

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES  
SEDE TRELEW



Práctica Profesional de Licenciatura en Protección y Saneamiento Ambiental

---

**GESTIÓN DE RESIDUOS Y REVISIÓN DEL SISTEMA CLOACAL DE  
SEPAUCAL**

---



**Alumna:** Saez, Silvana Celeste Gladys.

**Profesor asesor:** Ing. Química. M.Sc. Owen, Joyce.

**Institución:** Dirección General de Servicios Públicos (D.G.S.P.).

**Instructor:** Ing. Alegre, Mario.

[2017]

## Índice

RESUMEN .....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
1. RASGOS HISTÓRICOS DE SEPAUCAL .....	5
OBJETIVOS.....	6
MATERIALES Y MÉTODOS .....	7
2. RASGOS AMBIENTALES .....	8
2.1 ASPECTOS GENERALES .....	8
2.2 VEGETACIÓN .....	8
2.3 SUELOS .....	9
2.4 AGUA POTABLE O DE CONSUMO.....	11
2.5 DESARROLLO DE LA POBLACIÓN .....	12
ENERGÉTICO .....	12
ACUICULTURA: CRIADERO DE TRUCHAS ARCO IRIS .....	13
3. CONSIDERACIONES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS .....	14
3.1 GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (G.I.R.S.) .....	14
4. CONSIDERACIONES DE EFLUENTES LÍQUIDOS.....	15
4.1 GESTIÓN INTEGRAL DE EFLUENTES .....	15
5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....	16
5.1 RESIDUOS DOMICILIARIOS Y ASIMILABLES A ESTOS .....	16
5.2 PASIVOS AMBIENTALES EÓLICOS Y ENERGÉTICOS .....	17
5.3 RESIDUOS PATOLÓGICOS .....	18
5.4 SISTEMA CLOACAL.....	19
6. LEGISLACIÓN RELEVANTE APLICABLE.....	21
LEGISLACIÓN NACIONAL .....	21
NORMATIVA PROVINCIAL .....	22
7. CONSIDERACIONES DE MEJORA .....	23
7.1 PROPUESTA PARA RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES A ESTOS .....	23
7.2 PROPUESTA PARA PASIVOS AMBIENTALES DEL PARQUE EÓLICO .....	30
7.3 PROPUESTA PARA PASIVOS AMBIENTALES DE LA CENTRAL DIÉSEL.....	31
7.4 PROPUESTA DE MANEJO PARA RESIDUOS PATOLÓGICOS.....	32
7.5 PROPUESTA SISTEMA CLOACAL.....	34
DISCUSIÓN .....	40

CONCLUSIÓN .....	42
BIBLIOGRAFÍA .....	44
ANEXOS .....	46
1. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST .....	46
2. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO. ....	48
2.1 DIMENSIONAMIENTO DEL RELLENO SANITARIO .....	49
3. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA PARA EL SISTEMA CLOACAL PROPUESTO .....	50
3.1 DIMENSIONES DE LA CÁMARA SÉPTICA PARA LA POBLACIÓN ACTUAL (2017).....	50
3.2 DIMENSIONES DE LA CÁMARA SÉPTICA PARA UNA POBLACIÓN ESTIMADA A 20 AÑOS (2037).....	51
3.3 MEDIDAS CONSTRUCTIVAS DEL TERRENO DE INFILTRACIÓN (MARIÑELARENA, 2006).....	51
ANEXO FOTOGRÁFICO .....	53

## RESUMEN

La presente práctica profesional se realizó en la aldea de Sepaucal, provincia del Chubut, trabajando desde la Dirección General de Servicios Públicos, Organismo encargado del suministro de los mismos a la población.

Esta práctica sugiere un *plan integral de gestión y saneamiento* para cada tipo de residuo generado en la aldea, que comprenda: técnicas, tecnologías y programas para lograr un manejo y disposición ambientalmente compatibles, abordadas desde los conocimientos adquiridos en la carrera, a través de propuestas viables que además cumplan las normas legales vigentes, nacionales y provinciales, donde se incluye además la participación de los pobladores y de los Organismos pertinentes.

La propuesta que surja de este trabajo contribuirá para que el Organismo Provincial formule proyectos que pudieran derivar en la ejecución de dicho plan, que atienda los impactos antrópicos que allí se han ido produciendo con el paso del tiempo.

## INTRODUCCIÓN

Toda población, sea más o menos urbanizada, es generadora de residuos sólidos o líquidos (efluentes), que de no recibir un adecuado tratamiento impactarán de manera negativa sobre la salud de sus habitantes y del ambiente mismo, contribuyendo a la proliferación de vectores de enfermedades, contaminación del agua, el suelo y el aire. Por el contrario, su correcto tratamiento, disminuirá su afectación y facilitará el paso a los procesos naturales de asimilación y regeneración del ambiente.

Si el manejo inadecuado de los residuos se mantiene durante un período prolongado de tiempo, podrá sobrepasar la capacidad “regeneradora” de la naturaleza, aquellos procesos naturales capaces de reducir los impactos producidos (dilución, dispersión, degradación, absorción, etc.), llegando a provocar daños irreversibles al medio, un desequilibrio ecológico que afectará a todo el entorno (Owen, 2015).

Por ejemplo los líquidos cloacales crudos tal como salen de las casas, contienen distintos contaminantes que deben ser tratados, ya que aportan a sus cuerpos receptores carga orgánica, microbiológica, agentes químicos de limpieza como desinfectantes, surfactantes, capaces de interferir en el poder autodepurador de éstos, inhibiendo la oxidación química y biológica, y reduciendo la disolución de oxígeno. Afectando todo esto a la calidad del ambiente en el cual está inserto y potencialmente la salud de la población.

Por su parte la Organización Mundial de la Salud expresa que “*la salud ambiental está relacionada con todos los factores físicos, químicos y biológicos externos de una persona. Es decir, factores ambientales que podrían incidir en la salud y se basa en la prevención de las enfermedades y en la creación de ambientes propicios para ésta.*”<sup>1</sup>

Hasta el año 2015 el Banco Mundial estimó una población total de 7,347 mil millones de habitantes<sup>2</sup>, a partir de los cuales, la OMS estipuló que “*en todo el mundo el 24 % de la carga de morbilidad (años de vida sana perdidos) y aproximadamente el 23 % de todas las defunciones (mortalidad prematura) eran atribuibles a factores ambientales.*”<sup>3</sup> Es por esto que resulta de vital importancia el correcto manejo de todos los residuos generados por los

---

<sup>1</sup> Organización Mundial de la Salud: [http://www.who.int/topics/environmental\\_health/es/](http://www.who.int/topics/environmental_health/es/)

<sup>2</sup> Banco Mundial: [http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?end=1992&name\\_desc=true&start=1992&view=bar](http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?end=1992&name_desc=true&start=1992&view=bar)

<sup>3</sup> Organización Mundial de la Salud: [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/previdisexecumsp.pdf](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/previdisexecumsp.pdf)

seres humanos, la implementación de planes destinados a gestionar el tratamiento de residuos y efluentes, para poder reducir lo más posible sus efectos dañinos.

Con el fin de contribuir, en pequeña medida, a la mitigación de estos efectos perjudiciales, se propone una gestión de los residuos generados y una revisión del sistema cloacal dentro de Sepaucal.

## 1. RASGOS HISTÓRICOS DE SEPAUCAL

Su etimología proviene de la lengua tehuelche y significa “cortadera” o “junco”. Pertenece al departamento de Telsen y se halla a 60 km de la localidad homónima. Fundada en 1951 como una aldea escolar, la cual los primeros pobladores habitaban exclusivamente durante el período lectivo. En el año 1980 se reformó el antiguo edificio e inauguró la escuela N° 92 “Pichi Che Ruka” (“casa de niños”) (S. Díaz, comunicación personal, mayo 2017). Actualmente no es sólo una aldea escolar, sino también una comuna agraria con 65 habitantes. Al producirse este aumento demográfico, también lo hicieron los residuos y efluentes generados, sin realizárseles algún tipo de gestión o tratamiento ambientalmente apropiados.

A partir del año 1995 se comenzaron a implementar allí molinos eólicos para el abastecimiento energético de la escuela y los pobladores de ese momento. Con el paso del tiempo el número de habitantes fue en ascenso, y esta fuente energética se tornó insuficiente. Para suplir esto fue necesaria la instalación de un grupo electrógeno trabajando en conjunto con los molinos, hasta el año 2003, cuando éstos dejaron de funcionar en su totalidad, debido al deterioro de sus partes y tecnología obsoleta, siendo el electrogenerador la única fuente de energía existente hasta el momento.

Desde sus comienzos la Aldea fue administrada plenamente por la Municipalidad de Telsen, ya que no cuenta con jefe de comuna, sino que la mayor autoridad la representa la directora de la escuela, Sra. Silvia Díaz. El Municipio de Telsen es quien le brinda los recursos económicos, planes de trabajo comunales, y quien ejerce responsabilidad sobre el manejo de los residuos urbanos y el sistema cloacal; mientras que los residuos del centro de salud corresponden al Ministerio Provincial de Salud. Del servicio energético se encarga la Dirección General de Servicios Públicos (agua de consumo, luz, energía), salvo el servicio de gas, ya que allí se utiliza leña para calefaccionar y cocinar.

El trabajo que motiva el presente informe se inició con una visita al lugar, tomando contacto con los habitantes de la aldea, y recabando información acerca de qué tratamiento se les realizaba a los residuos, y de las posibles implicancias ambientales vinculadas al mal manejo. El mismo pretende conectar las problemáticas a resolver dentro de la aldea con las acciones que deberían llevar a cabo los organismos responsables, para así mejorar la calidad de vida de los pobladores. Y que puedan gozar entonces de buena salud, un ambiente propicio para su desarrollo, una protección y manejo adecuado de los recursos (agua, suelo y aire), y al mismo tiempo lograr un saneamiento de la aldea.

## OBJETIVOS

A través de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, se pretende:

- Relevar el estado ambiental actual del sitio en estudio.
- Reconocer aquellas áreas con impactos ambientales relevantes.
- Analizar problemáticas y posibles efectos de dichos impactos.
- Reconocer e identificar los tipos de residuos generados actualmente dentro de la comunidad, y los abandonados (pasivos ambientales).
- Revisar el manejo y destino actual de los efluentes cloacales.
- Formular propuestas de gestión de los residuos y efluentes según su tipo, que sirva de base a los Organismos encargados de los servicios públicos, para proyectar un plan de saneamiento de la aldea.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo las tareas mencionadas, se empleó la siguiente metodología de trabajo:

- Búsqueda de información sobre normas, tratamiento y disposición final de todos los residuos generados en la comuna, y tecnologías aplicables a las temáticas abordadas.
- Salida de campo con reconocimiento del lugar y de sus rasgos geográficos, actividades productivas desarrolladas, y problemáticas ambientales existentes. Se realizó un registro fotográfico de todos aquellos aspectos de relevancia para el informe final.
- Redacción final del informe. Confección de una discusión de las alternativas planteadas, seguida de una conclusión final del trabajo.

## 2. RASGOS AMBIENTALES

### 2.1 ASPECTOS GENERALES

Sepaual se halla ubicada al noreste de la provincia de Chubut:  $42^{\circ} 16' S$  y  $67^{\circ} 24' O$ , a una altura aproximada de 737 metros sobre el nivel del mar, dentro un amplio mallín de valles y depresiones, sobre mesetas basálticas (figura 1), levemente alcalino en su condición natural (ver cuadro 2 en el apartado referido a suelos), colindante a una extensa laguna salina de carácter permanente (figura A1 en anexo fotográfico). La capa freática se encuentra a menos de 1 metro de profundidad, con vertientes de agua de excelente calidad (Luque, 1997).



Figura 1: ubicación satelital y detalle de localización de Sepaual y laguna. Fuente: elaboración propia en base a Google Earth 2016.

### 2.2 VEGETACIÓN

Este mallín se sitúa en los límites de la ecorregión de estepa patagónica y monte, por ello comparte características de ambas (figura A2 en anexo fotográfico): matorrales achaparrados y dominancia de coirones en el centro (estepa), mientras que en las zonas que lo bordean se observan características de monte: flora más arbustiva, dominada por jarillales (*Larrea divaricata*), y suelos más pedregosos como lo muestra la figura 2.

Se trata de un ambiente de alta productividad de especies palatables para el ganado vacuno y ovino, y por esto representa un alto interés económico en la región. Esto implica que se encuentre sometido a altas presiones de pastoreo, que pueden afectarlo.



Figura 2: ubicación y topografía del mallín. Detalle de vegetación y suelo. Fuente: elaboración propia.

Debido al aporte regular de agua freática, el suelo posee altos tenores de humedad durante gran parte del año, como consecuencia de ello se produce una vegetación herbácea y de mejor valor forrajero que la de las vecindades de suelo seco, dominada por grandes plantas de coirón dulce o blanco (*Festuca pallezens*), entre las cuales es normal que aparezcan juncos (*Juncus sp*), achicorias (*Taraxacum officinalis*), algunos tréboles, etc., flora típica de estepa (figura 3) (Luque, 1997).



Figura 3: detalle vegetación y topografía de Sepaual. Fuente: propia.

