

OF. ORD. N° 08 /

**ANT.:** Resolución Exenta N°695  
del 25 de marzo de 2021.

**MAT.:** Entrega Informe con  
cronograma de  
actividades.

Villarrica, 14 ABR. 2021

**DE:** ALCALDE  
I. MUNICIPALIDAD DE VILLARRICA

**A:** CRISTOBAL DE LA MAZA GUZMÁN  
SUPERINTENDENTE DE MEDIO AMBIENTE

Junto con saludarlo, y de acuerdo a lo exigido por la Superintendencia del Medio Ambiental a la I. Municipalidad de Villarrica, a través de la Resolución Exenta N° 695, del 25 de marzo de 2021, hago entrega a Ud. del Informe denominado "Propuesta para el diseño y desarrollo de un plan maestro para la restauración del Pozo Becker" el cual contiene entre sus actividades, el ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Se adjunta el Informe antes indicado.

En la espera de una acogida favorable, se despide atentamente,



  
**GERMÁN VERGARA LAGOS**  
Alcalde

**GVL/EQU**  
Distribución

- La indicada
- Archivo DMAO.
- Archivo Partes.



OF. ORD. N° 08 /

**ANT.:** Resolución Exenta N°695  
del 25 de marzo de 2021.

**MAT.:** Entrega Informe con  
cronograma de  
actividades.

Villarrica, 14 ABR. 2021

**DE: ALCALDE  
I. MUNICIPALIDAD DE VILLARRICA**

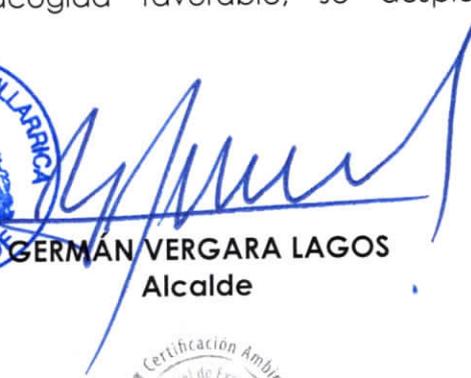
**A: CRISTOBAL DE LA MAZA GUZMÁN  
SUPERINTENDENTE DE MEDIO AMBIENTE**

Junto con saludarlo, y de acuerdo a lo exigido por la Superintendencia del Medio Ambiental a la I. Municipalidad de Villarrica, a través de la Resolución Exenta N° 695, del 25 de marzo de 2021, hago entrega a Ud. del Informe denominado "Propuesta para el diseño y desarrollo de un plan maestro para la restauración del Pozo Becker" el cual contiene entre sus actividades, el ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Se adjunta el Informe antes indicado.

En la espera de una acogida favorable, se despide atentamente,



  
**GERMÁN VERGARA LAGOS**  
Alcalde

**GVL/EQU**

Distribución

- La indicada
- Archivo DMAO.
- Archivo Partes.



**PROPUESTA PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO  
DE UN PLAN MAESTRO  
PARA LA  
RESTAURACIÓN DEL  
“POZO BECKER”**



**UNIDAD DE ECONOMÍA CIRCULAR  
DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE  
ASEO Y ORNATO**

**ABRIL DE 2021.**

## I INTRODUCCIÓN

La recuperación de un terreno afectado por extracción de materiales (e.g. minería) es devolver su aspecto original. Actualmente, la capacidad humana por transformar el entorno ha originado importantes desequilibrios, perpetuando los efectos adversos incluso una vez abandonada la faena. Sin embargo, es innegable la necesidad de geo-recursos para abastecer a la sociedad y, con ello, contribuir al desarrollo y una mejor calidad de vida urbana (Carbonell, 2003). La explotación de áridos conlleva una profunda alteración debido a la separación de la capa superior para la posterior excavación y explotación de materiales comercializables, siendo el mayor deterioro el físico, químico y biológico, entre otros, lo que se explicaría por el proceso mismo de explotación, en general, importantes taludes (con el peligro de derrumbe correspondiente), arrastre de desechos o residuos, arrastre de sedimentos, afectación de aguas, desaprovechamiento de recursos naturales, erosión, alteración del hábitat y una alteración estética (Alburquenque, 2003). Los áridos son imprescindibles en la mayoría de las obras de construcción (e.g. edificios, infraestructuras), son la segunda materia prima más consumida, después del agua, representando un negocio de 150 MMU\$/año, con un volumen de ventas de 22 millones de m<sup>3</sup>, lo que equivaldría a un consumo de 1,1 ton/hab/año. En términos de extracción, podemos decir que la extracción de áridos es la más importante a nivel global, representando cerca del 60% de la producción minera total (BCN, 2009).

Así mismo, la construcción es una actividad que comporta importantes flujos de materiales, tanto de materias primas, procesadas y residuos durante la ejecución de la obra (Blanco *et al*, 2011). Los Residuos de la Construcción y la Demolición, por su parte, representan, en Chile, cerca del 34% del total de residuos (Conama, 2010) y para 2023 se proyecta un total de 7.455.602 de toneladas/año, sólo considerando el sector vivienda (Minvu, 2019), esto equivale a más de 7.000.000 m<sup>3</sup>. A nivel nacional, sólo 8 regiones cuentan con Sitios de Disposición de “escombros”<sup>1</sup> y, en nuestra región, se conoce de 4 regulados. Si la extracción de materiales no es planificada, o se sobrepasa la capacidad, se generan problemas que trascienden en el tiempo (Montes *et al*, 2018).

Otra arista del problema actual, tiene que ver con que los RCD, si bien no comportan una alta tasa de contaminantes en comparación a otros sectores industriales, pueden generar importantes impactos al medio natural, particularmente a los suelos (Blanco *et al*, 2011). Los RCD se componen principalmente de escombros y otros materiales (70%), lo que tendría un alto potencial de reciclaje y, por otra parte, la extracción de áridos naturales es crítica: se han identificado más de 1.000 Ha de extracción ilegal en todo Chile, principalmente en desiertos y riberas de ríos. Esto refleja la actual tendencia de mantener una economía lineal, incluso, en el ámbito de la construcción. Un mal manejo de los RCD conlleva impactos no sólo en lo ambiental, sino que repercute en lo social y económico.

