

Dr. Neftalí García Martínez, Ana M. López, Mariela Soto,
Dra. Tania García, Shereeza Rosado y Brenda Berríos

Servicios Científicos y Técnicos, Inc.



Impacto de las Actividades de la Marina en **VIEQUES**

DOCUMENTO PRELIMINAR
JUNIO, 2000
REVISADO: NOVIEMBRE, 2001

SERVICIOS CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS, INC.

DR. NEFTALÍ GARCÍA, ANA M. LÓPEZ, MARIELA SOTO,

DRA. TANIA GARCÍA, SHEREEZA ROSADO Y BRENDA BERRÍOS

19 DE JUNIO DE 2000* (REVISADO: 2/NOVIEMBRE/01)

SINOPSIS

Se realizó un estudio para determinar la concentración de metales y derivados de explosivos en la Isla de Vieques. Se tomaron muestras de suelos, sedimentos y agua en distintas formaciones geológicas en las áreas de impacto, al este de estas áreas y en el área civil. Se realizaron análisis químicos a dichas muestras usando métodos aprobados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés). Se han comparado los resultados de dichos análisis con los metales contenidos en los explosivos, propulsores, balas, luces de bengala, chaff y otros materiales utilizados por la Marina de Estados Unidos de América del Norte (la Marina) en las prácticas militares en Vieques. Se han comparado estos resultados con estudios de agua de mar realizados por el laboratorio Caribtec, asesores de la Marina, entre los años 1984 a 1999. Se encontraron concentraciones elevadas de metales y otras sustancias en sedimentos, suelos y agua en las áreas de impacto en comparación con las concentraciones en terrenos hacia el este y en la zona civil. Otro tanto ocurre para cinc y cobre, para esta misma área en comparación con resultados publicados por el Servicio de Catastro Geológico de Estados Unidos de América del Norte (USGS, por sus siglas en inglés) en 1973.

Los resultados se ubicaron geográficamente usando tablas y mapas con las concentraciones más elevadas para cada metal y otras sustancias. Las mismas ocurren en los blancos u objetivos para disparos de la Marina y en puntos bajos en que se acumulan sedimentos arrastrados por las aguas de escorrentía, que incluyen las lagunas. Hemos relacionado de forma preliminar los efectos de las sustancias encontradas con las condiciones de salud de los viequenses registradas por el Departamento de Salud y recogidas a base de la administración de cuestionarios en cuatro comunidades viequenses: Luján, PRRA, Esperanza y Santa María.

INTRODUCCION

La Marina llegó a ocupar alrededor de tres cuartas partes de la superficie de la Isla Municipio de Vieques desde la década del 40. En más de mil cuerdas de terreno del área este, ha llevado a cabo prácticas de bombardeo, por décadas, que han afectado de forma negativa el ambiente terrestre y marino.

Durante más de 23 años hemos hecho trabajo de investigación relacionado con esta situación ambiental en cuanto a sus aspectos naturales y sociales. En la última fase, que comenzó el 30 de mayo de 1999, hemos centrado la atención en la evaluación de los resultados de los análisis químicos de muestras tomadas en las áreas impactadas por los bombardeos y la llamada área de conservación al este de Vieques (ver [Figura 1](#)). También se evaluaron los resultados de los análisis de muestras obtenidas en el área civil.

OBJETIVOS

Determinar la concentración de metales y otras sustancias químicas en las áreas de impacto, el área de conservación al este y el área civil de Vieques. Investigar si hay una relación entre la concentración de las sustancias encontradas en los análisis químicos de suelos, sedimento y agua, las sustancias contenidas en los materiales usados por la Marina en sus prácticas militares, las encontradas por Caribtec en agua de mar y las enfermedades prevalentes en Vieques.

METODOLOGIA

Durante el período del 30 de mayo de 1999 al 11 de abril del 2000 se tomaron muestras de agua, suelo o sedimento en 55 lugares de Vieques. De éstas, 44 fueron tomadas en las áreas de impacto directo, es decir, blancos de bombardeo y lugares cercanos. Cinco muestras fueron tomadas en la llamada zona de conservación hacia el este de las áreas de impacto y seis en el área civil (ver [Figura 1](#)). Se tomaron, además, 11 muestras de agua. De estas últimas, ocho se tomaron en las lagunas Anones, Gato e Iacos o cráteres cercanos. Una muestra de agua de mar fue tomada en la Playa Carrucho cerca de la Laguna Anones, otra cerca de la punta este y una tercera en la laguna del este, las últimas dos dentro de la llamada área de conservación.

