



3° Congreso Latinoamericano y 5° Nacional de  
Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente  
en la Industria del Petróleo y del Gas  
"Estrategias para una gestión segura y sustentable"

**iAPG** INSTITUTO ARGENTINO  
DEL PETRÓLEO Y DEL GAS

23 - 26 Agosto 2016  
Sheraton Hotel Buenos Aires

# YPF

## METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE PASIVOS AMBIENTALES EN LA INDUSTRIA PETROLERA



# Autores

**Autores:**

Juan Agustín Alvarez (Fundación CRICYT-CONICET)

Lic. en Gestión Ambiental y Dr. en Biología

CRICYT-CONICET)

Pablo Andrés Cuello (Fundación CRICYT-CONICET)

Licenciado en Ciencias Biológicas

Santiago Echeverría (Fundación CRICYT)

Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

Pedro Vera (Fundación CRICYT)

Licenciado en Ciencias Geológicas

Pablo Villagra (Fundación CRICYT-CONICET)

Biólogo y Dr. en Biología.

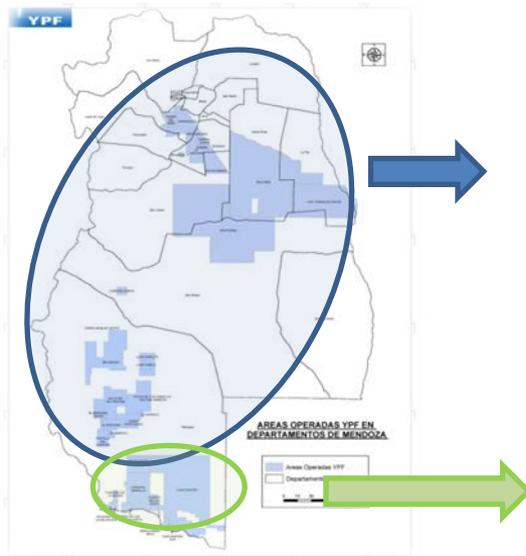
**Coordinadores del Proyecto:**

Nicolás Donnarumma (YPF S.A.)

Mariano Cony (Fundación

# Introducción

## 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO



**Gerencia de  
Negocio  
Mendoza Norte**

**Gerencia de  
Negocio  
Mendoza Sur**

## **2. CARACTERISTICAS AMBIENTALES**



### 3. QUE ES UN PASIVO AMBIENTAL?

Un pasivo ambiental podría definirse como aquella situación ambiental que, generada por el hombre en el pasado y con deterioro progresivo en el tiempo, “podría” representar actualmente un riesgo al ambiente y la calidad de vida de las personas.



### 3. CUAL ES EL OBJETIVO DE SANEAMIENTO?



**ES  
SUSTENTABLE?**

#### 4. DEFINICION DE NIVELES DE SANEAMIENTO O LIMPIEZA DEL SITIO

A) **ESTUDIOS DE CARACTERIZACION AMBIENTAL** (Individualizar Compuestos, Identificar medios afectados, las vías de exposición y los potenciales receptores)

B) **ANALISIS DE RIESGO** (determina en función de la concentración del contaminante, la exposición y la toxicidad si existe un riesgo toxicológico o cancerígeno a la salud humana y define niveles de limpieza o remediación para el sitio)

C) **APROBACION DE LA AUTORIDAD DE APLICACIÓN**



# Idea del Proyecto

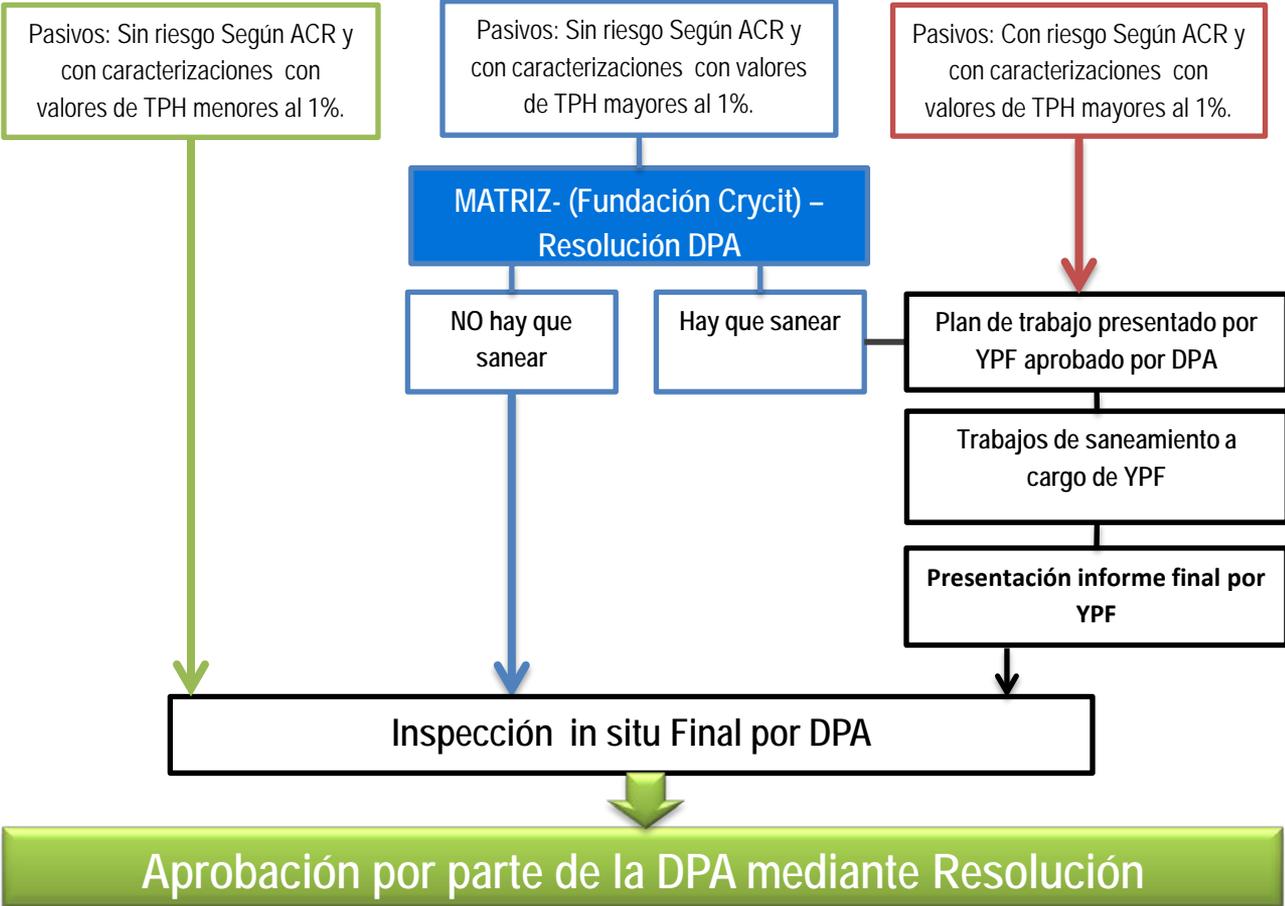
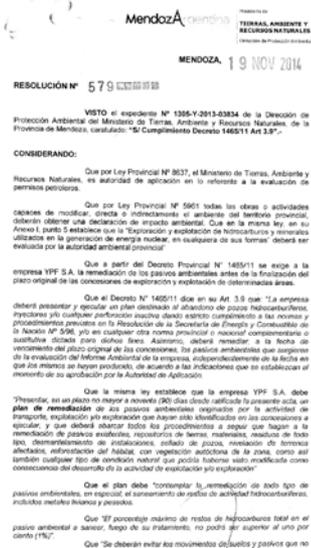