La restauración se condiciona al estado del suelo, exigiendo especial atención al estado actual de este, ya que de lo contrario el resultado podría no ser el

<sup>1</sup> Escombros: nombre que en la jerga popular se le da a los RCD.



esperado. Para lograr un modelo robusto que permita esta restauración se debe contar con la mayor información, y detallada, posible de la situación de partida. A partir de ella, se desarrolla una estrategia de acción, un estudio y análisis de soluciones y, finalmente, un Plan Maestro para la recuperación del terreno. La restauración del Pozo Becker no solo permitirá la recuperación del predio, sino que además permitirá la correcta gestión de los RCD de particulares, evitando, por un lado, que se generen micro-vertidos espontáneos y basurales urbanos y, por otro lado, descongestionaría el Relleno Sanitario disponible, considerando los posibles RCD que requerirán, ciertamente, una disposición final.

### Normativa aplicable

No existe, en Chile, una normativa específica en materia de extracción de áridos, tampoco para la recuperación de zonas afectadas por la extracción de estos<sup>2</sup>. En efecto, en Chile la normativa vigente establece que quienes autorizan la extracción de áridos, son los municipios, previa visación técnica de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), del Ministerio de Obras Públicas (MOP). Del otro lado del problema, tampoco existe un marco legal para la gestión de los RCD y, en efecto, los procedimientos y fiscalizaciones se ajustan a normas básicas para Sitios de Disposición Final y tratamiento de RSD (e.g. código sanitario, evaluación ambiental y permisos sectoriales, entre otros). Dicho esto, podemos citar la Constitución Política de la República de Chile, donde en su artículo 19, establece el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación y establece el deber del Estado de velar tal derecho, así como la de preservar la naturaleza. Dicho esto, nuestra Carta Magna da ciertos indicios en cuanto a la protección ambiental, pero a su vez, no en cuanto a la problemática ambiental sobre la gestión de residuos, estableciendo solo derechos básicos para todo ciudadano.

Con todo, existen a la fecha otros instrumentos, como políticas, estrategias, reglamentos y otros cuerpos normativos, los que repasamos a continuación:

- 1) Política Nacional de Residuos 2018-2030; del Ministerio del Medio Ambiente; Persigue alcanzar una gestión sustentable de los recursos, focalizándose en modelos como la Economía Circular y las Economías Social y Solidaria lo que debería decantar en un mejor aprovechamiento de los bienes y un manejo racional de los residuos. Dentro de la Política, además, se considera la elaboración de decretos y reglamentos para la Ley 20.920<sup>3</sup>, considera además el desarrollo de un mercado para materias producto del reciclaje.
- 2) Ley 19.300; ley de bases del medio ambiente: Define “daño ambiental” como toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes”, así mismo define el área de influencia como el “área o espacio geográfico, cuyos componentes

<sup>2</sup> Sí en lo que regula la actividad minera industrial, pero no en específico de extracción de áridos.

<sup>3</sup> Ley 20.920, conocida como Ley REP, Ley Marco para la gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del productor y Fomento al Reciclaje.



- ambientales podrían verse afectados luego del cese de las operaciones de la faena...” En lo referente a los residuos, los integra dentro del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).
- 3) Ley 20.417; modifica la ley 19.300: Crea el Ministerio del Medio Ambiente y le otorga potestad para proponer políticas y normas, planes y programas relacionadas a los residuos. Por otro lado, establece que proyectos deben ser sometidos a evaluación ambiental.
  - 4) D.S. 40/2012; reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental: por el que se rige el SEIA en el proceso de evaluación ambiental (e.g. participación ciudadana).
  - 5) Ley 20.920; ley REP; establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje, su principal objetivo es la de disminuir la porción de residuos con disposición final, establece la jerarquía de tratamiento de los residuos y obliga a los productores a responsabilizarse por la recuperación, procesamiento y valorización de sus productos.
  - 6) Código Sanitario; rige en cuanto la protección y recuperación de la salud de los habitantes y, además, regula los aspectos asociados a la higiene y seguridad ambiental. Aborda los aspectos relativos a las instalaciones para la gestión, almacenaje y disposición de residuos. Identifica, como responsables, a las municipalidades.
  - 7) Ley 20.879; del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones; sanciona el transporte de residuos de cualquier tipo, hacia sitios eriazos, vertederos o cualquier tipo de depósito clandestino, ilegales o a los bienes nacionales de uso público.
  - 8) Ley 18.695; Ley orgánica constitucional de Municipalidades; establece como función privativa de las municipalidades, el aseo y ornato en su territorio. Autoriza externalizar el servicio por medio de licitación.
  - 9) Ley 20.551; regula el cierre de faenas e instalaciones mineras; indica el conjunto de medidas y actividades propuestas por la empresa minera para obtener la estabilidad física y química del lugar donde se encuentra la faena minera, así como el resguardo de la vida, salud, seguridad de las personas y medio ambiente.
  - 10) Decreto Ley 3.063; de rentas municipales: permite a los municipios realizar un cobro por la gestión de residuos, permite establecer tarifas diferenciadas a partir de ciertos criterios, programas ambientales (e.g. recogida selectiva y modelos de gestión).
  - 11) D.S. 189/2008, código sanitario; regula las condiciones sanitarias en los rellenos sanitarios.
  - 12) D.S. 594/2000, del MINSAL; sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en lugares de trabajo y, en general, para todo lugar donde se generen y almacenen residuos.
  - 13) D.S. 1/2013, del MMA; reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC).



