

Metodología de evaluación de pasivos ambientales de la Industria petrolera

Autores:

Juan Agustín Alvarez. Lic. en Gestión Ambiental y Dr. en Biología.

Pablo Andrés Cuello. Licenciado en Ciencias Biológicas.

Pedro Vera. Licenciado en Ciencias Geológicas.

Pablo Villagra. Biólogo y Dr. en Biología.

Fundación CRICYT (CONICET)

Coordinadores del Proyecto:

Nicolás Donnarumma: Lic. en Gestión Ambiental – **YPF S.A.**

1. Sinopsis

En la Pcia. de Mendoza como en otros yacimientos del país, las antiguas piletas de lodo confinadas hace tiempo representan un pasivo ambiental de relevancia para cada Negocio.

En trabajos de remediación realizados con anterioridad y en otras provincias, se detectaron problemas producidos por la maquinaria utilizada (retroexcavadoras, topadoras), debido a la eliminación de la fauna y vegetación existente como así también por la remoción de grandes volúmenes de suelo y el impacto ambiental generado en estos sitios.

Fue necesario, entonces, evaluar con las autoridades competentes la necesidad o no del saneamiento de estos pasivos, y el grado de tratamiento necesario a fin de lograr la solución más segura y económica desde el punto de vista ambiental y socio económico. De este modo surge la elaboración de una Matriz de Balance Ambiental, que permite tomar los resultados de los Análisis de Riesgos estudiados para cada sitio y evaluar el impacto que generaría la remediación al ambiente.

La aplicación de la Matriz de Balance Ambiental busca establecer (para este caso en particular) un protocolo para la evaluación de la necesidad y tipo de saneamiento de antiguas piletas de lodo. Se busca minimizar y planificar el movimiento de suelos, reducir la alteración de la vegetación y fauna, optimizar el retiro del pasivo y dejar el sitio en condiciones favorables para que recupere su estructura y funcionalidad ecosistémica. Para ello, se proponen y analizan cuatro alternativas posibles: 1) sin saneamiento, 2) saneamiento superficial, 3) saneamiento focalizado y 4) saneamiento total.

Esta Matriz de Balance Ambiental fue desarrollada y aplicada desde el año 2015 hasta la fecha por la Fundación Cricyt - Conicet y el área de Medio Ambiente del Negocio Mendoza Norte de YPF S.A.

2. Introducción

La actividad petrolera y las acciones relacionadas a la misma son de gran importancia para nuestra provincia. Exploración, explotación, transporte, destilación y producción forman parte históricamente del desarrollo económico y social de Mendoza. De las etapas enumeradas, las tres primeras comprenden actividades que producen un impacto que perdura por muchos años en las locaciones, especialmente con las metodologías usadas anteriormente, hasta que se produce la remediación de estos pasivos ambientales.

Durante la exploración, se utilizaba la apertura de caminos y picadas para la prospección sísmica produciendo erosión del suelo y alteraciones de la flora, así como modificaciones de la red hidrológica. Además, históricamente, los campamentos móviles que funcionan durante esta etapa realizaban una inadecuada disposición de residuos sólidos y efluentes líquidos. Durante la perforación puede seguir produciéndose apertura de caminos (erosión y alteraciones de cauces), construcción de locaciones (movimiento de suelos y extracción de flora existente) y la construcción de piletas de servicio (movimiento de suelos y en el manejo histórico de los lodos de perforación: contaminación de agua y suelos) (MAyOP 1997).

Durante la explotación, el inadecuado manejo de las perforaciones en la reinyección, puede producir contaminación en el agua superficial y subterránea, alteraciones del suelo y la vegetación. Además durante el transporte, los accidentes en pozos y cañerías producen derrames.

Actualmente, tanto aquí como en otros yacimientos/pozos del país, las piletas de lodo confinadas hace tiempo representan el pasivo ambiental producido por estas operaciones

En trabajos de remediación se detectaron problemas producidos por la maquinaria utilizada (retroexcavadoras, topadoras), debido al pisoteo de la vegetación y a la remoción del suelo y en muchos casos la eliminación de la vegetación existente. Es necesario, entonces, evaluar la necesidad o no del saneamiento de estos pasivos, y el grado de tratamiento necesario, a fin de lograr la solución más segura y económica desde el punto de vista ambiental y socio económico.