### 2.3 SUELOS

Al hallarse al oriente de la provincia, este mallín presenta condiciones más adversas que los occidentales, como precipitaciones más escasas (relación de 2000 a 300 mm de oeste a este), mayores temperaturas estivales, y el efecto desecante de los vientos que incrementan las condiciones de evapotranspiración provocando la deposición de sales solubles en la

superficie del suelo (figura 4) que modifica parcial o totalmente la composición florística (Luque, 1997).



Figura 4: detalle de costra salina sobre el suelo. Fuente: propia.

Por lo general los suelos de los mallines son de textura gruesa, con alto contenido de materia orgánica, y diferentes grados de hidromorfía en la zona central, alternando sectores con suelo orgánico, turba (textura arenosa a franco arenosa y abundante material vegetal, preferentemente raíces, en distintos grados de descomposición), con otros de horizontes minerales de materiales finos (franco limoso y franco arcilloso). Ello revela la naturaleza aluvial de estos sitios (Luque, 1997). Para valorar la calidad de este tipo de suelo se presenta el cuadro 1.

**Cuadro 1:** criterios para evaluar la calidad del suelo de un mallín. (Fuente: Luque, J. (1997). Características edáficas e hídricas de los mallines del Chubut. Argentina: Estación Experimental Agropecuaria I.N.T.A Chubut. 34 pp.).

CLASIFICACION	Salinidad (dS/m)	Sodicidad (PSI)
Sin problemas	0 - 4	0 - 6
Ligeros problemas	4 - 8	6 - 10
Moderados problemas	8 - 16	10 - 15
Fuertes problemas	16 - 32	15 - 30
Muy fuertes problemas	más de 32	más de 30

La zona periférica del mallín se caracteriza por presentar altos valores de salinidad, porcentaje de sodio intercambiable (P.S.I.) y pH, especialmente en los primeros centímetros de perfil, por el ascenso de sales a causa de la intensa evaporación en época estival como se muestra en el cuadro 2 (Luque, 1997).

**Cuadro 2:** propiedades edáficas en un sector de buena condición en un mallín del departamento de Telsen. (Fuente: Luque, J. (1997). Características edáficas e hídricas de los mallines del Chubut. Argentina: Estación Experimental Agropecuaria I.N.T.A Chubut. 34 pp.).

Profund. (cm)	pH	Salinidad (dS/m)	P.S.L.	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno Total (%)	Fósforo disp. (ppm)
0 - 30	8,4	2,0	6,9	10,3	0,544	52,0
30 - 60	8,2	4,1	3,1	---	---	---
60 - 90	8,7	4,3	3,6	---	---	---

## 2.4 AGUA POTABLE O DE CONSUMO

Sepaual cuenta con vertientes naturales de agua de excelente calidad, que tras una desinfección resulta apta para consumo humano, cumpliendo con las características establecidas en el Artículo 982/07 del Código Alimentario Argentino<sup>4</sup>, contempladas a través de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos que demostraron su aptitud, por tal motivo es empleada para el abastecimiento de la población (Ing. G. Marino, Dirección de Salud ambiental, comunicación personal, marzo 2016).

Debido a la topografía del sitio, el agua de vertiente (manantial) desciende desde las zonas más altas hacia las más bajas, hasta llegar a una cañería subterránea que recibe parte de ésta y la conduce a una estación cloradora, donde se le realiza un tratamiento de desinfección con solución de hipoclorito de sodio (NaClO), que la convierte microbiológicamente óptima para consumo, higiene personal y de vivienda (figura 5). Es distribuida por una red subterránea a cada vivienda gracias a una bomba impulsora, mientras que otra cañería conecta el resto del agua que no fue clorada a todas las canillas de los patios de las viviendas y es empleada para tareas que no requieran una calidad de consumo, como riego (L. Alfaro, comunicación personal, abril 2016).

<sup>4</sup> Ministerio de Salud de la presidencia de la Nación (2007). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo XII. Artículo 982. 65 pp.



*Figura 5: estación cloradora de Sepaucal. Fuente: propia.*

## 2.5 DESARROLLO DE LA POBLACIÓN ENERGÉTICO

Como se mencionó anteriormente, en 1995 se instaló el primer molino eólico en la aldea, al cual le prosiguieron ocho unidades más, para abastecer eléctricamente a la población, y con el paso del tiempo se debió implementar un electrogenerador, pasando a ser la única fuente energética desde el año 2003 (figura 6), operando diariamente en horarios estipulados. Posee una potencia de 80 HP, consumiendo alrededor de 100 litros diarios de gasoil (ultra diésel), además de aceites lubricantes para su mejor funcionamiento (M. Alegre, comunicación personal, agosto, 2016).

La implementación de este parque eólico fue llevada a cabo por el Centro Regional de Energía Eólica provincial (actualmente Dirección General de Energías Renovables), mientras que el grupo electrógeno fue brindado por la Dirección General de Servicios Públicos, quien es hoy el organismo provincial encargado de la antigua central eólica y de la diésel.

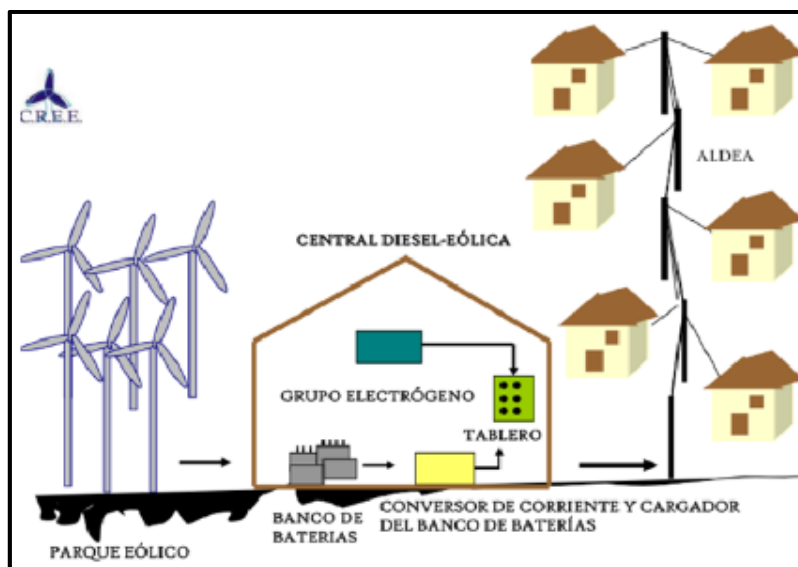


Figura 6: esquema de funcionamiento del antiguo parque eólico y central diésel. Fuente: modificada de Mattio, H. (2013). *II Simposio Internacional de Energía Eólica: Electrificación rural en la provincia del Chubut*. Lima, Perú 61 pp.

#### ACUICULTURA: CRIADERO DE TRUCHAS ARCO IRIS

Desde hace aproximadamente 9 años la aldea cuenta con un criadero de truchas Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) a cargo de la escuela, con cerca de 140 especies, donde se llevan a cabo tareas de engorde y faena de las mismas, para su consumo por los pobladores. Se alimentan con un balanceado especial para esta especie, sin necesidad de añadir medicamentos o suplementos vitamínicos.

El criadero consta de una pileta circular, la cual se abastece con 15.000 litros de agua de vertiente (subterránea) (figura 7). Su limpieza la realiza el encargado dos veces a la semana, disponiendo los residuos con los asimilables a domiciliarios (M. Currumil, comunicación personal, abril 2016).



Figura 7: detalle pileta y truchas en criadero. Fuente: propia.

### 3. CONSIDERACIONES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

#### 3.1 GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (G.I.R.S.)

Se relaciona con la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas de gestión idóneos para alcanzar objetivos específicos del manejo de RS, el cual debe evolucionar constantemente y al mismo tiempo cumplimentar las normas legales.

La G.I.R.S. puede definirse como la disciplina que controla:

- Generación.
- Almacenamiento.
- Recolección.
- Transferencia y transporte.
- Procesamiento.
- Disposición final.

De tal forma que armonice con los mejores principios de salud pública, economía, ingeniería, conservación, estética y otras consideraciones ambientales, y que también responda a las expectativas públicas (Owen, 2015).

Una adecuada gestión de residuos debe estar acompañada por cada uno de los organismos involucrados, operando como sustento para la implementación y funcionamiento de la misma (ver figura 8).

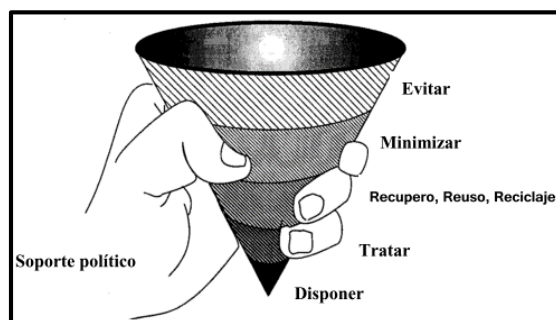


Figura 8: jerarquía ideal del manejo de residuos. Fuente: Owen, J. (2015). Apuntes de cátedra: *Tratamiento de residuos sólidos urbanos*. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Para abordar todos los residuos generados en la aldea, se debe identificar cada tipo y pensar en el tratamiento y disposición final más eficaz para cada uno.

### Tipos de residuos generados en la aldea:

- Residuos domiciliarios y asimilables.
- Residuos peligrosos (por hidrocarburos y patológicos).
- Pasivos ambientales (grupo diésel y parque eólico).

Se plantean alternativas para el manejo de los residuos domiciliarios y asimilables, los que permanecieron del antiguo parque eólico y de la central diésel (pasivos ambientales), y los generados actualmente tanto en esta central como en la sala hospitalaria, considerados estos últimos como “peligrosos”, según el Código Ambiental Provincial debido a sus características hidrocarburiíferas y patogénicas, respectivamente. Cada uno ha sido analizado desde su generación hasta su disposición final, tratando de recuperar, reciclar y reutilizar aquellos que pudieran resultar provechosos para el uso de la comunidad.

## 4. CONSIDERACIONES DE EFLUENTES LÍQUIDOS

Si el efluente doméstico no tratado se almacena por un tiempo relativamente prolongado (> 6 h, dependiendo de la temperatura reinante), la descomposición de materia orgánica emite gases con olores ofensivos. Asociado a esto se encuentra la carga patogénica debido a los microorganismos que viven en el intestino humano. El efluente también contiene nutrientes, capaces de estimular el crecimiento algal en cuerpos hídricos receptores (Owen, 2015).

### 4.1 GESTIÓN INTEGRAL DE EFLUENTES

El objetivo de gestionar el efluente es la protección del ambiente de un modo conmensurado con las preocupaciones por la salud pública, los aspectos económicos, sociales y políticos (Owen, 2015). Para atender a esta temática se debe analizar desde la ingeniería sanitaria, ya que es la rama que reúne los principios básicos de la ciencia y la ingeniería para dar una respuesta concisa, lo que excede los alcances de este trabajo.

A fin de evitar impactos negativos sobre la población y el ambiente, se debe procurar alejar el líquido cloacal de su fuente rápidamente una vez generado. Las tecnologías

implementadas para su adecuado tratamiento se basan en métodos fisicoquímicos o biológicos, para luego disponerlos en un cuerpo receptor (agua, suelo, aire) (Owen, 2015).

El tratamiento biológico en condiciones anaerobias involucra la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno molecular, donde ésta es convertida biológicamente a varios productos finales que incluyen CH<sub>4</sub> (65-70 % en volumen) y CO<sub>2</sub> (25-30 %), ambos componentes principales del biogás, en caso que se aprovechase como combustible en vez de ventearlo. La reacción presente es la siguiente (Ambrosio, 2015):



## 5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### 5.1 RESIDUOS DOMICILIARIOS Y ASIMILABLES A ESTOS

**Manejo actual:** la gestión de residuos que se lleva adelante en la aldea consta de una recolección domiciliaria y disposición final en el terreno dentro de zanjones donde son quemados a cielo abierto, sin ninguna clasificación previa o separación en origen.

En Sepaucal se realizan diversos talleres para la comunidad, uno de ellos es la elaboración de cestos de basura domiciliarios, donde los vecinos disponen sus residuos, los cuales son recogidos por un operario a cargo de transportarlos hasta el sitio de disposición final, por medio de carretillas. Allí se depositan los residuos domiciliarios, y asimilables a éstos, los generados por la crianza de cerdos, caballos y truchas, cueros de ovejas, y los extraídos del centro de salud, entre otros. Una vez ahí, se separan los de mayor volumen (escombros de construcción, tambores cortados de gas oil o de aceite) y los considerados como chatarras (ver figura 9) (A. Huayquimilla, comunicación personal, abril 2016).

Para mejorar ese manejo, deben observarse las disposiciones de la Ley Provincial XI N° 50 de Exigencias Básicas de Protección Ambiental para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. En el ámbito de los presupuestos mínimos establecidos por Nación, rige la Ley Nacional N° 25.916 de Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios.

La problemática de la quema a cielo abierto es que se trata de un proceso inaceptable en términos ambientales capaz de generar, según el material de origen, subproductos tóxicos y nocivos, tales como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), compuestos

orgánicos persistentes (COP) como dibenzoparadioxinas policloradas (PCDD), dibenzofuranos policlorados (PCDF), ambos cancerígenos; material particulado, benceno, CO, etc. Independientemente de su química específica, el humo y los olores molestos siempre acompañan a la quema a cielo abierto (Kiely, 2002).