- 14) D.S. 7/2017, del MMA; reglamento del Fondo para el reciclaje, dispone las bases para participar del proceso de asignación de fondos para proyectos de reciclaje.
- 15) Ordenanza Municipal N°6 (2002); I. Municipalidad de Villarrica, sobre permisos y concesiones para la extracción de áridos en el río Pedregoso y otros bienes nacionales de uso público de la comuna administrados por la I. Municipalidad de Villarrica. Instruye al Departamento de Rentas y Patentes, enrolar a los titulares de los permisos. Además, establece el deber, a todo concesionario, de cuidar el bien otorgado en concesión y restituirlo en buen estado al término de la misma.
- 16) NCh 3321:2012; norma las materias en cuanto a la caracterización de residuos sólidos municipales (RSM).
- 17) NCh 3562:2019; norma la gestión de residuos – residuos de construcción y demolición – clasificación y directrices para el plan de gestión.
- 18) NCh 3322:2013; norma acerca de los colores de los contenedores para la disposición temporal de las diferentes fracciones de residuos reciclables.
- 19) Protocolo para la tramitación de escombreras para Residuos de la Construcción y Demolición (RCD), del MINSAL; clasifica y norma la tramitación de la autorización sanitaria para su funcionamiento.

Finalmente, además de las ordenanzas municipales, se cuenta con instrumentos de regulación y planificación, como lo son el Plan Regulador Municipal (PRM), el presupuesto municipal y, como instrumento orientador, el Plan de Desarrollo Local (Pladeco). En conjunto, propician y donan el marco para el desarrollo de programas y proyectos, como la contratación de profesionales, para el logro de los objetivos planteados en ellos.

En relación al impacto ambiental de los pozos de lastres (explotación de áridos), encontramos importantes efectos ambientales en el terreno, efectos para los cuales la legislación, debería, por medio de normativas ambientales, perseguir la restauración y remediación, cuando correspondiese, evitando con ello que el terreno explotado se convierta en un pasivo ambiental.



## II Pozo Becker

El Pozo Becker se encuentra en la autovía S-91 (Villarrica–Loncoche), aproximadamente a 5 km. desde Villarrica, en la depresión intermedia. El sitio está compuesto, actualmente, por dos predios: (1) Pozo Becker y (2) resto pozo lastre Becker (Fig. 1), siendo anteriormente explotado en su conjunto como pozo de extracción de áridos por el Ministerio de Obras Públicas (MOP).

El lugar posee una superficie de 3,5 Ha y dada la explotación de áridos presenta, al día de hoy, importantes taludes y claros efectos adversos de la actividad señalada.

### Situación actual

El predio es de propiedad Municipal<sup>4</sup> y ha sido usado hasta el día de hoy como escombrera y depósito de residuos voluminosos para usuarios particulares (i.e. vecinos autorizados), además, con el tiempo se ha convertido en un punto de recepción y separación de residuos reciclables (e.g. plásticos, vidrios y latas de aluminio). Con todo, es de conocimiento de esta administración que la operación, por razones ajenas a la voluntad política, no ha estado dentro del marco regulatorio vigente, por lo que se han venido desarrollando diversas fiscalizaciones y sanciones, siendo la última la orden de “prohibición de funcionamiento”, emanada por la autoridad sanitaria y ratificada por la Corte Suprema en fallo rol N° 16058-2019.

Cabe mencionar que, del lugar conocido popularmente por los vecinos y descrito en párrafo anterior, el Municipio solo es propietario del sitio denominado como “A”, de 3.5 Ha., diferenciándose del predio vecino denominado “resto lastre pozo Becker” que, al día de hoy, se han iniciado las gestiones para su regularización y posterior uso por nuestro municipio.

<sup>4</sup> Conforme a inscripción a Fs. 1.448, N° 1.185, año 2017, del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Villarrica.



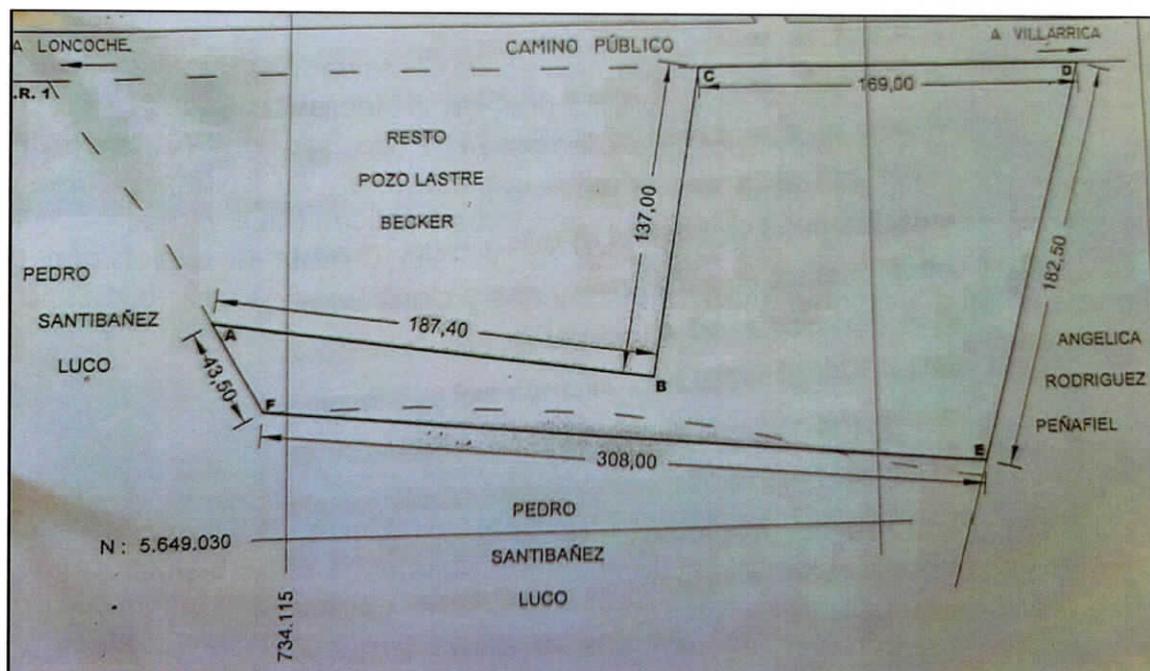


Fig. 1: Predio "A", de uso del Municipio y el resto pozo lastre Becker.

