



# METODOLOGIAS UTILIZADAS EN PLAN GLOBAL DE SANEAMIENTO DE FOSAS

Punta Arenas  
22 de abril de 2025

# Índice

01

Introducción

02

Estudio de Riesgo  
Ambiental

03

Metodologías de  
Biorremediación

04

Iniciativas de  
Investigación



ENAP

# I. Introducción

## Trabajo Conjunto





ENAP

## II. Estudio de Riesgo Ambiental

# Estudio de Riesgo Ambiental (ERA)

- La selección de fosas se basó en un estudio de riesgo ambiental (ERA), de carácter cualitativo. Cada sitio en estudio se evaluó de acuerdo a 17 parámetros y/o componentes ambientales incluidos en una matriz. Los rangos de medición de impacto fueron definidos de cero a tres.
- Los principales componentes evaluados se relacionan con aspectos hidrogeológicos del área de estudio y con la presencia de hidrocarburos, considerando que éstos son los que implican un mayor riesgo para la salud humana y para la actividad ganadera.

# Parámetros y/o componentes ambientales considerados en el ERA.

1. Población humana potencialmente afectada
2. Composición líquida de la fosa
3. Evidencia visual de contaminación en el entorno
4. Cercanía a cuerpo de agua superficial
5. Capacidad de Infiltración
6. Profundidad relativa de la napa freática
7. Posición relativa con respecto a un cuerpo de agua
8. Flora
9. Fauna
10. Cercado perimetral
11. Accesibilidad Visual
12. Factor agropecuario
13. Pretil
14. Pendiente del terreno
15. Contenido de residuos sólidos al interior de la fosa
16. Superficie
17. Residuos sólidos asociados al sitio.



ENAP

# III. Metodología para la Biorremediación de Fosas

## ENCAPSULAMIENTO DE LAS MOLÉCULAS DE HIDROCARBUROS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FIBRA DE COCO

VOLUMEN ENTRE 2% Y 4% DEL VOLUMEN TOTAL DE LOS LODOS Y SUELOS DE LA FOSA.

### FORTALEZAS

- Mejora aireación.
- Incrementa superficie para acción de MO.

### DEBILIDADES

- Sustrato inerte
- No considera aporte de nutrientes para el desarrollo de MO.
- Demasiado optimismo en los tiempos de remediación.
- No separa costrones ni bitúmenes (fracción no biorremediable).



## BIORREMEDIACIÓN EN PILAS CON APLICACIÓN DE FERTILIZANTES Y AIREACIÓN PASIVA

POR CADA 10M<sup>3</sup> DE SUELO CONTAMINADO CON 50.000 PPM DE HIDROCARBUROS TOTALES (HCT) SE ADICIONARÁN 100 KG DE NITRATO DE POTASIO Y 50 KG DE FOSFATO MONOAMÓNICO.

### FORTALEZAS

- Mejora aireación.
- Incrementa actividad reproductiva y metabólica de MO.

### DEBILIDADES

- Demasiado optimismo en los tiempos de remediación.
- No incrementa superficie para acción de MO.
- No separa costrones ni bitúmenes (fracción no biorremediable).

## BIORREMEDIACIÓN CON ADICIÓN DE MATERIAL ORGÁNICO (TURBA) , ADICIÓN DE BACTERIAS, APLICACIÓN DE FERTILIZANTES Y AIREACIÓN MEDIANTE VOLTEO PERIÓDICO

- DEPENDIENDO DEL ESTADO DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO EL PORCENTAJE VOLUMÉTRICO DE ADICIÓN DEL MATERIAL ORGÁNICO VARÍA ENTRE 5% A 30 %
- Relación C : N : P de 100 : 20 : 2
- Aquabact: bacterias de los géneros: Azotobacter sp., Azospirillum sp., Arthrobacter sp., Pseudomonas sp., Bacillus sp., Nitrobacter sp

### FORTALEZAS

- Mejora aireación.
- Incrementa actividad reproductiva y metabólica de MO.
- incrementa superficie para acción de MO.