3. Objetivo

El objetivo de esta propuesta es establecer un protocolo para la evaluación de la necesidad y tipo de saneamiento de antiguas piletas de lodo. Se busca minimizar y planificar el movimiento de suelos, reducir la alteración de la vegetación y fauna, optimizar el retiro del pasivo y dejar el sitio en condiciones favorables para que recupere su estructura y funcionalidad ecosistémica. Para ello, se proponen y analizan cuatro alternativas posibles: 1) sin saneamiento, 2) saneamiento superficial, 3) saneamiento focalizado y 4) saneamiento total.

4. Desarrollo

Se utilizó la matriz de Leopold con modificaciones como base para crear una herramienta de evaluación de los pasivos ambientales asociados a la actividad petrolera. En esta matriz de doble entrada se definen las acciones u operaciones vs. Los componentes del medio que podrían afectarse. Esta metodología utiliza los parámetros de Intensidad (A) y extensión (D) para evaluar el impacto, donde la ecuación se simplifica: $IA = 3A + 2D$. Los valores de A, y D varían entre 1 y 4 positivos o negativos, un valor cero significa que no existe una interacción. Los valores positivos indican que la acción generaría un impacto positivo sobre el factor y los negativos que la acción generaría un impacto negativo sobre el factor.

Los valores de **Intensidad (A)** para cada una de las interacciones posibles se definen en este trabajo en función de cada componente específico y de acuerdo al análisis de un panel de expertos. Para el presente análisis se consideran distintos tratamientos del pasivo: sin saneamiento, saneamiento superficial, saneamiento focalizado y saneamiento total. En función de este análisis se definieron para la matriz las acciones posibles de una intervención y los componentes del medio que se verían involucrados.

Para evaluar la **extensión (D)** en algunas interacciones se tiene en cuenta el área afectada y en otros casos el volumen del pasivo según corresponda:

Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Valor
Menos de 500	< 500 m3	1
500 a 1000	500 - 1000 m3	2
1000 a 5000	1000-1500 m3	3
Más de 5000	> 1500 m3	4

Factores que se relacionan con <i>superficie</i>	Factores que se relacionan con <i>volumen</i>
• Vegetación • Topografía • Geomorfología • Fauna • Ganadería • Paisaje • Funcionamiento ecosistémico • Patrimonio cultural • Infraestructura	• Peligrosidad del pasivo • Hidrología superficial • Aire • Hidrología subterránea • Agricultura • Industria • Salud

4.1 Tipos de saneamiento a analizar

Tratamiento	Implicancias	Acciones involucradas
Sin saneamiento	Efecto del pasivo ambiental en el estado que se encuentra, sin realizar ningún tipo de tarea.	Efecto propio del pasivo ambiental. Cateo para caracterización de la pileta. Recomposición del terreno luego de la caracterización.
Saneamiento superficial	Limpieza superficial de la superficie del pasivo.	Efecto propio del pasivo. Cateo para caracterización de la pileta. Recomposición del terreno luego de la caracterización. Remoción de costras y derrames superficiales. Remoción y gestión de residuos operativos.
Saneamiento focalizado	Concentra el saneamiento en zonas puntuales del pasivo que afectan al ambiente físico, biológico o socioeconómico. Se evita afectar las zonas ya recuperadas naturalmente, o que no impliquen riesgos.	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. Desmonte 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.
Saneamiento total	La remoción total del pasivo en los casos donde el impacto al medio físico, biológico o socioeconómico es muy alto, y en que los procesos de recuperación natural sean nulos o incipientes.	Efecto propio del pasivo. Remoción/gestión de costras y de derrames superficiales. Remoción y gestión de residuos operativos. Desmonte y gestión de restos vegetales. Trabajos de extracción de material de la pileta en su totalidad. Traslado y acopio de materiales. Relleno de la fosa con material de aporte, suelo limpio y topsoil. Suavizado de taludes y bermas. Riego. Medidas para manejar el agua de escorrentías y aprovechar el agua de lluvias. Terminación.