**Generación:** al tratarse de una zona rural donde se crían animales y las calles no están pavimentadas, contiene gran cantidad de estiércol y tierra, estimándose una producción de residuos sólidos domésticos de 0,5 kg/habitante-día. En términos totales se generan 32,5 kg de residuos/día en la aldea (ver anexo 2.1), de los cuales aproximadamente el 50% representarían restos orgánicos<sup>5</sup> (16,25 kg de residuos orgánicos/día).



Figura 9: disposición final de residuos domiciliarios en distintos sectores de la aldea. Fuente: propia.

## 5.2 PASIVOS AMBIENTALES EÓLICOS Y ENERGÉTICOS

Aún se hallan instalados en la aldea los molinos eólicos implementados en 1995, a pesar de estar inactivos desde hace aproximadamente 14 años, empleándose el grupo electrógeno a partir del año 2003 (D. Franco, comunicación personal, agosto 2016). Es posible que hayan ocurrido incidentes ambientales ocasionados por la operación y mantenimiento de ambas infraestructuras (figura 10), los cuales no han sido correctamente gestionados y/o remediados y todavía persisten en el lugar (pasivos ambientales), como así también diversos residuos, que pueden encuadrarse en la Ley Nacional N° 24.051 (ver figura A3 en anexo fotográfico), a la cual adhirió nuestra Provincia mediante el Código Ambiental. Por un lado, están los hallados en el antiguo parque eólico, donde permanecen residuos inertes generados mientras estuvieron activos (ver figura 11), como estructuras de hierro, restos de piezas metálicas, cableados, paletas de molinos, generadores y baterías, (figura A4

<sup>5</sup> Owen, J. (2015). Apuntes de cátedra: *Tratamiento de residuos sólidos urbanos*. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

en anexo fotográfico) siendo estos últimos residuos peligrosos, ya que fuera de uso constituyen la siguiente categoría de control (Anexo I de la Ley Nacional N° 24.051):

- Corriente Y34: *soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.*



Figura 10: antiguo parque eólico con algunas estructuras aún en pie (izquierda). Grupo electrógeno (derecha). Fuente: propia.



Figura 11: algunos de los residuos y pasivos ambientales del antiguo parque eólico. Fuente: propia.

### 5.3 RESIDUOS PATOLÓGICOS

Actualmente los residuos originados en el centro de atención primaria a la salud de la aldea de Sepaual, son quemados abiertamente a la intemperie, junto con los residuos domiciliarios, pero deberían recibir un tratamiento y disposición final especial debido a sus características patogénicas y/o infecciosas (L. Alfaro, comunicación personal, abril 2016).

Se pueden disponer mediante técnicas de confinamiento basadas en los mismos principios que rigen los rellenos sanitarios comunes, sin embargo jeringas, vidrios de análisis clínicos, vendajes, etc. deben recibir un manejo específico desde el momento en que se usan y descartan hasta su disposición final.

De los considerados como patológicos en el artículo 19° de la Ley Nacional N° 24.051 son generados por el centro de salud los siguientes residuos:

- a) Restos de sangre y de sus derivados.
- b) Algodones, gasas, vendas usadas, ampollas, jeringas, objetos cortantes o punzantes, materiales descartables, elementos impregnados con sangre u otras sustancias putrescibles que no se esterilizan.

Más aún en la norma provincial, en el Título VII, artículo 74°, los residuos biopatogénicos son definidos como: *“aquellos desechos que presenten o puedan presentar características de infecciosidad o actividad biológica capaces de afectar directa o indirectamente a los seres vivos o causar contaminación del suelo, del agua o de la atmósfera, que sean generados en la atención de la salud humana o animal por el diagnóstico, tratamiento, inmunización o provisión de servicios, así como también en la investigación o producción comercial de elementos biológicos.”*<sup>6</sup>

Los mismos pueden ser categorizados en el marco del Anexo I de la Ley N° 24.051 como:

- Corriente Y1: *desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas para salud humana y animal.*
- Corriente Y3: *desechos de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal.*

#### 5.4 SISTEMA CLOACAL

Los efluentes cloacales originados en la aldea se dividen en dos sistemas independientes: el de las viviendas familiares y el de la escuela.

El sistema de las viviendas se halla conectado a una colectora de efluentes, que descarga a través de una tubería principal en el terreno a cielo abierto, sin ningún tratamiento previo, ni ningún sistema de impermeabilización del cuerpo receptor. En el mismo se puede apreciar la existencia de otros residuos sólidos que se han arrojado, ya que no se encuentra

---

<sup>6</sup> Honorable Legislatura del Chubut. (Agosto, 2016): <http://www.legischubut2.gov.ar/digesto/lxl/XI-35.html>.

cubierto, cercado, ni señalizado, sino que libera los gases y contaminantes generados directamente al ambiente (figura 12) (L. Alfaro, comunicación personal, abril 2016).



Figura 12: sistema cloacal de las viviendas. (1) Tubería de descarga. (2) Otro tipo de residuos. Fuente: propia.

Las consecuencias de esta incorrecta práctica afectan potencialmente aire, suelo y agua: por liberar gases nocivos y olores molestos, constituir focos de presencia de patógenos e insectos, perjudicar al cuerpo receptor (suelo) salinizándolo, y un agravante a esta situación es la posible contaminación de la capa freática, debido a su escasa profundidad. Por otro lado se desperdicia un efluente que tratado sería apto de reutilizar, por ejemplo en riego de algunas especies.

En cuanto al sistema cloacal de la escuela, se trata de un pozo absorbente instalado a poca distancia de la salida de la misma. Su funcionamiento deficiente se debe a su ubicación, ya que por la situación de la napa, el pozo se llena con el agua subterránea y pierde su función de *recepción y absorción de las aguas residuales*. Cuando ocurre esto, el pozo rebalsa, y en este caso se ve potenciado de dos maneras; una por la topografía del lugar, provocando que el líquido descienda por el mallín, afectando la funcionalidad del suelo por donde escurre superficialmente el efluente escolar, y otra porque al igual que el caso anterior, representa una fuente de agentes patógenos causante de enfermedades y olores desagradables, siendo

un riesgo para la salud de los alumnos que podrían entrar en contacto con este cloacal (ver figura 13).



Figura 13: sistema cloacal de la escuela. (1) Tapa pozo absorbente. (2) Recorrido descendente del líquido séptico. (3) Salida de la escuela. Fuente: elaboración propia.

## 6. LEGISLACIÓN RELEVANTE APLICABLE

### LEGISLACIÓN NACIONAL<sup>7</sup>

- Artículo 41° de la Constitución Nacional: **protección ambiental**. Derechos ambientales: el derecho de todos los argentinos a gozar de un ambiente sano, y la obligación de los mismos a cuidarlo y preservarlo.

- Ley N° 26.675: **ley general del ambiente**. Brinda los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y la implementación del desarrollo sustentable. Definición de daño ambiental, seguro ambiental y fondo de restauración, y objetivos para una correcta política ambiental.

- Ley N° 25.916: **gestión de residuos domiciliarios**. Establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios, con excepción de aquellos que se encuentren regulados por normas específicas. Nombra las autoridades de aplicación y sus obligaciones.

<sup>7</sup> Información Legislativa (Agosto, 2016): <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/450/norma.htm>.

- Ley N° 24.051: **residuos peligrosos**. Reglamentada por el decreto nacional 831/93. Categoriza y caracteriza a estos residuos, se refiere a sus generadores y disposiciones finales, entre otras temáticas. Ésta se aplica a los residuos que presenten un daño para el medioambiente.

#### NORMATIVA PROVINCIAL <sup>8</sup>

- Ley XI N°35: **Código ambiental de Chubut**. Política y gestión ambiental, protección de las aguas (superficiales y subterráneas) y el aire. Adhiere a Ley Nacional N° 24.051 en su artículo 66°. En el 77° prohíbe la disposición final de los residuos patológicos sin tratamiento previo que elimine su condición patológica.

- Ley XI N° 50: **exigencias básicas de protección ambiental para la gestión integral de los RSU en el ámbito provincial**. Fija como criterio de aplicación e interpretación el “principio de progresividad”: los objetivos planteados deberán lograrse en forma gradual. Promueve la valorización de los residuos mediante métodos y procesos ambientalmente adecuados, incentivando la separación en origen como un tratamiento previo antes de su disposición final. Gestión integral y manejo racional de éstos, involucrando a la población en la toma de decisiones respecto de ellos.

- Ley XVII N° 53. Anexo I: **Código de aguas**. Usos, dominio, concesiones dentro de la provincia. Contaminación, responsabilidades, y gestión de la autoridad de aplicación.

- Decreto Provincial N° 1540/2016. Reglamenta parcialmente la Ley XI N° 35 “Código Ambiental de la provincia del Chubut”, regulando lo referido a la **gestión de efluentes líquidos**.

- Decreto Provincial N° 185/09 y 1003/16. Reglamenta parcialmente la Ley XI N° 35 “Código Ambiental de la provincia del Chubut”, regulando lo referido a la **evaluación de impacto ambiental** de proyectos, actividades u obras, públicos o privados, capaces de

---

<sup>8</sup> Honorable Legislatura del Chubut. (Agosto, 2016): <http://www.legischubut2.gov.ar/digesto/lxl/XI-35.html>.

degradar el ambiente.

- Disposición N° 185/12 SRyCA. Establece las condiciones de los *sitios de acopio transitorio de residuos peligrosos*.

## 7. CONSIDERACIONES DE MEJORA

### 7.1 PROPUESTA PARA RESIDUOS DOMÉSTICOS Y ASIMILABLES A ESTOS

Al momento de diseñar un sistema de tratamiento de residuos se debe evaluar el impacto ambiental que las diferentes alternativas pueden ocasionar, ya que en algunos casos se generan nuevos residuos o emisiones que pueden representar un importante riesgo para la salud o el ambiente.

Se presentan las estrategias pensadas para el tratamiento de estos residuos:

#### 1. Separación en origen

Una de las formas más efectivas y positivas para lograr el recupero de los componentes residuales sería *separarlos desde las viviendas*. Para poder concretarse se deberá realizar la concientización y promoción a cada vecino, facilitarle los recipientes necesarios y el lugar apropiado para el almacenaje transitorio, hasta su recolección.

Se procurará separarlos en:

- Fracción orgánica que pueda ser empleada para el compostaje.
- Fracción inorgánica reciclable que pueda valorizarse.
- Residuos no compostables, no reciclables, que deben disponerse como tal en, por ejemplo, un relleno sanitario que sea construido localmente.

#### 2. Recupero

Fracción compostable. Ya está separada en origen, pero habrá que remover los residuos indeseables para someterla al proceso de compostaje. Cada vecino que así lo desee separará la fracción orgánica, y los dispondrá en un cesto de basura para su traslado al recinto destinado al compostaje, tarea que efectuará el personal a cargo de la recolección, (como se venía trabajando con los domiciliarios). Posteriormente deberá hacerse una post

clasificación, para cerciorarse de que no haya residuos no biodegradables, los cuales de hallarse irán al relleno sanitario, si es que tampoco se engloban dentro de los recuperables.

La frecuencia de recolección será día por medio y en los meses más calurosos diariamente, ya que de ser mayor incrementaría los costos. En ningún caso se debe dejar de recolectar por más de tres días, ya que originará proliferación de insectos y malos olores. Se trabajará con la maquinaria que se disponga para la tarea (carretillas, cajas de camionetas, etc.).

Fracción inorgánica valorizable. Aquí se rescataría de modo manual aquellos componentes residuales para su aprovechamiento. Su recolección domiciliaria será 3 veces por semana (lunes, miércoles y sábado). Se recepcionarán en un recinto de acopio con capacidad suficiente para 15 días, donde se realizará la post selección de los materiales con pobladores capacitados de la aldea. Estará ubicado en cercanías al acceso de la comuna, para ser transportados a Telsen por personal capacitado desde ese Municipio, que recogerá los valorizables generados en Sepaucal cada 2 semanas. Dichos residuos serán papel y cartón, para la elaboración de briquetas para calefaccionar hogares, y plásticos: PET y botellas, puesto que Telsen cuenta con una chipeadora.

### 3. Reciclaje:

Se seleccionará aquel componente aprovechable por la comunidad. Por ejemplo el compost elaborado a partir de la fracción orgánica recuperada por el vecino, como mejorador de suelos para quienes cuenten con quintas/invernáculos domiciliarios, (cada vecino que lo necesite se ocupará de buscarlo).

Esta etapa depende de qué componente desee reciclar la comunidad y qué utilidad o beneficio le brinde. En base a esto se pueden elaborar diversos proyectos o programas de reciclaje. Esta práctica trae además del beneficio económico, una menor cantidad de desechos sólidos a disponer en relleno, aumentando la vida útil del sitio. Cuando la separación se hace en origen, se puede conseguir además la generación de empleo organizado y digno.

En una vivienda familiar se deberá disponer de tres cestos diferenciados uno de otro para poder realizar de manera adecuada la separación de residuos, como ejemplo se ilustra la figura 14. Podrían agregarse más recipientes o tachos dependiendo de cuántos componentes

se deseen recuperar, pero esto requiere de una superficie disponible para ubicarlos y obviamente mayor esfuerzo del vecino para la clasificación.