### DEBILIDADES

- Demasiado optimismo en los tiempos de remediación.
- No separa costras ni bitúmenes (fracción no biorremediable).







## TRES ALTERNATIVAS DE BIORREMEDIACIÓN (todas incluyen fertilizantes)

1. BIORREMEDIACIÓN A TRAVÉS DE BIOESTIMULACIÓN (adición de bacterias) + VOLTEO
2. BIORREMEDIACIÓN CON SISTEMA DE AIREACIÓN PASIVA
3. BIORREMEDIACIÓN CON ADICIÓN DE MATERIAL ORGANICO (turba) + VOLTEO

### FORTALEZAS

- Separación de costrones y bitúmenes (fracción no biorremediable).

### DEBILIDADES

- Demasiado optimismo en los tiempos de remediación.
- Se pierden sinergias al separar en 3 alternativas en vez de utilizar una integral.

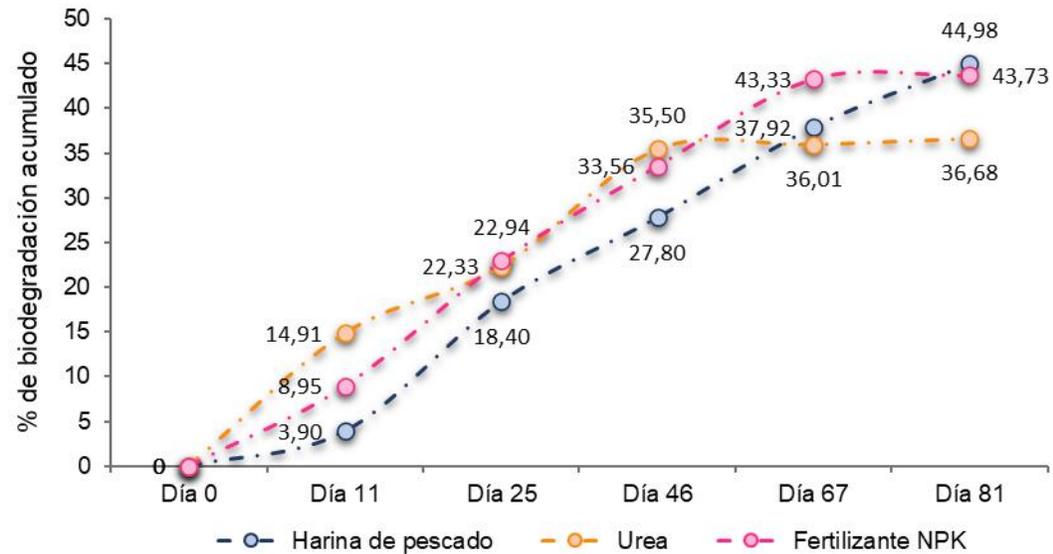




ENAP

## IV. Iniciativas de Investigación

# TESIS DE PRE-GRADO: “OPTIMIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE BIORREMEDIACIÓN EN SUELOS CON HIDROCARBUROS”



Autora: Marcela Ardiles Filippi  
Carrera: Ingeniería Química y Medio Ambiente  
Universidad de Magallanes  
Año: 2023  
Estado: Aprobada.

## Principales Resultados

El fertilizante NPK 9-15-9 (QROP MIX) y la harina de pescado fueron las fuentes de nutrientes que mejor favorecieron la biodegradación de HTPs. En los microcosmos bioestimulados con harina de pescado se observaron organismos vivos que no inhibieron el proceso de biodegradación de HTPs.

