incrementar la posibilidad empresas de servicios (red eléctrica y gas).

La etapa de renovación también convocará a profesionales y empleados encargados de actualizar y mejorar los sistemas existentes.

Integración Social

	IMPACTO	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
Etapa constructiva	Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.	-	2	2	4	1	1	1	1	1	1	2	-22
	Construcción de estructuras e instalación de equipos	-	2	2	4	2	2	1	1	1	2	4	-27
	Cercado perimetral delimitando la zona operativa	+	1	1	4	4	1	1	1	1	4	4	25
	Plantación de cortina forestal												0
Etapa operativa	Recepcion de materia organica												0
	Generacion de biogas	+	4	4	2	4	2	1	1	4	4	4	42
	Generacion de electricidad	+	4	4	2	4	2	1	1	4	4	4	42
	Recirculacion de efluentes												0
	Retiro de lodos												0
	Control de factores y mantenimiento												0
	Renovacion y actualizacion de instrumentos	+	1	2	1	2	1	1	4	4	1	1	22

Tabla 18. Valores de importancia de Integración Social. Fuente: Elaboración propia

Para la población que se encuentre en los alrededores del área de influencia, el proyecto debe integrarse e insertarse de forma apropiada con la comunidad, porque la falta de comunicación y consulta con las comunidades vecinas puede conducir a: oposición al proyecto, demoras en el proceso de construcción, entre otros.

Las obras de la etapa constructiva, que implican el movimiento de maquinaria y equipos pesados, generan un impacto negativo leve, dado que las tareas se realizan en un periodo corto de tiempo. La construcción de estructuras e instalación de equipos, generará un impacto mayor, clasificado como moderado, por las tareas que implican el aumento de ruido, polvo, contaminantes en el aire, entre otros que pueden generar molestias, afectando la calidad de vida de la población cercana al área de estudio.

También se puede evidenciar un impacto positivo moderado debido a la seguridad proporcionada por el cercado perimetral de la zona operativa. Anteriormente se habían registrado incidentes de inseguridad, tales como ocupaciones ilegales del terreno.

Una vez finalizadas las obras de construcción, se prevén impactos positivos moderados gracias a la generación de biogás y electricidad, lo que se traducirá en el desarrollo de la región debido a los beneficios que ambas acciones aportan.

Por último, la renovación y actualización de los instrumentos permitirá aumentar el impacto del biodigestor, lo que resultará en una mayor zona de influencia logrando un impacto positivo.

Medio económico

Economía

IMPACTO		NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
Etapa constructiva	Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.												0
	Construcción de estructuras e instalación de equipos	+	1	2	4	1	1	1	1	1	1	1	18
	Cercado perimetral delimitando la zona operativa												0
	Plantación de cortina forestal												0
Etapa operativa	Recepcion de materia organica												0
	Generacion de biogas	+	2	2	4	4	1	1	1	4	4	2	31
	Generacion de electricidad	+	2	4	4	4	1	1	1	4	4	2	35
	Recirculacion de efluentes	+	2	4	4	4	1	2	1	1	2	2	31
	Retiro de lodos	+	1	2	4	4	1	2	1	1	2	2	24
	Control de factores y mantenimiento	+	1	1	4	4	1	1	4	1	2	2	24
Renovacion y actualizacion de instrumentos	+	2	2	1	2	1	2	4	1	1	1	23	

Tabla 19. Valores de importancia de la economía. Fuente: Elaboración propia

La economía local será beneficiada por el incremento de intercambio comercial para abastecer los requerimientos logísticos de la obra, compra de materiales, servicios, etc. El balance del impacto se estima como positivo, ya que el biodigestor en sí mismo se considera beneficioso para la actividad socioeconómica del área. También se incrementa la demanda de servicios conexos, como transporte de combustibles y lubricantes, materiales y equipos, retiro de residuos, servicios de ingeniería, consultoría y control interno, etc.

En la etapa de operación, el mantenimiento del biodigestor generará positivamente un incremento moderado beneficiando la actividad socioeconómica del área. La operación de la planta requiere de proveedores de insumos, beneficiando a empresas locales como ferreterías o corralones; también empresas de servicios y mantenimiento, por ejemplo, reparación de equipos y maquinaria, estaciones de servicios, entre otros. Por otro lado, el tratamiento de parte de los residuos orgánicos permitirá que la población obtenga salud y bienestar, significando un gran crecimiento socioeconómico en la región.

La renovación y actualización de instrumentos requerirá de nuevas inversiones e intercambios comerciales, impactando positivamente en el factor económico.

Medio infraestructura

Electricidad

	IMPACTO	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
Etapa constructiva	Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.												0
	Construcción de estructuras e instalación de equipos												0
	Cercado perimetral delimitando la zona operativa												0
	Plantación de cortina forestal												0
Etapa operativa	Recepcion de materia organica												0
	Generacion de biogas												0
	Generacion de electricidad	+	2	4	4	4	4	1	1	1	4	4	37
	Recirculacion de efluentes												0
	Retiro de lodos												0
	Control de factores y mantenimiento												0
	Renovacion y actualizacion de instrumentos	+	2	2	1	1	2	1	1	4	1	2	23

Tabla 20. Valores de importancia de electricidad. Fuente: Elaboración propia

La generación de electricidad producida por el biodigestor beneficiará a la red, ya que como se mencionó anteriormente, esta presenta cortes e inestabilidad.

La renovación y actualización de instrumentos aumentaría la capacidad eléctrica, extendiendo la red y mejorando el alumbrado público.

Gas

	IMPACTO	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
Etapa constructiva	Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.												0
	Construcción de estructuras e instalación de equipos												0
	Cercado perimetral delimitando la zona operativa												0
	Plantación de cortina forestal												0
Etapa operativa	Recepcion de materia organica												0
	Generacion de biogas	+	2	2	4	4	4	1	1	1	4	4	33
	Generacion de electricidad												0
	Recirculacion de efluentes												0
	Retiro de lodos												0
	Control de factores y mantenimiento												0
	Renovacion y actualizacion de instrumentos	+	2	2	1	1	2	1	1	4	1	2	23

Tabla 21. Valores de importancia del gas. Fuente: Elaboración propia

La generación de biogás será acompañada con la construcción de una infraestructura de red de gas que permita su distribución hacia los hogares beneficiados. En la etapa de renovación, se estima que se logre un rendimiento mayor, por lo que, esta obra no solo garantizará una mayor eficiencia en la producción de energía renovable, sino que también aumentará la cantidad de hogares que pueden ser alcanzados por el biodigestor.

Calificación de impactos

En la siguiente matriz (Tabla 22) se presenta un resumen de la valoración para cada uno de los elementos evaluados.

