

**EFEECTO DEL DERRAME DE PETRÓLEO DEL BUQUE NISSOS AMORGOS SOBRE LA FAUNA MACRO INVERTEBRADA BENTÓNICA DEL GOLFO DE VENEZUELA: CINCO AÑOS DESPUES\***

EFFECT OF THE NISSOS AMORGOS OIL SPILL ON THE MACROBENTHIC INVERTEBRATE FAUNA OF VENEZUELAN GULF: FIVE YEAR AFTER

*Héctor J. Severeyn V., José Delgado, Antonio Godoy y Yajaira García de Severeyn*

*Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias, Dpto. de Biología  
Unidad Académica de Ecología Acuática Lab. de Sistemática de Invertebrados Acuáticos  
Fax: 0261-759-8109; E-mail: hectorsevereyn@yahoo.com*

**RESUMEN**

El 27 de Febrero de 1997, el buque tanque griego Nissos Amorgos liberó 25.000 barriles de petróleo en el canal de navegación del Lago de Maracaibo, Venezuela. El petróleo liberado se dirigió hacia la costa de la playa Caimare Chico donde llegaron 14.000 barriles de petróleo. Debido a las corrientes costeras y al viento, el petróleo se dispersó hacia el Noroeste cubriendo 48 Km de costas arenosas de alta energía, hasta la playa Caño Sagua. Debido a que se disponían de estudios de línea base acerca de la biodiversidad de invertebrados macrobentónicos de estas playas, se pudo hacer una estimación de la mortalidad que causó este derrame. Se utilizó el método SCAT para determinar la cobertura de petróleo y estimar la cantidad de invertebrados aniquilados. Los resultados indicaron que 7.580.000 macroinvertebrados murieron, eliminado al menos a 28 especies en Caño Sagua y 23 especies en Caimare Chico. Las almejas comerciales, *Tivela mactroides* (guacuco) y *Donax striatus* (chipichipi) totalizaron casi 5 millones, representando el 64% de la macrofauna béntica aniquilada. Los daños ecológicos fueron incalculables y hasta la fecha el monitoreo de las playas afectadas revela que, 5 años después, solo han regresado a las playas afectadas cerca del 40% de las especies que originalmente allí se encontraban. Estos resultados sugieren que le tomará, desde ahora en adelante, una década más a la fauna macrobéntica recuperar sus condiciones originales.

**Palabras clave:** Derrame de petróleo, macrobentos, invertebrados, Golfo de Venezuela

**ABSTRACT**

On February 27<sup>th</sup> of 1997, the tankship Greek Nissos Amorgos liberated, 25.000 barrels of petroleum in the navigation channel of the Lake Maracaibo, Venezuela. The released petroleum went toward the coast of Caimare Chico beach where arrived 14.000 barrels. Due to the coastal currents and wind, the petroleum was dispersed toward Northwest covering 48 Km of high energy sandy costs up to the beach of Caño Sagua. Because there were baseline studies about the biodiversity of macrobenthic invertebrates of these beaches, it was possible to estimate the mortality caused by this spill. The SCAT method was used to determine the covering of petroleum and estimate the quantity of macroinvertebrates annihilated. The results indicated that 7.580.000 macroinvertebrates died, eliminating at least 28 species in Caño Sagua and 23 species in Caimare Chico. The commercial clams, *Tivela mactroides* (guacuco) and *Donax striatus* (chipichipi) totalled almost five millions, representing 64% of the benthic macrofauna annihilated. The ecological damages were incalculable and so far the monitoring of the affected beaches reveals that, five years later, only 40% of the displaced species have returned to the beaches. This results suggest that it will take at least one decade, from now on, for the macroinvertebrate fauna to recover to the initial conditions.

**Key words:** Oil spill, petroleum, macrobenthos, invertebrates, Gulf of Venezuela.

\*trabajo originalmente presentado en el I Simposio Venezolano de Ecología de Aguas Continentales, Maracaibo, Venezuela, diciembre de 2001.