# TESIS DE PRE-GRADO: “DISEÑO DE BIOPILAS PARA LA BIORREMEDIACIÓN EN SUELOS CON HIDROCARBUROS”

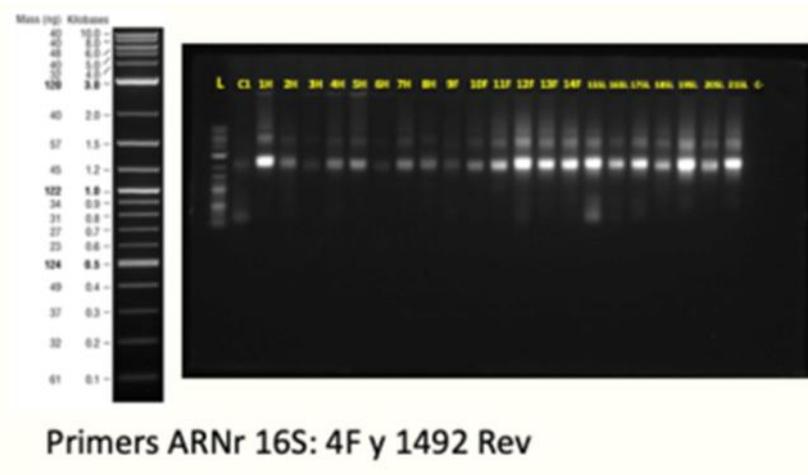


Autor: Ignacio Márquez Gómez  
Carrera: Ingeniería Química y Medio Ambiente  
Universidad de Magallanes  
Año: 2025  
Estado: En desarrollo

## **Hipótesis de Trabajo**

En base a una revisión del estado del arte en la materia, se propone diseñar un sistema de biopilas adaptado a las condiciones climáticas de la región, incorporando mecanismos de aireación, lixiviación, irrigación y protección contra voladuras

# TESIS MAGISTER BIOINFORMÁTICA: “DINAMICA MICROBIANA Y POTENCIAL DE BIORREMEDIACIÓN EN SUELOS IMPACTADOS CON PETRÓLEO: UN ENFOQUE INTEGRADO DE SECUENZACIÓN DE GENÉTICA AVANZADA”



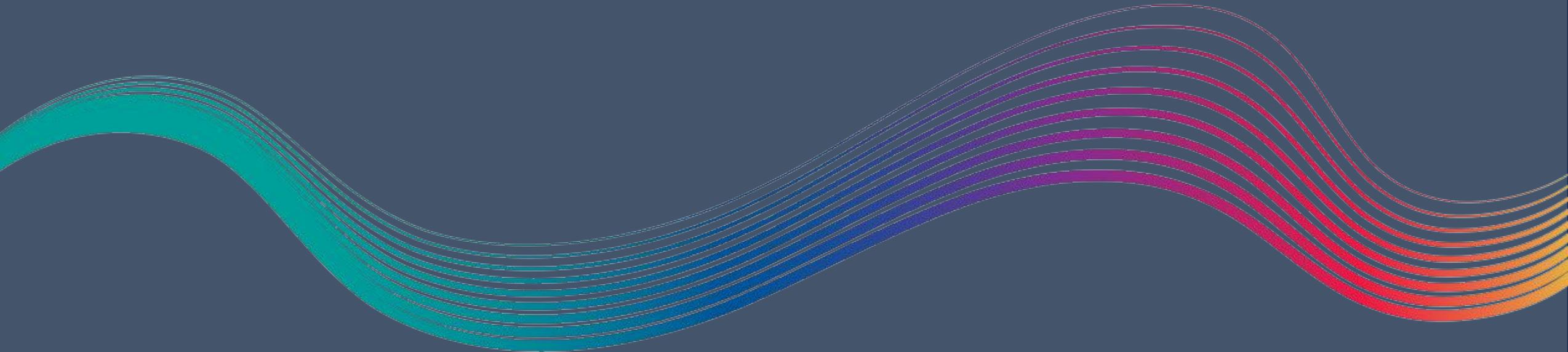
Autora: Constanza Ceroni Momberg  
Magister: Bioinformática.  
Universidad de Magallanes  
Año: 2025  
Estado: En desarrollo

## Hipótesis de Trabajo

La bioestimulación de suelos contaminados con petróleo crudo promoverá un aumento significativo en la abundancia de genes involucrados en la degradación de alcanos y anillos aromáticos. Esto estará asociado a un incremento en la abundancia relativa de géneros bacterianos conocidos por su capacidad para degradar hidrocarburos (e.g., Alcanivorax, Pseudomonas, Rhodococcus)



**Gracias**





**LIFE**