Se propuso la elaboración de una matriz de decisión ambiental que permitiera a la autoridad de aplicación tomar decisiones en base al análisis de riesgo a la Salud Humana estableciendo multicriterios de limpieza para cada sitio.

La autoridad de aplicación (DPA) designó a la Fundación Cricyt (CONICET) para la elaboración de la matriz de decisión ambiental.

A través de la Resolución N°579/14 la autoridad de aplicación aprueba la matriz de decisión ambiental para ser aplicada en aquellos sitios que superen el 1% de TPH y que no presenten un Riesgo a la Salud Humana.

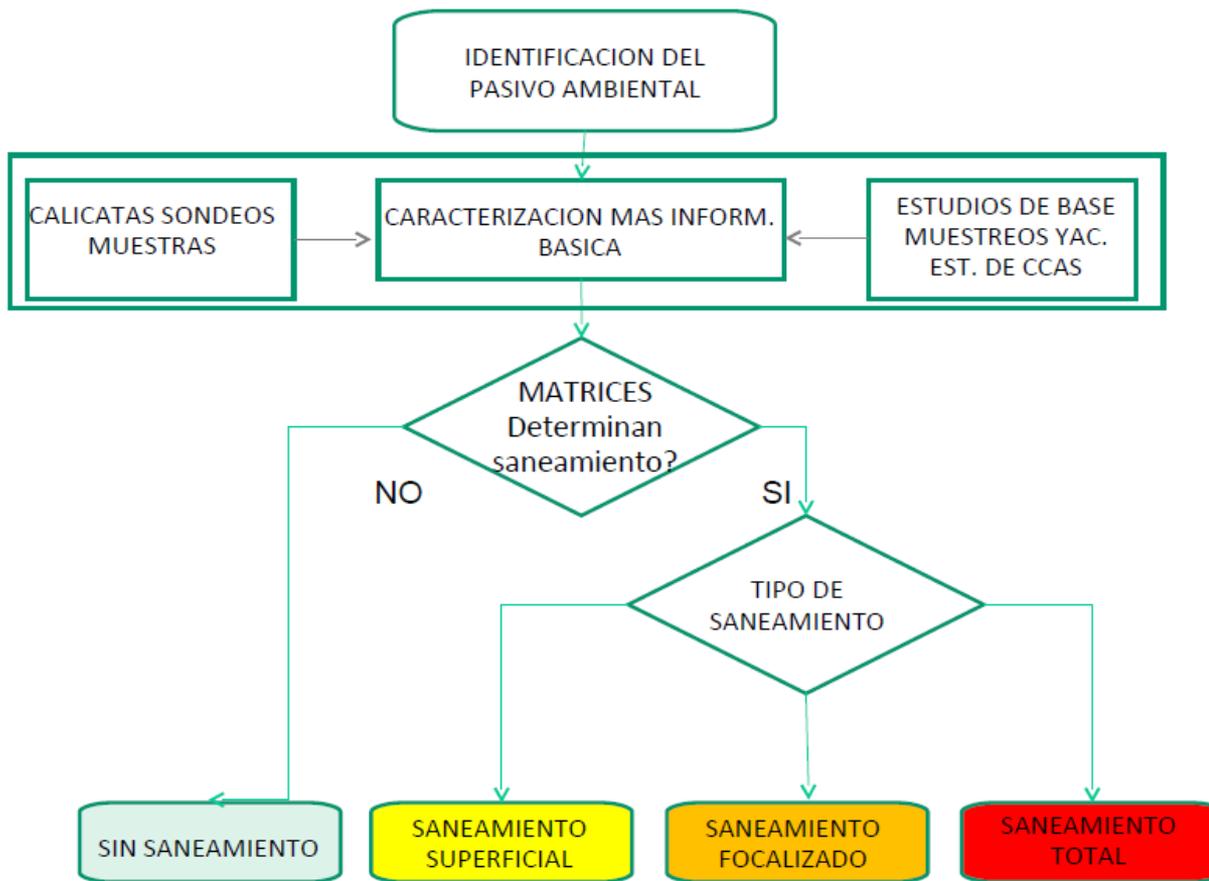
**RESOLUCIÓN 579  
11/2014**



# la Matriz

# OBJETIVOS

- Establecer un protocolo para la evaluación de la necesidad y el tipo de saneamiento de antiguas piletas de lodo
  - Minimizar y planificar el movimiento de suelos.
  - Reducir la alteración de la vegetación y fauna.
  - Optimizar el retiro del pasivo.
  - Devolver al sitio las condiciones favorables para que recupere su estructura y funcionalidad ecosistémica.



# Metodología

- ✓ Matriz de Leopold modificada.
- ✓ Se analizan las interacciones entre acciones operativas del saneamiento y factores ambientales posiblemente afectados positiva o negativamente por las mismas.

