

Determinación de la fragilidad ambiental de un área petrolífera dentro de la Provincia Patagónica-Distrito Golfo San Jorge

Introducción

Pan American Energy L.L.C es una empresa que se desarrolla en el sector de energía en el Cono Sur.

Desarrolla actividades de exploración, producción y transporte de petróleo y gas natural, distribución de gas natural y generación de energía eléctrica con gas natural.

Sus áreas de actividades se encuentran en Argentina, Bolivia y cuenta con Chile, Uruguay y Brasil como principales socios regionales.

Dentro de los valores de la empresa cabe destacar el que menciona en forma especial a la Protección del Ambiente y Sustentabilidad. Basado en este concepto, la Unidad de Ges-

ción del Golfo San Jorge, ubicada en el sureste de la provincia del Chubut y flanco norte de la provincia de Santa Cruz, firma un convenio con la universidad local (Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco), para evaluar la fragilidad ambiental de los diversos ecosistemas, mediante el empleo de tecnologías tradicionales como:

- ▲ relevamiento de datos ambientales;
- ▲ evaluación del valor pastoral;

y de tecnologías derivadas del procesamiento digital, como:

- ▲ procesamiento digital de datos georreferenciados;
- ▲ cartografía digital;
- ▲ imágenes satelitales.

En el presente estudio se consideran aquellas alteraciones de tipo mecánico que producen una aceleración en los procesos erosivos, eólicos o hídricos, sin incluir los impactos del tipo químico que ameritarían otro tipo de variables a considerar.

Los objetivos del mismo son:

- ▲ Lograr una mejor comprensión de la dinámica de los ecosistemas en el área.
- ▲ Priorizar acciones de recuperación de zonas degradadas según criterios de fragilidad.
- ▲ Generar respuestas operativas ambientales válidas para cada área según su fragilidad.
- ▲ Acondicionar el diseño de instalaciones de acuerdo al ambiente donde se ubiquen.

Por ser un trabajo experimental, la zona de estudio abarcó siete áreas, totalizando 4500 ha. El criterio de selección de las mismas fue tomar un área testigo con poca influencia de la actividad petrolera y el resto se distribuyó abarcando instalaciones de gran superficie o aquellas de mayor riesgo de impacto sobre el ambiente.

Los valores obtenidos de Índice de Vegetación Normalizado, fragilidad, cobertura total y valor pastoral volcados por áreas en tablas y gráficos permiten la toma de decisiones fijadas en los objetivos.

Caracterización del área

La zona en consideración se encuentra comprendida entre las ciudades de Comodoro Rivadavia y Sarmiento.

Tomando en cuenta los registros del Servicio Meteorológico Nacional:

- ▲ Estación Comodoro Rivadavia con temperatura media (1941-1980) 12,7°C y una precipitación media anual (1989-1998) de 255,42 mm.
- ▲ Estación Sarmiento: Temperatura media, (50 años de registro), 10,9°C y 142 mm de precipitación media anual.

La diferencia de precipitaciones acumulada determina un gradiente oeste-este de menor a mayor agua disponible para las plantas.

La acumulación de las mayores precipitaciones ocurre en el período Otoño-Invierno, (por encima de la media), y las

menores en Primavera-Verano, (por debajo de la media). Esta distribución tiene una gran influencia sobre la vegetación, ya que las precipitaciones ocurren en el período de menor actividad, sumando a esto la fuerte intensidad de los vientos predominantes del oeste, que caracterizan a la región, conforman una importante limitación para el desarrollo de las mismas.

El índice de aridez (UNESCO 1979), varía entre el denominado Arido Inferior (0-0,2), en el oeste y el Arido Superior (0,2-0,3) en el este, siendo para el presente caso predominante el primero.

Dentro de las zonas relevadas se pueden describir cuatro unidades geomorfológicas principales:

- ▲ Relieve estructural disectado.
- ▲ Planicies fluvioglaciales terrazadas.
- ▲ Pedimentos arenarcillosos.
- ▲ Bad Lands.

Desarrollo

1. Materiales

Cartografía IGM: "Estación Km 162" 4569-31; "Estación Pampa del Castillo" 4569-35, ambas en escala: 1:100.000.

Cartografía de Suelos, escala 1:1.000.000, proveniente de atlas de suelo de la Rep. Argentina, (IPNUD-INTA, 1990).

- ▲ Cartografía de Vegetación escala 1:250.000, obtenida Bertellier et al. (1981).

Imagen satelital LAND SAT-TM V del 16/12/97, bandas 3 y 4 correspondiente a la respuesta espectral en el rojo e infrarrojo cercano.