Factores				Actividades											
				Etapa constructiva				Etapa operativa						Etapa de cierre	
				Movimiento de suelo que abarque el reactor, cámara de carga, descarga y cañerías.	Construcción de estructuras e instalación de equipos	Cercado perimetral delimitando la zona operativa	Plantación de cortina forestal	Recepción de materia orgánica	Generación de biogás	Generación de electricidad	Recirculación de efluentes	Retiro de lodos	Control de factores y mantenimiento	Renovación y actualización de instrumentos	
Subsistema Físico-Natural	Medio Inerte	Atmosfera	Confort Sonoro	-27	-22	-16	23	-16		-25		-16		-13	
			Contaminantes	Gases	-16			30	-16	33	-22				
				Material Particulado	-39	-28		30	-25				-21		
		Suelo	-43	-37		24								-31	
	Agua	Superficial	-24	-35		31		29			26			24	
		Subterránea	-31	-53		30	19	24			30		19	22	
	Medio Biotico	Fauna	-25	-38	-28	25	-20			-22		-20			
		Vegetación	-50	-41		29					21	21	18	13	
Subsistema Socioeconómico	Medio social	Población	Empleo	22	33	19		21				21	26	20	
			Integración Social	-22	-27	25			42	42				22	
	Medio económico	Economía		18				31	35	31	24	24	23		
	Medio Infraestructura	Electricidad							37					23	
Gas							33						23		

Tabla 22. Calificación de impactos por elemento. Fuente: Elaboración propia

Conclusiones a partir de la identificación de impactos

Luego de realizar una evaluación de las etapas de construcción, operación y renovación del biodigestor, se concluye que la mayoría de las acciones tienen efectos transitorios y de carácter leve a moderado. Sin embargo, determinadas acciones tienen impactos ambientales negativos de mayor intensidad, siendo los más significativos aquellos relacionados con la etapa de construcción, que tienen importancias severas. Estos impactos negativos se vinculan con el agua subterránea y la vegetación.

A pesar de esto, el biodigestor ofrece una gran cantidad de beneficios. En particular, contar con un sistema para el tratamiento de residuos orgánicos representa un gran beneficio para la población local, ya que mejora significativamente la calidad del ambiente. Además, el biodigestor genera electricidad y biogás, lo que tiene un impacto positivo desde el punto de vista social y económico.

Se considera que la operación de "Unidad Demostrativa de Producción de Biogás Los Pinos" es ambientalmente factible, siempre y cuando se respeten las medidas de mitigación de los principales impactos negativos. De esta forma, el biodigestor puede contribuir significativamente a mejorar la calidad de vida de la zona de influencia.

CAPÍTULO 5. Plan de Gestión Ambiental

El presente capítulo desarrolla el Plan de Gestión Ambiental (PGA), diseñado en base a la identificación y evaluación de los potenciales impactos ambientales, a fin de garantizar la adecuada gestión ambiental durante la construcción, operación y renovación del biodigestor.

En el PGA se proponen aquellas medidas viables y efectivas para prevenir, monitorear y mitigar los impactos ambientales adversos que se puedan generar, por lo que se compone de diferentes programas.

Programa de medidas de mitigación de impactos

Implica medidas preventivas de protección del medio natural, la calidad de vida de las personas, gestión de residuos, etc.; así como medidas de tipo correctivas de acciones que provocan impactos y tendientes a minimizar los mismos.

A continuación, se presentan las medidas de mitigación surgidas de la evaluación de los posibles impactos negativos asociados a las etapas de construcción y operación. Estas medidas se han estructurado en subtítulos según el factor susceptible de ser afectado.

Etapas de Construcción

Suelo

Durante el desarrollo de las actividades, los contratistas tendrán la responsabilidad de mantener y limpiar permanentemente el sitio. Al finalizar la obra, será necesario realizar una limpieza completa de la zona, retirando todos los materiales sobrantes, maquinaria, construcciones, equipamiento y residuos. Además, se deberá proteger cualquier zona sin vegetación para evitar la erosión del suelo. Es importante tener en cuenta que ningún elemento o accesorio deberá ser enterrado sin necesidad.

Se debe realizar la planificación de prioridades en las obras para optimizar recursos y reducir el impacto ambiental, en particular, en las actividades que involucran el curado del hormigón con el fin de minimizar el tiempo de construcción. Esto requiere llevar a cabo simultáneamente diversas tareas en diferentes áreas de la obra, programar cuidadosamente la secuencia de trabajo y coordinarse estrechamente con proveedores y contratistas.

Es fundamental que se evite el lavado o enjuague de maquinaria y equipos que puedan producir escurrimientos o derrames de contaminantes en el suelo.

Agua

Uno de los factores más afectados por las actividades de construcción es el agua, por lo que se planifica cuidadosamente para minimizar su impacto.

Se debe mantener los desagües existentes (cunetas, cordones, zanjas, cruces, alcantarillas, sumideros, etc.) libres de obstáculos (tierra, materiales, etc.) para garantizar el libre escurrimiento del agua en todo momento.

Además, se debe asegurar un adecuado almacenamiento, manejo y disposición final de todos los residuos generados por los equipos y maquinarias tanto dentro como fuera del área de trabajo, para evitar la afectación del suelo y la infiltración en las napas y cuerpos de agua cercanos. Los residuos no deben llegar a corrientes de agua y deben ser apilados de forma segura para no causar disturbios en el área.

Atmósfera

Con el fin de reducir la dispersión de áridos y materiales de la zona de trabajo hacia áreas urbanas y cuerpos de agua, es importante considerar la dirección del flujo de viento predominante al seleccionar los espacios de almacenamiento o disposición transitoria.

Las superficies de tierra propensas a desprender polvo deben mantenerse húmedas mediante riego. Además, es obligatorio el transporte de material recubierto. En caso de acopio y transporte de suelos y material granular utilizado en la construcción, se debe verificar que la carga transportada esté adecuadamente cubierta (usando lonas, geotextiles, etc.) para evitar la pérdida, caída o diseminación de partículas en suspensión.

Se planificará adecuadamente la ejecución de cada una de las tareas, evitando la circulación simultánea de varios vehículos y/o la utilización de maquinaria que produce altos niveles de ruido.

El uso de maquinaria y equipos se restringirá a horarios diurnos para minimizar el impacto sonoro en la población.

Se mantendrán en buen estado de mantenimiento y carburación los motores, vehículos y maquinaria pesada para reducir la emisión de ruido, gases y partículas que puedan afectar la calidad del aire.

Se cumplirán los requerimientos de la Verificación Técnica Vehicular (VTV) correspondiente para garantizar el correcto funcionamiento y cumplimiento de las normativas ambientales aplicables.