## INTRODUCCIÓN

Los derrames de petróleo se han convertido en un accidente cada vez más frecuente. La alta tasa de exportación petrolífera mundial ha conllevado a una actividad intensiva de extracción y transporte de petróleo que, solo por probabilidad, han incrementado la posibilidad de accidentes que liberen al ambiente grandes cantidades de petróleo. Entre 1993 y 1999 hubo 25 grandes derrames de barcos tanqueros los cuales arrojaron cerca de cinco millones de barriles de petróleo en los mares del mundo (Peterson y Estes 2001). Así, los derrames de petróleo se han convertido en una parte del diario vivir de la naturaleza y de las naciones, sean o no productoras de este preciado recurso natural.

A pesar de que podría considerarse natural la presencia de petróleo en la naturaleza, su contacto con recursos naturales vivos constituye realmente una catástrofe. Ha venido creciendo la expectativa de que el petróleo constituye una amenaza para los organismos y en especial para aquellos acuáticos, organismos que viven en el ambiente donde se han presentado la mayoría de los grandes derrames petroleros (Williams y Davis 1995).

El aspecto que normalmente es crítico y hacia donde se dirigen la mayoría de los esfuerzos técnicos cuando ocurre un derrame de petróleo en aguas, es a la remoción rápida del mineral derramado; esto debido a que el efecto inmediato más devastador de un derrame es la mortalidad masiva de organismos que se produce al ser totalmente cubiertos por la masa semilíquida y pastosa (Peterson 2001).

Desde el punto de vista de evaluar ecológicamente el impacto de un derrame de petróleo, el problema es que cuando se produce en áreas costeras, generalmente es poco lo que se conoce de la biodiversidad del ambiente afectado y menos aún de la trama ecológica que allí funcionaba antes del derrame. La mayoría de los estudios del impacto ambiental o ecológico de un derrame se hacen sobre la base de un seguimiento de la capacidad de respuesta del ecosistema en base a la recuperación, básicamente desde cero, que se da en el ambiente una vez la devastación causada por el derrame ha eliminado toda forma viviente. En este sentido la data existente es, en su mayoría, post derrame (Paine *et al.* 1996, Day *et al.* 1997, Peterson y Estes 2001).

En el caso del derrame de petróleo del buque

Nissos Amorgos en Venezuela, la situación es distinta. Por azares de la ciencia, la zona afectada por este derrame, 48 Km. de costas marinas arenosas de alta energía, ubicadas entre las playas conocidas como Caimare Chico y Caño Sagua, habían sido inventariadas, en términos de biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos (Severeyn *et al.* 1995, Delgado *et al.* 1996). Así mismo se conocía la distribución espacio-temporal de dos de los recursos pesqueros de la zona, las almejas *Tivela mactroides* y *Donax striatus*, conocidas comúnmente como gacuco y chipi-chipe, respectivamente (Severeyn *et al.* 1996, Rodríguez 1987).

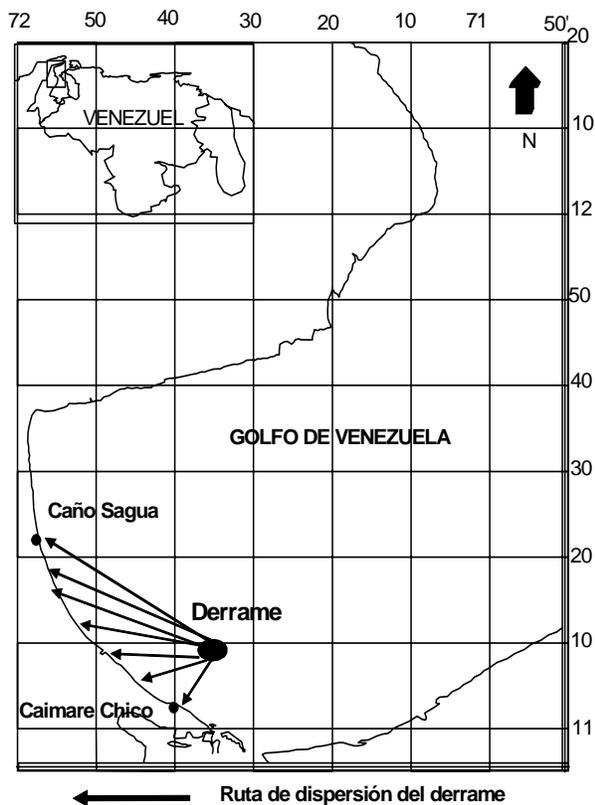
Así, se disponía de información de línea base que ha permitido evaluar, no sólo la magnitud del impacto sino también cuanto, en términos cualitativos y cuantitativos, se han recuperado las zonas afectadas. Este artículo presenta las evidencias del impacto ecológico del derrame de 25.000 barriles de petróleo causados por el encajamiento del buque Nissos Amorgos, en la boya 11 del canal de navegación en el Golfo de Venezuela ocurrido el 27 de Febrero de 1997 (Figura 1) y el grado de recuperación de la comunidad macro bentónica, 5 años después.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Inventario de la fauna macro bentónica antes del derrame