- ▲ Sistema de información geográfica (Eastman, 1997). Planillas de cálculo, programas estadísticos, planillas ambientales de campo para variables ambientales.

- ▲ Elementos de campo: GPS, altímetro, clinómetro, brújula, etc.

2. Método

2.1 De Campo

Se realizaron cuarenta y siete relevamientos utilizando planillas de observación de variables ambientales y biológicas, que se seleccionaron según la propuesta de PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).

A cada variable se le atribuyó un puntaje de uno a cinco, en el sentido de otorgar uno a la situación de menor fragilidad y cinco a la mayor.

El tipo de muestreo fue preferencial dependiendo de los distintos patrones observados en la imagen y sobre el terreno. Esto determinó el muestreo en laderas de diferentes exposiciones, como en mesetas y fondos de cañadones.

Se determinó el área cuatro como testigo, por no haber sido expuesta a la influencia de la actividad petrolera.

2.2 De Gabinete

2.2.1 Procesamiento de la Imagen y Cartografía Digital

a- Rectificación de la Imagen empleando como punto de apoyo los pozos referenciados en coordenadas planas. Teniendo en cuenta el objetivo previsto en el trabajo se obtuvo el denominado Índice de Vegetación, (NDVI), empleando las bandas cuatro (infrarrojo cercano), que se refleja por el mesófilo de las hojas de las plantas y la tres (rojo) que es absorbida por las plantas durante el proceso fotosintético y reflejada fuertemente por el suelo desnudo.

b- Clasificación de la cobertura empleando 10 categorías, dos de ellas dentro de valores negativos de NDVI y las otras ocho dentro de valores positivos. Los valores

se definen desde 1 (de escasa a cobertura nula) hasta 10 de máxima cobertura.

c- Digitalización de la imagen en una mesa digitalizadora empleando programa Autocad 2000 y posterior tratamiento con sistema de información geográfica (SIG), lo que permite trazar los diferentes componentes cartográficos, (curva de nivel, caminos existentes, límites de campo y áreas escogidas), sobre las imágenes rectificadas para realizar una composición en el SIG.

d- Por medio de las curvas de nivel se generó un modelo numérico de terreno tridimensional, sobre el que se superpuso la imagen del NDVI para obtener una percepción aproximada de cómo aparece el terreno.

e- Tratamiento estadístico de los datos, para determinar la relación entre las variables seleccionadas y el NDVI, por medio de una regresión lineal.

2.2.2 Evaluación de la fragilidad ambiental

La fragilidad ambiental es una medida de la labilidad de un ecosistema o de su susceptibilidad. La elección de las variables a considerar fue en rela-

ción a los principales factores y procesos que operan en la región.

Las variables consideradas fueron: Pendiente, Altitud, Índice de Aridez, Cobertura de especies vegetales perennes, Cobertura de especies vegetales forrajeras, Susceptibilidad al fuego, Erosión Hídrica, Cobertura de Pavimento del desierto, Salinización y Picadas y Rutas.

2.2.3 Obtención del Valor Pastoral

El Valor Pastoral indica la calidad relativa de la vegetación y está basado en su composición florística, la calidad y cantidad de las especies que la componen de acuerdo a la propuesta de Passera et al. (1983) y Elisalde et al (1992).

Para la obtención del mismo se considera el contacto de diferentes especies con una aguja graduada en centímetros de un metro de altura y 0,4 cm de grosor. La línea de marcha (transecta) se realiza con un intervalo de un paso, enumerado el contacto de las diferentes especies forrajeras o no sobre la aguja.

Este tipo de evaluación de biomasa no destructivo, si bien no posee el grado de precisión de los métodos tradicionales

de cosecha, posee la ventaja de menor tiempo de muestreo y elaboración de resultados.

Resultados

Los resultados generales de superficie ocupada por las diferentes categorías de índice de vegetación normalizado, según lo detallado en la metodología, aparecen en la Tabla I.

En la Tabla II puede observarse la relación existente entre el NDVI y la cobertura total.

En la Tabla III puede observarse la relación del tipo de vegetación, fragilidad ambiental y el valor pastoral descriptos para cada área, como así también la receptividad ganadera, calculada para cada una de las mismas.

Conclusión

Si bien el trabajo fue preliminar abarcando tan solo un área de 4.500 has, los resultados obtenidos y mostrados en tabla indican que:

- ▲ La fragilidad se ubica entre las categorías 4 a 6, las cuales pueden considerarse intermedias.
- ▲ La cobertura vegetal oscila, entre un 40% a un 65%.