# Matriz de Diagnóstico

		FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE							
		F1	F2	F3					Fm
ACCIONES	A1								
	A2		X		X				
	A3			X	X			X	
						X			
		X	X		X		X		X
	An								

Se identifican las interacciones posibles

## Escenarios Posibles

- 1 - Sin Saneamiento
- 2 - Saneamiento Superficial
- 3 - Saneamiento Focalizado
- 4 - Saneamiento Total

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI		
1	Acciones	Factores ambientales	Componentes físicos						Componentes biológicos			Componentes socioeconómicos																									
2			Peligrosidad del pasivo	Hidrografía superficial	Hidrografía subterránea	Topografía	Geomorfología	Aire	Vegetación	Fauna	Funcionamiento ecosistémico	Ganadería	Agricultura	Otras actividades productivas	Paisaje	Patrimonio Cultural	Salud	Infraestructura																			
3	<b>SIN SANEAMIENTO</b>																																				
4	Efecto propio del pasivo																																				
5	Cateo para caracterización.																																				
6	Recomposición del terreno.																																				
7																																					
8																																					
9																																					
10	<b>SANEAMIENTO SUPERFICIAL</b>																																				
11	Efecto propio del pasivo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12	Cateo para caracterización.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	Recomposición del terreno luego de la caracterización.																																				
14	Remoción de costras y derrames superficiales																																				
15	Remoción y gestión de residuos operativos																																				
16																																					
17																																					
18																																					
19																																					
20																																					
21	<b>SANEAMIENTO FOCALIZADO</b>																																				
22	Efecto propio del pasivo		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
23	Cateo para caracterización.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## ACCIONES OPERATIVAS COMUNES

- Efecto propio del pasivo.
- Cateo para caracterización.
- Recomposición del terreno luego de la caracterización.
- Remoción y gestión de costras y de derrames superficiales.
- Remoción y gestión de residuos operativos.
- Desmote y gestión de restos vegetales en forma focalizada.
- Trabajos de extracción de material de la pileta en forma focalizada.
- Traslado y acopio de materiales.
- Relleno de la fosa con material de aporte y suelo limpio.
- Suavizado de taludes y bermas.
- Riego.
- Medidas para manejar el agua de escorrentías y aprovechar el agua de lluvias.
- Terminación.

Para cada interacción se tienen en cuenta:

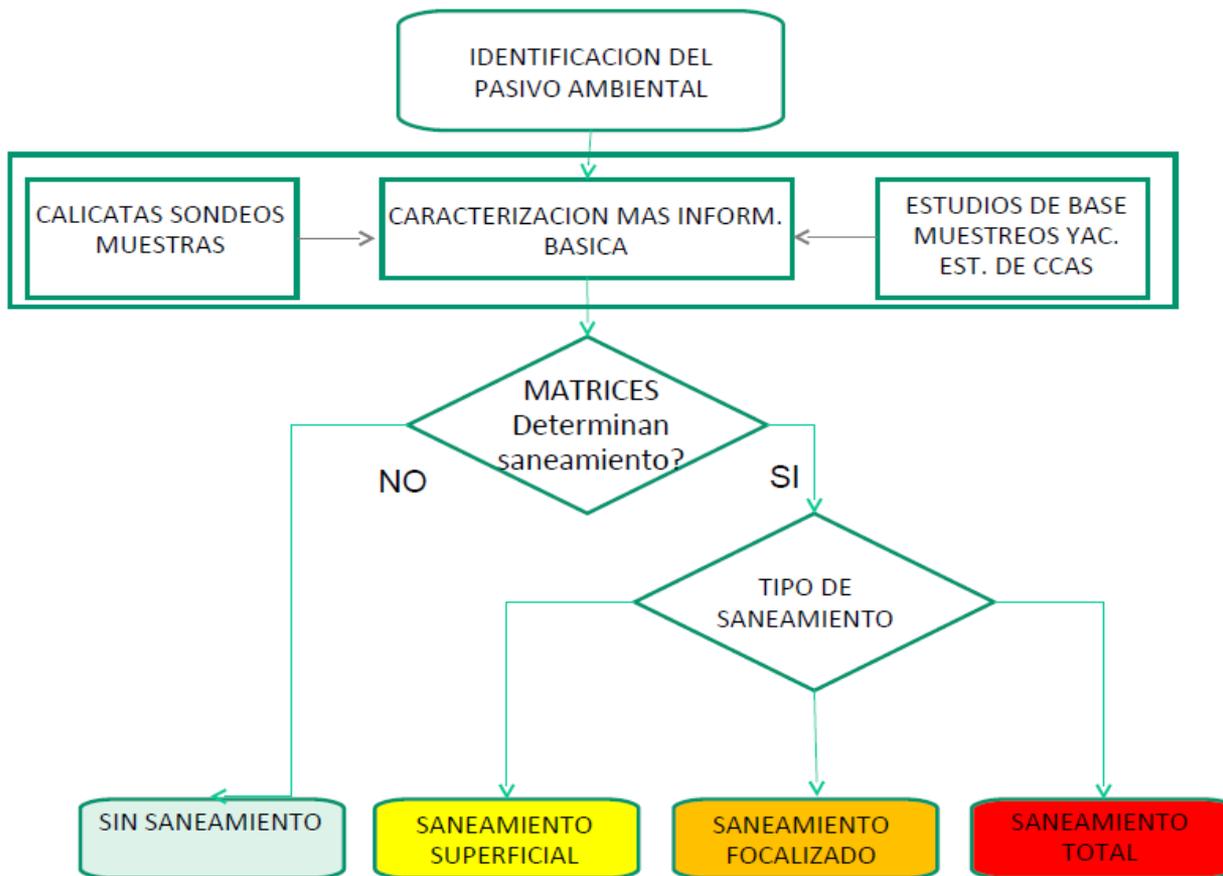
- ✓ Intensidad
- ✓ Extensión

Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Valor
Menos de 500	< 500 m <sup>3</sup>	1
500 a 1000	500 - 1000 m <sup>3</sup>	2
1000 a 5000	1000-1500 m <sup>3</sup>	3
Más de 5000	> 1500 m <sup>3</sup>	4

Factores que se relacionan con <i>superficie</i>	Factores que se relacionan con <i>volumen</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetación</li> <li>• Topografía</li> <li>• Geomorfología</li> <li>• Fauna</li> <li>• Ganadería</li> <li>• Paisaje</li> <li>• Funcionamiento ecosistémico</li> <li>• Patrimonio cultural</li> <li>• Infraestructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peligrosidad del pasivo</li> <li>• Hidrología superficial</li> <li>• Aire</li> <li>• Hidrología subterránea</li> <li>• Agricultura</li> <li>• Industria</li> <li>• Salud</li> </ul>