El punto de partida para evaluar el impacto causado por el derrame del CHA., fue el inventario de fauna macro bentónica obtenido de las playas Caimare Chico y Caño Sagua, realizados entre 1994 y 1996. Este inventario se realizó mediante un muestreo con transectas y cuadratas según lo descrito por Delgado (1997). Este consistió en trazar una transecta de 100m perpendicular a la línea de marea baja. Sobre la transecta, cada 10m, se colectaron tres muestras, perpendiculares a la transecta, separadas por dos mts de distancia. Cada muestra se colectó con una draga Ekman de 0,0122 m<sup>2</sup>, colocada sobre el sedimento y cerrada manualmente. Cada muestra consistió de un promedio de 2 kilos de arena. En total se colectaron un promedio de 30 muestras por mes durante un año.

La arena fue colocada en bolsas plásticas, etiquetadas y trasladadas al laboratorio. En este, cada muestra fue tamizada a través de una serie de tamices desde 2 mm hasta 180 micras. Los



**Figura 1.** Ubicación geográfica del derrame del Buque Tanque griego Nissos Amorgos y ruta de dispersión del petróleo.

organismos capturados se separaron por grupos taxonómicos mayores, se fijaron en formalina al 0% por 24 horas y se preservaron en alcohol etílico 170%.

#### **Estimación del grado de cobertura del derrame y porcentaje probable de mortalidad**

Para determinar la mortandad total de organismos se calculó la superficie total del área que resultó cubierta por petróleo. Esto se realizó en base a mediciones realizadas *in situ*, durante el derrame, por el Instituto para el Control y la Conservación del Lago de Maracaibo (ICLAM) y PDVSA, utilizando el método SCAT (Owens y Sergy 1990). SCAT, que significa, Equipo de Evaluación de la Limpieza de Costas, en sus siglas en inglés, permite el reconocimiento y documentación sistemática de la zona afectada para producir una descripción geográfica de las

condiciones de la costa para poder tomar decisiones en tiempo real en función de limpiar las zonas afectadas. Este método, en relación a lo que nos concierne, permitió cuantificar el grado de cobertura o superficie del sedimento cubierta con petróleo. SCAT utiliza una escala desde 10 a 100 % de cobertura que ha sido asociada a porcentajes de mortalidad de los organismos que viven en el sedimento.

#### **Cálculo de la mortalidad instantánea por grupo taxonómico**

La estimación de la mortalidad instantánea causada por el derrame se estimó en función de los valores de densidad promedio de organismos macrobentónicos del mes de febrero obtenidos del inventario previo al derrame. La densidad por m<sup>2</sup> de organismos se multiplicó por el área de la costa afectada y por el porcentaje de mortalidad estimado a partir de la cobertura de petróleo estimada por el método SCAT. Los pasos para realizar estos cálculos son explicados en el Apéndice 1.

#### **Estimación del número de especies eliminadas y la magnitud de la recuperación**

Entre octubre del 2000 y septiembre del 2001, se repitió el inventario de biodiversidad de macroinvertebrados bénticos en las playas de Caño Sagua y Caimare Chico, cinco años después del derrame. Se aplicó la misma metodología de colección, con el mismo número de muestras y durante el mismo tiempo de forma tal que se pudieran hacer comparaciones precisas de la variación de la fauna macroinvertebrada béntica antes y después del derrame.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **Grado de afectación de la costa y cuantificación de la mortalidad instantánea**

El método SCAT permitió establecer que los 48 Km de costa afectada mostraron distinto grado de afectación, ya que el petróleo cubrió distintos porcentajes del sedimento. En general, el grado de cobertura y por lo tanto la mortalidad causada, disminuye de Este a Oeste, orientación que coincide con el patrón de corrientes y vientos costeros del Golfo de Venezuela (Rodríguez 2000). Esto indicó claramente que el efecto del derrame fue magnificado ya que no se concentró en una pequeña porción de la costa sino que se extendió a lo largo de ella. Las zonas afectadas variaron desde 25

A CINCO AÑOS DEL DERRAME DE PETRÓLEO DEL NISSOS AMORGOS

**Tabla 1.** Especies macrobentónicas presentes en la playa Caimare Chico y Caño Sagua entre 1994 y 1996 antes del derrame de petróleo del buque tanque Nissos Amorgos, Golfo de Venezuela.