Tabla I: Superficie ocupada (hectáreas y porcentaje) por las categorías de Índice de Vegetación (NDVI) en el área total y en cada una de las áreas escogidas. Obsérvese las clases predominantes resaltadas por área.

- ▲ La receptividad ganadera oscila entre 4,83 – 14,5 has/UGO.
 - ▲ El área cuatro tomada como testigo, sin actividad petrolera arroja valores intermedios. Categoría de fragilidad 5, cobertura vegetal media 60%, receptividad 7,25 has/UGO.
- Para un manejo responsable de las dos actividades que convergen en el área, actividad petrolera y ganadera, el conocimiento del estado de fragilidad y cobertura vegetal ayuda a la toma de decisiones en la protección y/o recuperación de los ecosistemas. Teniendo en cuenta que el impacto de cualquier actividad incidirá más en cada ecosistema cuanto mayor sea su grado de fragilidad.

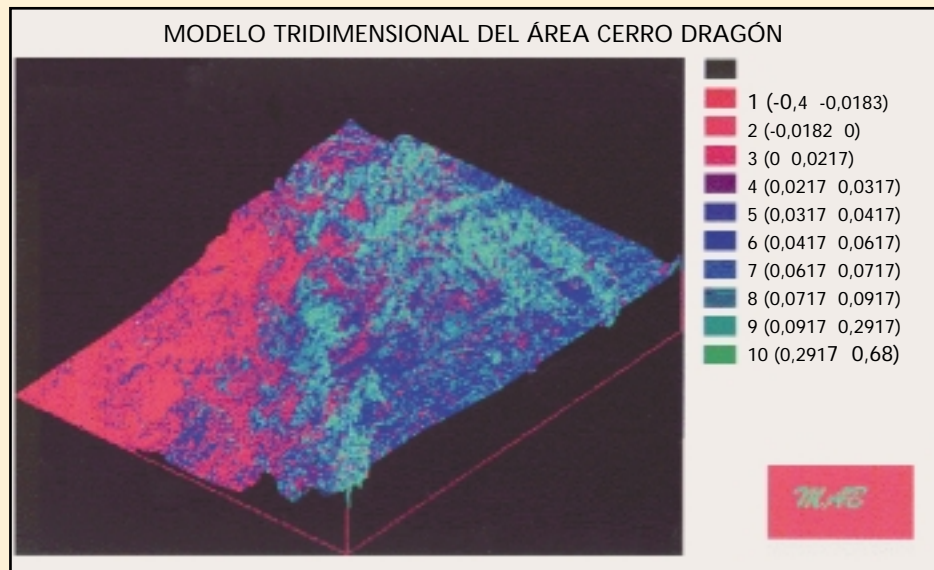
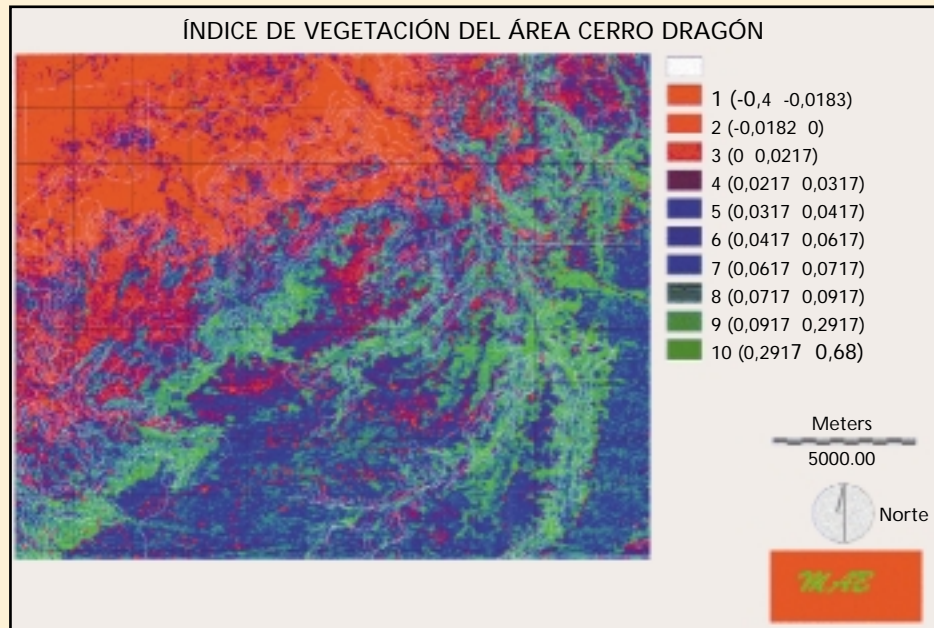
Áreas Categorías de NDVI	Área 1	Área 2	Área 4 (Testigo)	Área 5	Área 6	Área 7	Área General
1 (-0.4 -0.0183)	66.79 3.68%	672.47 46.42%	0.81 0.03%	0.36 0.37%	6.03 5.90%	1.17 1.19%	4024.54 9.89%
2 (-0.0183 0.000)	48.43 2.74%	319.04 22.02%	2.97 0.12%	0.45 0.46%	2.52 2.50%	1.35 1.37%	2518.50 6.19%
3 (0.000 0.0217)	311.28 17.63%	349.92 24.15%	78.50 3.15%	9.72 9.93%	18.27 18.09%	5.31 5.41%	5955.50 14.64%
4 (0.0217 0.0317)	138.54 7.85%	54.01 3.73%	103.07 4.14%	8.01 8.18%	13.95 13.81%	2.61 2.66%	2723.21 6.70%
5 (0.0317 0.0417)	151.59 8.58%	31.42 2.17%	224.68 9.03%	9.45 9.65%	14.85 14.70%	5.22 5.32%	3444.45 8.46%
6 (0.0417 0.0617)	305.70 17.31%	20.53 1.42%	892.26 35.86%	20.97 21.42%	16.11 15.95%	10.80 11.01%	8347.86 20.51%
7 (0.0617 0.0717)	152.49 8.63%	1.08 0.07%	472.50 19.15%	15.39 15.71%	8.10 8.02%	7.74 7.89%	3985.65 9.79%
8 (0.0717 0.0917)	284.19 16.09%	0.27 0.02%	476.29 19.14%	20.34 20.78%	10.71 10.60%	18.72 19.10%	5257.37 12.92%
9 (0.0917 0.2917)	307.14 17.40%	0 0%	235.68 9.47%	13.32 13.60%	10.44 10.33%	44.91 45.82%	4416.95 10.86%
10 (0.2917 0.6800)	0.18 0.01%	0 0%	1.26 0.05%	0 0%	0 0%	0.18 0.18%	17.37 0.04%
Total	1766.16	1448.74	2488.02	97.91	100.98	98.10	40691.47