## COMO EVALUAR

- Calibración por comparación con áreas no afectadas por el pasivo a evaluar
  - Bibliografía específica
  - Estudios de Base del yacimiento
  - Relevamientos a escala del yacimiento



## FACTORES AMBIENTALES

### Caracterización del pasivo ambiental

- Presencia de residuos operativos
- Presencia de costras, afloramientos y derrames superficiales.
- Evaluación del contenido del pasivo

Características del pasivo (*)	Valor
Pasivo superficial (costras y residuos operativos) con HTP > 1%	1
Pasivo soterrado con HTP > 1% con o sin pasivo superficial	2
Pasivo superficial y/o soterrado con HTP > 1% + BTEX o con HTP > 1% + metales pesados superiores a los límites	3
Pasivo superficial y/o soterrado con HTP > 1% + BTEX y Metales superiores a límites	4

(\*) Límites establecidos por el decreto 831/94

# FACTORES AMBIENTALES FÍSICOS

## HIDROGRAFIA SUPERFICIAL

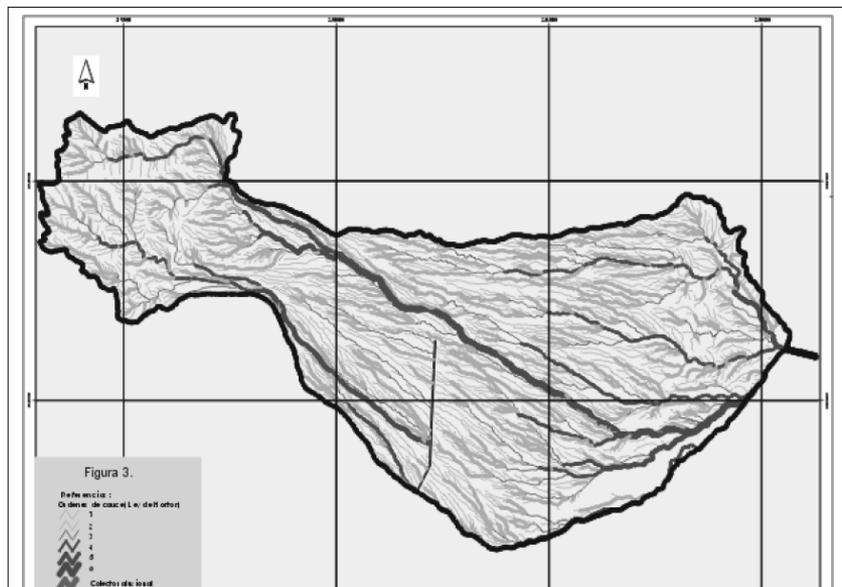
Se evalúa la localización del pasivo respecto a los componentes de la red hidrográfica.

Se examina la posible contaminación de cursos o cuerpos de agua permanentes cercanos

**INDICADORES:**

**Calidad de Agua - Localización del pasivo en la red de drenaje local**

Figura 3. Red de drenaje. Cuencas del río seco Chacras de Coria y Tejo. Mendoza (Argentina)



Valor	Localización del Pasivo respecto a los componentes de la Hidrografía Superficial
4	<b>Cuando la obra se realiza directamente sobre un cauce de manera que se interrumpe su curso o se modifica su dirección.</b>
3	<b>Cuando el cauce más próximo se encuentra a menos de 50 metros y en el sentido de la pendiente aguas abajo del sitio de estudio.</b>
2	<b>Cuando se halla a más de 50 metros en las mismas condiciones de pendiente y dirección anteriores.</b>
1	<b>Cuando el cauce más próximo se halla aguas arriba del sitio, pertenece a otra cuenca o subcuenca o se halla a más de 50 metros en una cota similar a la del sitio.</b>



# FACTORES AMBIENTALES FISICOS

## HIDROLOGIA SUBTERRANEA

Se evalúa la vulnerabilidad de acuíferos con el método D.R.A.S.T.I.C. (EPA, 1987)

# HIDROLOGIA SUBTERRANEA

**D:** Profundidad al techo del acuífero (Depth to Water Table)

**R:** Recarga Neta (Net Recharge). Cantidad de agua precipitada neta que llega hasta el acuífero

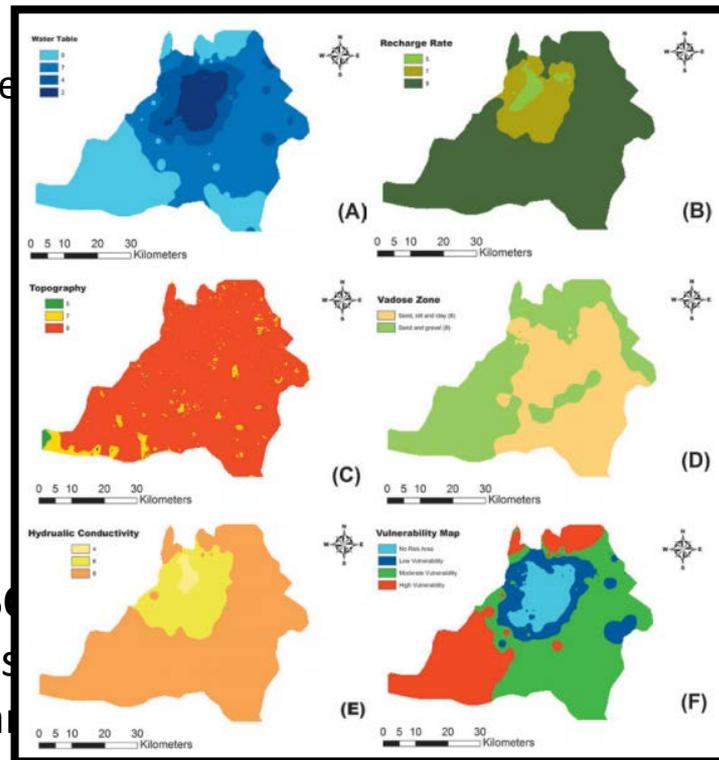
**A:** Composición litológica del acuífero (Aquifer Media)

**S:** Tipo de suelo (Soil Media)

**T:** Topografía (Topography)

**I:** Impacto en la zona vadosa (Insaturated Zone)

**C:** Conductibilidad Hidráulica (Hydraulic Conductivity)



## DOS ALTERNATIVAS DE USO

1. Cálculo a partir de datos locales y/o tabulados para las
2. Confección de mapas temáticos de cada una de las variables