De un tiempo a esta parte, la Municipalidad ha tenido que someterse a diversas fiscalizaciones y enfrentar procesos jurídicos que han acabado por decretar la clausura del citado predio (sitio "A"). Este escenario ha obligado a nuestro Municipio a retirar la maquinaria para la distribución, compactación y cobertura de los escombros (Residuos de la Construcción y Demolición, RCD), con lo que se lograba disponer los escombros de forma apropiada. Un abandono total del predio generaría un descontrol del mismo, dando cabida a que, por un lado, los mismos particulares dispongan todo tipo de residuos y, por otro lado, que empresas u otros ajenos al actual público objetivo, dispongan todo tipo de residuos en mayores volúmenes que los actualmente recibidos. Con todo, suprimir el único –y popular– punto en el que disponer/acumular materiales inertes, podría llegar llevar a un estado de emergencia sanitaria derivado de la proliferación de diversos microvertidos y basurales en puntos fuera del control, supervisión y vigilancia de nuestro municipio. Por lo anterior, se ha optado por mantener el personal mínimo para evitar el uso del mismo por empresas u otros diferentes al domiciliario, persiguiendo con esta acción evitar el colapso y mal uso del sitio y permitiendo que los gestores autorizados<sup>5</sup> de residuos reciclables puedan clasificar y gestionar éstos. Con todo, el escenario y estado de la disposición de RCD al interior del sitio se ha visto afectado (fig.2).

<sup>5</sup> Morcas S.A. y Planeta Limpio S.A.





Fig. 2: Estado del Pozo Becker, primer semestre, se aprecia sector que comenzó a estabilizar el Municipio antaño.

Además, si bien nuestra comuna no presenta de forma generalizada eventos como microvertidos espontáneos de RSM o basurales urbanos, existen ocurrencias de al menos 2 o 3 de éstos en diferentes puntos de forma aleatoria, generalmente a partir de algún microvertido espontáneo en sectores periféricos de la comuna (Fig. 3).



Fig. 3: Microvertido espontáneo en zona urbana (fuente: DMAO)



Residuos acumulados en calles derivan en una amenaza para la salud pública, directamente por vectores de interés sanitario (e.g. mosquitos, roedores). De aquí la importancia de poder desarrollar un Plan Maestro que permita la restauración del predio Pozo Becker y que, desde el inicio del proyecto, los vecinos internalicen los alcances del mismo, y eviten incurrir en la proliferación de este tipo de vertidos en otros lugares de la comuna, los que generan no sólo un problema ambiental y paisajístico, sino que conlleva un coste en horas persona, coste económico y coste social, entre otros. El primer paso es la modificación de la morfología actual del predio. Uno de los procesos más generalizados es estabilizar y naturalizar los perfiles de explotación (de Vicente, 2008). Bajo este paradigma, la recuperación morfológica deberá reconstruir los elementos homogéneos y funcionales tanto en su elemento biótico como abiótico, sin descuidar la estabilidad del terreno.

### Objetivos del Plan Maestro

El objetivo principal es la restauración del espacio alterado, por medio del depósito de material inerte, preferentemente RCD. Los objetivos secundarios, en su caso, son:

- Una restauración morfológica, paisajística, hidrológica, biológica y edafológica del predio.
- La rehabilitación estética y funcional.
- Diseño, desarrollo y maduración del Programa de Educación Ambiental Municipal.
- Fortalecer las políticas locales de Gestión Integral de RCD, específicamente las referentes a la minimización de los residuos.
- Lograr una alternativa racional para la disposición de los RCD.
- Desarrollar hábitos y habilidades en la población para la implementación de un programa de Recogida Selectiva.

El éxito estará dado por un esfuerzo combinado, es decir, no basta con el trabajo municipal, se requiere un cambio en los hábitos de sus habitantes (i.e. conducido por un programa de educación Ambiental), todo ello con el apoyo científico-profesional que done un marco para el desarrollo del mismo. Por ello, y orientado al logro de un Modelo Robusto, el proyecto se correlaciona con otras líneas, como el Programa de Educación Ambiental, el Punto Limpio Municipal, la Planta de Compostaje, la extensión –y modificación– del modelo de recogida de RSM, el programa de control y erradicación de micro vertidos y micro basurales urbanos, entre otros.



### Acciones previas a desarrollar

Como se mencionó anteriormente, el predio a intervenir es de propiedad municipal y, a la fecha, ha sido utilizado como escombrera, servicio exclusivo para uso particular y prohibido para empresas u otros.

La propuesta consiste en la restauración del predio, relleno del hueco con materiales inertes para luego restaurar la morfología y posterior acondicionamiento de la superficie. Con todo, se considera una adecuación y normalización para la correcta disposición de los RCD que donará la estabilidad adecuada para el posterior cierre, restauración y re inserción como área verde.

Se ha solicitado a la Dirección de Vialidad del MOP, la cartografía base del predio, pero no se ha tenido respuestas favorables. En cuanto a la cartografía actualizada se ha solicitado a la Secretaría de Planificación Municipal (Secplan) el levantamiento correspondiente. Con todo, el único antecedente del que se cuenta son imágenes de archivo de Google Earth (Fig. 4), de la que podemos interpretar un estado previo del lugar.



Fig. 4: Pozo Becker en 2013 (fuente: Google earth)

El punto de inicio de restauración para el Pozo Becker, es determinar el actual estado del lugar. En este sentido, se deberá conocer los siguientes indicadores para evaluar la degradación:

1. Relieve del terreno.
2. Pendiente del terreno.
3. Presencia de flora (y fauna).
4. Calidad de aguas.
5. Calidad del paisaje.
6. Erosión del suelo.
7. Interacción y relaciones humana del entorno.