Vegetación y fauna

Durante la etapa de construcción de la obra, es importante realizar las tareas de desmalezamiento de manera que se minimice la pérdida de la cobertura vegetal, sin utilizar herbicidas ni otras sustancias químicas.

Se debe evitar la disposición temporal o permanente de residuos o sustancias contaminantes de cualquier tipo en espacios verdes en todo momento.

Cuando sea necesario colocar una capa vegetal, el relleno debe realizarse teniendo en cuenta la restitución de las condiciones originales de la vegetación y del terreno. Es importante asegurar que la capa vegetal esté bien establecida y se ajuste a las condiciones ambientales y climáticas locales.

Etapa Operativa

Atmósfera

Para minimizar la dispersión de polvo en las áreas propensas, se debe mantener el suelo húmedo mediante riego.

Es importante mantener en buen estado de mantenimiento y funcionamiento los motores de combustión interna para reducir la emisión de ruidos y gases que puedan afectar la calidad del aire.

Se recomienda chequear y mantener en buen estado la cortina forestal para disminuir los impactos generados por el biodigestor. Esto ayudará a minimizar la exposición a los olores y la contaminación en las áreas cercanas.

Vegetación y Fauna

Establecer lineamientos de manejo para el mantenimiento de árboles y arbustos que minimicen el uso de plaguicidas, fungicidas y otros productos químicos que puedan poner en riesgo la preservación de los recursos naturales.

Además, se debe considerar el seguimiento de los ejemplares durante los primeros meses de plantación para garantizar su supervivencia. Esto puede incluir el riego regular, la fertilización adecuada y la protección contra plagas y enfermedades.

Uno de los principales subproductos que se generan en la operación del biodigestor son los lodos, que se acumulan en el fondo y que contienen una alta concentración de nutrientes y materia orgánica. Estos pueden ser utilizados como sustratos para el cultivo de plantas ornamentales (Ederra, 2016). Los lodos se mezclan con sustratos como turba para mejorar la retención de agua y nutrientes, reduciendo el uso de fertilizantes químicos.

Programa de Contingencias y Emergencias Ambientales

El Programa de Emergencias y Contingencias Ambientales está orientado a responder en forma eficaz, oportuna y adecuada ante cualquier tipo de eventualidad asociados a fenómenos de orden natural y a emergencias producidas por alguna falla de las instalaciones de seguridad o error involuntario en la operación y mantenimiento de equipos e infraestructura, que pudiese ocurrir durante las diversas actividades de la Unidad Demostrativa de Producción de Biogás, con el propósito de prevenir los impactos a la salud humana, el ambiente y la propiedad en el área de influencia del proyecto.

Un elemento fundamental para una rápida respuesta ante contingencias es la disponibilidad de un sistema de comunicación confiable que comunique los niveles operativos en los frentes de trabajo con los niveles de supervisión y niveles de toma de decisiones. En función de ello, se deberán desarrollar procedimientos de emergencia específicos para respuesta en el caso que los trabajadores sufran algún tipo de accidente y prever las condiciones logísticas que permitan la intervención inmediata.

El Programa de Emergencias y Contingencias Ambientales contempla las siguientes eventualidades:

Riesgos ambientales generados por "condiciones naturales":

Son los riesgos que la naturaleza puede desencadenar en cualquier momento y que puede afectar directamente al biodigestor en cualquiera de sus etapas. El riesgo ambiental está presente durante la acotada duración de la construcción, como también durante su operación. En general esta obra no presenta riesgos particularmente peligrosos, tanto para el desarrollo de las tareas de instalación como para el período de operación, sin embargo, no se pueden descartar acciones climatológicas consideradas de fuerza mayor.

Riesgos ambientales "antrópicos"

Estos riesgos son generados o causados por las acciones u omisiones del hombre durante las diferentes etapas. Los riesgos ambientales durante la construcción se circunscriben a las acciones erróneas, las cuales en general pueden desencadenar accidentes, como ser: riesgo a la integridad de las personas o bienes, generados por fallas o errores de operación y procedimientos durante la construcción; riesgos del trabajo en el uso de máquinas peligrosas y pesadas; derrames de sustancias peligrosas; derrumbes durante las excavaciones; interferencias con servicios; inundaciones; incendios, explosiones; riesgos eléctricos y riesgos mecánicos varios.

Derrames y/o vertidos accidentales

El objetivo de este procedimiento es el de minimizar la posibilidad que un derrame de materiales o residuos peligrosos durante las actividades se infiltre en el suelo o alcance un cuerpo de agua subterránea/superficial.

En primer lugar, se debe establecer una zona de seguridad alrededor del área del derrame para evitar que las personas se acerquen y se expongan a los efectos tóxicos del hidrocarburo. Luego, se debe evaluar la magnitud y las características del derrame para determinar la mejor estrategia de limpieza y recuperación ambiental.

Si el derrame es de pequeña magnitud, se pueden utilizar técnicas de limpieza simples como absorbentes, arena y tierra para absorber y recolectar el hidrocarburo derramado. Es necesario evitar que el hidrocarburo se filtre al suelo y contamine el agua subterránea.

Incendios y explosiones

El objetivo de este procedimiento es el de minimizar la posibilidad de que un incendio/explosión durante las actividades del proyecto genere pérdidas y/o daños de carácter significativo y se dé respuesta al evento de manera eficiente.

Como medida preventiva, queda estrictamente prohibido fumar o encender fuegos cerca del biodigestor. También es importante asegurarse de que ningún otro tipo de actividad peligrosa se esté realizando en la zona de influencia del biodigestor.

Se debe capacitar al personal que trabaja con el biodigestor sobre los peligros asociados con el equipo y cómo minimizar el riesgo de incendio o explosión.

En caso de detección de fuga de biogás, llamar a los servicios de bomberos y evacuar inmediatamente a todas las personas del área cercana al biodigestor. La seguridad del personal es la máxima prioridad en caso de emergencia, por lo que se debe proceder a la evacuación inmediata de todas las personas del lugar, incluyendo a los trabajadores y a cualquier otra persona que pueda estar en la zona.

Esperar a que los servicios de bomberos y de emergencia lleguen al lugar para proporcionar información y aseguren el área.

Por último se debe documentar el daño o irregularidades que se produjo en el sistema. El retorno a las operaciones lo indicará la autoridad correspondiente.

Programa de Comunicación

El propósito de este programa es optimizar la comunicación con la comunidad, involucrándola en el proyecto, considerando sus preocupaciones y opiniones para minimizar los impactos ambientales y maximizar los beneficios para la comunidad, a fin de mejorar la eficacia de la interacción con todas las partes interesadas.