Tabla II: Categoría de Índice de Vegetación en relación a la Fragilidad de Ecosistema evaluada y Cobertura de Vegetación.

Categoría del Índice de Vegetación	Fragilidad (Categoría)	Cobertura Total (%)
1 (-0.4 -0.0183)	Sin Evaluar	<< 42
2 (-0.0183 0.0000)	Sin Evaluar	< 42
3 (0.0000 0.0217)	30.2 (6)	42
4 (0.0217 0.0317)	26 (4)	48
5 (0.0317 0.0417)	30.8 (6)	53
6 (0.0417 0.0617)	29.6 (5)	57
7 (0.0617 0.0717)	30 (5)	59
8 (0.0717 0.0917)	27.9 (5)	62
9 (0.0917 0.2917)	30.2 (6)	65
10 (0.2917 0.6800)	31 (6)	>65

Tabla III: Se observa la relación existente entre el NDVI y la Cobertura Total, en tanto que los valores de Fragilidad varían en cada caso entre la categoría 4 a 6.

Área	Área 1-3		Area 2		Área 4		Area 5		Area 6		Area 7	
	F	VP	F	VP	F	VP	F	VP	F	VP	F	VP
B7	s/d	s/d	27,0	1,3	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
B13'	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
B15	s/d	s/d	29,0	3,0	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
D4	32,0	5,2	28,3	1,7	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
E0	31,5	2,2	s/d	s/d	24,0	2,8	31,0	5,2	31,3	1,2	30,3	2,4
F0	29,0	1,2	s/d	s/d	27,7	2,4	s/d	s/d	28,0	5,2	29,0	1,2
F2	28,5	3,9	s/d	s/d	28,0	6,8	s/d	s/d	s/d	s/d	24,0	7,4
F3	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
G2	30,5	5,0	s/d	s/d	s/d	s/d	31,0	6,7	s/d	s/d	s/d	s/d
Pel.BD	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Media	30,3	3,1	28,1	2,0	26,6	4,0	31,0	6,0	30,0	3,2	27,7	3,7
Recep.Ganaderas/UGO	9,35		14,5		7,25		4,83		6		7,84	



► *Elena Vicente*
Supervisor de Seguridad,
Salud y Ambiente de
Panamerican Energy
Unidad de Gestión del
Golfo San Jorge

evicente@pan-energy.com