# FACTORES AMBIENTALES FÍSICOS

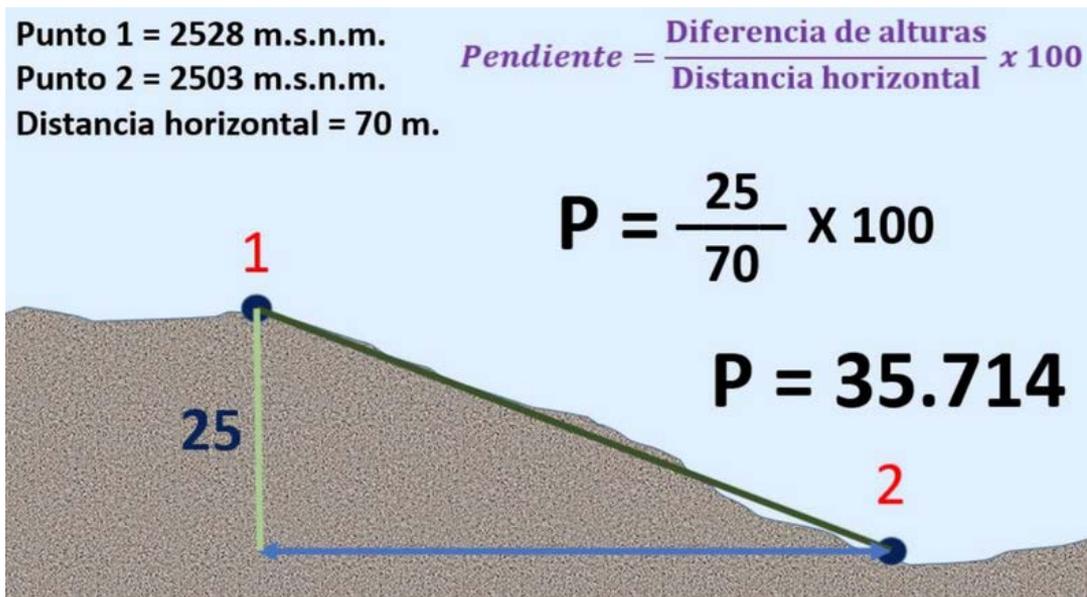
## TOPOGRAFIA

Se identifican los elementos topográficos que puedan ser afectados.

Se evalúan las pendientes para determinar riesgos erosivos (INDICADOR)

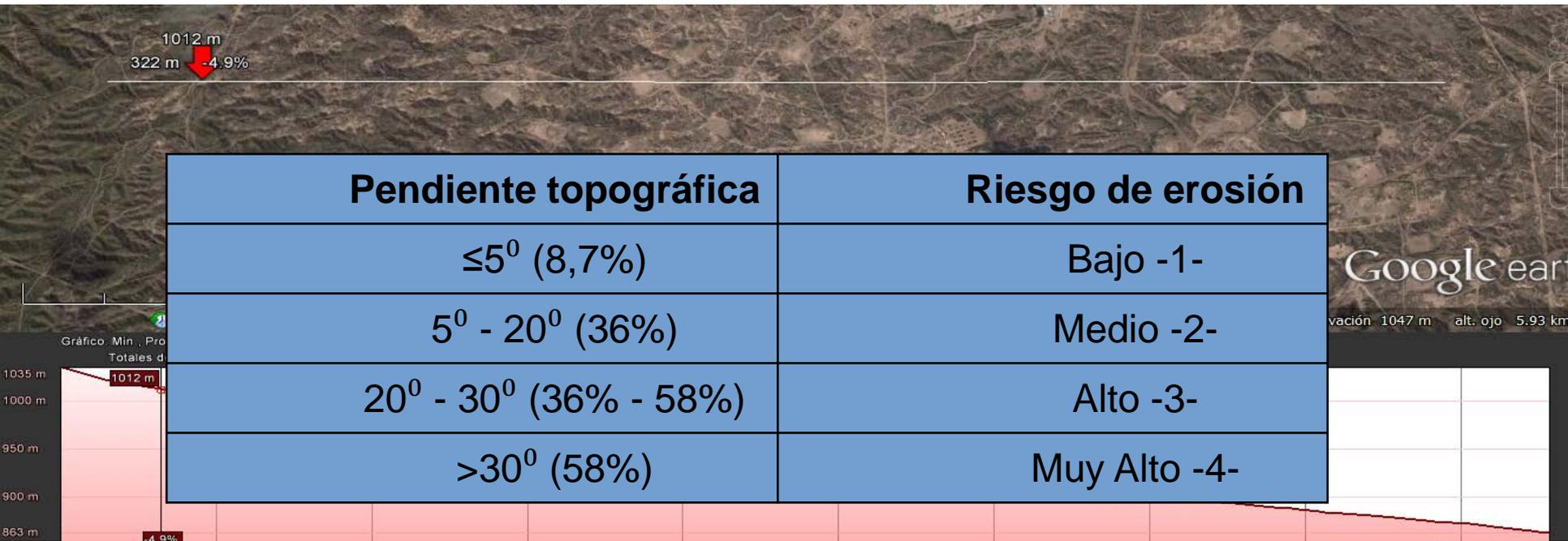
## TOPOGRAFIA

Medición directa en terreno de los ángulos de pendiente y su dirección  
 Extracción de perfiles a partir de DEM u otras imágenes



## TOPOGRAFIA

Medición directa en terreno de los ángulos de pendiente y su dirección  
 Extracción de perfiles a partir de DEM u otras imágenes



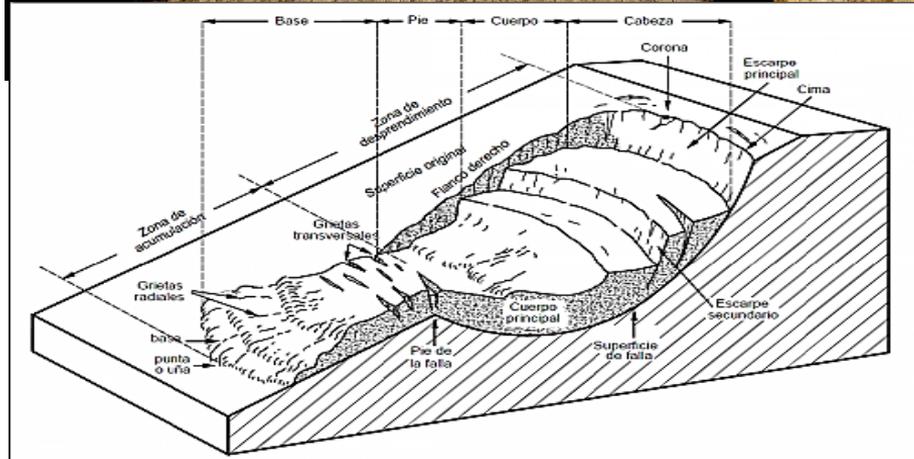
# FACTORES AMBIENTALES FÍSICOS

## GEOMORFOLOGIA

Se identifican geoformas naturales y antrópicas

Se investiga la presencia de fenómenos de erosión; cárcavas, deslizamientos, reptación de suelos (INDICADORES)