La comunicación ambiental comprende uno de los instrumentos de la educación ambiental y se basa en un proceso de interacción social que ayuda a la población a entender los factores ambientales clave y sus interdependencias, y que posibilita también la realimentación y la respuesta ciudadana constructiva.

La construcción del biodigestor no solo implicó la implementación de una tecnología ambiental, sino también un proceso de aprendizaje mutuo entre la comunidad y los profesionales involucrados. Como lo expresó Adrián Giudice, director del Grupo de Economía Social y Solidaria, en el programa radial "Ambiente con Relaciones" (2018): "A nosotros nos convocan para avanzar en la constitución de una asociación de vecinos. La verdad, terminamos aprendiendo mucho más de lo que logramos aportar". Estas experiencias demuestran cómo el conocimiento generado en el sistema científico puede ser compartido con la comunidad para ayudar en la implementación de tecnologías ambientales y mejorar la calidad de vida de la misma. De esta manera, se logra una sinergia entre diferentes disciplinas que contribuye a maximizar los beneficios ambientales y mejorar la eficacia de la interacción con todas las partes interesadas.

Capítulo 6. Marco Legal

El presente capítulo sintetiza la normativa legal vigente que tiene relación con el proyecto y el ambiente. Se presentan las normas nacionales, provinciales y municipales.

Marco Nacional

Los artículos a considerar de la Constitución Nacional Argentina, en relación con el presente EsIAS son;

Constitución Nacional Argentina - Artículo 41

Se transcribe: “Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley”.

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

“Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales”.

Constitución Nacional Argentina - Artículo 43

Como garantía Constitucional, y a los fines de lograr el cumplimiento efectivo de los derechos receptados en el artículo 41 antes enunciados, el Constituyente instituyó en el artículo 43 la Acción de Amparo, de la siguiente forma: “Contra todo acto u omisión de las autoridades públicas o particulares, que en forma actual o inminente lesione, restrinja, altere o amenace con arbitrariedad e ilegalidad manifiesta, derechos y garantías reconocidos por la Constitución, un Tratado, o una Ley, podrá interponerse acción de amparo. En cuanto al derecho al ambiente, podrá interponerla tanto el afectado, como el Defensor del Pueblo, como aquellas asociaciones que propendan a esos fines, debidamente registradas conforme lo establecido por la Ley.”

Constitución Nacional Argentina - Artículo 124

También la Constitución Argentina, en su artículo 124 afirma que el dominio originario de los recursos naturales pertenece a las provincias. En consecuencia, y considerando que quien detenta el dominio de los recursos naturales es quien debe ejercer la jurisdicción ambiental, se infiere que las provincias son quienes ejercen jurisdicción y retienen el poder de policía en materia ambiental conforme lo determina el artículo 75 inc. 30 de la Constitución Nacional.

Convenios y pactos internacionales

Los principales Convenios Internacionales, dentro del marco ambiental, en los cuales la República Argentina ha ratificado adhesión y que muestran incidencia sobre el proyecto en estudio son:

- La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 1992. (Ley Nacional N° 24.295)
- Protocolo de Kioto (Ley Nacional N° 25.438)
- Conservación de Biodiversidad Biológica (Ley N° 24.375)
- Acuerdo Marco sobre Medio Ambiente del MERCOSUR (Ley N° 25.841)
- Acuerdo de París sobre Cambio Climático (Ley N° 27.270)

Ley N°25.675 General del Ambiente

Establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Exige un procedimiento de EIA, previo a la ejecución, frente a toda actividad que se desarrolle en el territorio nacional y sea susceptible de degradar el ambiente.

Ley N°25.831 de Libre Acceso a la Información Pública Ambiental

Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental que se encuentre en poder del Estado, tanto en el ámbito nacional como provincial, municipal y de la Ciudad de Buenos Aires, como así también de entes autárquicos y empresas prestadoras de servicios públicos, sean públicas, privadas o mixtas.

Ley N° 22.421 Protección y conservación de la fauna silvestre

Regula los aspectos referidos a la protección, conservación, propagación, repoblación y aprovechamiento racional de la fauna silvestre. Se encuentra reglamentada por Decreto 666/97, siendo autoridad de aplicación la entonces Secretaria de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable (actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

Ley N° 26.190 Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables

Declara de interés nacional la generación de energía eléctrica a partir del uso de fuentes de energía renovables con destino a la prestación de servicio público como así también la investigación para el desarrollo tecnológico y fabricación de equipos con esa finalidad.

Ley N°19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo

Determinan las condiciones de seguridad que debe cumplir cualquier actividad industrial a nivel nacional, establece la obligación de contar con un Servicio de Higiene, Seguridad y Medicina Laboral, a través de profesionales competentes en Seguridad y Medicina del Trabajo.

Ley N°24.557 de Riesgos del Trabajo

Tiene entre sus objetivos el reducir la siniestralidad laboral a través de la prevención de los riesgos de trabajo, reparar los daños derivados de accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales, promover la recalificación y recolocación de los trabajadores damnificados y la negociación colectiva laboral, para la mejora de las medidas de prevención y de las prestaciones reparadoras.

Ley N°27.520 de Presupuestos Mínimos de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático Global

La norma tiene tres grandes objetivos, todos ellos referidos Adaptación, Vulnerabilidad, y Mitigación. Particularmente tiene presente que las políticas de mitigación impuestas por los países desarrollados a los países en desarrollo pueden afectar severamente el desarrollo de estos últimos. La ley complementa las obligaciones que había asumido Argentina en materia de cambio climático al haber suscripto la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (1992) incorporada por la Ley 24.295 (1993) y el Acuerdo de París (2015) ratificado por la ley 27.270, del año 2016.

Marco Provincial

Constitución de la Provincia de Buenos Aires - Artículo 28

La Constitución de la Provincia de Buenos Aires, establece el derecho y el deber de los habitantes de conservar el ambiente sano en su provecho y en el de las generaciones futuras, estando obligados a no degradar el ambiente y a tomar todas las medidas necesarias para evitar el daño ambiental y cultural. Reafirma el dominio provincial sobre los recursos naturales de su territorio incluyendo el subsuelo y el espacio aéreo correspondiente, el mar territorial, su lecho, la plataforma continental y los recursos naturales de la zona económica exclusiva, a los fines de asegurar una gestión económica adecuada.

Ley N°11.720 de Generación, Manipulación, Almacenamiento, Transporte, Tratamiento y Disposición Final de Residuos Especiales

Son fines de la presente ley reducir la cantidad de residuos especiales generados, minimizar los potenciales riesgos del tratamiento, transporte y disposición de los mismos y promover la utilización de las tecnologías más adecuadas, desde el punto de vista ambiental.