4.2 Factores ambientales

4.2.1 Caracterización del pasivo ambiental

Presencia de residuos operativos: Se registrará el tipo de residuos en superficie y su abundancia. Además, se registrará detalles de distribución, estado, facilidad de recolección, etc.

Presencia de costras, afloramientos y derrames superficiales: Se registrará la presencia de costras, derrames superficiales y una evaluación de la abundancia de los mismos a través del porcentaje de terreno cubierto.

Evaluación del contenido del pasivo: en función del tipo de pasivo, la concentración de HTP, compuestos volátiles, metales pesados y los límites admitidos por la legislación vigente (*) se determina el valor de intensidad del pasivo.

Características del pasivo (*) Límites establecidos por el decreto 831/94	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.	3
Pasivo superficial y/o soterrado con HTP > 1% + BTEX y Metales.	4

4.2.2 Componentes físicos.

Hidrografía superficial

Para la evaluación de este componente, el criterio a utilizar está basado en el análisis de un mapa de cuenca y red hidrográfica sobre el cual se ubica el probable pasivo. En ese mapa se observará la localización del pasivo respecto a los cursos o cuerpos de agua más cercanos. Es de suma importancia establecer la pendiente y el gradiente hidráulico para ponderar los efectos.

Escenario	Valor
Curso de agua permanente cercano con signos de afectación por el pasivo.	4
El pasivo interrumpe el curso de un cauce o se modifica su dirección.	4
El cauce más próximo al pasivo se encuentra a menos de 50 m y aguas abajo del pasivo.	3
El cauce más próximo al pasivo se encuentra a más de 50 m y aguas abajo del pasivo.	2
El cauce más próximo se encuentra aguas arriba del sitio, pertenece a otra cuenca o se halla a más de 50 metros en una cota similar a la del pasivo.	1

En aquellos casos en los que exista una potencial afectación de cursos de agua permanentes y/o cuerpos de agua permanentes será necesario la toma de muestras de agua para su análisis.

Hidrología subterránea

El método más utilizado para la evaluación del impacto es el desarrollado por el EPA en conjunto con *National Water Well Association* de USA que se denomina con el acrónimo DRASTIC. A continuación se presenta la tabla de pesos de cada variable para la suma ponderada:

Símbolo	Parámetro	Propiedad	Peso
D	Profundidad del agua	Cuando la profundidad es alta, disminuye la probabilidad de que los contaminantes alcancen el nivel freático.	5
R	Recarga Neta	Es el principal vehículo para el transporte, por lo tanto si la recarga es alta el riesgo aumenta.	4
A	Litología del Acuífero	Se caracteriza por el tamaño de partícula del suelo saturado. Se relaciona con el entrapamiento de los contaminantes que escapan a la capacidad de absorción del suelo. Cuanto más fina la partícula mayor entrapamiento.	3
S	Suelo	Cuanto más fino es el suelo mayor capacidad de absorber metales pesados y mayor protección al acuífero.	2
T	Topografía	A mayor pendiente mayor escorrentía y por lo tanto menor infiltración al acuífero.	1
I	Zona No Saturada	Su importancia se relaciona a la granulometría. La percolación de un contaminante es mayor cuanto mayor es el tamaño de partícula.	5
C	Cond. Hidráulica	A mayor permeabilidad mayor velocidad de dispersión de un contaminante.	3

Para cada una de las variables que considera el modelo existen categorías para asignar el valor que corresponda y luego se realiza suma ponderada de cada variable afectada por su factor de peso. Luego se aplica un factor de escala (1/23) para entrar a la matriz con valores de 1 a 4.

Ecuación de Vulnerabilidad: $(5D + 4R + 3A + 2S + T + 5I + 3C)/23$

Topografía

Se analizan los posibles efectos que las acciones a desarrollar pueden producir en la topografía tales como modificación de pendientes, asentamientos, relleno de depresiones, modificación de ángulo de taludes y por ende su estabilidad, etc. En la práctica lo que importa es que se mantengan las condiciones de equilibrio y que no se perturben las relaciones sobre todo de las pendientes que son las que podrían provocar fenómenos erosivos.