Algunos componentes de cada fracción se muestran en el cuadro 3.



Figura 14: separación de residuos en origen. Fuente: elaboración propia.

Cuadro 3: composición de los residuos domiciliarios. (Fuente: modificado de Abarrataldea (2005). Manual práctico de técnicas de compostaje. Abarrataldea ONG. España. 13 pp.).

Tacho 1: fracción orgánica (compostaje)			
Material compostable sin problema		Material compostable con limitaciones	No compostable
Restos de jardín y de poda	Restos orgánicos de comida en general	Pieles de naranja, cítricos o ananá (pocos y troceados)	Materiales químicos sintéticos
Estiércol	Alimentos estropeados o caducados	Restos de carne, pescados, sus estructuras óseas.	Vidrios
Restos de yerba	Cáscaras de huevos (trituradas)	Cenizas (espolvoreadas y prehumedecidas)	Metales
Restos de vino, vinagre, cerveza o licores	Restos de café (se pueden incluir filtros de papel)	Virutas de serrín (finas capas)	Tabaco
Hojas caídas	Restos de infusiones (sin sobre)	Trapos y tejidos de fibra natural	Antibióticos
Restos de frutas y hortalizas	Servilletas y pañuelos de papel (no impresos ni coloreados)		Detergentes
Cáscaras de frutos secos	Aceites y grasas comestibles (muy esparcidos y en pequeñas cantidades)		Productos clorados
Tacho 2: fracción inorgánica (valorizables)			
Papel			
Cartón			
Plásticos (PET y botellas plásticas)			

**Tacho 3: material a relleno sanitario (ni compostable ni valorizable)**Los **NO COMPOSTABLES** y los **NO VALORIZABLES**.**4. Compostaje:**

A partir de esta práctica se podría recuperar, reciclar y aprovechar la fracción orgánica o putrescible de la masa residual que normalmente causa molestias ambientales y acarrea riesgos a la salud. Además se reduce considerablemente el volumen de residuos que se debe recolectar y disponer en relleno. Se obtiene un producto biológicamente estabilizado que consta de minerales y humus (compost), apto como mejorador de suelos. Para ello es necesario controlar ciertos parámetros del proceso, cada uno de los cuales se detalla en el anexo 1.

La técnica de compostaje más factible de realizar dentro de la aldea es en *cajonera o silo* por la escasa cantidad de desechos orgánicos que se genera (16,25 kg/día). Además de ser fácil de preparar, ya que consta de un cajón hecho de cualquier material, con el volumen adecuado para contener los residuos compostables que se vayan produciendo en los siguientes tres o cuatro meses.

La estructura no debe tener un fondo para que el suelo esté en contacto directo con los restos orgánicos, para esto se deberá remover la vegetación existente en el lugar de emplazamiento, y colocar algunas ramas de arbustos en la base de la cajonera para facilitar la aireación, además de contar con orificios de ventilación en todas sus caras.

Por su parte superior ingresarán los residuos, y llevará una cubierta con pocas perforaciones para recibir humedad ambiente y a su vez favorecer la humedad interna. Se deberá poder abrir en la parte inferior de alguna de sus caras laterales para acceder al compost ya preparado (figura 15)<sup>9</sup>.

En cuanto a su localización, podría ser en un recinto cercano al invernáculo de la escuela, que es un sitio común a toda la aldea.

---

<sup>9</sup> Abarrataldea (2005). *Manual práctico de técnicas de compostaje*. Abarrataldea ONG. España. 13 pp.



Figura 15: unidades de compostificación. Fuente: modificado de Abarrataldea (2005). Manual práctico de técnicas de compostaje. Abarrataldea ONG. España. 13 pp.

### Vermicompostaje.

También se puede mejorar las características del producto final obtenido del compostaje, introduciendo lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*), que lo transformarán en *humus de lombriz*, sustancia inodora parecida a la borra de café que, en comparación con la urea, supera ampliamente el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio. Constituye así un *mejorador de suelos* de extraordinarias cualidades, para ser utilizado en actividades como la floricultura, fruticultura, horticultura, y especialmente en viveros.<sup>10</sup>

### 5. Creación de un relleno sanitario para la comunidad:

El relleno sanitario es un elemento imprescindible en toda gestión de residuos, ya que siempre se van a generar restos no compostables, no reciclables, que serán separados en origen o como rechazo durante el recupero de inorgánicos valorizables, o durante la remoción de indeseables de los componentes compostables.

La disposición final de los residuos en este tipo de relleno (figura 16), tal como lo define la Sociedad Norteamericana de Ingenieros Civiles<sup>11</sup>, *tiene como objetivo el confinamiento ingenieril de los mismos en el menor área posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable y cubriéndolo con una capa de tierra en la frecuencia necesaria o por lo menos al fin de cada jornada, minimizando las liberaciones de contaminantes*. Una tecnología apropiada para dicho fin sería su implementación, a fin de disminuir los potenciales impactos negativos en la salud y ambiente; evitando el ingreso de personas ajenas, animales y vectores que transmiten enfermedades como moscas, cucarachas,

<sup>10</sup> Díaz, E. (2002). *Guía de lombricultura: una alternativa de producción*. Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior. La Rioja. Argentina. 57 pp.

<sup>11</sup> Sociedad Norteamericana de Ingenieros Civiles (ASCE). (Junio, 2017): <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd61/tecnadmvo/cap3.pdf>

roedores, etc. (Cantanhede, A. y Sandoval L. 2001), operándolo manualmente debido a la poca generación de residuos. A este sitio estarán destinados todos los desechos domiciliarios y asimilables que no sean compostables ni reciclables.

Los detalles operativos y constructivos se detallan en el Anexo 2 y 2.1, brindándose a continuación algunas pautas.

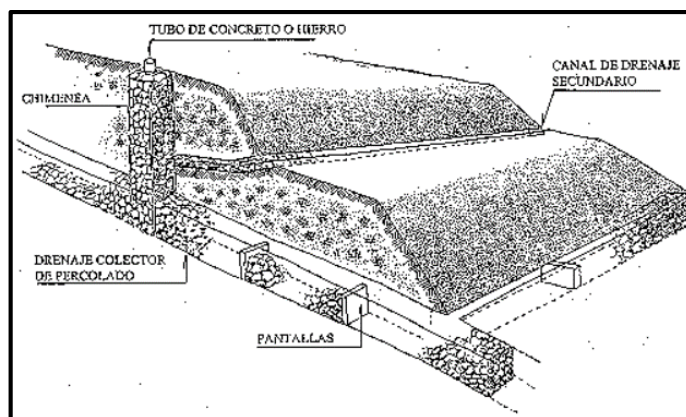


Figura 16: relleno concluido. Detalles de los sistemas de drenaje de líquidos y gases. Fuente: Ministerio de Ambiente de Perú. (2010). Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales, 73 pp.

Localización: se realiza mediante sucesivas inspecciones de campo junto con mapas, planos topográficos y sugerencias de la población, entre otros. En general, el área debe permitir un período de vida útil mínimo de 3 a 5 años (depende del tamaño, la cantidad de residuos sólidos que se van a tratar y características del área).

Su lugar de emplazamiento puede estar tan cerca al área urbana como lo permita la existencia de lugares disponibles, reduciéndose así los costos de transporte y facilitando la supervisión por parte de la comunidad. De todos modos, se recomienda que los límites del relleno estén a una distancia mayor de 200 metros del área residencial más cercana. (Cantanhede, A. y Sandoval L. 2001). En el anexo 2 adjunta un esquema para su construcción (figura A1).

Previsiones: en esta zona donde el nivel de agua subterránea es cercano a la superficie es necesario evitar la migración del *lixiviado*, que se lograría recogiendo éste líquido y tratándolo, y mediante la impermeabilización del suelo, recubriendo el fondo de la zanja y los taludes laterales, a través de una barrera de material de muy baja permeabilidad.

Dos ejemplos de barreras comúnmente empleadas<sup>12</sup> pueden ser:

- Suelos de baja permeabilidad: existentes naturalmente (ricos en arcilla) o mezclas de bentonita o arcilla compactada.

- Sintéticos: geomembranas.

También se debe contar con *capas drenantes* a fin de coleccionar y conducir los lixiviados.

Por otro lado, el gas que se genera por la degradación anaeróbica (60 % CH<sub>4</sub> y 40 % CO<sub>2</sub>) es altamente explosivo, y necesita ser sometido a un control (extracción), ya que puede migrar fuera de la masa compactada y causar problemas en el entorno circundante<sup>13</sup>.

Se debe prever que el lugar de emplazamiento tenga altura (mayor a 1 metro) por la situación de la napa freática y ubicarse en sentido opuesto a la dirección regular de los vientos (O-SO en Sepaual).

Diseño y Operación: existen diversos formatos de rellenos sanitarios y su elección dependerá de las disponibilidades y la evaluación de impacto ambiental según el sitio. De acuerdo a las características del área (topografía, suelo, profundidad del nivel freático, etc.) se puede realizar el correspondiente al tipo de *zanja*, como se ilustra en la siguiente imagen, donde se excavan trincheras para depositar los residuos sólidos.

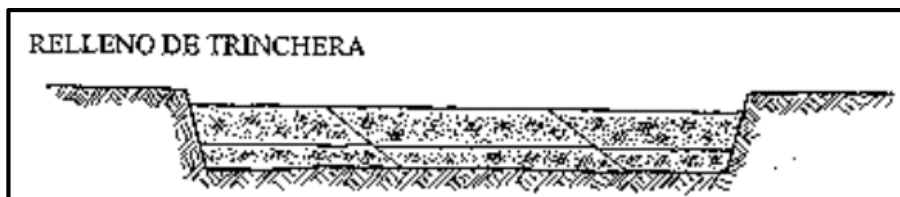


Figura 17: sección típica de un relleno sanitario tipo zanja. Fuente: Ministerio de Ambiente de Perú. (2010). Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales, 73 pp.

Las principales operaciones que se realizarían en el relleno sanitario serían:

- Recepción de los residuos sólidos por parte del operador del relleno.
- Formación de una celda diaria con los residuos (ver anexo 2.1).
- Compactación de la celda.
- Recubrimiento con tierra al finalizar cada jornada.
- Compactación de la celda.

<sup>12</sup> Owen, J. (2015). Apuntes de cátedra: *Tratamiento de residuos sólidos urbanos*. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

<sup>13</sup> Ministerio de Ambiente de Perú. (2010). *Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales*. 73 pp.

En las poblaciones pequeñas la supervisión de rutina diaria, para mantener un alto nivel de calidad de las operaciones, debe estar en manos del encargado del servicio de aseo, contando con la asesoría de un profesional responsable, quien inspeccionará el avance de la obra cada cierto tiempo, a fin de evitar fallas futuras. Como la operación del relleno sanitario será manual se seguirán las recomendaciones del manual redactado por CEPIS (Cantanhede, A. y Sandoval L. 2001), y teniendo en cuenta todos los factores climáticos, sociales, de seguridad y fiabilidad que se incluyen en el mismo.

## 7.2 PROPUESTA PARA PASIVOS AMBIENTALES DEL PARQUE EÓLICO

Actualmente está abandonado y para su clausura definitiva se debería:

- Remover instalaciones: desmantelamiento de las estructuras, separando las torres de las demás partes componentes, ya que el hierro podría ser recuperado y reutilizado para estructuras de construcción.
- Recuperar y reciclar otros componentes menores (cobre del cableado, acero de los cables tensores, piezas y cajas metálicas, etc.).
- Separar por categorías los residuos que no sean recuperables, a fin de seleccionar la técnica de manejo adecuada para cada tipo, y disponerlos transitoriamente y hasta su retiro definitivo, en recipientes metálicos o plásticos identificados por colores y leyendas.
- Gestionar las baterías en desuso por la institución responsable (Dirección General de Servicios Públicos). Se recomienda pactar su devolución con el proveedor o entregarlas para su desguace sólo a “transportistas y operadores de residuos peligrosos” inscriptos como tales y para las corrientes en cuestión, en el Registro Provincial que lleva el Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable (MAyCDS), previa inscripción de Servicios Públicos como generador de éstos.
- Donar los generadores en desuso (figura A5 en anexo fotográfico) a entidades educativas técnicas relacionadas con la temática eléctrica o eólica, para utilizarlos como material de estudio a fin de conocer su estructura, funcionamiento, armado, realizar análisis de vientos, confección de diagramas de corrientes, trabajo en mapeo, etc., ya que no

constituyen un residuo peligroso. De otro modo, solo sería recuperable el cableado interno de cobre que contienen (M. Alegre, comunicación personal, junio 2017).

### 7.3 PROPUESTA PARA PASIVOS AMBIENTALES DE LA CENTRAL DIÉSEL

Concerniente a los residuos originados por hidrocarburos, como resultado de la operación y mantenimiento del grupo electrógeno (figura 18), podemos encuadrarlos en las categorías Y8 e Y48 dentro de *residuos peligrosos*, según la Ley N° 24.051:

- Corriente Y8 *desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados*: aceites de maquinarias y lubricantes una vez usados, ya que después de su uso adquieren concentraciones significativas de metales pesados (aceites usados).