Ley N°13.592 de Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos

Tiene como objetivo establecer un marco regulatorio para la gestión de los residuos sólidos urbanos. Esta ley establece que los residuos deben ser gestionados de manera integral, desde su generación hasta su disposición final, con el fin de reducir su impacto ambiental y proteger la salud pública.

Ley N°11.723 Integral del Medio Ambiente

Establece la protección, conservación, mejoramiento y restauración de los recursos naturales y del ambiente en general en el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, a fin de preservar la vida en su sentido más amplio; asegurando a las generaciones presentes y futuras la conservación de la calidad ambiental y la diversidad biológica. Establece la presentación de una Evaluación de Impacto Ambiental para todos los proyectos consistentes en la realización de obras o actividades que produzcan o sean susceptibles de producir algún efecto negativo al ambiente.

Resolución N°159 de Ruidos Molestos

Adopta métodos de medición y clasificación de ruidos molestos al vecindario, producidos por la actividad de los establecimientos industriales regidos por la Ley 11.459.

Resolución 264/2019 de Prefactibilidad de Proyectos de Energías Renovables

Establece que el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible certificará la prefactibilidad ambiental de los anteproyectos y proyectos de obras, tecnologías o actividades de generación de energía, a partir del aprovechamiento de fuentes renovables en la Prov. de Bs. As.

Marco Municipal

Usos del Suelo y Ordenamiento Territorial

El régimen aplicable en materia de uso del suelo está conformado por el Decreto Ley N° 8.912/77 y Ordenanza N°52/14.

En su artículo 19 divide al territorio en las siguientes áreas: Urbana, Complementaria y Rural. Cada una de ellas se compone de las siguientes zonas

- Área Urbana: Corresponde Zona R3 en las localidades de San Agustín, Los Pinos, Ramos Otero y Napaleofú. En la ciudad de Balcarce corresponde a Zonas Comercial Administrativa 1, Comercial Administrativa 2, Comercio Ocasional 4, Comercio Ocasional 5, Residencial 1, Residencial 2, Residencial 3, Residencial Parque, Zona Mixta, Los Distritos Urbanizados DUE 1, DUE 2, DUE 3, DUE 4, DUE 5, DUE 6, DUE 9, DUE 10, DUE 11, DUE 12, DUE 13, DUE 14, DUE 15, DUE 16, DUE 17, DUE 18, DUE 19, DUE 20, DUE 21, DUE 22.

- Área Complementaria: Corresponde Zona Complementaria 1 en las localidades de San Agustín, Los Pinos, Ramos Otero, y Napaleofú. En la ciudad de Balcarce corresponde a Zonas Extra urbana 1, Extraurbana 2, Extraurbana 3, Complementaria 1, Complementaria 2, Complementaria 3, Diseño Especial de Interés Turístico, Zona Industrial, Complementaria Mixta y DUE 8.

Se consideran usos autorizables para las zonas Complementaria 1, Complementaria 2 y Complementaria 3 los incluidos dentro del Área Rural

- Área Rural: Comprende el resto del partido de Balcarce.

Podrán incorporarse como usos autorizables, aquellos que no representen un cambio de carácter propio del medio rural, originen conflictos con las actividades específicas del mismo medio, constituyan una distorsión del paisaje circundante, o generen un conjunto de edificaciones que puedan demandar infraestructuras o servicios similares a los del Área Urbana. La autorización de los mismos quedará sujeta al análisis particular de la Subsecretaría de Planeamiento y Obras Privadas. En todos los casos deberá solicitarse un permiso de radicación previo a la autorización de las obras, y presentarse para la habilitación definitiva un informe de impacto ambiental.

En 2018, la Agencia de Administración de Bienes del Estado (AABE), en el marco del programa PRESERVAR⁷, firmó un convenio con la Municipalidad de Balcarce, otorgando la cesión de uso de un galpón ferroviario de 90 m² de superficie, en un predio de 2750 m², destinado a ser utilizado como sede administrativa de la Cooperativa.

⁷ Programa a través del cual las provincias, municipios, comunas y ONGs pueden solicitar el permiso de uso o custodia sobre inmuebles del Estado Nacional y, de esta manera, brindar solución a las problemáticas locales y revalorizar su función social.

Capítulo 7. Discusión

Comparación de métodos de Estudio de Impacto Ambiental

Existen diferentes métodos para llevar a cabo una EIA, cada uno con sus propias fortalezas y debilidades. A continuación, se detallarán algunos de los métodos más utilizados para estudios de impacto ambiental. Es importante destacar que existen muchas alternativas con buenas referencias y resultados muy eficaces que no se mencionan en esta comparación.

Guía Técnica para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental

Por otro lado, existen métodos más sencillos que se enfocan en la identificación de impactos ambientales a través de la realización de una lista de verificación, como la Guía Técnica para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (2006) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Es un método de evaluación que se centra en la identificación de impactos ambientales a través de la realización de una lista de verificación. Este método es menos costoso y más rápido, pero puede no ser tan exhaustivo.

El proceso consta de cuatro fases. En la primera fase, se identifican los posibles impactos ambientales que el proyecto podría generar mediante una lista de verificación. Los impactos se agrupan en diferentes categorías, como la calidad del aire, la calidad del agua, la biodiversidad, entre otras.

En la segunda fase, se valora la importancia y magnitud de los impactos identificados en la fase anterior. Se toman en cuenta factores como la frecuencia, duración, reversibilidad, extensión y magnitud de los impactos.

En la tercera fase, se identifican las medidas que se pueden tomar para prevenir o minimizar los impactos ambientales identificados en las fases anteriores. Estas medidas pueden incluir la implementación de tecnologías limpias, cambios en la planificación del proyecto, entre otras.

Finalmente, en la cuarta fase, se establece un plan para monitorear y evaluar el impacto ambiental del proyecto después de su implementación. Esto permite verificar si las medidas correctoras implementadas están teniendo el efecto deseado y tomar medidas adicionales si es necesario.

Indicadores Ambientales

Otro método de EIA es el enfoque basado en indicadores, que se centra en la medición de impactos ambientales a través de indicadores ambientales específicos, como la calidad del agua, el aire y el suelo. Este método permite una evaluación más objetiva y cuantitativa de los impactos ambientales, pero puede ser limitado por la disponibilidad y calidad de los datos ambientales.

El proceso de evaluación comienza con la identificación de los objetivos ambientales del proyecto. A partir de estos objetivos, se seleccionan los indicadores ambientales que se utilizarán para medir el impacto del proyecto en cada categoría.