Mollusca	<i>Tivela mactroides</i> <i>Transennella cubaniana</i> <i>Rangia cuneata</i> <i>Anadara floridana</i> <i>D. denticulatus</i> <i>Codakia pectinella</i> <i>Crassostrea rhizophorae</i> <i>Diplodonta sp.</i> <i>E. novangliae</i> <i>Vitrinella sp.</i> <i>Cresseis acicula</i> <i>Natica canrena</i> <i>Anachis sp.</i> <i>T. exilis</i> <i>Ervilia concentrica</i> <i>Cochliolepis parasitica</i> <i>Petaloconchus erectus</i> <i>Truncatella sp.</i> <i>Mitrella nitens</i> <i>Serpulorbis sp.</i> <i>Cerithiopsis latum</i>	<i>Chione cancellata</i> <i>Gemma purpurea</i> <i>Macoma breviformis</i> <i>A. brasiliiana</i> <i>Brachidontes sp.</i> <i>C. orbicularis</i> <i>Pteria sp.</i> <i>Epitonium frielei</i> <i>Bittium sp.</i> <i>Teinostoma sp.</i> <i>Diodora sp.</i> <i>Marginella sp.</i> <i>Antigona sp.</i> <i>Mytilus sp.</i> <i>Codakia pectinella</i> <i>Odostomia sp.</i> <i>Eulima bifasciata</i> <i>Microdochus floridanus</i> <i>Pseudomalaxis nobilis</i> <i>Diastoma varium</i> <i>Alaba incerta</i>	<i>Pitar dione</i> <i>Mulinia lateralis</i> <i>Strigilla pisiformis</i> <i>Donax striatus</i> <i>Pholas campechiensis</i> <i>Crasinella lunulata</i> <i>Petricola pholadiformis</i> <i>E. turritellarum</i> <i>Olivella minuta</i> <i>Turbonilla sp.</i> <i>Cirsotrema dalli</i> <i>Solariella obscura</i> <i>Tellina radiata</i> <i>Cyrtopleura costata</i> <i>C. orbicularis</i> <i>Melongena melongena</i> <i>Fontigens turritella</i>
Artropoda	<i>Emerita brasiliensis</i> <i>Ogyrides alphaerostris</i>	<i>Lepidopa sp.</i> <i>Liljeborgia sp.</i>	<i>Penaeus sp</i> <i>Excirrollana braziliensis</i>
Anelida	<i>Malacocerus sp.</i> <i>Hemipodus sp.</i> <i>Lumbrineris sp.</i> <i>Leanira sp.</i> <i>Spio sp</i> <i>Pisionidens sp.</i> Pilargidae (una especie) Anelida ( 4 especies no identificadas)		
<b>Total: 76 especies</b>			

hasta el 100% de cobertura. Esta es la situación típica en muchos derrames ya que raramente el petróleo derramado se quedo estático (Reddy y Quinn 2001, Mohammed *et al.* 1996).

En la Tabla 1 se muestra el listado de las especies que estaban presentes entre Caimare Chico y Caño Sagua antes del derrame de petróleo del N.A., y en la Tabla 2 la mortalidad instantánea calculada de organismos incluyendo las dos especies consideradas recurso pesquero: *Tivela mactroides* y *Donax striatus*.

La Tabla 2 muestra que un total de 7.580.000 organismos fueron aniquilados. De estos fueron, 1.480.000 guacucos y 3.328.000 chipi-chipies. El resto, 2.700.000 organismos, representaron en conjunto 74 especies distintas.