Se trató de evaluar la relación entre geología y concentración de metales. Para ello 16 muestras fueron tomadas en la formación extrusiva Kv (andesitas, tufas y brechas) . Una de las muestras obtenidas en la formación Kv se tomó muy cerca de la caliza Tl (dolomita y caliza amarillenta blanda). Se tomó, además, una muestra de subsuelo en la parte baja de un talud cerca de una quebrada en la formación intrusiva kTd (cuarzo diorita, diorita y granodiorita) y una de sedimentos provenientes de esta misma formación, en el área civil. Una de las muestras de suelo y una de sedimento de la caliza Kl (caliza dura grisácea) se tomaron en el área civil (Cayo de Tierra); dos de las muestras de la formación Kv se tomaron en el área civil también.

Se utilizaron los métodos de Espectroscopía de Absorción Atómica (FAAS, GFAAS y CVAAS) y Espectroscopía de Emisión Atómica (ICP-AES) para los metales según el 40 CFR Parte 122-270 de Métodos de Análisis Físico/Químicos (SW-846-6010 y SW-846-7000). Estos métodos se aplican en cumplimiento con los procedimientos normales operacionales aprobados por la EPA.

El límite informado para cada parámetro es la concentración mínima de una sustancia que puede ser informada con una confiabilidad del 99% de que la concentración del analito es mayor de cero. El límite informado es mayor o igual al límite de detección del método según

definido en el 40 CFR. Los resultados expresados como "nd" o "<RL" indican que el analito no fue detectado o que la cantidad determinada es menor que el límite informado para ese parámetro en particular, de modo que un valor preciso no puede ser determinado.

RESULTADOS

El análisis de 66 muestras obtenidas en Vieques durante el último año arroja la presencia de metales, otros elementos y sustancias químicas en elevadas concentraciones en comparación con muestras en las áreas de conservación del este y civil. Las concentraciones elevadas están asociadas a las áreas de impacto directo, cráteres y puntos bajos en los caminos y las lagunas Anones y Gato, en las que se acumulan sedimentos que provienen de las primeras. Las concentraciones elevadas aparecen en distintas formaciones geológicas y están asociadas a las actividades de disparos a diversos objetivos por la Marina (ver [Tabla 1](#)).

Los metales que se han encontrado en concentraciones elevadas, comparadas con lugares a los que no se hacen disparos, son: arsénico, bario, cadmio, cinc, cobalto, cobre, estaño, mercurio, plata y plomo. Las concentraciones de aluminio, cromo, hierro, manganeso, níquel y vanadio, encontradas en ciertos lugares son el resultado, en parte, de las actividades de la Marina. También se encontraron concentraciones elevadas de nitratos, nitritos, amoníaco, hidrocarburos típicos del diesel y fosfatos, que se forman a partir de las explosiones de las bombas o están presentes en otros artefactos bélicos.

Los metales encontrados en elevadas concentraciones están presentes en los explosivos, propulsores, pinturas, balas convencionales y de uranio, napalm, chaff, luces de bengala y otros artefactos bélicos usados por la Marina en Vieques (ver [Tabla 2](#)). Muchos de estos metales y otras sustancias fueron encontradas en concentraciones elevadas en muestras de agua de mar tomadas entre 1984 y 1999 por el laboratorio Caribtec para la Marina, alrededor de 20 minutos a media hora después de que ocurriera una explosión. Estos resultados fueron sometidos por la Marina a la EPA en informes de rastreo de descargas (Discharge Monitoring Reports).