Pendiente topográfica	Riesgo de erosión	Valor
$\leq 5^{\circ}$ (8,7%)	Bajo	1
$5^{\circ} - 20^{\circ}$ (36%)	Medio	2
$20^{\circ} - 30^{\circ}$ (36% - 58%)	Alto	3
$> 30^{\circ}$ (58%)	Muy Alto	4

Geomorfología

Se deberán detectar los procesos erosivos presentes para la evaluación del impacto. La siguiente tabla especifica los escenarios más probables y su valor de impacto.

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 el pasivo (cárcavas, grietas semilunares).	3
Evidencia de deslizamiento de suelo, flujos de barro, destrucción de bordes y taludes.	4

Aire

Este indicador evalúa el efecto del movimiento de tierra y la exposición de los hidrocarburos sobre la calidad del aire. En el caso de no tratamiento solamente aplica si el contaminante está expuesto. Cuando el pasivo está expuesto se considera el área expuesta (costras y afloramientos). Para los diferentes tipos de saneamiento el efecto dependerá del volumen y la composición del pasivo a remover.

Área de costras expuestas (m^2) o volumen de pasivo a remover (m^3)	PELIGROSIDAD DEL PASIVO			
	Pasivo superficial y/o soterrado con HTP > 1% + BTEX y Metales superiores a límites (*1)	Pasivo superficial y/o soterrado con HTP > 1% + BTEX o con HTP > 1% + metales pesados superiores a los límites (*0,75)	Pasivo soterrado con HTP > 1% con o sin pasivo superficial (*0.5)	Pasivo superficial (costras y residuos operativos) con HTP > 1% (*0.25)
< 100	1	0,75	0.5	0.25
100 a 500	2	1,5	1	0.5
500 a 1000	3	2,25	1.5	0.75
> 1000	4	3	2	1

4.2.3 Componentes biológicos

Vegetación: Se considera en su evaluación, tanto la cobertura y estructura vegetal del pasivo como la comparación relativa con la vegetación potencial del área. Cuanto más parecido al potencial es la vegetación sobre el pasivo, se considera más recuperado naturalmente, por lo tanto, menos negativo será el efecto propio del pasivo ambiental y más negativo será el efecto de realizar un desmonte para el saneamiento. Este factor ambiental no aplica en situaciones donde la cobertura vegetal total potencial del área sea menor al 5%.

Se tendrán en cuenta dos parámetros que se promediarán para calcular la intensidad. Por un lado se evaluará la **cobertura total** de la vegetación como una medida de la abundancia, y por el otro lado se evaluarán los **cambios estructurales**, incluyendo la **estructura vertical, la composición florística y la riqueza**.

Es importante destacar que el valor obtenido nos indicará el valor actual de la vegetación por lo que el efecto del pasivo ambiental es la diferencia entre el valor máximo (4) y el obtenido. La valoración del efecto de cada acción debe ponderarse de acuerdo a la disminución que produzca en el valor actual de la vegetación.

El efecto de una acción en cada tratamiento sobre la vegetación debe ajustarse también por el porcentaje de la superficie del pasivo que se trabaja. Por ejemplo, si se remueve la vegetación del todo el pasivo el efecto corresponde al valor obtenido según la metodología indicada, pero si solo se remueve el 50% de la zona del pasivo debe ponderarse multiplicando el valor por 0.5.

Fauna: En los relevamientos se incluirán a mamíferos, aves, reptiles, anfibios y artrópodos ya que son los más representativos y sobre los cuales los impactos ambientales pueden verse reflejados. Los relevamientos se efectuarán en la zona del pasivo y en sitios próximos con similares características (sitio control). El muestreo de fauna en el pasivo se realizara con transectas lineales de 2 metros de ancho y contiguas de manera tal de recorrer toda su superficie. Se evalúan dos indicadores: **riqueza y abundancia** de especies. Para este caso en particular el término riqueza hace referencia a los diferentes tipos de rastros o individuos que integran cada grupo (mamíferos, aves, reptiles, anfibios y artrópodos), en tanto que el término abundancia se refiere al número de individuos o rastros por grupo que se encuentran en cada transecta. Ambos indicadores se multiplican. Luego se realiza el cociente entre el valor para el pasivo y el valor para el entorno y se obtiene un valor para cada grupo de fauna. Estos valores serán promediados a un solo valor de Fauna. Ese valor promedio menos 4 (valor de intensidad máxima) es el que debe colocarse en la matriz.