No existen en la literatura estimaciones como

las anteriores en lo que respecta a invertebrados bentónicos en playas de alta energía. La mayoría de los estudios previos, especialmente entre los años 70s y 80s, hicieron reportes en términos de porcentajes a partir de muestreos posteriores al derrame (ej. Chia 1971; Stein 1978) y aun mas vagos usando términos como “ significant” , “abundant” y “heavy mortality” (ej. Chasse y Guenole-Bouder 1981). Todavía, hoy día se siguen publicando artículos con las mismas imprecisiones y basados en estudios “a posteriori» (Barille *et al.* 2004). En los 90s comienzan a aparecen reportes mas precisos con cuantificaciones mas directas en lo que respecta a poblaciones de vertebrados afectadas por derrames (ej. Ford *et al.* 1996) pero siempre basados en datos post-derrames.

**Tabla 2.** Mortalidad de organismos por área de las playas afectadas producido por el derrame de petróleo de Nissos Amorgos

ZONA #	UBICACIÓN	KM	%Mort./cob.	AREA (m <sup>2</sup> )	anim/m <sup>2</sup>	Mort-Total	Guacu/m <sup>2</sup>	Mort-Guac.	Chipi/m <sup>2</sup>	Mort-Chipi
1	del -25 al -11	15	25	1200	8160	2448000	416	374400	1786	535800
2	del -10 al -7	4	50	320	5498	879680	519	82960	1732	277040
3	del -6 al -3	4	75	320	2835	680400	621	149040	1677	402480
4	del -2 al +6	9	50	720	2835	1020600	621	223560	1677	603720
5	del +7 al +11	5	75	400	2835	850500	621	186300	1677	503100
6	del +12 al +16	5	100	400	2835	1134000	621	248400	1677	670800
7	del +17 al +18	2	75	160	2835	340654	621	74520	1677	201240
8	del +19 al +22	4	25	320	2835	226800	621	149040	1677	134160
<b>Totales</b>		<b>48</b>		<b>3840</b>		<b>7580634</b>		<b>1488220</b>		<b>3328340</b>

### Cambios en la composición de las especies

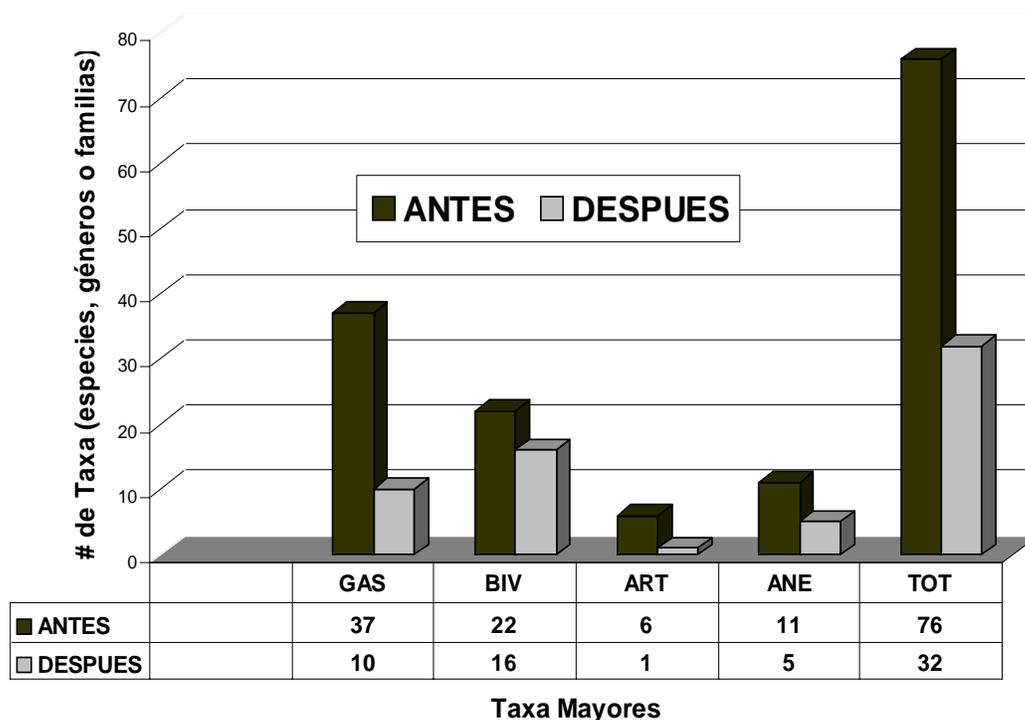
Aunque se sabe con certeza que habían al menos 76 especies de macroinvertebrados bentónicos en las playas de Caño Sagua y Caimare Chico, realmente nunca sabremos el número total de especies que existían antes del derrame y que desaparecieron de estas zonas, ya que otros componentes bióticos del bentos tales como invertebrados microbénticos (nematodos, ostrácodos, anfípodos, cladóceros y copépodos), meiofaunales (kinorrrincos, nematomorfos, equiuridos, etc.) y zooplanctónicos (rotíferos por ejemplo) no habían sido estudiados antes del derrame.