TABLA 1: RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE VIEQUES

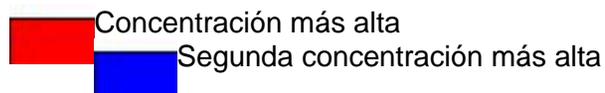
Sustancia química	Resultado (ppm)	Lugar	Tipo de muestra	Sustancia química	Resultado (ppm)	Lugar	Tipo de muestra
Aluminio (Al)	24500	Punta del tanque	#	Plomo (Pb)	138	Anones Salinas del Sur • y Promontorio Calizo	#
	23600	Monte David cerca del tanque	#		75.4	Colina del tanque	#
Plata (Ag)	0.625	Promontorio calizo	#	Mercurio (Hg)	4.21	Anones Bahía Salinas del Sur	"
	0.526	Anones Bahía Salina del Sur	"		0.329	Aeropuerto Anones	"
Estaño (Sn)	38.7	Cráter viejo en Laguna Gato	•	Vanadio (V)	178	Monte David cerca de tanque	#
	---				164	Talud 75m suroeste de avión	#
Arsénico (As)	20.2	Area de bombas de racimo	#	Cinc	872	Area de racimo de bombas	#
	16.4	Area de bombas de racimo	#		325	Area de racimo de bombas	#
Bario (Ba)	1170	Area de bombas de racimo	#	Níquel (Ni)	68.7	Colina Punta Gato	#
	1100	Area quemada 75m NE de avión	#		32.9	Camino cerca Monte y Laguna Gato	"
Cadmio (Cd)	31.3	Area de bombas de racimo	#	Nitratos y Nitritos	50.8	Anones Salinas de Sur	"

TABLA 1: RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE VIEQUES

Sustancia química	Resultado (ppm)	Lugar	Tipo de muestra	Sustancia química	Resultado (ppm)	Lugar	Tipo de muestra
	27.4	Area de bombas de racimo	#	(NO ₃ - NO ₂)	30.2	Monte David sureste	#
Cromo (Cr)	40.2	Camino cerca del Monte y la Laguna Gato	"	Amoniaco (NH ₃)	50.1	Camino Calizo	"
	31.9	50m suroeste de avión	#		46.8	Talud 75m suroeste avión	#
Cobalto (Co)	26.4	50m suroeste de avión	#	Fósforo (P)	40.4	Area quemada 75m	#
	21.4	Talud 75m suroeste de avión	#		16	Cráter 50m Playa Icacos	"
Cobre (Cu)	501	Camino 50m norte de avión	#	Manganeso (Mn)	1111	Colina del tanque	#
	313	Area de bombas de racimo	#		811	Monte David sur	#
Hierro (Fe)	67900	Monte David cerca del tanque	#	Selenio (Se)	1.48	Camino cerca aeropuerto	"
	51400	Escorrentía Monte David parte baja	"		1.34	Camino cerca Monte y Laguna Gato	"

NOTA: Ver [figuras 1 y 2](#) para la ubicación de los lugares de muestreo

LEYENDA:



suelo
 " sedimento
 • agua

TABLA 2: SUSTANCIAS QUIMICAS UTILIZADAS EN PRACTICAS MILITARES Y SUS EFECTOS A LA SALUD

SUSTANCIA QUIMICA	USO MILITAR	EFECTOS SOBRE LA SALUD
Aluminio (Al)	En la construcción de aviones, en aleaciones con cobre y silicio; en pinturas y fuegos artificiales; chaff.	Puede causar defectos congénitos, anemia y problemas respiratorios como tos y asma. Es cancerígeno para animales de laboratorio. Asociado al Alzheimer.
Aromáticos policíclicos	Productos de combustión incompleta de diesel, napalm. y vegetación.	Algunos son cancerígenos.
Arsénico (As)	Componente de gases tóxicos, semiconductores, pinturas y luces de bengala.	Anomalías en el ritmo cardíaco, hiperqueratosis, defectos congénitos y problemas reproductivos. Cancerígeno humano. Su inhalación aumenta el riesgo de cáncer en el pulmón e ingerirlo en la piel, riñón, vejiga e hígado.
Bario (Ba)	Fabricación de luces de bengala.	Puede causar hipertensión, arritmia cardiaca y cambios en el corazón.
Bioxinas	Combustión de diesel, napalm y vegetación.	Son cancerígenas en humanos. Relacionadas con diabetes y defectos del desarrollo en niños.
Cadmio (Cd)	Fabricación de luces de bengala y pinturas.	Toxicidad mayor que la del plomo. Hipertensión, daño a los pulmones, efectos teratogénicos y mutagénicos. Cancerígeno en humanos (pulmón y próstata).
Cinc (Zn)	Para hacer pinturas.	Efectos cancerígenos en animales de laboratorio.
Cobalto (Co)	En aleaciones en la industria de la aviación.	Causa asma; posible cancerígeno en humanos; cancerígeno en animales de laboratorio.
Cobre (Cu)	Producción de cables eléctricos y balas.	Efectos sinérgicos con el cadmio y el cinc causa efectos tóxicos en la vida acuática.
Cromo (Cr)	Producción de acero.	Causa asma, es mutagénico, teratogénico y genotóxico. Cancerígeno pulmonar conocido (hexavalente).