Además, y acatando la orden de “No uso” emitido por la autoridad sanitaria, se establecerán las acciones para aislar y, a posteriori, lograr la normalización, relleno, estabilización y rehabilitación. En este sentido, las principales acciones serán:

1. Demarcación del terreno con orden de no uso; para señalar y distinguir el terreno en el que se desarrollará el nuevo proyecto, medida temporal a la espera del cierre perimetral.
2. Línea base: caracterización de los residuos presentes para conocer en naturaleza, cantidad y calidad. Además, se levantará información del terreno y del material depositado (e.g. estabilidad del relleno y un estudio de densidad de la masa), lo que nos permitirá conocer cuánto más se puede aprovechar para disponer RCD, finalmente, una línea base de elemento agua, ecológico y humano.
3. Cierre perimetral temporal; para impedir el ingreso de personas ajenas al proyecto al terreno.
4. Disposición del material depositado a la fecha en cuanto a la norma vigente, esto en especial atención a reubicar los RCD que se encuentran en el predio mediante maquinaria pesada (cargador frontal, motoniveladora y compactador). El material de rechazo, será derivado según su naturaleza a otras instalaciones de gestión de residuos.
5. Licitación de Estudio de Factibilidad: A partir de la información base levantada por el equipo profesional de la Unidad de Economía Circular de la Dirección de Medio Ambiente, se establecerán los lineamientos para la redacción, publicación y adjudicación del Estudio de Factibilidad.
6. Licitación de Diseño y Operación: Una vez normalizado el predio, y a partir de los resultados del Estudio de factibilidad, se licitará el Proyecto de Diseño para el proyecto de recuperación del, ahora, Ex Pozo Becker mediante RCD.
7. Licitación de Ejecución del Proyecto y su complementariedad con el Programa de Educación Ambiental (en lo que compete a la sociabilización y concientización en la población), el proyecto del Punto Limpio Municipal y la Planta de Compost Municipal, entre otros.

Se ha expuesto la necesidad de restaurar el predio “Pozo Becker” no sólo como un aspecto morfológico –y con ello las escorrentías superficiales–, sino en términos ecológico, estético y funcional, en resumen, una recuperación social–ambiental. Para lograr devolver la morfología al terreno, se desarrollará un relleno a partir de RCD. Conviene dejar en claro que los RCD se clasifican en “residuos peligrosos” y “residuos no peligrosos”, por su parte, los residuos no peligrosos se pueden clasificar en:

- Residuos inertes.
- Residuos no inertes, y
- Residuos asimilables a domiciliarios.



Conforme a lo descrito, los residuos contemplados en este proyecto son de naturaleza inerte y de caracterización asimilables a las comprendidas en el Protocolo de Escombreras, particularmente como “Escombrera tipo I”, estos residuos son:

- Tierras.
- Rocas.
- Material TCN.
- Restos de hormigón.
- Asfaltos de demolición
- Ladrillos, cerámicos, baldosas y tejas.
- Fibrocementos, yeso y vulcanita.
- Pizarreños (sin asbesto).
- Vidrios y plásticos de RCD.
- Aceros, fierros y Zinc.

El material de relleno provendrá exclusivamente de aportes de los habitantes de Villarrica y obras de construcción municipales y conforme a la Ordenanza Municipal correspondiente, la que se revisará y modificará en lo que se requiera (e.g. autorización a depositar RCP sólo a vecinos empadronados).

El proyecto en general se orienta a optimizar, equilibradamente, un modelo de gestión con un aprovechamiento social y ambiental: la restauración del Pozo Becker, devolviéndole operatividad como suelo y, asociado al proyecto del Punto Limpio Municipal (en predio adyacente), pueda complementar y ser una “muestra in-situ” de la factibilidad de implementar un Modelo de Gestión de Residuos basado en la prevención y reaprovechamiento de éstos. Cabe mencionar que, el Punto Limpio Municipal, se plantea como una iniciativa local en cuanto al desarrollo de métodos y tecnología para la recuperación de materiales reciclables y, en este sentido, se tiene la convicción de ser, al mismo tiempo, una instancia de Educación Ambiental, no sólo para la población local sino que también para delegaciones externas, configurándose como un espacio de intercambio de conocimientos y experiencias que permitan fortalecer nuestro modelo y contribuir al desarrollo de este tipo de iniciativas.

Si bien a nivel de países desarrollados existen experiencias y avances en cuanto a la tecnología para el reciclaje de los RCD, a nivel local se está distante (Tam, 2006). Sin embargo, existen experiencias y trabajos en el tema, como por ejemplo el reciclaje de hormigón, material de construcción más usado en el mundo<sup>6</sup>, material que, con un adecuado proceso de reciclaje, podría ser reutilizado en nuevas mezclas de cemento.

El desafío, entonces, es darle un uso adecuado, devolviendo la estabilidad a este espacio y, a mediano plazo, introducir tecnologías para el reciclaje de algunos materiales conforme a la demanda y realidad local.

<sup>6</sup> Se considera que la producción mundial es de casi 15 mil millones de metros cúbicos, unos dos metros cúbicos por persona (fuente: Ingeniería PUC).



## Diseño general

Si bien el Proyecto considera 2 fases diferenciadas y complementarias, se considera un primer diseño que, al menos, contemple las siguientes instalaciones:

- Cierre perimetral.
- Señalética interior.
- Control de acceso, con caseta y vaya.
- Pesaje de vehículos al ingreso (romana).
- Zona de inspección general de residuos.
- Zona de recepción selectiva, según materiales (bateas open top).
- Patio de maniobras.
- Zona de manejo y disposición.
- Patio de vehículos.
- Patio de contenedores y bateas.
- Servicios higiénicos.
- Bodega.
- Oficinas administrativas.
- Comedor.

De las anteriormente enunciadas acciones, podemos mencionar que, a la fecha, se han desarrollado:

- Demarcación del predio para el cierre perimetral (Fig. 5).
- Reubicación del material presente conforme a los lineamientos del proyecto (Fig. 6).
- Solicitud de cartografía base al MOP.
- Levantamiento cartográfico actual.