Sin embargo, la lista de macroinvertebrados bénticos conocidos hasta diciembre de 1996 constituye un excelente marco de referencia para determinar en que grado fueron afectadas estas playas, y a que velocidad las zonas ecológicamente dañadas pudieran estar recuperándose. De la comparación de los 76 taxa que se conocían y que estaban documentadas en los inventarios realizados entre 1994 y 1996 desde Caimare Chico hasta Caño Sagua con el listado de taxa censados entre las mismas playas desde octubre de 2000 hasta Septiembre del 2001 (Figura 2), se puede observar que solo 32 estuvieron presentes en el 2002. Estas 32 especies, las cuales representan sólo 42 % del número de especies que originalmente existían en

las playas afectadas, no representan tampoco las mismas especies, ya que incluye especies que no estaban presentes antes del derrame. Sin embargo, en términos generales se puede afirmar que en los cinco años que han transcurrido desde que ocurrió el derrame, las playas citadas apenas han recuperado cerca de la mitad de su biodiversidad original. Si la recuperación sigue a este ritmo, podríamos pronosticar que la recuperación total (si es que puede usarse el término) podría darse en unos 10 años. Estas proyecciones no concuerdan con lo sugerido en la literatura, la cual habla de un promedio de dos a tres años para playas de similares características (Yamamoto *et al.* 2003) con un máximo de cinco (Nikitik y Robinson 2003). Esta disparidad se debe mayormente al hecho de que el tiempo de recuperación en estos estudios se mide en función del aumento de la macrofauna invertebrada remanente después del derrame, sin tener conocimiento de la diversidad y riqueza de especies reales que existía antes del derrame. Esto sugiere que los tiempos de recuperación indicados en la literatura sobreestiman el tiempo real de recuperación. Los presentes datos apuntan a tiempos mayores del doble de lo previamente reportado, incluso en artículos recientes.

Un ejemplo preciso que muestra la importancia de conocer lo que existía antes de un derrame es la presencia de especies raras. Es el caso de la desaparición del camarón de la arena

## A CINCO AÑOS DEL DERRAME DE PETRÓLEO DEL NISSOS AMORGOS



**Figura 2.** Comparación del número de taxa presentes antes (1996) y después (2001) del derrame de petróleo del Nissos Amorgos. GAS = moluscos gasterópodos, BIV = moluscos bivalvos, ART = artrópodos, ANE = anélidos, TOT = totales

*Ogyrides alphaerostris*, especie que previo a su hallazgo en 1995 en Caño Sagua, no había sido reportada para el Norte de Sur América, desde su cita para las costas de Brasil en la década de los 60s (Delgado *et al.* 2000). Cinco años después del derrame no ha sido colectado ni un solo ejemplar. ¿Se puede entonces hablar de recuperación?

El deterioro de la ecología de las playas afectadas no sólo puede medirse por la desaparición de las especies previamente presentes sino también por la aparición de especies antes no detectadas. Un ejemplo lo constituyen los anélidos. De 11 taxa previamente presentes, sólo una existe hoy día. Adicionalmente, aparecieron cuatro nuevas taxa, de los cuales la especie *Capitella capitata* es citada en la literatura como indicadora de contaminación y/o estrés ambiental (Schmitt y Osenberg, 1996). La aparición de especies oportunistas es otro indicativo de que la recuperación postderrame está todavía lejos ya que la estructura de la comunidad pre-derrame cambió y no ha vuelto a ser la misma.