TABLA 2: SUSTANCIAS QUIMICAS UTILIZADAS EN PRACTICAS MILITARES Y SUS EFECTOS A LA SALUD

SUSTANCIA QUIMICA	USO MILITAR	EFECTOS SOBRE LA SALUD
Mercurio (Hg)	Baterías, detonadores e interruptores eléctricos.	Cancerígeno en animales de laboratorio y posible cancerígeno humano. Causa deformaciones congénitas, abortos espontáneos, pérdida de memoria e hipertensión.
Níquel (Ni)	En aleaciones de acero inoxidable, la industria metalúrgica, baterías, imanes y agentes catalíticos.	Causa salpullido en la piel y asma. Cancerígeno del pulmón y los senos nasales.
Plomo (Pb)	Producción de baterías y municiones (balas).	Causa nacimientos prematuros y bebés más pequeños. Cancerígeno en animales de laboratorio.
Vanadio (Va)	En clases especiales de acero, en partes importantes de motores de aviones y fabricación de piezas de autos.	A concentraciones elevadas, ha causado muerte en animales de laboratorio.
Dinitrotolueno (DNT)	Explosivos y municiones.	Neurotóxico.
HMX	Explosivos y municiones.	Se sospecha es cancerígeno para humanos.
RDX	Explosivos y municiones.	Posible cancerígeno humano.
Trinitrotolueno (TNT)	Explosivos y municiones.	Posible cancerígeno humano.
Uranio (U)	Explosivos y municiones.	Destruye el ADN y causa fibrosis pulmonar, afecta los riñones; cancerígeno.

Las concentraciones de diversas sustancias encontradas en las muestras tomadas por Caribtec entre 1984 y 1999 arrojan 102 violaciones a las Normas de Calidad de Agua de Puerto Rico establecidas por la Junta de Calidad Ambiental (JCA). Entre las sustancias cuyas concentraciones violan las normas se encuentran boro, cadmio, cinc, cobre, grasas y aceites, hierro, manganeso, mercurio, plata, plomo, selenio, sulfato y sustancias fenólicas.

Debido a las violaciones de las normas de calidad de agua, entre otras razones, la JCA denegó un certificado de Calidad de Agua a la Marina en 1999. La EPA, por otro lado, no ha aprobado desde 1984 un permiso de descarga bajo el Sistema Nacional de Eliminación de Descargas Contaminantes (NPDES, por sus siglas en inglés). La Marina viene obligada a cumplir con estas normas de calidad de agua y un permiso NPDES nuevo.

Dadas las violaciones a las normas de calidad de agua de mar, sostenemos que por lógica también tienen que haberse violado las normas de calidad de agua en las lagunas Gato y Anones, las cuales están llenas de cráteres creados por las explosiones. Es probable que otro tanto haya ocurrido en la Laguna Icacos. Las lagunas tienen menos agua, con menor movimiento que el mar, por lo que la dilución de contaminantes será menor en éstas. Además de lo anterior, los sedimentos de las lagunas Gato y Anones deben contener metales y otras sustancias químicas en mayores concentraciones que el lecho marino, ya que los reciben en mayores cantidades por área, como resultado de los procesos de deforestación, erosión y sedimentación causados por las explosiones y otras actividades de la Marina, como el uso de palas mecánicas para remover bombas y remanentes de éstas, tapar cráteres y nivelar el terreno en las áreas de impacto.

Las concentraciones más elevadas de los metales y otras sustancias se encuentran en el aeropuerto simulado cercano a la Laguna y la Bahía Icacos (aeropuerto Icacos) y el área entre la Laguna Anones y Playa Carrucho que forman parte del segundo aeropuerto simulado (aeropuerto Anones) (ver [Tabla 1](#) y [Figuras 1 y 2](#)). Otro lugar con concentraciones elevadas de metales es el área en que se lanzan bombas de racimo (zona de detonación), localizada hacia el noreste de las otras áreas de impacto, cerca del promontorio calizo en que hay una fila de tanques (convoy). Sedimentos de las lagunas Gato y Anones, suelos y sedimentos de Monte David y sedimentos de la punta al sur de éste (los dos últimos, objetivos para disparos desde barcos), también tienen concentraciones elevadas de metales.