Geoforma - Proceso	Valor
Estabilidad de la geoforma: borde, bermas, taludes.	1
Geoformas potencialmente erosionable (altas pendientes, cercanía a drenajes naturales)	2
Presencia de procesos erosivos incipientes sobre la pileta (cárcavas, grietas semilunares)	3
Evidencia de deslizamiento de suelo, flujos de barro, destrucción de bordes y taludes	4



# FACTORES AMBIENTALES

## FACTORES BIOLOGICOS

### VEGETACION

- Se considera:
  - a) cobertura y estructura vegetal sobre el pasivo
  - b) comparación relativa con la vegetación potencial del área
- No aplica en situaciones de cobertura potencial <5%



## Relación entre cobertura del pasivo y cobertura potencial.

Valoración de la intensidad para el indicador cobertura total:

Relación cobertura vegetal	Valor
Entre 0 y 0.25	1
Entre 0.25 y 0.50	2
Entre 0.50 y 0.75	3
Mayor a 0.75	4

## Valoración del cambio en la composición florística y en la riqueza.

<b>Reemplazo de especies dominantes</b>	<b>Valor</b>
La 4 especies dominantes son las mismas	4
1 especie es reemplazada	3
2 especies son reemplazadas	2
3 especies son reemplazadas	1
4 especies son reemplazadas	0

<b>Relación riqueza</b>	<b>Valor</b>
Entre 0 y 0.25	1
Entre 0.25 y 0.50	2
Entre 0.50 y 0.75	3
Mayor a 0.75	4

## FACTORES AMBIENTALES BIOLÓGICOS

**FAUNA:** Los relevamientos se efectuarán en la zona del pasivo (sitio impactado) y en sitios próximos con similares características (sitio control). El muestreo mediante transectas lineales, se registrarán todos los individuos de los distintos grupos (aves, mamíferos, reptiles, anfibios, y artrópodos) vistas u oídas y sus rastros (madrigueras, nidos, huellas, fecas)



Individuos



Huellas



Nidos



Heces









	Valores maximos y minimos de Indice (I)				Total
	1	2	3	4	
Mamiferos				x	$X_M$
Aves			x		$X_A$
Reptiles		x			$X_R$
Anfibios	x				$X_A$
Artropodos		x			$X_{AR}$
	<b>Promedio Fauna</b>				<b><math>X_T</math></b>

## FACTORES AMBIENTALES BIOLÓGICOS

- Funciones ecosistémicas: evalúa la afectación que las acciones tendrán sobre procesos funcionales del ecosistema.
  - Presencia de especies claves
  - Presencia de especies invasoras.
  - Presencia de refugios de fauna.
  - Cobertura de costras biológicas.
  - Protección hidrológica y edáfica

Número de Especies claves	Valor	Refugios de fauna	Valor	Especies invasoras	Valor
0	1	0	1	0	-1
1	2	1	2	1	-2
2	3	2	3	2	-3
>3	4	>3	4	>3	-4

Criterio	Valor
Sin cobertura vegetal o muy baja, o vegetación en zonas sin pendiente y suelo sin riesgo de erosión y alejados del cauce	0
Cobertura mediana pero en zonas con bajo riesgo de erosión y alejados del cauce	1
Cobertura mediana en zonas con riesgo moderado y/o cerca del cauce	2
Cobertura mediana a alta en zonas con riesgo moderado y/o cerca del cauce	3
Cobertura alta pendiente abajo del pasivo y/o entre el pasivo y el cauce.	4

## ASPECTOS SOCIO ECONOMICOS

- GANADERIA



- AGRICULTURA



- OTRAS  
ACTIVIDADES  
PRODUCTIVAS



## Magnitud de la producción

- Cantidad de animales o intensidad de uso
  - Superficie cultivada
  - Tamaño de la producción

## Distancia al pasivo

## Toxicidad y concentración del contaminante

## ASPECTOS SOCIO ECONOMICOS

- PAISAJE

Se trabaja a dos escalas

Local

Percepción y cantidad	Valor
Presencia de residuos operativos	1
Cantidad moderada no muy visible superficialmente	2
Cantidad moderada y visible fácilmente	3
Gran cantidad de residuos afectando la visual	4

## ASPECTOS SOCIO ECONOMICOS

- PAISAJE  
Regional

Zona con valor paisajístico: aquella que, **siendo perceptible visualmente**, posee atributos naturales que le otorgan una calidad que la hace única y representativa.

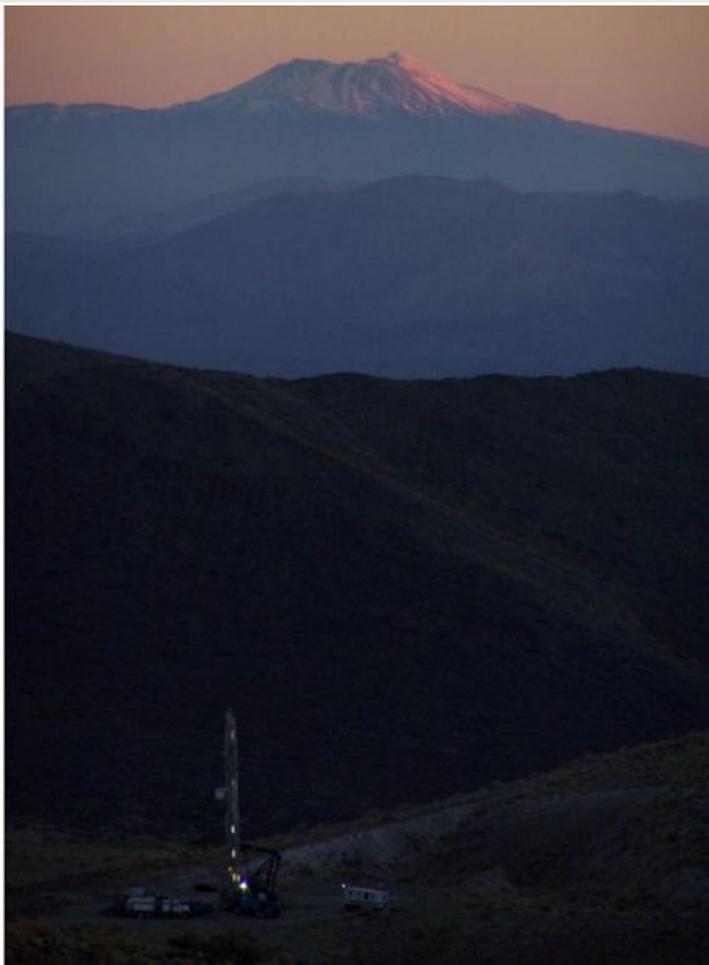
Evaluación:

- la duración o la magnitud en que se obstruye la visibilidad
- la duración o magnitud en que se alteran los atributos específicos de una zona con valor paisajístico.

## PAISAJE

Ejemplo de evaluación

Indicadores	Valor
Bloqueo Visual	1
Intrusión Visual	2
Incompatibilidad Visual	1
Artificialidad	4
Pérdida de atributos biofísicos	2
Modificación de atributos estéticos	1
Promedio	1.83
Factor de perceptibilidad	0.5
<b>Valor que se ingresa a la matriz</b>	<b>1</b>



## ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

- PATRIMONIO CULTURAL

Sistema de vida, patrimonio antropológico, arqueológico, histórico y paleontológico.

Distancia	Presencia de valores patrimoniales	
	Muy importante	Poco importante
100 m	4	3
100 a 300 m	3	2
300 m a 500m	2	1
500m a 1000m	1	1
1000m o más	No aplica	

## FACTORES SOCIOECONÓMICOS

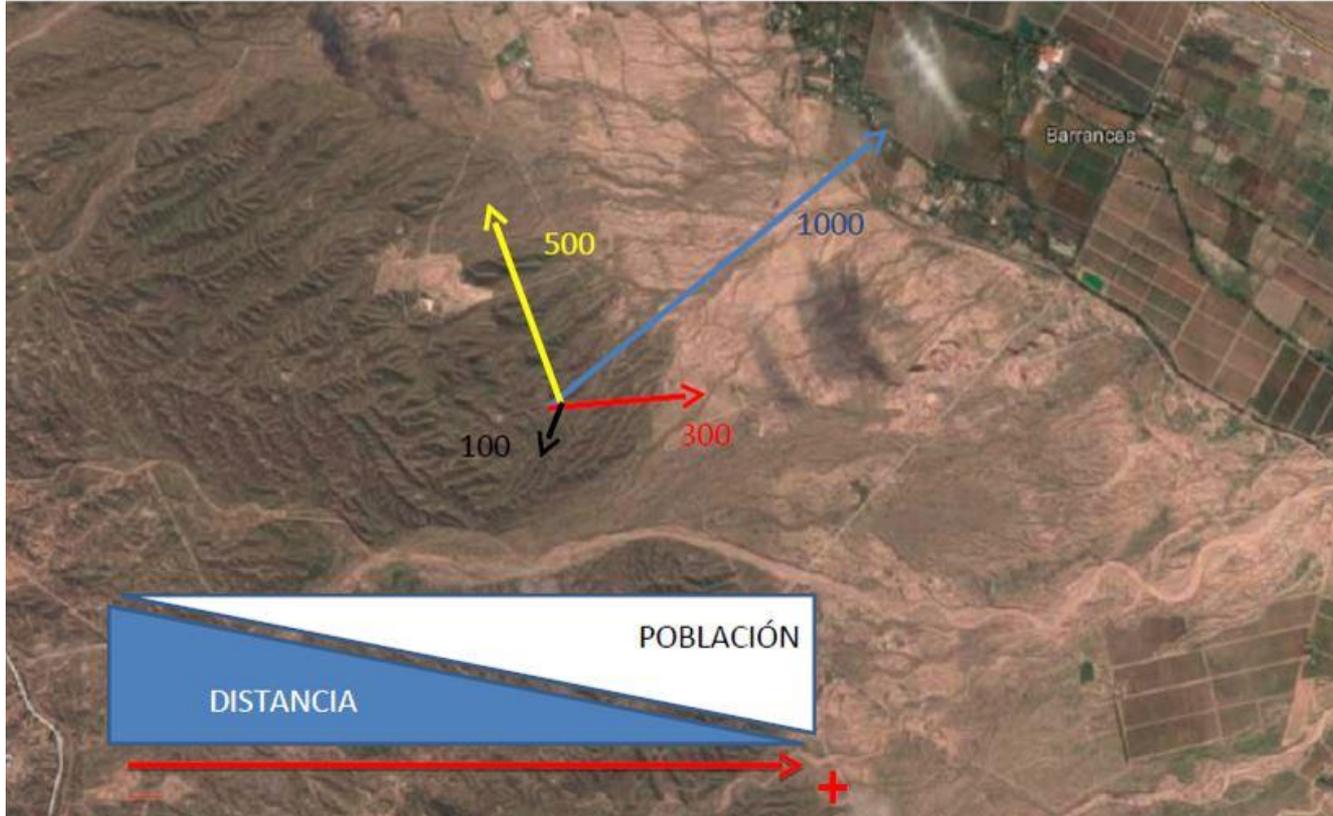
Las consecuencias que sobre la salud de las personas puede inducir el tratamiento del pasivo y las tareas de remediación propuestas, se vinculan con el **movimiento de suelos** principalmente y/o la contaminación de agua superficial y cauces subterráneos.

### SALUD DE LA POBLACION CONSIDERADA

La afectación depende de la **cantidad de elementos tóxicos** presentes en el pasivo.

Consideramos que los contaminantes pueden afectar la salud tanto a la población **permanente** como **eventual** (transitoria) que se encuentre en la zona de influencia del área de saneamiento.