## CONCLUSIONES

Los resultados antes expuestos son muy claros y demuestran que el derrame de petróleo del Buque Nissos Amorgos afectó, negativa y dramáticamente, a la fauna macroinvertebrada de las playas del suroeste del Golfo de Venezuela. El deterioro de la biodiversidad de las playas afectadas es profundo y permanecerá evidente por mucho tiempo. Los cambios más difíciles de resarcir por la naturaleza misma están relacionados con la estructura trófica, la desaparición de especies y su sustitución por otras oportunistas. A cinco años del derrame, los daños son todavía muy evidentes y la expectativa, basada en los presentes resultados, es que pasará una década antes de que se pueda afirmar que la zona afectada se haya recuperado totalmente. El tiempo de recuperación proyectado en este estudio triplica los pronósticos de tiempo hecho por recientes publicaciones. Esta disparidad se debe a la práctica equivocada de hacer predicciones basadas sólo en datos postderrame.

## LITERATURA CITADA

- BARILLE-BOYER, A., L. BARILLE, Y. GRUE y N. HARIN. 2004. Temporal changes in community structure of tide pools following the «Erika» oil spill. *Aquatic living resources* 17: 323-328.
- CHASSE, C. y A. GUENOLE-BOUDER. 1981. Comparaison Quantitative des Populations Benthiques des Plages de St-Efflam et St-Michel-en-Greve Avant et Depuis le Naufrage de l'Amoco Cadiz. Amoco Cadiz , pp. 347-357. Fates and Effects of the Oil Spill. Proceedings of the International Symposium. Centre Oceanologique de Bretagne, Brest, France, November 19-22, 1979.
- CHIA, F. S . 1971. Diesel oil spill at Anacortes. *Marine Pollution Bulletin* 2:105-106.
- DAY R., S. MURPHY, N. SMITH, G. WIENS, D. HAYWARD y J. HARNER. 1997. Effects of the Exxon Valdez oil spill on habitat use by birds in Prince William Sound, Alaska. *Ecological Applications* 7:593-613.
- DELGADO J. 1997. Estudio comparativo de la biodiversidad y distribución de la fauna macrobentónica invertebrada presente en las playas arenosas de alta energía de Caño Sagua y Caimare Chico (Municipio Paéz, Estado Zulia). Trabajo Especial de Grado, La Universidad del Zulia, Fac. Exp. de Ciencias, Dpto. de Biología, 103 Pp.
- DELGADO J., H. SEVEREYN y Y. GARCÍA DE SEVEREYN. 2000. First record of *Ogyrides alphaerostris* (Crustacea:Ogyridae) for Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 48:271-275.
- DELGADO J., H. SEVEREYN y J. GODOY. 1996. Resultados preliminares de la fauna invertebrada macrobentónica presente en la playa arenosa de alta energía de Caimare Chico, Estado Zulia, Venezuela. Resúmenes de las VII Jornadas Científicas Nacionales de la Facultad Experimental de Ciencias, LUZ, Maracaibo, Venezuela.
- FORD, R., M. BONNELL, D. VAROUJEAN, G. PAGE, H. CARTER, B. SHARP, D. HEINEMANN y J. CASEY. 1996. Total direct mortality of seabirds from the Exxon Valdez oil spill. Proceedings of the Exxon Valdez oil spill Symposium, Bethesda, Maryland, American Fisheries Society Symposium 18: 684-711.
- MOHAMMED, E., S. GHEITH y A. BELTAGY. 1996. Oil spill trajectory model. *Journal of King Abdulaziz University (Marine Sciences.) Spec. Issue.* 7:3-12.
- NIKITIK, C. y A. ROBINSON. 2003. Patterns in benthic populations in the Milford Haven waterway following the 'Sea Empress' oil spill with special reference to Amphipods. *Marine Pollution Bulletin* 46:1125-1141.
- OWENS E. y G. SERGY. 1990. The Scat Manual: A field guide to the documentation and description of oiled shorelines. *Polaris Applied Sciences Inc.*
- PAINE R., A. RUESINK, E. SUN, M. SOULANILLE, M. WONHAN, C. HARLEY, D. BRUMBAUGH y D. SECORD. 1996. Trouble on oiled water: Lessons from the Exxon Valdez oil spill. *Annual Review of Ecology and Systematics* 27:197-235.
- PETERSON C. 2001. The Exxon valdez oil spill in Alaska: Acute, indirect and chronic effects on the ecosystem. *Advances in Marine Biology* 39:1-103.
- PETERSON C. y J. ESTES. 2001. Conservation and management of Marine Communities. Pp. 469-507, *in* Bertness M., Gaines S. y M. Hay, (eds.): *Marine Community Ecology*. Sinauers Associates Inc., Sunderland, Massachusetts, USA.
- REDDY, C. y J. QUINN J. 2001. The North Cape oil spill: hydrocarbons in Rhode Island coastal waters and Point Judith Pond. *Marine Environmental Research* 52:445-461.
- RODRÍGUEZ G. 2000. El Sistema de Maracaibo, 2da. Ed., Instituto de Investigaciones Científicas de Venezuela (IVIC, Caracas).
- SCHMIT, T. R. y C. OSENBURG. 1996. Detecting Ecological Impacts: Concepts and applications in coastal habitats. Academic Press, California.
- SEVEREYN H., F. MORALES, A. GODOY, J. DELGADO y Y. GARCÍA DE SEVEREYN. 1996. Dinámica poblacional y reproductiva de la almeja *Tivela mactroides* en la playa de Caño Sagua. Edo. Zulia, Venezuela. *Acta Científica Venezolana* 47 (Supl. 1): 40.
- SEVEREYN H., F. MORALES, A. GODOY, J. DELGADO y Y. GARCÍA DE SEVEREYN. 1995. Fauna invertebrada bentónica asociada con la almeja marina *Tivela mactroides* en la playa de Caño Sagua, Edo. Zulia, Venezuela. Resúmenes XLV Convención Anual de Asovac, Noviembre 1995, Caracas, Venezuela.
- STEIN, R., E. GUNDLACH y M. HAYES. 1978. The Urquiola oil spill (5/12/76): observations of biological damage along the Spanish coast. The Proceedings of the Conference on Assessment of Ecological Impact of Oil Spills, Keystone, Colorado.
- WILLIAMS T. y R. DAVIS. 1995. Emergency care and rehabilitation of oiled sea otters: A guide for oil spills involving fur bearing marine mammals. University of Alaska Press, Fairbank, AK.
- YAMAMOTO, T., NAKAOKA, M., KOMATSU, T., KAWAI, H., RESEARCH, M. y K. OHWADA. 2003. Impacts by heavy-oil spill from the Russian tanker Nakhodka on intertidal ecosystems: recovery of animal community. *Marine Pollution Bulletin* 47:1-6.