Las concentraciones de estos metales son menores en los terrenos y el humedal localizados hacia el este de las áreas de impacto (área de conservación). Otro tanto ocurre con los terrenos y sedimentos que provienen de seis lugares del área civil. Como hemos señalado, las concentraciones más elevadas de metales y otras sustancias aparecen en distintas formaciones geológicas (ver [Figuras 3 y 4](#)). Estas elevadas concentraciones no son de origen natural, sino que están asociadas directamente a las explosiones y otras actividades de la Marina como el uso de pinturas, palas mecánicas en las áreas de impacto para remover bombas y remanentes de éstas, tapar cráteres y nivelar el terreno; y sus consecuencias como la deforestación y erosión de los suelos, en particular de los blancos u objetivos militares que llevan a la sedimentación de los puntos bajos de ciertos caminos y desde luego, las lagunas Anones y Gato.

En 1973 el USGS publicó un mapa geológico y un mapa geoquímico de Vieques. En el mapa geoquímico aparecen puntos geográficos en los cuales se tomaron muestras de rocas, suelos y sedimentos. Estas muestras fueron seleccionadas para determinar en cuáles había concentraciones elevadas de metales asociados como cobre, oro, plata, cinc, plomo y molibdeno. Dado el caso que las muestras se seleccionaron para localizar anomalías (concentraciones altas), los resultados corresponden en particular al trasfondo de concentraciones máximas, no mínimas.

Al examinar el mapa geoquímico y las tablas de resultados de los análisis (usando absorción atómica) que lo acompañan, salta a la vista que las anomalías de los mencionados metales ocurren hacia el oeste de las áreas de impacto. Es preciso señalar que el método utilizado por el USGS para analizar las muestras para estos metales fue semicuantitativo, excepto para oro, cobre, cinc y plata ya que para sus análisis también se usó absorción atómica. Las concentraciones para los metales utilizando el método espectrográfico son, pues, sólo aproximadas y tienen un margen de error bien elevado. Para nuestro estudio, sin embargo, High Technology Laboratory utilizó métodos de análisis cuantitativo de las muestras, aprobados por la EPA. Estos métodos tienen un margen de error y límites de detección bien bajos.

Del análisis de los mapas geoquímico y geológico de Vieques se concluye que las anomalías de cobre, oro, plata, cinc, plomo y molibdeno están asociadas a cuerpos intrusivos mayores, diques, vetas de cuarzo, la alteración hidrotermal de rocas extrusivas y como es de esperarse, no a rocas extrusivas que no han sufrido estos cambios geológicos significativos o a calizas. Da la casualidad que las rocas extrusivas (sin estos cambios geológicos significativos), las calizas y desde luego los suelos derivados de éstas, son los únicos que existen en las áreas de impacto y de éstas hacia la punta este de Vieques (ver [Figura 5](#)). Las concentraciones encontradas por el USGS en muestras de la porción este de Vieques usando el método de absorción atómica son más bajas que las encontradas por nosotros en las áreas afectadas por las actividades de la Marina. Este trabajo del USGS fue hecho para el 1973 antes de que se intensificaran, de forma bien significativa, las prácticas de la Marina en el este de Vieques al transferirse allí las prácticas de Culebra.

En el área cercana a las lagunas predominan por un lado una formación extrusiva (Kv) y por el otro dos de tipo calizo (Kl y Tl). La Laguna Icacos, más cercana al Cerro Matías -la cual no ha sido tan afectada por las actividades bélicas como las lagunas Gato y Anones- está rodeada de la formación extrusiva Kv que contiene andesitas, tufas y brechas. La Laguna Gato está rodeada de la misma formación extrusiva Kv al sureste y suroeste, pero también recibe agua de escorrentía y sedimentos de las formaciones calizas Kl y Tl, en su porción norte y noreste. La Laguna Anones tiene la formación extrusiva Kv en el lado oeste y sur, y la formación caliza Tl en su porción este.

La concentración elevada de las sustancias encontradas en los suelos y sedimentos no tienen un origen natural en las formaciones Kv, Tl y Kl, presentes en la zona de impacto. Las elevadas concentraciones de metales y otras sustancias químicas están asociadas a las áreas de impacto y porciones bajas del terreno, que desde luego incluyen las lagunas. Estas tienen, pues, origen en las prácticas militares de la Marina.