# Distancia y Población





# FACTORES SOCIOECONÓMICOS

## Infraestructuras Aéreas

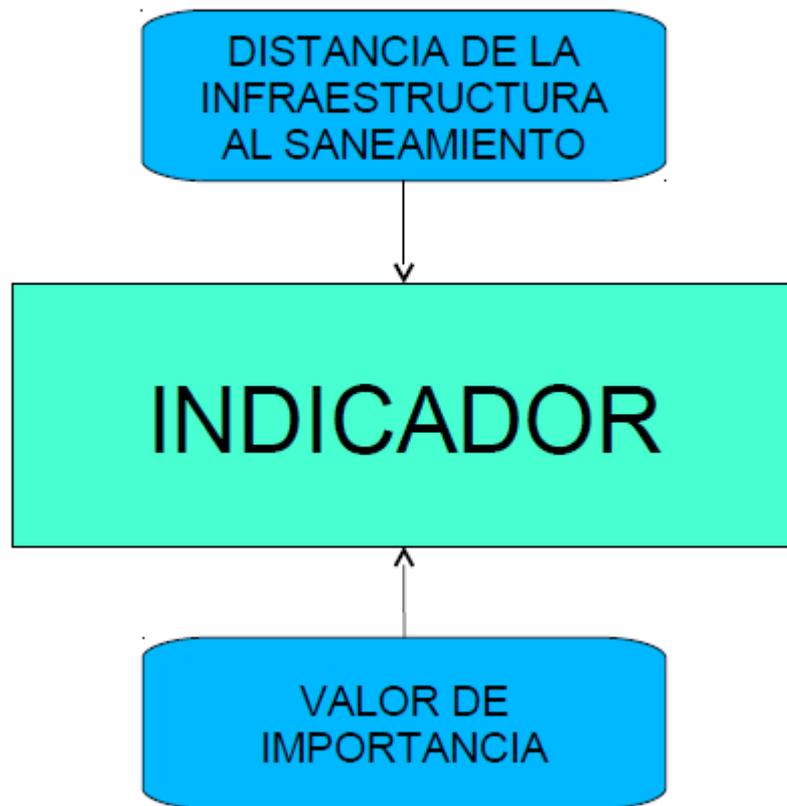


## Infraestructuras Subterráneas



El indicador contempla la **distancia de la infraestructura respecto a la zona de saneamiento**

La ponderación de importancia de la infraestructura proviene de su valor por **la función que cumple dicha infraestructura**, de los riesgos que pueda ocasionar su ruptura y de los costos de reparación.



Evaluaciones	Factores ambientales	Componentes físicos					Componentes biológicos			Componentes socioeconómicos					SUMATORIA		
		Hidrografía superficial	Hidrología subterránea	Topografía	Geomorfología	Aire	Vegetación	Fauna	Funcionamiento ecosistémico	Ganadería	Agricultura	Otras actividades productivas	Paisaje	Patrimonio Cultural		Salud	Infraestructura
<b>SIN SANEAMIENTO</b>																	
	Efecto propio del pasivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cateo para caracterización.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Recomposición del terreno.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>SUMATORIA</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>SANEAMIENTO SUPERFICIAL</b>																	
	Efecto propio del pasivo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL			
Factores ambientales	Componentes físicos										Componentes biológicos			Componentes socioeconómicos										SUMATORIA																
	Peligrosidad del pasivo	Hidrografía superficial	Hidrografía subterránea	Topografía	Geomorfología	Aire	Vegetación	Fauna	Funcionamiento ecosistémico	Geomorfía	Agricultura	Otras actividades productivas	Parque	Patrimonio Cultural	Salud	Infraestructura																								
Cateo para caracterización.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Recomposición del terreno.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>SUMATORIA</b>	-17	-7	-14,3	-7	-16	0	-7,75	-8,5	-10	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-14	-13	-121,55											
<b>AMBIENTO SUPERFICIAL</b>																																								
Efecto propio del pasivo	-17	-7	-14,3	-7	-16	0	-7,75	-8,5	-10	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-14	-13	-121,55											
Cateo para caracterización.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recomposición del terreno luego de la caracterización.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Remoción de costras y derrames superficiales		0	0	0	0	0	3,5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Remoción y gestión de residuos operativos		0	0	0	0	0	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>SUMATORIA</b>	-17	-7	-14,3	-7	-16	0	-7,75	-8,5	-5	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-14	-13	-109,55											
<b>AMBIENTO FOCALIZADO</b>																																								
Efecto propio del pasivo	-17	-7	-14,3	-7	-16	0	-7,75	-8,5	-10	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-14	-13	-121,55											

Factores ambientales	Componentes físicos					biológicos			Componentes socioeconómicos						SUMATORIA		
	Peligrosidad del pasivo	Hidrografía Superficial	Hidrografía subterránea	Topografía	Geomorfología	Aire	Vegetación	Fauna	Funcionamiento ecosistémico	Ganadería	Agricultura	Otras actividades productivas	Paisaje	Patrimonio Cultural		Salud	Infraestructura
Desmote y gestión de restos vegetales	0	0	0	0	0	0	-12,1	-11,5	-10	0	0	0	0	0	0	0	-33,6
Asos de extracción de material de la pileta en su totalidad.	17	0	0	0	0	-11	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	20
Ramoción, traslado y acople de materiales	0	0	14,3	7	0	-7	0	-5	0	0	0	0	0	0	-11	-11	-12,7
Relleno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-7	-7
Suavizado de taludes y bermes a 20°	0	0	0	0	5	0	-5	0	-5	0	0	0	0	0	0	0	-5
Riego	0	0	0	0	0	0	5	0	7	0	0	0	0	0	0	0	12
Medidas para manejo del agua de escorrentías y aprovechar el agua de lluvias	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Terminación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>SUMATORIA</b>	0	-7	0	0	-11	-18	-14,85	-25	-18	-7	0	0	0	0	-11	-31	-142,85

-142.85

# Resultados

La utilización de la matriz en la Pcia de Mendoza se comenzó a utilizar a partir del año 2015. Hasta la fecha se trabajó sobre 80 pasivos ambientales cuyos resultados fueron los siguientes:

- 28 pasivos que requieren saneamiento superficial
- 27 pasivos que requieren saneamiento focalizado
- 18 pasivos que requieren saneamiento total
- 7 pasivos que no requieren saneamiento

Todos estos Dictámenes Técnicos elaborados por la Fundación Cricyt quedaron incluidos en las Resoluciones N° 694/15 y N°258/16 de la DPA.

## CAPACITACION EN YPF PARA LA IMPLEMENTACION DE LA MATRIZ EN LA PCIA DE SANTA CRUZ



**MUCHAS GRACIAS**