Dentro del Plan Maestro se definirá que las funciones de esta Unidad, serán de contraparte para los estudios conducentes al mismo, esto es una etapa de estudio de factibilidad, seguido del estudio de diseño y, finalmente la ejecución. Todos los estudios, salvo el levantamiento de información base, serán externalizados, compitiéndole a nuestra Unidad, el rol de contraparte a lo largo del desarrollo de cada etapa. Con todo, los lineamientos base serán determinados por nuestra Unidad, quedando explícitamente incorporados en las bases para las licitaciones a ejecutar.





Fig. 5: Delimitación del predio mediante estacas y posterior cierre perimetral (fuente propia).





Fig. 6 (cont.): Maquinaria reubicando, compactando y aplicando cobertura los RCD presentes en el predio (fuente propia).



## Fase de construcción

La construcción considera la habilitación, conforme a la normativa aplicable, de la caseta de control de acceso, instalaciones básicas (e.g. SSHH), movimiento de tierras para la habilitación del patio de bateas y patio de maniobras. Esta fase se iniciará una vez obtenida la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) favorable. La acción que establecerá el inicio del proyecto será la instalación de faenas y el movimiento de tierras para la habilitación del patio de bateas y el patio de maniobras. Se estima que el término de las faenas de construcción acabe al segundo mes. Así mismo, el término de la fase de construcción quedará determinado por la recepción de residuos inertes al público particularizado anteriormente.

## Fase I

La fase I comienza una vez estabilizado el terreno y preparado para la recepción del material de relleno, se re-abrirá para el uso exclusivo de los vecinos de Villarrica, regulando el acceso y uso por medio de modificaciones a la Ordenanza Municipal respectiva. Para ello, se propone empadronar a los vecinos que requieran del servicio, lo que se habrá de hacer de forma presencial en dependencias de la Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, registrando domicilio y datos del vehículo. Además, se mantendrá la cantidad máxima por usuario tanto en cantidad como en frecuencia.

Se considerará, además, un régimen ad-hoc para recicladores de base, transportistas y gestores de residuos, conforme a la Ley 20.920, Política Nacional de Residuos y Política de Inclusión de Recicladores de Base, entre otros.

La operación en Fase I se corresponde con la habilitación del patio de bateas open-top (Fig. 7), en las cuales los usuarios deberán dejar, de forma segregada, los RCD a disponer. Previo al traslado, se realiza una última inspección visual para prevenir material de rechazo que, por negligencia u omisión del usuario, se encuentre entre los residuos.

Como corolario, señalar que el circuito esta diseñado para la separación segregada y, que el material de rechazo detectado por el personal, así como el depositado por los usuarios en la batea "resto", será convenientemente almacenado y transportado al correspondiente tratamiento.





Fig. 7: Recepción de escombros en patio de bateas  
(fuente: Ayuntamiento de Rubi, Catalunya)

El manejo, al interior del predio, se configurará por medio de un circuito que inicia con un acceso controlado, el que incluirá la identificación del usuario, la naturaleza y cantidad (i.e. volumen y masa) de los residuos a ingresar. Posterior al control, se accede al patio de bateas que, dado su diseño unidireccional, obliga al usuario a pasar por las distintas estaciones de recepción, permitiendo la segregación de los RCD (Fig. 8). La segregación de los RCD es una medida fundamental, por ello la disposición de bateas es uno de los primeros cambios a configurar con este “patio de bateas”.



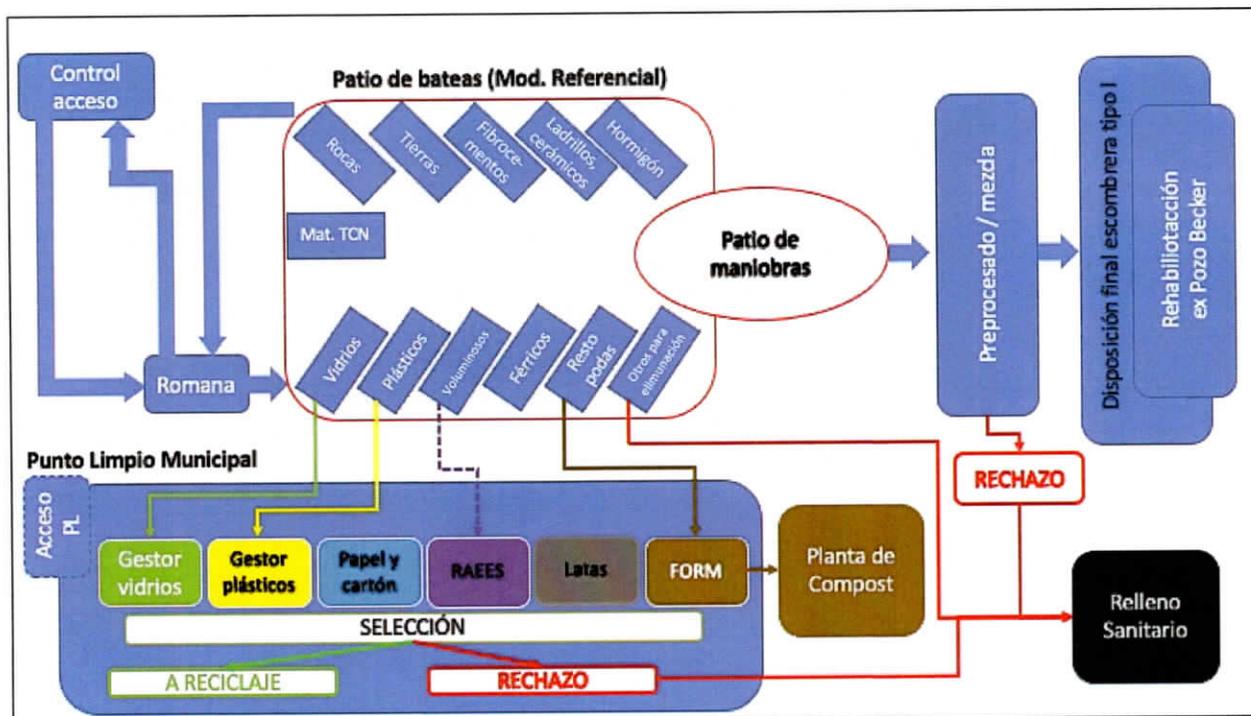


Fig. 8: Diagrama de flujo y operación, se ilustra parte del Punto Limpio, dado que ambos proyectos se complementarán para robustecer el modelo de gestión (elaboración propia).