La deforestación, pulverización y erosión de los suelos, como resultado de las explosiones y otras actividades de la Marina como el uso de pinturas, de palas mecánicas para remover bombas y remanentes de éstas, tapar cráteres y nivelar el terreno, es la fuente predominante de metales y otras sustancias químicas que eventualmente llegan a las lagunas. En períodos de lluvia intensa habrá de esperarse violaciones de la norma de turbiedad en el agua de las lagunas. Una porción de estos sedimentos también gana acceso a ciertas porciones del mar durante estos períodos de lluvias intensas.

Las explosiones de bombas de gran tamaño generaron nubes de polvo de gran magnitud y altura en Vieques, por décadas. El viento en Vieques predomina del sureste, este y noreste. Las partículas de menor tamaño contenidas en estas nubes de polvo fueron acarreadas por el viento hacia el suroeste, oeste y noroeste, es decir, en dirección a la población civil viequense. En estas nubes estaban contenidos remanentes metálicos, otros elementos, nitratos, nitritos, amoníaco, fosfatos, explosivos, además de productos de la combustión de los componentes del napalm, como compuestos aromáticos policíclicos y muy probablemente bioxinas y benzofuranos. Es de esperarse que en los suelos y la vegetación de la zona de impacto haya concentraciones elevadas de cloruro, que junto a carbono, hidrógeno y oxígeno son los cuatro elementos esenciales para la formación de las bioxinas y benzofuranos más tóxicos.

Es preciso aclarar que aunque una parte de los metales contenidos en el polvo sea de origen natural, ello no libera a la Marina de responsabilidad por sus efectos. Es evidente que las explosiones que pulverizan los suelos, las rocas y generan polvo no son naturales. Estas explosiones también alteran el estado químico y físico de los metales y minerales. Por ejemplo, podrían oxidar el cromo a su estado hexavalente que es carcinógeno. Además, al pulverizar el terreno aumenta la superficie disponible para la lixiviación de metales por el agua. Por otro lado, al reducir el tamaño de las partículas de polvo y aumentar su cantidad, aumenta la penetración de éstas a las partes profundas del sistema respiratorio de los humanos y otros animales.

Metales han sido encontrados en plantas, cangrejos violinistas, peces, caracoles, praderas de yerba *Thalassia* y *Syringodium*; además de humanos en Vieques, que comprueban los esperados procesos de bioconcentración. Un grupo de científicos del Recinto Universitario de Mayagüez ha encontrado bioacumulación de cadmio, cobalto, cinc, cobre y níquel en cangrejos violinistas y cobalto, cromo, manganeso, níquel y plomo en plantas como yerba guinea, uva playera, yerba manatí y yerba playera, presentes en la zona de impacto en Vieques. Recientemente estos investigadores han encontrado plomo y cadmio en elevadas concentraciones en frutos comestibles cultivados en la zona civil viequense. Otros metales encontrados en concentraciones elevadas fueron manganeso, cobalto, níquel y cobre. Ciertos metales como mercurio, selenio, arsénico y cinc han sido encontrados en peces por investigadores de la Universidad Metropolitana (UMET) en concentraciones que también sugieren bioacumulación. Otro tanto sucede con metales como aluminio, arsénico, hierro, níquel, cadmio, cobalto, plomo y cobre encontrados en *Thalassia* y *Syringodium* por otros investigadores de dicha universidad.

Mercurio y plomo en concentraciones elevadas han sido encontrados en el pelo de civiles viequenses que han trabajado subcontratados por las compañías Raytheon, Martín Marrieta y General Electric en las áreas de impacto del este de Vieques. Estas compañías, presionadas

por la Marina, obligan a estos trabajadores a entrar a las áreas de impacto poco después que ocurren las explosiones, cuando todavía hay fuegos y grandes cantidades de polvo y humo en el aire. El propósito de la Marina ha sido maximizar el uso del tiempo de tiro para vendérselo a las marinas de otros países. Concentraciones elevadas de mercurio, plomo y cadmio han sido encontradas en el pelo y las uñas de otros viequenses que no han trabajado en el área de tiro. El muestreo de pelo y uñas de estos viequenses fue llevado a cabo por la Dra. Carmen Ortiz Roque.