---

Recibido 29 de octubre de 2003; aceptado 01 de julio de 2004

## A CINCO AÑOS DEL DERRAME DE PETRÓLEO DEL NISSOS AMORGOS

**Apéndice 1.** Cuantificación de la mortalidad de organismos causados por el derrame de petróleo del buque tanque Nissos Amorgos (Base de los cálculos). Golfo de Venezuela.

---

1.- Número de animales por m<sup>2</sup> cuantificados para el mes de Febrero de 1996:

Caño Sagua: 416 guacucos, 1786 chipi-chipis y 9160 de otras especies

Caimare Chico: 621 guacucos, 1677 chipi-chipis y 2835 de otras especies

2.- Cobertura de petróleo (método SCAT) y % de mortalidad de organismos:

Cobertura 4 = 100% mortalidad

Cobertura 3 = 75% mortalidad

Cobertura 2 = 50% mortalidad

Cobertura 1 = 25% mortalidad

3.- % de mortalidad en función de la cobertura de petróleo:

Zona 1: Kms -25 al -11 (Caño Sagua), 25% mort.

Zona 2: Kms -10 al -7 (zona intermedia), 50% mort.

Zona 3: Kms -6 al -3 (Caimare Chico Oeste), 75% mort.

Zona 4: Kms -2 al +6 (Caimare Chico centro), 50% mort.

Zona 5: Kms +7 al +11 (Caimare Chico Oeste), 75% mort.

Zona 6: Kms +12 al +16 (Zona de impacto), 100% mort.

Zona 7: Kms +17 al +18 (Zona de impacto), 75% mort.

Zona 8: Kms +19 al +22 (Caimare Chico Este), 25% mort.

Número de animales, guacucos o chipi-chipis muertos por zona =  $(1 \times \# \text{Kms zona} \times 1000) \times (\% \text{Mortalidad}/100)$

---