## Fase II

Sabemos que los cambios de hábitos son difíciles, que es algo cultural, de aquí que comprender el nuevo paradigma propuesto desde la Unidad de Economía circular de la Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato es de largo aliento, tiempo valioso si observamos el actual escenario en la emergencia ambiental y en los problemas sociales asociados a ello en nuestros días. Una piedra de tope, seguramente, serán las empresas del rubro, pues a éstas les cuesta tomar iniciativas sin conocer resultados.

Con todo, una vez avanzado el proyecto y con zonas estabilizadas, corresponde la implementación de un modelo que permita no sólo la restauración del terreno, sino que, como contribución al modelo, permita que un porcentaje del material ingresado, previa selección, sea procesado y pueda reutilizarse como materia prima alternativa a la tradicional, incorporando al modelo de gestión elementos de la Economía Circular. Reducir, reutilizar y reciclar (3R) es un método que debiese aplicarse a todo tipo de residuos, sin embargo, la implementación en los RCD, a nivel local, aún tiene un gran margen por mejorar (Tam, 2006), estos residuos incluyen, entre otros, el concreto demolido, ladrillos, mampostería, materiales de paredes de yeso, vidrio, tuberías, rocas y suelo (Coventry, 1999), los que pueden ser triturados para su reutilización como parte de nuevas mezclas y ser reusado en otras obras de construcción.



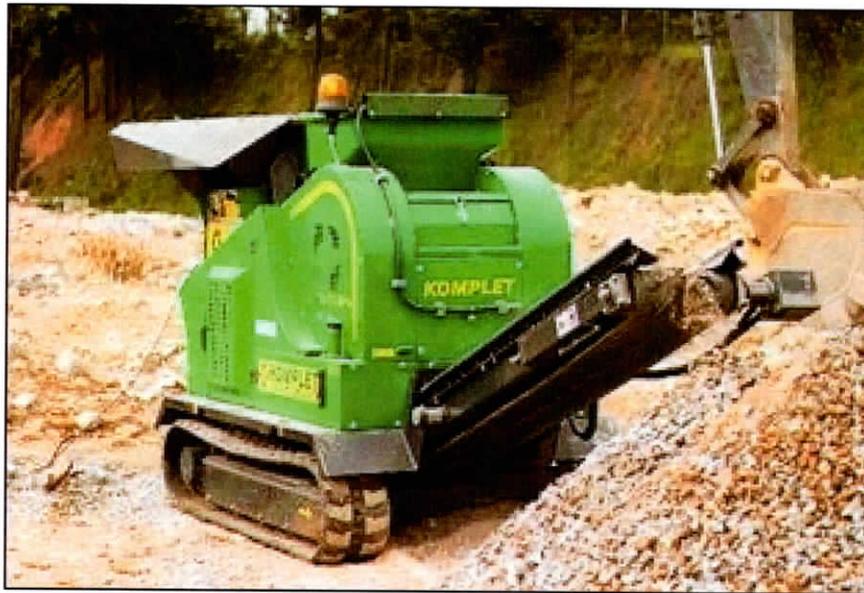


Fig. 9: Trituradora de escombros (fuente: mecalux).

La implementación de tecnologías de recuperación y reciclaje –economía circular– de RCD, aportará, entre otras, las siguientes ventajas:

- Crecimiento económico, derivado de la combinación de las actividades circulares emergentes, y de la reducción de los costes de producción.
- Ahorro de materias primas, al reutilizar insumos provenientes del reciclaje se reduce el costo de producción y, ese ahorro se traspasa también al consumidor.
- Generación de empleos. Se requiere mano de obra para las labores de gestión del proceso de reciclaje (e.g. recuperación, reutilización, preparación para el re-uso).
- Innovación, el uso de la materia prima producida en procesos de reciclado, fomenta el eco-diseño y la eco innovación, mayor desarrollo tecnológico, competitividad y la rentabilidad de las empresas, trabajando en modelos que incorporan el factor ambiental y conectado con el entorno.

El desarrollo de un mercado de materias primas alternativas en el rubro de la construcción podría beneficiar un modelo de gestión responsable de los actuales pozos de extracción, donde por medio de algún instrumento de fomento, se beneficie a las empresas que utilicen esta materia prima alternativa (e.g. licitaciones reservadas a empresas que utilicen un determinado porcentaje de esta materia en sus obras, Acuerdo de Producción Limpia).

En este sentido, la fase de ejecución de la recuperación del ex Pozo Becker, se complementará con la recuperación de material para su reciclaje y producción de materias primas para el sector de la construcción. A las instalaciones descritas en secciones anteriores, se añadirán chancadoras, chipeadoras y las que, conforme a las tecnologías disponibles, permitirán iniciar procesos de reciclaje, desde los más



sencillos a otros más complejos. Algunos ejemplos de estos materiales es el concreto y el hormigón, que podría usarse como un “árido” de reemplazo en hormigón nuevo y como asfalto reciclado o añadido para asfaltos, respectivamente y con tecnologías sencillas (Tam, 2006).

La recuperación del Ex Pozo Becker, se complementará con el desarrollo del Proyecto del Punto Limpio Municipal, a ejecutarse en el predio “resto pozo lastre Becker”, potenciando el uso de materias primas (áridos) recicladas<sup>7</sup>, configurando un centro que, al mediano plazo, se convierta en un referente de la gestión de residuos.

### Fase de cierre y abandono

En principio, un sitio puede considerarse como recuperado/rehabilitado si, el mismo, podría ser dejado “sin supervisión”, es decir, completamente re-integrado con el entorno natural, sin requerimientos adicionales de mantenimiento o vigilancia.