Una vez seleccionados los indicadores, se realiza una evaluación cuantitativa del impacto ambiental del proyecto utilizando una escala de valores para cada indicador. Estos valores se utilizan para calcular un índice de impacto ambiental general del proyecto. (Eccleston y Van Der Vooren, 2016)

Un ejemplo es el Sistema de Indicadores Ambientales de la Unión Europea (SEIS, por sus siglas en inglés). Son un conjunto de indicadores ambientales que se utilizan para evaluar el estado del medio ambiente en la Unión Europea y su evolución en el tiempo. El SEIS se utiliza para monitorear el progreso hacia los objetivos ambientales de la Unión Europea y para evaluar el impacto de las políticas ambientales.

Leopold

Por último, otra herramienta muy utilizada es el método de la matriz de Leopold, que se enfoca en la identificación y evaluación de los impactos ambientales a través de una matriz que relaciona las acciones del proyecto con los impactos ambientales potenciales. El método de Leopold es una metodología ampliamente utilizada para evaluar los impactos ambientales. Fue desarrollado por la Administración de Parques Nacionales de los Estados Unidos en la década de 1970 y es conocido por su enfoque sistemático y participativo para identificar, evaluar y mitigar los impactos ambientales.

Según Leopold et al. (1971), el método consta de cinco pasos principales: 1) identificación de los objetivos del estudio; 2) descripción del entorno físico, biológico y social de la zona de estudio; 3) identificación de las acciones humanas que podrían tener un impacto en el entorno; 4) evaluación de los impactos potenciales de estas acciones en términos de su magnitud, duración, frecuencia y reversibilidad; y 5) desarrollo de medidas de mitigación y monitoreo para reducir o eliminar los impactos negativos identificados.

Su aplicación también ha sido objeto de críticas y controversias, incluyendo preocupaciones sobre su capacidad para capturar todos los impactos ambientales relevantes y su capacidad para integrar adecuadamente la participación de las comunidades locales en el proceso de evaluación.

A pesar de estas preocupaciones, el método de Leopold sigue siendo una herramienta importante para el estudio de impacto ambiental y ha sido utilizado en numerosos proyectos importantes en todo el mundo. Algunos ejemplos notables incluyen la evaluación del impacto ambiental del proyecto de la presa de las Tres Gargantas en China (Zhang et al., 2003) y el estudio de impacto ambiental del proyecto de la presa de Belo Monte en Brasil (IBAMA, 2011).

Conesa Fernández-Vitora

Uno de los métodos más utilizados es el desarrollado por Conesa Fernández-Vitora (2000), que se enfoca en la identificación y valoración de los impactos ambientales a través de un análisis detallado de la interacción entre el proyecto y el medio ambiente. Este método es considerado

complejo debido a que requiere de la participación de expertos en diferentes disciplinas, lo que puede hacer que el proceso sea costoso y prolongado.

Se basa en la utilización de matrices de impacto, las cuales permiten identificar y valorar los efectos que el proyecto puede causar en cada una de las áreas mencionadas anteriormente. Estas matrices son construidas a partir de un análisis cualitativo y cuantitativo de los impactos ambientales potenciales, y son complementadas con información obtenida de expertos en diferentes disciplinas, así como de estudios e investigaciones previas.

El método es justificado por su capacidad para proporcionar una elevada certeza en la identificación de los impactos, a través de una valoración que reduce significativamente la subjetividad al considerar por separado los aspectos de manifestación no cuantitativa de dichos impactos, para determinar su importancia. Además, se cuantifican los efectos mediante el uso de indicadores numéricos, los cuales son posteriormente transformados en unidades conmensurables para determinar la magnitud del impacto. La interpretación de los resultados, debido a su tratamiento numérico, es objetiva y fácilmente comunicable.

Fortalezas y debilidades del método de estudio elegido.

El método de estudio de impacto ambiental de Conesa Fernández-Vitora es una herramienta utilizada para identificar, evaluar y mitigar los impactos ambientales de un proyecto. Este método tiene sus fortalezas y debilidades que se deben tener en cuenta durante su aplicación.

Una de las fortalezas de este método, es su enfoque sistemático. Según López, P., Rodríguez, M., & Benayas, J. (2010), este enfoque garantiza que se aborden todos los aspectos relevantes del proyecto, lo que ayuda a identificar los posibles impactos ambientales. Además, el método involucra a expertos de diversas disciplinas para garantizar una evaluación integral del proyecto.

Otra fortaleza es su análisis de alternativas, ayudando a identificar opciones más sostenibles o menos dañinas para el medio ambiente. Además, el método promueve la participación pública en el proceso de evaluación de impacto ambiental, lo que puede ayudar a identificar preocupaciones y perspectivas que de otro modo podrían ser pasadas por alto. (Márquez-García, M., & Gómez-Mendoza, M., 2018)

Entre las debilidades se encuentra su complejidad. Este método puede ser complejo y requiere un alto nivel de conocimientos técnicos y experiencia para su aplicación efectiva. Además, depende en gran medida de la interpretación de los expertos involucrados, lo que puede dar lugar a cierta subjetividad en la evaluación de impacto ambiental. (Valderrama, M., & Maldonado, G., 2014)

Otra debilidad del método de Conesa es la limitación de tiempo y recursos. Según Peralta, E. (2017), este método puede ser costoso y requiere tiempo y recursos significativos para su implementación adecuada, lo que puede limitar su aplicación en algunos proyectos. Además, no cuenta con estándares uniformes, lo que puede dar lugar a inconsistencias en la evaluación de impacto ambiental en diferentes proyectos o regiones.

Teniendo en cuenta estas ventajas y desventajas del método, se decidió que era una buena opción para implementarlo, pudiendo abordar todos los impactos ambientales producidos durante las etapas de construcción, operación y renovación del biodigestor.

A pesar de la complejidad del método, con la ayuda de varios profesionales que colaboraron significativamente, se logró alcanzar los objetivos. Su valioso aporte fue fundamental para el éxito del estudio de impacto ambiental.

Capítulo 8. Conclusiones

Este proyecto representa un avance significativo en Los Pinos para la investigación y desarrollo de la tecnología de digestión anaerobia aplicada al manejo de residuos avícolas y porcinos. Aunque inicialmente solo se abordará una fracción de la totalidad de estos residuos, se puede apreciar el gran potencial que posee esta tecnología.

A partir del trabajo realizado se presentan a continuación las conclusiones correspondientes a los potenciales impactos ambientales derivados de la construcción y funcionamiento de la Unidad Demostrativa de Producción de Biogás Los Pinos:

Se identificaron un total de 74 impactos, de los cuales 43 fueron considerados positivos. Entre los impactos positivos, se identificaron 22 de importancia leve y 20 de importancia moderada. Por otro lado, se identificaron 31 impactos negativos, de los cuales 14 fueron considerados leves, 15 moderados y 2 severos.