Funcionamiento ecosistémico

Este factor evalúa la afectación que las acciones tendrán sobre procesos funcionales del ecosistema. En este sentido se considerarán los siguientes indicadores:

- **Presencia de especies claves:** especies claves (fauna y flora) son aquellas de las que dependen el establecimiento y supervivencia de otras especies.
- **Presencia de especies invasoras:** las especies invasoras (fauna y flora) suelen ser las primeras en colonizar áreas bajo disturbios e impiden el establecimiento de especies nativas y la recuperación de la comunidad original del sitio.

- **Presencia de refugios de fauna:** se considerará la presencia de especies vegetales o elementos del paisaje que se conozca su función como refugio de fauna o de anidamiento.
- **Presencia de costras criptogámicas:** las costras criptogámicas son una comunidad de microorganismos (líquenes, cianobacterias, musgos) que cubren la superficie del suelo, y que participan en la fijación de nitrógeno y el intercambio de carbono, son indicadoras de buen estado de conservación. Se observa como una cubierta verde o negra que cubre en manchas el suelo.
- **Protección de suelo y regulación hídrica:** este indicador considera cómo la distribución de la comunidad vegetal contribuye a la protección del suelo y evita la dispersión del contenido del pasivo hacia el entorno.

4.2.4 Componentes socioeconómicos

Ganadería

Se entiende como el efecto sobre sitios de particular importancia para la ganadería, como la presencia de aguada, vegas o sitios particulares de alimentación, sitios de paso, corrales, etc. Si la cantidad de animales no es conocida, entonces utilizaremos una medida cualitativa para medir la cantidad de animales.

Evidencia de uso	Valor
Muy alta. Evidencias de concentración de ganado (aguadas, senderos) gran cantidad de huellas y pastoreo.	4
Alta: Cuando se observan huellas abundantes, pisoteo, bosteos.	3
Media: Cuando se observan pocas huellas, pisoteo, bosteos.	2
Baja: Cuando existe un solo signo aislado o no se observan huellas, pisoteo, bosteos y/o senderos de paso.	1
Nula. No se observan evidencias de uso.	0

Los valores de las tablas serán promediados con el valor asignado de peligrosidad del pasivo para llegar a un solo valor de intensidad del impacto sobre la ganadería.

Agricultura

Indicador: El efecto se evalúa según la distancia a la parcela cultivada y las hectáreas cultivadas.

Distancia (m)	Hectáreas cultivadas		
	16 a 50	51 a 100	100 o más
100	3	4	4
100 a 300	3	3	4
300 a 500	2	3	3
500 a 1000	1	2	3
>1000	No aplica		

El valor de la tabla será promediado con el valor asignado a la peligrosidad del pasivo para llegar a un solo valor de intensidad del impacto sobre la agricultura.

Otras actividades productivas

Podemos encontrar industrias, fabricas, plantas de procesamientos y almacenamiento, etc.

Indicador: Se entiende como el efecto de cada acción sobre sitios de producción, por ejemplo fábricas, plantas industriales, etc.