Se propone:

- Depositarlos en contenedores apropiados, rotulados como “sólo aceite usado” transitoriamente sobre bateas antiderrame o piso impermeabilizado, en un sitio apartado designado exclusivamente para ello, que cumplimente las condiciones establecidas en las Disposición N° 185/12 SRyCA de Chubut.

- Entregarlos sólo a “transportistas y operadores de residuos peligrosos” inscriptos como tales en el Registro Provincial que lleva el MAyCDS (previa inscripción de la Dirección General de Servicios Públicos como generador).

- No mezclar desechos de lubricantes o de aceites hidráulicos con otros productos. En caso de encontrarse, identificarlos de acuerdo a la Y que corresponda, y gestionarlos como se describe en el apartado anterior.

- Corriente Y48 *desechos sólidos contaminados con hidrocarburos*: elementos que se han contaminado durante su manipulación como trapos, estopas, papeles absorbentes, guantes, suelo, etc. (ver figura 18). En el caso de Sepaucal se trata de antiguos derrames sobre el suelo, creando una película impermeable sobre éste que destruye su equilibrio ecológico y fertilidad, a su vez que tanto la gasolina como el diésel (gasoil) y sus emulsiones con agua son productos capaces de migrar verticalmente hacia el agua subterránea (baja viscosidad).

Se propone:

- Colocarlos en un recipiente diferenciado del utilizado para aceites, rotulado como “desechos sólidos contaminados con hidrocarburos” y almacenarlos hasta su entrega a un Transportista habilitado para residuos peligrosos, adecuándolos a las condiciones establecidas en la Disposición N° 185/12 SRyCA de Chubut.
- Delimitar las áreas afectadas, extraer y almacenar el suelo potencialmente afectado en un recipiente rotulado de la misma manera que el ítem anterior.
  - Colocar los materiales absorbentes que se hayan empleado, en un recipiente adecuado y disponerlos como *residuo peligroso*, conjuntamente con el suelo afectado.
  - Drenar los filtros en recipientes que estén cubiertos para evitar el ingreso de lluvia, antes de disponerlos como Y48.
  - Mezclar el aceite obtenido del drenaje de filtros con el resto del “aceite usado” (Y8).
  - Revisar periódicamente que no existan derrames, fugas en tapas, sellos y costuras de los contenedores y áreas de almacenamiento transitorio hasta su retiro por el transportista habilitado. En caso de encontrarse, los líquidos derramados serán absorbidos con turba para limpiar el sector afectado, y ésta dispuesta como Y48.



Figura 18: algunos de los residuos y pasivos ambientales de la central diésel. Fuente: elaboración propia.

#### 7.4 PROPUESTA DE MANEJO PARA RESIDUOS PATOLÓGICOS

- Almacenar transitoriamente los residuos infecciosos y peligrosos hasta su retiro en recipientes especiales y separados del resto de residuos comunes. El Centro de Salud deberá

tener recipientes con bolsas y tapas donde sólo se coloquen los residuos potencialmente contaminados. Los otros residuos comunes, como desechos de las oficinas administrativas o restos de comida y bebida que dejan las visitas, se pueden agrupar con los domiciliarios, los cuales se depositarán en recipientes diferenciados de los anteriores, y cuyo contenido será dispuesto en el relleno sanitario de la aldea.

- El personal que manipule estos residuos, tanto internamente en el Centro de Salud, como externamente para su traslado al sitio de disposición final, debe estar capacitado en cuanto a los procedimientos que no importen un riesgo a la salud y a las cuestiones de bioseguridad.

- Evitar dañar los empaques de los residuos sólidos infecciosos y peligrosos para que no se mezclen con los residuos comunes o se dispersen en el ambiente.

- **Elaboración de un silo**, como sitio de disposición final y de tratamiento especial para estos residuos<sup>14</sup>, debido a la distancia entre Sepaucal y Trelew (240 km), donde éstos son tratados según la legislación vigente. El mismo debe reunir una serie de requisitos:

- Poseer una tapa de fácil manipulación que evite el ingreso y egreso de insectos u otros vectores (ver figura 19).

- No se deben colocar residuos líquidos ni lodos, ya que podrían originar olores desagradables.

- Cubrir diariamente los residuos dispuestos con una capa de 10 cm de cal para inactivar gérmenes.

- Acceso únicamente a personas responsables de su cuidado y mantenimiento.

- Se deberá localizar en un lugar alejado de la población y de cuerpos de agua superficiales, perforaciones de extracción de agua, límites del terreno y edificaciones, preferentemente en zonas bajas para evitar infiltraciones o posibles percolaciones en el terreno, para así evitar proliferación de vectores de enfermedades.

- Cierre: sellar con una capa de tierra compactada de 30 cm cuando los residuos lleguen a esa distancia de la superficie del terreno.

- Clausura: señalar el lugar de su existencia, a fin de evitar que los residuos sólidos se desentierren o se traten de recuperar.

---

<sup>14</sup> Ministerio de Ambiente Perú. (2010). *Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales*. 73 pp.

Esta propuesta debe ser sometida a evaluación por parte del MAyCDS, autoridad de aplicación del Código Ambiental Provincial (artículo 78°). Asimismo debe prestarse atención a los cambios que desde ese Organismo se sugieran para mejorar este tipo de gestión de residuos patológicos, sobre todo en comunidades aisladas de las ciudades.

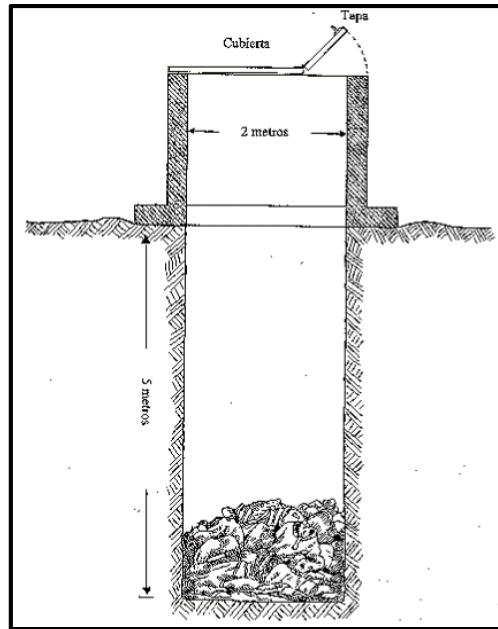


Figura 19: silo para la disposición de residuos sólidos infecciosos y peligrosos de origen hospitalario. Fuente: Ministerio de Ambiente de Perú. (2010). Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales, 73 pp.

## 7.5 PROPUESTA SISTEMA CLOACAL

En cuanto a la implementación de un método biológico como alternativa para el tratamiento de los efluentes, se plantea lo resumido en la figura 20.

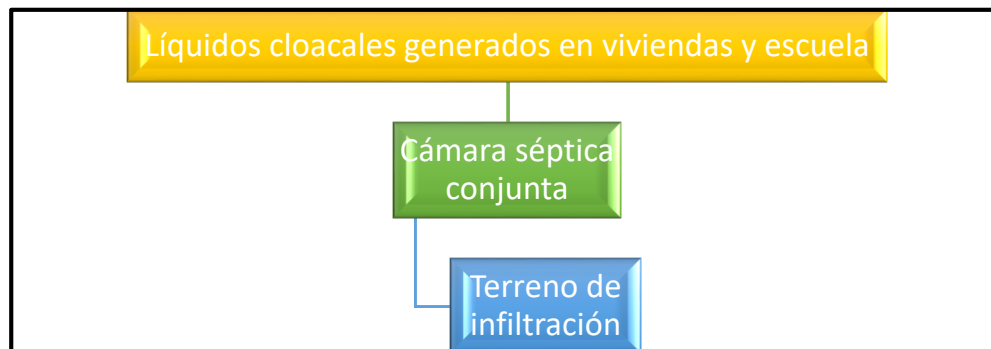


Figura 20: red conceptual tratamiento para sistema cloacal de Sepaual. Fuente: elaboración propia.

Para las propuestas más idóneas sobre la gestión del sistema cloacal, se realizaron los siguientes cálculos a fin de conocer los volúmenes producidos (Owen, 2015).

- **Consumo de agua:**  $0,25 \text{ m}^3/\text{persona} \times \text{día}$  (Valor tabulado)<sup>15</sup>.
- **Dotación:**  $0,25\text{m}^3/(\text{habitante} \times \text{día}) \times 65 \text{ habitantes} = 16,25 \approx 17 \text{ m}^3/\text{día}$ .

Las propuestas establecidas son:

- Unificar ambas descargas (viviendas familiares y escuela) en un mismo tratamiento y clausurar las actuales.
- Existencia de un sistema anaerobio (cámara séptica) como pretratamiento, combinado con la eliminación de este líquido a través de un terreno de infiltración (suelo) construido *ad hoc*, puesto que el efluente séptico contendrá todavía altos valores de carga orgánica en términos de DBO y sólidos, y un elevado número de agentes patógenos.

La elección de este sistema combinado se debe a que:

- Es apropiado para la aldea, ya que resulta útil hasta para un máximo de 350 habitantes, y allí residen 65 pobladores.
- No requiere una limpieza constante.
- Presenta un bajo costo de construcción y operación.
- Muestra mínimo grado de dificultad en operación y mantenimiento, si se cuenta con infraestructura de remoción de lodos para el tanque séptico.

Este sistema constará de 3 etapas (figura 21) (Mariñelarena, 2006):

- **Primera etapa:** cámara séptica. Retiene y digiere el material orgánico sólido más grueso.
- **Segunda etapa:** terreno de infiltración. Distribuye los líquidos en un área grande del suelo.
- **Tercera etapa:** suelo, por debajo del terreno de infiltración. Filtra y completa la depuración del agua.

---

<sup>15</sup> Owen, J. (2015). Apuntes de cátedra: *Tratamiento de residuos sólidos urbanos*. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

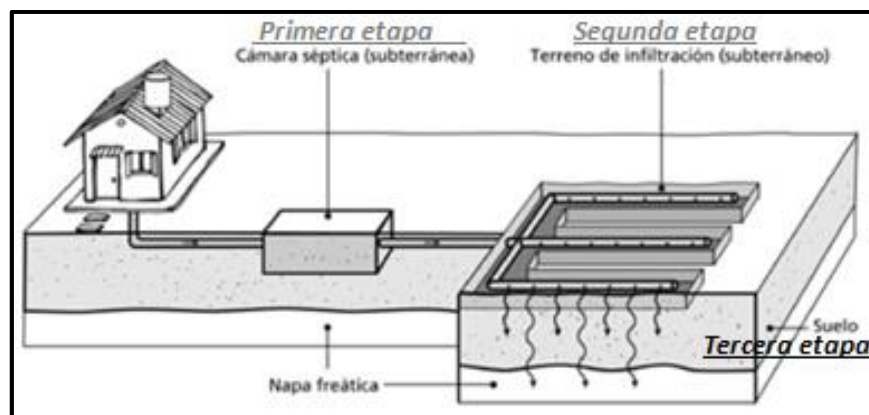


Figura 21: sistema de tratamiento propuesto para ambas edificaciones. Fuente: modificado de Mariñelarena, A. (2006). Manual de autoconstrucción de sistemas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias. Argentina: Proyecto FREPLATA. 76 pp.

### Primera etapa: cámara séptica

Compartimento hermético que funciona siempre lleno por rebalse: a medida que ingresa el cloacal crudo desde la casa, una cantidad igual sale por el otro extremo, como muestra la figura 22, donde ocurre la digestión anaeróbica (Mariñelarena, 2006).

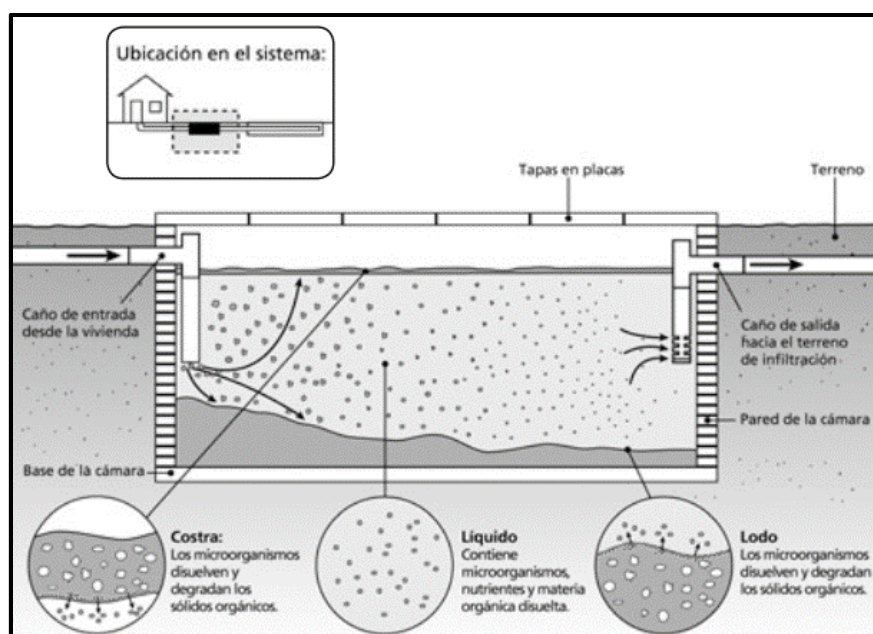


Figura 22: diseño y funcionamiento de una cámara séptica. Fuente: extraído de Mariñelarena, A. (2006). Manual de autoconstrucción de sistemas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias. Argentina: Proyecto FREPLATA. 76 pp.