En términos generales los impactos negativos se producirán principalmente durante la etapa de construcción del biodigestor, en el subsistema físico-natural.

- El agua subterránea es el factor ambiental con mayor impacto negativo, a causa de las obras de impermeabilizado de suelo con hormigón.
- La vegetación en el área operativa es otro factor con un nivel de impacto severo, debido a la eliminación de la cobertura vegetal.
- El suelo también será impactado significativamente, por la erosión generada en el movimiento de suelo y las obras de construcción permanentes.
- Los factores atmosféricos, al igual que la fauna, solo son impactados de manera irrelevante o compatibles con el ambiente, pudiéndose reducir aún más con la implementación de las medidas de mitigación.
- En contraposición, la implementación de la cortina forestal generará un impacto moderadamente positivo en todos los factores del subsistema, lo que resulta de gran relevancia por su efecto acumulativo y permanente.

En lo que respecta a los impactos positivos, se concentran en la etapa operativa del biodigestor:

- Los impactos más significativos se relacionan con la generación de energía eléctrica y biogás, los cuales tienen una alta influencia en el medio social en términos de su intensidad y extensión sobre la población.
- Se han constatado varios impactos ambientales positivos de leve magnitud como resultado del control adecuado de factores y mantenimiento del biodigestor, principalmente sobre el subsistema socioeconómico.
- Los de menor relevancia, relacionados con la recirculación de efluentes y retiro de lodos, impactan positivamente sobre el subsistema físico-natural, por su correcta disposición final y posible utilización como abono.

Los impactos positivos con menor relevancia se producen por la renovación y actualización del biodigestor, ya que dependerá de la inversión y ampliación que se planifique en función de los resultados obtenidos con el funcionamiento actual.

Teniendo en cuenta estos aspectos, se puede concluir que los impactos positivos generados por la instalación y, sobre todo, el funcionamiento del biodigestor superarían ampliamente los impactos negativos identificados y analizados en la matriz de impacto ambiental resultante de la metodología específica de Fernandez Conesa Vitor. Por lo tanto, se concluye que el proyecto es viable en términos ambientales, siempre y cuando se adopten las medidas propuestas en el Plan de Gestión Ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

Amico, I. (2011). Cortinas forestales. INTA EEA Esquel Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_forestal22_amos_cortinas.pdf

Angelidaki, I., Ahring, B.K. (1997a). Anaerobic digestion in Denmark. Past, present and future. III curso de Ingeniería Ambiental, pag., 336-342. Lleida, octubre de 1997.

Angelidaki, I., Ellegaard, L., Ahring, B.K. (2003). Applications of the Anaerobic Digestion Process. In: , et al. Biomethanation II. Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology, vol 82. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-45838-7_1

Antorchas AQL. Antorchas para biogás. Recuperado de <https://www.biogas-flare.com/espa%C3%B1ol-1/series-aql-ii/>

Aqualimpia. Generadores eléctricos para biogás. Recuperado de <https://www.aqualimpia.com/generadores-biogas/>

Baillie, B.R., Bishop, K., Ferraz, S., Högbom, L., Nettles, J., & Shah, N. W. (2022). The effects of forest management on water quality. *Forest Ecology and Management*, 522, 120397. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120397>

Barral, M.P. 2008. Evaluación Ambiental Estratégica: aplicación a un Plan de Ordenamiento Territorial Rural, estudio de caso para el Partido de Balcarce. Proyecto final de graduación en Ingeniería Ambiental, Universidad FASTA.

Burkart, R., Bárbaro, N., Sánchez, R. O., & Gomez. (1999). Ecorregiones de la Argentina, APN, PRODIA. Pp. 43.

Burkart, S.E.; R.J.C. León, S.B. Perelman y M. Agnusdei. 1998. The grasslands of the flooding pampa (Argentina): Floristic heterogeneity of natural communities of the southern Rio Salado basin. *Coenoses* 13:17-27.

Cabrera, A. L. (1971). Fitogeografía de la República Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 14: 1-42.

Cabrera, A., & Willink, A. (1973). Biogeografía de América Latina. OEA, Serie Biología, Washington D.C.

Cabrera, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Acme, Buenos Aires. 85 pp. (Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo 2 fasc

Carreño, Lorena & Viglizzo, Ernesto. (2007). Provisión de servicios ecológicos y gestión de los ambientes rurales en Argentina.

Clementi, L. V. (2012). Del nostálgico recuerdo al creciente entusiasmo de lo rural. Indicios de la revalorización y el retorno a los espacios rurales. *GeoGraphos*. Recuperado de <https://web.ua.es/en/revista-geographos-giecryal/documentos/retorno-rural.pdf>

- Conesa Fernández-Vitora, V. (2000). Evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa.
- Conesa Fernandez-Vitoria, Vicente (2011) Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa
- Corrales, Lucia Constanza, Antolinez Romero, Diana Marcela, Bohórquez Macías, Johanna Azucena, & Corredor Vargas, Aura Marcela. (2015). Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta. *Nova*, 13(24), 55-81. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702015000200007&lng=en&tlng=es.
- Dapeña, M. E., Fernández, A., Kruse, E. E., & Re, M. (2006). Estudio hidrogeológico de la cuenca del arroyo Los Padres, Balcarce, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 61(3), 415-426.
- Darrieu, A., Camperi, A., & Piloni, G. y. (2013). Lista actualizada de las aves de la provincia de Buenos Aires. Buenos Aires: Ed. Vázquez Mazzini.
- Decunto, V., (2019). Producción de biogás en Los Pinos : un proyecto construido desde la sinergia entre la Academia, la Comunidad y el Estado. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Humanas.
- Eccleston, C. H., & Van Der Vooren, A. (2016). Environmental impact assessment: A guide to best professional practices. John Wiley & Sons.
- Ederra, D, M. 2016. Evaluación de lodo deshidratado de papelera como sustrato de cultivo para plantas ornamentales. https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/22471/DianaMarin_TrabajoFinMaster.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Frangi, J. L. & M. D. Barrera. 1996. Biodiversidad y dinámica de los pastizales en la Sierra de la Ventana, Provincia de Buenos Aires.
- Furlan, A. (2014). Desequilibrios regionales en el transporte eléctrico argentino (1992-2013): el retraso relativo del área atlántica bonaerense. Recuperado de <https://www.freba.org.ar/wp-content/uploads/2022/03/2014-Furlan-Desequilibrios-regionales-en-el-transporteelectrico-argentino-1992-2013.pdf>
- Furlan, Adriano (2014) Desequilibrios regionales en el transporte eléctrico argentino (1992-2013): el retraso relativo del área atlántica bonaerense. *Revista Transporte y Territorio*. Disponible en
- Gareis, Maria Cecilia (2010) Evaluación de los impactos ambientales potenciales que podrían producirse por la instalación y funcionamiento de un Parque Eólico en la ciudad de Necochea. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Giambelluca, L. (2015). Serpientes bonaerenses. 1 a ed. La Plata: E- Book.
- Giudice, A. (2018). Ambiente con Relaciones. Tandil, Provincia de Buenos Aires. Lugar de publicación: Radio Mitre Tandil 93.1.