	Superficie cubierta de instalaciones (m ²)			
Distancia (m)	20 a 50	51 a 100	101 a 200	> 200
100	3	3	4	4
100 a 300	2	3	3	4
300 a 500	2	2	3	3
500 a 1000	1	2	2	3
> 1000	No aplica			

Paisaje

Para evaluar si el proyecto o sus obras alteran el valor paisajístico, se diferencia en dos escalas espaciales. A pequeña escala se consideran los residuos operativos asociados al pasivo así como también acopios de suelo con HC. Se entiende por residuos operativos cañerías en desuso, bloques de hormigón, varillas, tapa roscas, tachos, etc. Cuando existen residuos operativos visibles en la zona de influencia directa del pasivo (locación y 100 m aproximadamente a la redonda del pasivo) se valora de la siguiente manera:

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

Cuando el pasivo en su totalidad es perceptible paisajísticamente a gran escala, se considera la duración o la magnitud en que se obstruye la visibilidad a una zona con valor paisajístico y la duración o magnitud en que se alteran los atributos de una zona con valor paisajístico. En la primera situación se considera si existe bloqueo visual, intrusión visual e incompatibilidad visual. En segundo lugar se consideran la artificialidad, la pérdida de atributos biofísicos y la modificación estética.

Se sugiere la escala de valores de 1 a 4 para evaluar la afectación del paisaje para cada uno de los impactos definidos. El valor en la matriz resultará del promedio de los 6 valores, el cual debe ser luego multiplicado por un factor de perceptibilidad. Este factor es cero cuando no es perceptible desde una vía troncal o sitios de paso turístico o recreativo cercana y toma el valor 1 cuando es perceptible desde varios puntos de vista en un radio de 3 kilómetros.

Patrimonio cultural

Se entiende por patrimonio cultural inmaterial los usos, representaciones, expresiones, conocimientos y técnicas, junto con los instrumentos, objetos, artefactos y espacios culturales que les son inherentes que las comunidades, los grupos y, en algunos casos, los individuos reconozcan como parte integrante de su patrimonio cultural (p.ej. patrimonio antropológico, arqueológico, histórico y paleontológico, etc.).

Indicador: Se mide por la distancia a un sitio de interés antropológico, arqueológico, histórico, cultural, etc. y la importancia del sitio.

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

Salud

Frente a Población permanente: No aplica si no hay población cercana (a menos de 1 km). Pero, si la hubiera, la misma se podría ver afectada por la peligrosidad asociada al pasivo, de la generación de polvo ambiental, el ruido generado por las maquinarias y la erosión posterior. Se cuantifica según la distancia del sitio de saneamiento con respecto a la ubicación de la población afectada.

Frente a Población temporal: Afecta de la misma forma que en el caso de la población permanente. Se tiene en cuenta la afectación de los operarios eventuales que no son parte del saneamiento. Se cuantifica según la distancia afectada, y la cantidad de operarios en las cercanías.

Se asigna valor correspondiente según sea población temporaria o permanente y la distancia, y luego valor según las características del pasivo. Posteriormente se debe promediar ambos valores. El resultado es el valor correspondiente a agregar en la celda de intensidad para el factor salud.

Distancia (m)	Población temporaria				Población permanente
	1 a 5	6 a 20	21 a 50	>50	
0-100	2	2	3	4	4
100 a 300	2	2	2	3	3
300 a 500	1	2	2	2	2
500 a 1000	1	1	2	2	1
>1000	No aplica				

Características del pasivo (*) Límites establecidos por el decreto 831/94	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.	3
Pasivo superficial y/o soterrado con HTP > 1% + BTEX y Metales.	4

Infraestructura

Son los componentes físicos de origen antrópico que forman parte del entorno de la zona evaluada. Forman parte de este factor las instalaciones subterráneas, aéreas y otras instalaciones.

Indicador: (*distancia x importancia*). El indicador contemplará la distancia de la infraestructura respecto a la zona de saneamiento y la ponderación de la importancia de la infraestructura en función de su valor para la función que cumple dicha infraestructura, de los riesgos que pueda ocasionar su ruptura y de los costos de reparación.

Tipo de infraestructura –importancia (VI)	Ponderación
Esencial para el funcionamiento y cuya rotura genere altos costos de reparación o peligros ambientales.	1
Importante para el funcionamiento y cuya rotura genere costos medios de reparación o peligros ambientales.	0.5
Fácilmente reemplazable y a bajo costo.	0.25

Los valores de impacto según la distancia de la infraestructura y la ponderación de la importancia se estiman de la siguiente forma:

Valor según distancia (VD) (m)					VI	VD x VI
0-50	50-100	100-250	251-500	>500		
4	3	2	1	NA		

Se calculará el promedio del producto de los Valores de Impacto (VI) y los Valores de Distancia (VD) de cada elemento de la infraestructura usando las tablas presentadas.