El cloacal crudo que sale de la casa llega hasta la cámara por gravedad, por eso al planear su construcción (anexo 3) se debe calcular que el caño de entrada de la cámara esté a una profundidad que le permita al efluente llegar hasta allí, con una pendiente de 1 % (1 cm/metro).

Si la cámara está bien diseñada, construida y mantenida (Mariñelarena, 2006):

- ✓ El lodo y la costra de grasa quedan retenidos y no salen con el efluente.
- ✓ Retiene hasta el 80 % de los sólidos que arrastra el agua residual, los que serán digeridos por las bacterias que allí se desarrollan.
- ✓ La remoción puede alcanzar 30 - 50 % de DBO, 70 - 80 % de grasas y aceites, un 15 % de fósforo.
- ✓ El CH<sub>4</sub> producido por la conversión anaeróbica de las bacterias metanogénicas, podría aprovecharse por su combustibilidad (requiere mayor estudio para conocer tasa de generación e inversión).
- ✓ La materia sólida resultante está bastante bien estabilizada y con frecuencia es apta para su aplicación en tierra, siendo similar al humus, a causa de la baja tasa de crecimiento celular y de la conversión de la materia orgánica en CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>.
- × La degradación de la materia orgánica será más lenta cuanto menor sea la temperatura ambiente (temperatura requerida de 15 a 35 °C).
- × El agua que sale de la cámara contiene microorganismos patógenos, nutrientes y otros contaminantes, a pesar de tener un aspecto claro. Para proteger la salud y el ambiente, el líquido requiere un tratamiento adicional.

#### Segunda etapa: *terreno de infiltración*

Para poner en funcionamiento el sistema sólo se debe conectar el caño de salida de la casa a la cámara séptica, y cuando ésta se llene, el excedente comenzará a pasar y distribuirse a través del terreno de infiltración por gravedad. Este consiste en una red de caños unidos entre sí dentro de zanjas rellenas con material poroso (grava, escombros o piedra partida) y tapadas con tierra. Cada uno está perforado lateralmente y lleva una tapa en el extremo final para que el líquido salga por las perforaciones y pase a través del material de relleno, donde microorganismos absorben y digieren los contaminantes. Finalmente llega al fondo de las zanjas y penetra en el suelo (figura 23) (Mariñelarena, 2006).

En el anexo 3.3 se describen los datos para su ubicación y construcción.

Tercera etapa: *el suelo*

Realiza un tratamiento físico (filtración) y biológico (degradación bacteriana) de las aguas residuales. Algunos nutrientes de las aguas residuales como el fósforo, se combinan con minerales del suelo que contienen calcio, hierro y aluminio, quedando retenidos, e impidiendo su pase a las aguas subterráneas (ver figura 23). Por otro lado, el suelo contiene una gran comunidad microbiológica capaz de alimentarse de estos nutrientes y de la materia orgánica del agua residual, mejorando así su depuración. Este proceso es mucho más eficiente si se realiza en presencia de oxígeno, por esto es de suma importancia que el suelo del terreno de infiltración no esté inundado, ni saturado con agua.

Previo a la construcción del sistema se deben considerar los siguientes aspectos del suelo, que determinarán si el lugar donde se infiltrará el agua residual es el adecuado (Mariñelarena, 2006):

1. profundidad de la capa freática.
2. capacidad de infiltración del suelo (ensayo de infiltración).

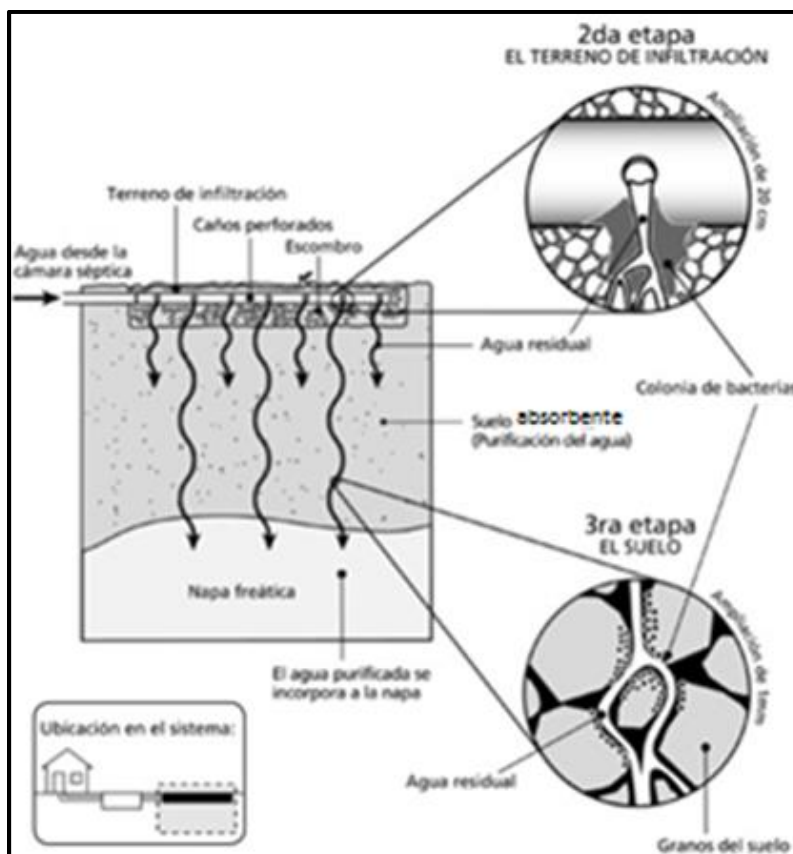


Figura 23: funcionamiento del terreno de infiltración y del suelo (2° y 3° etapa). Fuente: modificado de Mariñelarena, A. (2006). Manual de autoconstrucción de sistemas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias. Argentina: Proyecto FREPLATA. 76 pp.

Al finalizar la construcción del sistema de tratamiento se debe favorecer el establecimiento de una cubierta vegetal, debido al efecto protector que ejerce ante los procesos erosivos que impactan sobre el suelo, propios de estos ambientes.

La selección de especies debe centrarse en aquellas que son *nativas*, las cuales poseen capacidad de adaptación a las condiciones del ambiente, como el clima (heladas, vientos, sequía estival) y tipo de suelo (sódico-salino), que se establezcan fácilmente y tengan una tasa de crecimiento relativamente alta. (Beider, A. 2012).

Se propone la vegetación del terreno de infiltración con Jume o Vidriera (*Suaeda divaricata*), una especie nativa que posee rasgos que la hacen idónea para la zona en cuestión: rizomatosa o rastrera, útil para revegetar suelos con altos contenidos de sales, donde otras especies no logran establecerse, protegiendo el suelo de procesos erosivos (figura 24) (Beider, A. 2012).

Esto se deberá validar a través del análisis correspondiente de la calidad del efluente tratado, características del suelo y fisiología vegetal de la especie empleada.



Figura 24: fotografía de Jume o Vidriera (*Suaeda divaricata*). Fuente: propia.

## DISCUSIÓN

El *saneamiento básico* se refiere al suministro de agua de consumo, eliminación adecuada de excretas, recolección y disposición final de residuos sólidos. La mejora de uno de estos componentes produce efectos positivos en la salud y el ambiente, pero su impacto negativo combinado es mayor que la suma de las partes.

Sepaucal cuenta con este saneamiento básico gracias a los distintos Organismos Provinciales y a la Municipalidad de Telsen, aunque es imperiosa la necesidad de una adecuada gestión de los residuos y efluentes generados, es decir realizarle a cada corriente un tratamiento correcto y una disposición final compatible con un ambiente sano. La gestión de estos componentes le concierne a la Municipalidad de Telsen, ya que es quien administra la aldea.

En cuanto a los pasivos ambientales energéticos y eólicos, su gestión le corresponde a la Dirección General de Servicios Públicos. En los primeros (contaminación con hidrocarburos) puede observarse que debido a la escasa magnitud, extensión y heterogeneidad de los derrames hallados, son de carácter incidental, ya sea por falta de concientización, descuido o utilización de elementos inadecuados de trabajo al momento de realizar las rutinas de operación. Además se puede apreciar que aquellos derrames expuestos a la intemperie se han degradado con el tiempo por la acción natural que ejercen los agentes ambientales y microorganismos presentes en el suelo, reduciendo así su contaminación inicial.

Dicho Organismo, al gestionar los *residuos peligrosos* de ambas actividades, debe encontrarse inscripto como Generador, con Transportistas y Operadores para su disposición, incluidos en el Registro Provincial del MAyCDS. A su vez que deben encontrarse habilitados y cumpliendo con la legislación ambiental vigente.

Se deben llevar reportes en cuanto al almacenamiento seguro, transporte terrestre y entrega a un tercero (si así se requiriera) debidamente autorizado, para darle tratamiento y disposición final a estos residuos.

Para los residuos patológicos se debe actuar de manera especial debido a sus características patogénicas y la distancia a la ciudad de Trelew, donde se encuentran Transportistas y Operadores habilitados para esta corriente. Se debe implementar un

tratamiento diferente al de los residuos domiciliarios, con capacitación específica al personal del Centro de Salud, atendiendo todas las normas de bioseguridad al manejarlos, por lo tanto son tareas que le corresponde al Ministerio Provincial de Salud, en consonancia con el MAyCDS, quien otorga las habilitaciones pertinentes.

Ya que aproximadamente del 60 al 85 % del consumo de agua potable per cápita se transforma en agua residual, es de vital importancia contar con un sistema cloacal para tratar tanto el efluente generado en la escuela como el de toda la Aldea que ya se colecta, y que sea diseñado, construido, operado y mantenido correctamente. Esto es competencia de la Municipalidad de Telsen, ya que el servicio cloacal de la aldea depende de ella. Conjuntamente se debería llevar a cabo una concientización ambiental de los habitantes de ambas comunas para un consumo y uso responsable del agua.

La adopción de prácticas y hábitos sanitarios positivos a través de *campañas de educación sanitaria*, constituyen una medida indispensable para el éxito de todo proyecto de saneamiento básico, aunque muchas veces estos hábitos, positivos o negativos, se encuentran arraigados, por este motivo el cambio de comportamiento puede tomar un tiempo considerable, incluso una generación. Por ejemplo la instalación de un servicio adecuado de limpieza pública puede fallar si el usuario inicia incorrectamente el ciclo del manejo de los residuos.

La población infantil es una audiencia prioritaria en los programas de educación sanitaria, puesto que en muchos casos participa directamente en la limpieza del hogar y del vecindario y puede influir en el comportamiento de los mayores. Se estima que la promoción de la higiene personal y de la vivienda permite reducir hasta 40 % la incidencia de enfermedades diarreicas.

## CONCLUSIÓN

Finalizado este trabajo se pudieron arribar a conclusiones que podrían significar más que sólo el logro del objetivo principal de esta práctica, el cual era formular propuestas y alternativas para el saneamiento básico de la aldea. Es decir que más allá de ser formulaciones escritas, podrían derivar en posibles planes o proyectos que se lleven adelante **con el apoyo y gestión adecuada de los organismos encargados** del abastecimiento de los servicios públicos y su mantenimiento (Dirección General de Servicios Públicos provincial, Municipalidad de Telsen, Ministerio de Salud Pública provincial), en conjunto con los habitantes de la aldea.

Uno de los mayores pilares es la **concientización social en materia ambiental**, cómo lograr la implementación en la comunidad del reuso, recupero y reciclaje de los elementos residuales que pueden resultar beneficiosos para la misma (fracción orgánica de los residuos para compost, fracción inorgánica como papel, cartón y plásticos para obtener material valorizable para la aldea, etc.). El éxito para la implementación y funcionamiento de éste programa de reciclaje depende del control de todos los eslabones de la gestión, desde su generación hasta el último comprador.

Se consideran tres actores primordiales para esta tarea: administrador, personal técnico y promotores. Una **administración o autoridad** (Municipalidad de Telsen), cuya tarea sea conseguir personal técnico capacitado capaz de brindar sus conocimientos a los pobladores, con la intención de concientizarlos, ofreciéndole las herramientas necesarias. El **personal técnico** deberá ponerse en contacto con habitantes activos dentro de la aldea, quienes se desempeñarán como **“promotores”** de estas campañas si así lo desearan, es decir aquellos vecinos que han sido capacitados y quieren pasar a ser capacitadores de otros y de esta manera lograr una red de concientizadores cada vez mayor, capaces de introducir cambios en los hábitos y costumbres negativas de la aldea.

Todas estas metas se lograrán de manera paulatina, hay que tener en claro que son modificaciones en las costumbres de vida de todos los habitantes, y por lo tanto llevará un tiempo. Mientras tanto se podrían realizar pequeñas modificaciones en la gestión actual de los residuos, como por ejemplo comenzar a separar los residuos domésticos y tratar de enviar la menor cantidad posible a incineración.