Gubinelli, Guido (2015, julio). En Argentina hay entre 60 y 80 plantas de biogás en funcionamiento - Energía Estratégica. <https://www.energiaestrategica.com/en-argentina-hay-entre-60-y-80-plantas-de-biogas-en-funcionamiento/>

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). (2011). Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte. Recuperado de http://www.ibama.gov.br/phocadownload/Meio_Ambiente/Estudo_de_Impacto_Ambiental/Belo_Monte/EIA_Resumo_Executivo.pdf

INTA. 2014. Zonas Agroecológicas III y IV del área de influencia EEA Balcarce. Recuperado de: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmpinta_zonasagroecologicasiiiyiv.pdf.

Jacinto, Guillermina (2012) Vínculos urbano-rurales y construcción de nuevas territorialidades en asentamientos de rango menor. Mundo Agrario. Disponible en: https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.5267/pr.5267.pdf

León, R.J.C.; S.E. Burkart y C.P. Movia. 1979. La vegetación de la República Argentina. Relevamiento fitosociológico del pastizal del norte de la Depresión del Salado (Partido de Magdalena y Brandsen, Provincia de Buenos Aires). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Serie Fitogeográfica 17:11-93.

Leopold, L. B., Clarke, F. E., & Hanshaw, B. B. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. US Geological Survey Circular, 645, 1-27.

Leopold, L., Clarke, F., Hanshaw, B., & Balsley, J. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. U.S. . Washington, D.C: Geological Survey Circular 645.

López, P., Rodríguez, M., & Benayas, J. (2010). Environmental impact assessment and ecosystem services: An integration of economic and ecological evaluation in the context of protected areas. Environmental Impact Assessment Review, 30(4), 209-218.

Maceira, N., Zelaya, K., Alvarez, C., Muñoz, C., Bruno, M., Oviedo, C., . . . Camino, M. (2011). Desarrollo de un plan de ordenamiento territorial rural participativo en el Partido de Balcarce (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Documento presentado en 1ras Jornadas Internacionales Sociedad, Estado y Universidad, Mar del Plata, Argentina. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/248394939_Desarrollo_de_un_plan_de_ordenamiento_territorial_rural_participativo_en_el_Partido_de_Balcarce_provincia_de_Buenos_Aires_Argentina

Marcomini, Silvia Cristina. (2002). Morfodinámica, sedimentología, geomorfología ambiental y sus alteraciones antropogénicas en Costas de Dunas del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3525_Marcomini.pdf

Márquez-García, M., & Gómez-Mendoza, M. (2018). Environmental impact assessment and sustainable development in Mexico: Evolution and challenges. Environmental Impact Assessment Review, 68, 12-20.

Martí-Herrero J. 2019. Experiencias Latino Americanas en la implementación de estrategias para democratizar los biodigestores entre pequeños y medianos productores agropecuarios: Aportes a Ecuador. Climate Technology Centre and Network (CTCN)-UNFCCC.

Martinez, G., (2001). Geomorfología y Geología del Cenozoico Superior de las Cuencas de Drenaje de los Arroyos Los Cueros y Seco, Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. Univ. Nac. Del Sur. Inédito.

Martínez, G., (2002). El Origen de las Cuevas y Aleros del Sistema Serrano de Tandilia. Actas de las IV Jornadas de Sociedades Indígenas Pampeanas.

Massone, H., (2003). Geología y Planificación Territorial en la Cuenca Superior del Arroyo Grande, Provincia de Buenos Aires, Tesis Doctoral, Unlaplata. Inédita, 257pp.

Ministerio de infraestructura y servicios públicos. Cuencas y regiones hídricas - ambientales de la provincia de Buenos Aires. Recuperado de <https://www.minfra.gba.gov.ar/web/Hidraulica/Atlas.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2006). Guía técnica para la elaboración de estudios de impacto ambiental. Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático.

Narosky, T., & Yzurieta, D. (2010). Aves de Argentina y Uruguay: guía de identificación. Buenos Aires.: Vázquez Mazzini.

Peralta, E. (2017). Environmental impact assessment and sustainable development: A critical review. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1496-1507.

Pérez, M. (2008). Utilización de biogás en pilas de combustible. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas. España, 68 p.

Sadler B. (1996). Canadian Environmental Assessment Agency & International Association for Impact Assessment. Environmental assessment in a changing world: evaluating practice to improve performance. Canadian Environmental Assessment Agency.

Saggese, L. (23 de agosto del 2022). Entrevista personal.

Soil Survey Staff. (2014). Keys to soil taxonomy (12th ed.). USDA-Natural Resources Conservation Service.

Soriano, A., León, R., Sala, O., Lavado, R., & Deregibus, V. (1992). Río de la Plata grasslands. Elsevier, New York.: Ecosystems of the world 8A. Natural grasslands. (Coupland, R.T. ed.) Páginas 367- 407.

Speece, R. E. (1996). Anaerobic biotechnology for industrial wastewater treatments. *Environmental Science & Technology* 1983 17 (9), 416A-427A. DOI: 10.1021/es00115a725

Teruggi, M.E. y Kilmurray, J.O., (1975). Tandilia. En Relatorio Geología de la provincia de Buenos Aires, 6 Congreso Geológico Argentino, 55-77.

Thornthwaite C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. American Geographical Society. *Geographical Review*, Vol. 38, N° 1. pp. 55-94.

Tomas M., Farenga M., Bernasconi M. V., Martinez G., Massone H., Cabria F., Calandroni M., Dillon G., Mazzanti D., Pastoriza E., Pilcic T., Espinosa A., Lanari M. E., López M. T., López J. y Salgado P. (2004). Atlas digital del Partido de Balcarce. Unidad Ejecutora: Centro de Geología de Costas y del Cuaternario.

United States, U. States, & Soil Conservation Service, S. Conservation Service. (1975). Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys.

Valderrama, M., & Maldonado, G. (2014). Environmental impact assessment of wind energy projects: A review and implications for Mexican policy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 381-393.

Zhang, Y., Li, X., Li, X., & Sun, Y. (2003). Environmental impact assessment of the Three Gorges Project in China: Issues and interventions. *Environmental Impact Assessment Review*, 23(3), 261-273.