Una vez alcanzada la cota original del terreno, así como el diseño final (e.g. pendientes, exposiciones, longitudes de ladera, redes de drenaje, zonas escarpadas, entre otros), se procede a su reinserción como área verde (Fig. 10), es decir, se revierte el impacto ambiental producido por la explotación de áridos y la pérdida de suelo y su capacidad para sustentar biodiversidad. El predio rehabilitado se integrará en un solo conjunto con el futuro Punto Limpio Municipal. En este sentido, se planificará la opción más adecuada (e.g. área verde, anfiteatro para actividades de E.A., museo a cielo abierto).

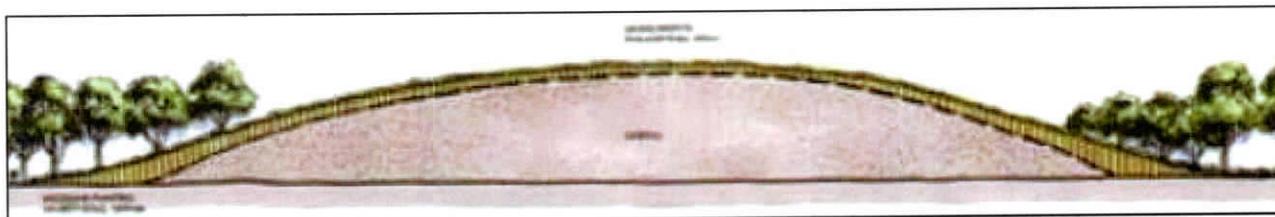


Fig. 10: Inserción de cubierta para la restauración del terreno (fuente: de Vicente, 2008).

En esta fase se completarán tareas y monitoreos que garanticen la estabilidad física del terreno, capa de sellado y capa vegetal, así como la integración y estabilización de las especies de reforestación. La capa vegetal contiene restos vegetales sin descomponer, otros parcialmente descompuestos y humo, fundamentales para los procesos biológicos y químicos del suelo. El objetivo no es cubrir el suelo, sino permitir una población capaz de desarrollarse de forma estable.

<sup>7</sup> El Proyecto se encuentra en fase de regularización del terreno.



## Actividades y hoja de ruta

Como municipio, y en particular desde la Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, se han establecido acciones concretas para lograr un Modelo Integral de Gestión de RSM, con especial énfasis al logro de un modelo que priorice la prevención por sobre la disposición, es decir, construir un modelo alineado y en consonancia con las políticas de gobierno. Como se mencionó anteriormente, se está en un punto que urge aprender de los errores –mal manejo–, diagnosticar, proponer y evaluar soluciones que, en el más corto plazo, permita regularizar, en cierto modo, el futuro del Pozo Becker. El primer paso, en este sentido ha sido la creación de la Unidad de Economía Circular, para abordar el escenario actual y llevar a cabo las acciones correspondientes, y en concordancia con los objetivos antes comentados, concretar la solución requerida. Dicho esto, se han determinado los siguientes hitos que permitan hacer el seguimiento a la vez de evaluar los logros de la Unidad:

1. Contratación de un profesional encargado de la Unidad de Economía Circular y, como prioridad, desarrollar un Plan Maestro para restaurar el Pozo Becker.
2. Diagnóstico, determinación de alternativas y vías de financiamiento para desarrollar el Plan Maestro para la restauración del Pozo Becker.
3. Postulación a financiamiento para los estudios de Factibilidad y Diseño, respectivamente.
4. Para el desarrollo del Estudios de Factibilidad, Diseño y Ejecución, se considera:
  - a. Preparación Términos de Referencia.
  - b. Licitación.
  - c. Adjudicación.
  - d. Contratación.
  - e. Contraparte en todo el proceso a cargo de la Unidad de Economía Circular.
5. Se considera, como productos, la tramitación de los PAS respectivos, así como el ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y obtención de la RCA correspondiente.
6. Operación del Plan Maestro.



Francisco Quesada Ugalde  
Director de Medio Ambiente, Aseo y  
Ornato  
Ilustre Municipalidad de Villarrica



Dr. Guillermo Solar Olivares  
Unidad de Economía Circular  
Dirección del Medio Ambiente, Aseo  
y Ornato





## Bibliografía

- Alburquenque W. Responsabilidad por pasivos ambientales mineros y los planes de cierre de minas. Revista de Derecho Administrativo Económico, 2003, N°1, pp 121-126. 2003.
- BCN. Restauración ambiental de los pozos lastreros en la legislación comparada. Área de Recursos Naturales, Ciencia, Tecnología e Industria. Asesoría Parlamentaria, Biblioteca del Congreso Nacional. 2009.
- Blanco D., Pardo F., Meseguer S., Sanfeliu T. & Gallardo A. Restauración de una cantera mediante cambios de uso: extractivo-vertedero de residuos de construcción y demolición (RCD)-forestal. En "Hacia la sustentabilidad: Los residuos sólidos como fuente de energía y materia prima". Pp 331-335. 2011.
- Carbonell F. Evaluación del impacto ambiental que se genera durante la explotación del yacimiento la Yaya y en el proceso industrial de la calera. Universidad del Pinar del Río. 2003.
- Conama. Reporte de manejo de residuos. 2010.
- Coventry S. The reclaimed and recycled construction materials handbook. Construction Industry Research and Information Association, London. 1999.
- de Vicente F. Curso sobre metodologías de Ingeniería Forestal para la elaboración de los Planes de restauración Integral de las actividades mineras. Generalitat valenciana. 2008.
- Montes A., Ulloa M. & Silot A. Aplicación de los Sistemad de Información Geográficos a la recuperación de áreas degradadas por la minería. X Congreso Internacional de Geomática. La Habana Cuba. 2018.
- Tam V. & Tam C.M. A review on the viable technology for construction waste recycling. Resources, conservation and, recycling, 47, 209-221. 2006.