El accionar de los organismos generadores de residuos peligrosos es de gran importancia, ya que son responsables de éstos desde “la cuna hasta la tumba”. Por ejemplo aplicando ciertas medidas de ordenamiento y gestión adecuada al momento del manipular los hidrocarburos se podrán evitar los incidente laborales, o controlarlos rápidamente en aquellos casos que ocurran con un plan de contingencia formulado y teniendo disponibles los elementos para actuar, esto debe ir acompañado de un correcto monitoreo, revisión periódica y continua de los establecimientos por parte de sus generadores.

El tratamiento y la disposición final ambientalmente adecuado de las aguas residuales domiciliarias y los residuos patológicos debe entenderse como una **necesidad**, bajo condiciones adecuadas de salud e higiene para la población, conservar la calidad de las fuentes de agua y propender a un uso racional y sustentable de los recursos hídricos.

Por todo esto, la ***promoción del saneamiento básico y la educación sanitaria deben ser actividades continuas dentro de la aldea*** para el progreso de la calidad de vida de los habitantes, ya que todos los pequeños cambios positivos que se hagan derivarán en el éxito de todas las alternativas, recordando que los niños que son el mejor eslabón para magnificar los conocimientos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abarataldea (2005). *Manual práctico de técnicas de compostaje*. Abarataldea ONG. España. 13 pp.
- Ambrosio, M. (2015). *Curso: Tratamiento de Agua Residual para Pequeñas y Medianas Poblaciones, Complejos Habitacionales e Instituciones, Tecnologías Naturales*. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.
- Beider, A. (2012). *Vivierización de Especies Nativas en Zonas Áridas*. Estación Experimental Agropecuaria I.N.T.A. Chubut. Argentina. 70 pp.
- Cantanhede, A y Sandoval L. (2001). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Lima, Perú. 43 pp.
- Díaz, E. (2002). *Guía de lombricultura: una alternativa de producción*. Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior. La Rioja. Argentina. 57 pp.
- Franco, D; Martínez, A. y Paulí V. (2003). *Informe: Grado potencial de desarrollo de las aldeas escolares del interior de la provincia de Chubut*. IGEPAT- FHyCs. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. 24 pp.
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial –INTI- (2015). *Manual para Municipios y Comuna: Compostaje domiciliario*. Centro Regional Córdoba. Córdoba. Argentina. 28 pp.
- Kiely, G. (2002). *Ingeniería Ambiental*. España: McGraw-Hill.
- Luque, J. (1997). *Características edáficas e hídricas de los mallines del Chubut*. Estación Experimental Agropecuaria I.N.T.A Chubut. Argentina. 34 pp.
- Mariñelarena, A. (2006). *Manual de Autoconstrucción de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domiciliarias*. Argentina: Proyecto FREPLATA. 76 pp.
- Mattio, H. (2013). *II Simposio Internacional de Energía Eólica: Electrificación rural en la provincia del Chubut*. Lima, Perú 61 pp.
- Ministerio de Ambiente de Perú. (2010). *Guía para el Manejo de Residuos Sólidos en Ciudades Pequeñas y Zonas Rurales*. Perú. 73 pp.
- Ministerio de Salud de Argentina. (2007). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo XII. Artículo 982. Argentina. 65 pp.

- Owen, J. (2015). *Apuntes de cátedra: Tratamiento de efluentes cloacales e industriales*. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.
- Owen, J. (2015). *Apuntes de cátedra: Tratamiento de residuos sólidos urbanos*. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Páginas web consultadas

- *Banco Mundial*. (Junio, 2017):  
[http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?end=1992&name\\_desc=true&start=1992&view=bar](http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL?end=1992&name_desc=true&start=1992&view=bar)
- *Electrificación eólica: una solución para pobladores rurales. El caso de la provincia del Chubut*. (Agosto, 2016):  
[http://igeopat.org/parrafosgeograficos/images/RevistasPG/2002\\_V1/1-17.pdf](http://igeopat.org/parrafosgeograficos/images/RevistasPG/2002_V1/1-17.pdf)
- *Google Earth*. (Agosto, 2016): <http://earth.google.com>.
- *Honorable Legislatura del Chubut*. (Agosto, 2016):  
<http://www.legischubut2.gov.ar/digesto/lxl/XI-35.html>.
- *Infoleg, Información Legislativa*. (Agosto, 2016):  
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/450/norma.htm>.
- *Organización Mundial de la Salud*. (Mayo, 2017):  
[http://www.who.int/topics/environmental\\_health/es/](http://www.who.int/topics/environmental_health/es/)
- *Organización Mundial de la Salud*. (Junio, 2017):  
[http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/prevdiseexecsumsp.pdf](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/prevdiseexecsumsp.pdf)
- *Sociedad Norteamericana de Ingenieros Civiles (ASCE)*. (Junio, 2017):  
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd61/tecnadmvo/cap3.pdf>

## ANEXOS

### 1. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST<sup>16</sup>

Parámetros importantes del proceso:

- Debe tener entre 50 y 60 % de **humedad**. Para alcanzar este nivel se debe agregar agua a la masa orgánica hasta que no sea capaz de liberar agua o tenga apariencia de tierra húmeda. Este parámetro necesita ser continuamente controlado dadas las condiciones de aridez propias del sitio.
- La **aireación (O<sub>2</sub>)** adecuada se puede lograr volteando los restos orgánicos introducidos en la compostera, durante los 3 meses que dura la compostificación. Los niveles óptimos de oxígeno son del 15 al 20 %.
- **Temperaturas** superiores al intervalo de 50 a 60 °C inhiben la actividad biológica, pero mejoran la calidad higiénica del compost. Temperaturas mayores a 55 °C por dos semanas o mayores a 70 °C por una hora eliminan patógenos.
- El intervalo óptimo de **pH** va de 6 a 8. En los primeros es de 5 por la formación de ácidos orgánicos y se eleva cuando son consumidos por los microorganismos. Se controla agregando un poco de cal o ceniza durante el acondicionamiento inicial (puede ser la obtenida del uso de leña para calefaccionar).
- La mezcla adecuada de residuos orgánicos en la preparación del compost debe tener una relación inicial de **Carbono/Nitrógeno** aproximadamente 30:40. Es necesario disponer de una mezcla de residuos con una alta y baja relación (ver cuadro A1). Residuos con baja relación se descomponen más rápido que aquellos que la tienen alta, mientras más variada sea la mezcla, mejor será la descomposición y calidad del producto (Kiely, 2002).

**Cuadro A1:** Relación C/N de algunos compuestos orgánicos presentes en la aldea (Fuente: modificado de Kiely, G. (2002). *Ingeniería ambiental*. España y Abarrataldea (2005). *Manual práctico de técnicas de compostaje*. Abarrataldea ONG. España. 13 pp.).





RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO	
Alta	Baja
Cáscara de papa	Restos vegetales frescos
Hojas de árboles seca	Residuos de leche o productos lácteos
Papel	Restos de café

<sup>16</sup> Ministerio de Ambiente de Perú. (2010). *Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales*. 73 pp.

Ramas	Residuos de cerveza
Cartón	Estiércol de ave y deyecciones frescas de animales

Siguiendo estas pautas se podrá obtener el compostado al cabo de 3 a 4 meses (compost fresco), pero dependerá de la temperatura reinante del ambiente. La calidad del producto se puede mejorar si se tamiza a través de una malla de 5 mm para obtener una apariencia pareja, inerte y de fácil manipulación. En el cuadro A2 se detallan las etapas del compostaje y la variación de sus parámetros con el tiempo.

**Cuadro A2:** Etapas del compost y formas de empleo. (Fuente: Abarrataldea (2005). *Manual práctico de técnicas de compostaje*. Abarrataldea ONG. España. 13 pp.).

Estado de la materia orgánica	Materia orgánica fresca	Inicio descomposición	Semidescompuest a Compost fresco (2 - 3 meses)	Descompuesta Compost maduro (6 -9 meses)	Mineralización Compost viejo (> de 1 año)
Proporción de agua	70-85 %	40-50 %	30-40%	20-30 %	< 20 %
Relación C/N	80/1 (muy variable)	30-45/1	20-30/1	15-20/1	Muy variable
Usos recomendables	Acolchado en capas de 10 cm. No enterrar. No alimenta cultivos	Sobre la tierra. Protegido con paja o hierba. No enterrar.		Sobre la tierra, o ligeramente mezclado. No alimenta cultivos.	Se puede mezclar con la tierra o enterrar. Alimenta directamente a cultivos.
Usos en función del tipo de suelo	Tierras pedregosas o muy arenosas	Tierras calcáreas y bien aireadas	Tierras francas	Tierras arcillosas	Tierras pesadas
Estado					

## 2. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO.<sup>17</sup>

- Se debe ubicar ***cerca de una vía principal*** para su fácil acceso y que resulte más económico el transporte de los desechos sólidos. Idealmente debería estar localizado en un área aislada, y a su vez debe permitir que el viento circule desde el área poblada hacia él. En caso contrario, deberán preverse medidas para contrarrestar (siembra de árboles y vegetación espesa en toda la periferia del relleno).
- ***Evaluar la profundidad de aguas subterráneas y características del suelo*** (permeabilidad y capacidad de infiltración).
- La capacidad del sitio debe ser suficientemente grande para permitir su utilización a largo plazo (más de cinco años).
- Siempre tener ***disponible abundante material de cobertura***, fácil de extraer y en lo posible, con buen contenido de arcilla (baja permeabilidad y elevada capacidad de absorción de contaminantes). Cuando sea escaso en el propio sitio, se debe garantizar su adquisición en forma permanente y suficiente, teniendo en cuenta su disponibilidad y costos de transporte. De no ser así, es preferible desechar el lugar puesto que se corre el riesgo de convertirlo en un basural a cielo abierto.
- El ***control de calidad*** de las aguas subterráneas y superficiales se efectuará mensualmente, posteriormente con menor frecuencia luego de confirmar que no hay contaminación por el relleno. Las chimeneas de evacuación de gases deben ser observadas continuamente para verificar su ventilación.
- La ***profundidad*** de la zanja debe ser de 1 a 3 metros de acuerdo con el nivel freático, tipo de suelo, tipo de equipo y costos de excavación. El ***ancho*** debe ser entre 3 y 6 metros (ancho del equipo).

---

<sup>17</sup> Cantanhede, A. y Sandoval L. (2001). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Lima, Perú. 43 pp.

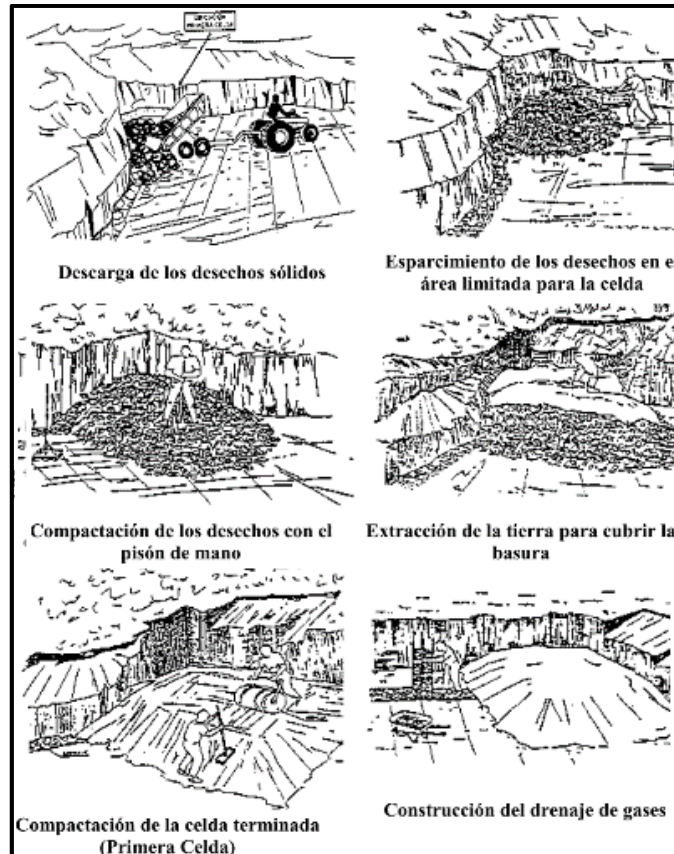


Figura A1: esquema de operación manual diaria del relleno. Fuente: Cantanhede, A. y Sandoval L. (2001). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Lima, Perú. 43 pp.