5. RECOMENDACIONES GENERALES

- La matriz se considera una herramienta necesaria para la toma de decisiones pero el resultado de la misma no debe ser considerado en forma absoluta sino que debe ser contrastados con las particularidades de cada caso.
- Se recomienda que la matriz sea ejecutada por equipos de profesionales que tengan competencias en los distintos factores analizados (físicos, biológicos y socioeconómicos).
- Como en la matriz no se evalúa las contingencias estacionales y climáticas a largo plazo, se recomienda dejar previsto un monitoreo periódico en los casos donde se decida dejar pasivos encapsulados.
- La revegetación puede ser una herramienta que acelere los procesos de recuperación luego del saneamiento y podría considerarse su uso en algunas situaciones de riesgo de erosión o similares.

6. BIBLIOGRAFÍA

ALLER, Linda. Truman, Bennet y otros. “DRASTIC: A STANDARIZED SYSTEM FOR EVALUATING GROUND WATER POLLUTION POTENTIAL USING HYDROGEOLOGIC SETTINGS”. E.P.A., National Water Well Association. 1987.

BOUFEKANE, Abdelmadjid. SAIGHI, Omar. “ASSESSMENT OF GROUNDWATER POLLUTION BY NITRATES USING INTRINSIC VULNERABILITY METHODS: A CASE STUDY OF THE NIL VALLEY GROUNDWATER, ALGERIA”.AFRICAN JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2013.

Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas Ministerio de Producción, Tecnología e Innovación y Facultad de Ciencias Económicas, 2011. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza

ELFARRAK, J. HAKDAOUI, M y otros. “Development of Vulnerability through the DRASTIC Method and Geographic Information System (GIS).....Morocco”. Journal of Geographic Information System. 2014.

EPA. “Guidelines for Ecological Risk Assesment”. 1998.

INA-CRA. “El agua en Mendoza y su problemática ambiental”. 2009.

Kent, M., and P. Coker. 1992. Vegetation description and analysis: a practical approach. CRC Press-Belhaven Press, London.

JAVADI, S., KAVEHKAR, M. y otros. “Modification of DRASTIC Model to Map Groundwater Vulnerability to Pollution Using Nitrate Measurements in Agricultural Areas”. Journal of Agr. Sci. Tech. 2011.

Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley. “A procedure for evaluating environmental impact.” U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C. 1971.

Luque, J, Ciano N, Buono G, Vicente C. 2005. “Gestión Ambiental de pasivos en Cañadón León, Meseta Espinosa y Cañadón León” (Pcia de Santa Cruz). INTA, Informe.

MARTINEZ V., J., ROMERO C., R y otros. “Valoración paisajística y ecológica de la Comunidad....” Revista de Teledetección. 2007.

Matteucci, S. D., and A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de lo Estados Americanos, Washington, D.C.

Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, 1997. Informe Ambiental, Gobierno de Mendoza, Mendoza.

Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, 2011. Informe Ambiental, Gobierno de Mendoza, Mendoza.

PA.M.A. Perú. Guía para la elaboración de EIA. 1993.

S.E.I.A. Chile, Guía para la Evaluación de I.A. Valor Paisajístico en el SEIA. 2013.

Secretaria de Ambiente y Obras Públicas. 1993. Decreto Nacional 831/93. Decreto Reglamentario de la Ley 24.051 sobre régimen de desechos peligrosos.

Vaccarino Pasquali, E., Manduca, F., y otros. “MORFOMETRIA DE CUENCAS UBICADAS EN EL PIEDEMONTE MENDOCINO DE LA CORDILLERA” CONICET – UNIV.NAC DE CUYO

VICH, Alberto I.J. PEDRANI, Armando “LA EROSIÓN HÍDRICA EN EL PIEDEMONTE ÁRIDO DE MENDOZA” CONICET-IANIGLA 1973.