## 2.1 DIMENSIONAMIENTO DEL RELLENO SANITARIO<sup>18</sup>

- $\text{Generación de residuos en la aldea} = 65 \text{ habitantes} \times 0,5 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = 32,5 \frac{\text{kg}}{\text{habitante} \times \text{día}}$ .
- $\text{Peso Específico (PE)} = \frac{\text{peso residuos}}{\text{volumen}} = 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  (compactado con pisón. Tabulado).
- $\text{Volumen}_{\text{diario a disponer en r.s.}} = \frac{\text{peso residuos}}{\text{PE}} = \frac{32,5 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,081 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$ .
- $V_{\text{diario a disponer en r.s. (con 20 \% de cobertura diaria)}} = 0,098 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \left( = 1,20 \times 0,081 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right)$ .
- $V_{\text{anual a disponer en relleno}} = 0,098 \frac{\text{m}^3 \text{ cubiertos}}{\text{día}} \times 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 35,7 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}$ .
- $\text{Profundidad de zanja } (H_z) = 1 \text{ m y ancho } (W_z) = 3 \text{ m}$ .
- $\text{Espesor de celda diaria } (H_C) = (\text{se adopta}) = 0,2 \text{ m o } 20 \text{ cm}$ .
- $\text{Ancho de celda } (W_C) = (\text{Se adopta un valor de } 0,5 \text{ m o } 50 \text{ cm})$ .
- $\text{Largo de celda } (L_C) = \frac{V}{H_C \times W_C} = \frac{0,098 \text{ m}^3}{0,2 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}} = 0,98 \text{ m o } 98 \text{ cm}$ .
- $\text{Largo de zanja anual } (L_{\text{Zanual}}) = \frac{V_{\text{anual a disponer en relleno}}}{H_z \times W_z} = \frac{35,7 \frac{\text{m}^3}{\text{año}}}{1 \text{ m} \times 3 \text{ m}} = 12 \text{ m}$ .

<sup>18</sup> Owen, J. (2015). *Apuntes de cátedra: Tratamiento de residuos sólidos urbanos*. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

### 3. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA PARA EL SISTEMA CLOACAL PROPUESTO

Pautas a tener en cuenta para la adecuada ubicación del sistema (Mariñelarena, 2006):

- Debe ser una zona alta, donde no se formen charcos o se inunde cuando llueve.
- Distanciado de cuerpos de agua superficiales y subterráneos, perforaciones de extracción de agua, límites del terreno y edificaciones propias, y de vecinos, etc. (figura A2).
- No se pueden hacer construcciones ni transitar con vehículos sobre él (figura A2).
- El agua residual debe atravesar como mínimo una distancia de 1,2 m de suelo seco entre el fondo de las zanjas y la capa freática.
- Conocer la variación anual normal del nivel de la napa.
- Dejar previsto, un *área de reserva* para su ampliación por si llegara a perder permeabilidad. Deberá respetar las distancias de seguridad recomendadas (figura A2).
- La cámara debe revisarse una vez por año, y es recomendable vaciarla cada 3-5 años o más frecuentemente si es necesario.
- El terreno de infiltración no requiere mantenimiento mientras no se vea aflorar agua en el terreno.

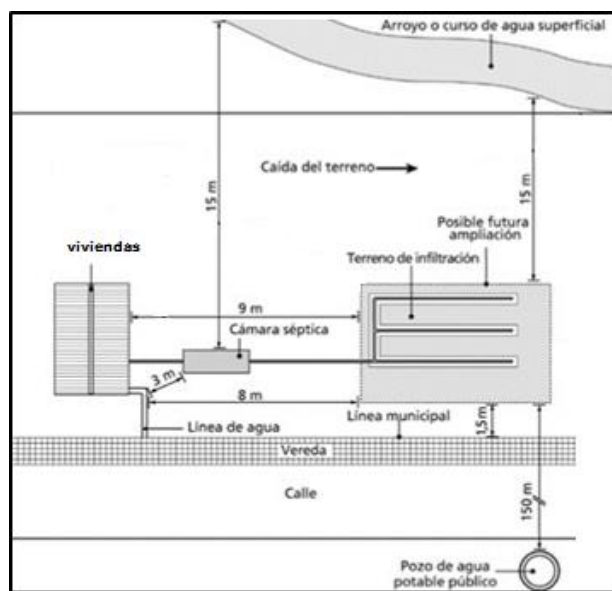


Figura A2: ubicación y distancias recomendables para la construcción del sistema cloacal. Fuente: Mariñelarena, A. (2006). *Manual de autoconstrucción de sistemas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias*. Argentina: Proyecto FREPLATA. 76 pp.

#### 3.1 DIMENSIONES DE LA CÁMARA SÉPTICA PARA LA POBLACIÓN ACTUAL (2017)

Se puede calcular el volumen de la cámara séptica ( $V$ ) de sección rectangular, multiplicando las 3 dimensiones largo ( $L$ ), altura ( $H$ ) y ancho ( $W$ ), con un caudal estimado

de cloacal (Q) en  $0,25 \text{ m}^3/\text{habitante} \times \text{día}$ , y el tiempo de retención (t) de alrededor de 1 día (Owen, 2015).

- Población 2017 ( $P_{2017}$ ) = 65 habitantes.
- Profundidad estimada de cámara séptica (H) = 1,6 m.
- $Q_{\text{aldea}} = \frac{0,25 \text{ m}^3}{\text{habitante} \times \text{día}} \times 65 \text{ habitanes} = 17 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$ .
- $V = Q \times t \rightarrow 17 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 1 \text{ día} = 17 \text{ m}^3$ .
- $V = L \times H \times W \rightarrow (L = 2W) \rightarrow W = \sqrt{\frac{V}{2 \times H}} \rightarrow \sqrt{\frac{17 \text{ m}^3}{2 \times 1,6 \text{ m}}} = 2,3 \text{ m}$ .
- $L = 4,6 \text{ m}$ .

### 3.2 DIMENSIONES DE LA CÁMARA SÉPTICA PARA UNA POBLACIÓN ESTIMADA A 20 AÑOS (2037)<sup>19</sup>

- Población 2017 ( $P_{2017}$ ) = 65 habitantes.
- Población 2003 ( $P_{2003}$ ) = 55 habitantes.
- Población 2037 ( $P_{2037}$ ) =  $P_{2017} + r \times (P_{2037} - P_{2017})$ .
- Tasa de crecimiento poblacional:  $r = \frac{P_{2017} - P_{2003}}{2017 - 2003} \rightarrow \frac{(65 - 55) \text{ habitantes}}{14 \text{ años}} = 0,71 \frac{\text{hab.}}{\text{año}}$ .
- $P_{2037} = 65 \text{ habitantes} + 0,71 \frac{\text{habitantes}}{\text{año}} \times 20 \text{ años} = 80 \text{ habitantes}$ .
- Profundidad estimada de cámara séptica (H) = 1,8 m.
- $Q_{\text{aldea}} = \frac{0,25 \text{ m}^3}{\text{habitante} \times \text{día}} \times 80 \text{ habitanes} = 20 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$ .
- $V = Q \times t \rightarrow 20 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 1 \text{ día} = 20 \text{ m}^3$ .
- $V = L \times H \times W \rightarrow (L = 2W) \rightarrow W = \sqrt{\frac{V}{2 \times H}} \rightarrow \sqrt{\frac{20 \text{ m}^3}{2 \times 1,8 \text{ m}}} = 2,4 \text{ m}$ .
- $L = 4,8 \text{ m}$ .

### 3.3 MEDIDAS CONSTRUCTIVAS DEL TERRENO DE INFILTRACIÓN (MARIÑELARENA, 2006).

El tamaño del terreno de infiltración se calcula mediante el resultado del ensayo de infiltración y la cantidad de habitantes. Si se construye de menor tamaño que lo necesario, se corre el riesgo que después de 2 o 3 años aflore agua en la obra. Un terreno bien diseñado y construido debe funcionar al menos por 10 años.

Las medidas de las zanjas se muestran en la figura A3. De ser más de una, deben estar

<sup>19</sup> Ambrosio, M. (2015). Curso: Tratamiento de Agua Residual para Pequeñas y Medianas Poblaciones, Complejos Habitacionales e Instituciones. Tecnologías Naturales. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

separadas entre sí por 1,8 m, para permitir la aireación del suelo (figura A4).

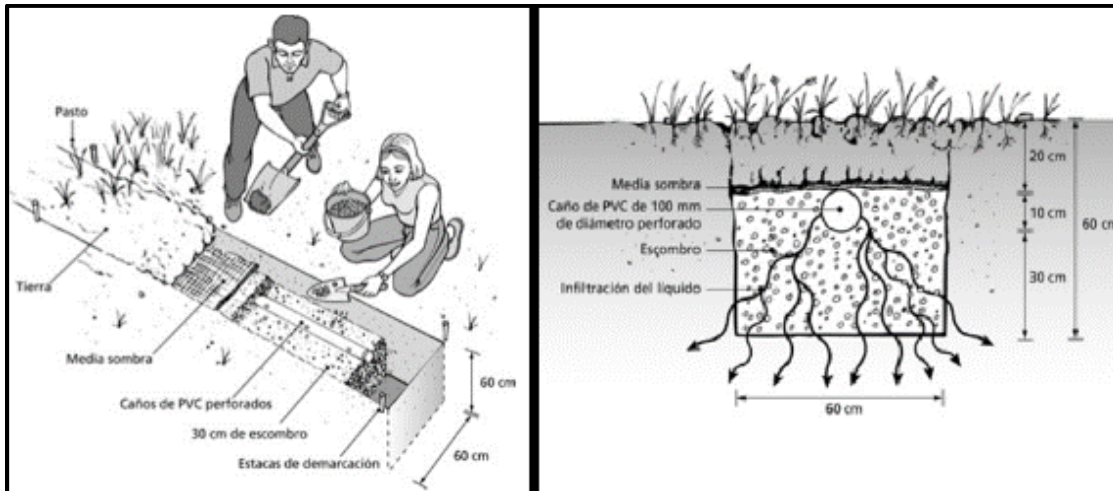


Figura A3 Izquierda: construcción del terreno de infiltración. Derecha: funcionamiento de una zanja de infiltración. Fuente: Mariñelarena, A. (2006). *Manual de autoconstrucción de sistemas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias*. Argentina: Proyecto FREPLATA. 76 pp.

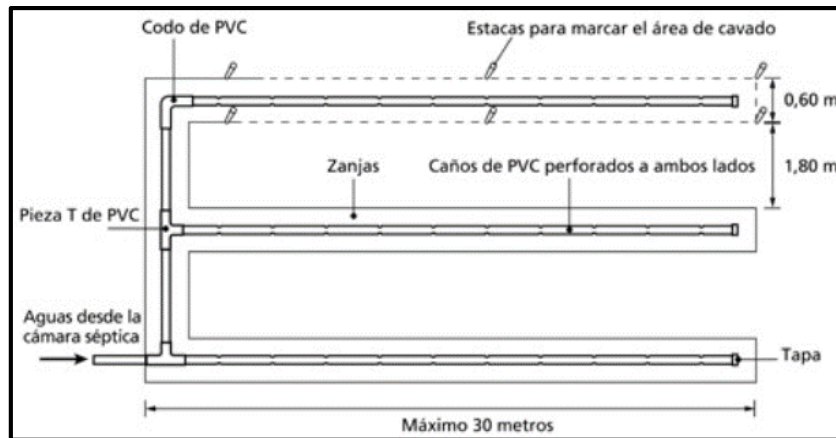


Figura A4: construcción del terreno de infiltración. Fuente: Mariñelarena, A. (2006). *Manual de autoconstrucción de sistemas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias*. Argentina: Proyecto FREPLATA. 76 pp.

ANEXO FOTOGRÁFICO

(Fuente propia, abril 2016).



*Figura A1: laguna Sepaucal (vista SE).*



*Figura A2: ubicación de Sepaucal dentro del mallín, bordeado por flora del monte.*



Figura A3: central diésel de Sepaual.

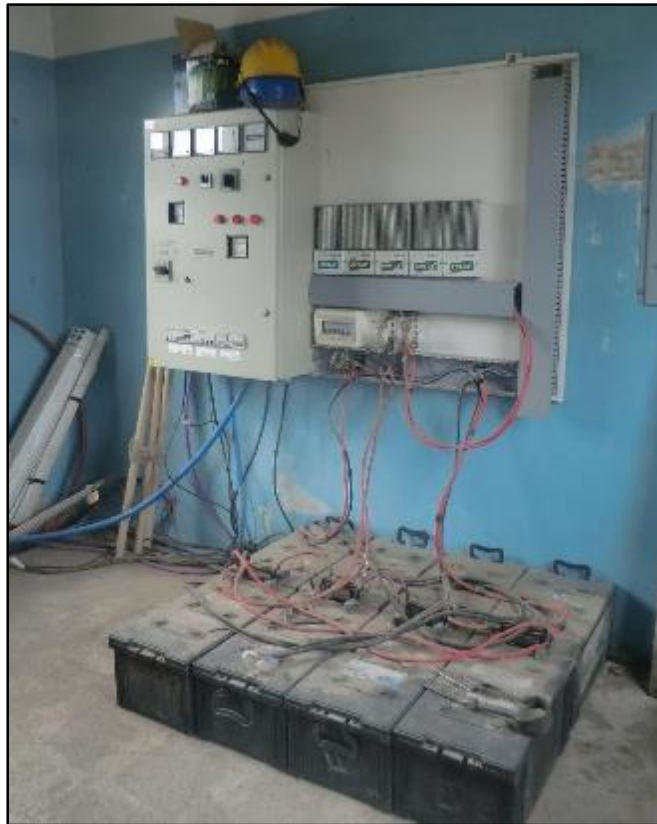


Figura A4: banco de baterías dentro de la antigua central eólica.



*Figura A5: residuos peligrosos en tambores y generadores fuera de uso (derecha) fuera de la central diésel.*