Muestreo de pelo ha sido llevado a cabo por la naturópata Carmen Colón de Jorge en otros viequenses. Los resultados de los análisis corresponden con los encontrados en las muestras tomadas por la Dra. Ortiz Roque. Otros metales encontrados en concentraciones sobre el promedio son aluminio, antimonio, arsénico, bismuto, boro, estaño, manganeso, mercurio, plata y vanadio.

En marzo de 1999 la Marina informó a la Comisión Reguladora Nuclear que el 19 de febrero de ese año desde dos de sus aviones se dispararon diez accidentalmente 263 rondas de balas que contenían uranio, de las cuales habían recuperado sólo 57. Las municiones eran de una pulgada y contenían 148 gramos de uranio cada una. El ingeniero Frankie Jiménez usó un equipo de la compañía Nuclear Research Corporation en las áreas de impacto en Vieques y midió niveles de radiactividad en nueve áreas que superan el nivel natural hasta en 220%. El Dr. Doug Rokke, experto en este tipo de balas y su impacto sobre la salud humana, afirma que deben haberse lanzado miles de balas en más de una ocasión en Vieques.

Es preciso comentar los llamados accidentes de la Marina. Hay que recordar que hace unos años cayeron cinco bombas que explotaron muy cerca del área civil en el norte de Vieques. También fuentes fidedignas han informado que en muchas ocasiones bombas convencionales han sido arrojadas muy cerca del puesto de observación #1 en Cerro Matías. Bombas con menores cantidades de explosivos (que ellos llaman incorrecta o intencionalmente inertes) han caído en el Cerro Matías anteriormente. Continuamente caen bombas fuera de los blancos u objetivos, lo mismo en el mar que en tierra. Después de todo, para eso es que practican en Vieques, para reducir los errores de puntería. Uno de esos errores fue el que le costó la vida a David Sanes el 19 de abril de 1999.

En 1997, la Dra. Tania García Ramos hizo un análisis comparativo de los índices socioeconómicos y de salud de Vieques, Culebra, Ceiba, Fajardo, Luquillo y Río Grande utilizando datos del Censo de 1990 y del Departamento de Salud de 1993 y 1994. Esta concluyó que Vieques tenía la peor situación socioeconómica y de salud, entre éstos. A base de esta información concluyo que esta situación constituye un claro ejemplo de injusticia ambiental bajo la orden sobre justicia ambiental número 12,898 del Presidente Clinton, de 1994.

Recientemente la Dra. Cruz María Nazario, epidemióloga, profesora del Recinto de Ciencias Médicas de la Universidad de Puerto Rico, ha realizado un estudio comparativo de salud de Vieques con todo Puerto Rico. Esta ha concluido que la situación de salud de los viequenses es peor que la del promedio de los puertorriqueños. Otro tanto ha concluido la Dra. Carmen Ortiz Roque. Ambas utilizaron datos oficiales del Departamento de Salud. Por otro lado, la Dra. Dulce María Albandoz ha observado una relación entre los períodos de prácticas

militares de la Marina y la intensidad de las visitas de pacientes con asma y problemas de la piel, que recibe en su consultorio médico en Vieques.

Recientemente, un grupo de estudiantes de la Escuela Graduada de Planificación y nosotros, hemos llevado a cabo un estudio de la situación de salud en las comunidades Luján, la PRRA, Esperanza y Santa María de Vieques. El análisis de la información obtenida al administrar el cuestionario refleja que las enfermedades que prevalecen en ambas comunidades son hipertensión, asma, artritis, diabetes y condiciones del corazón, en ese mismo orden. Además, en la investigación se encontró que los viequenses tienen un riesgo de sufrir enfermedades crónicas como el cáncer, condiciones del corazón, hipertensión, diabetes y asma mayor que todos los puertorriqueños. Por regla general, los viequenses tienen tasas de morbilidad y mortalidad más elevadas que la totalidad de los puertorriqueños.

La hipertensión y otras enfermedades del sistema circulatorio han sido relacionadas en publicaciones científicas con la intoxicación con ciertos metales pesados como el arsénico, el bario, el cadmio y el mercurio. La diabetes por otro lado, ha sido relacionada con la contaminación por bioxinas y compuestos relacionados. El asma está relacionada con la contaminación del aire, y en particular por materia particulada de tamaño reducido. El cáncer puede ser causado por bioxinas, ciertos compuestos aromáticos policíclicos y algunos metales como cadmio, arsénico, mercurio, plomo, cromo hexavalente, níquel y desde luego elementos radiactivos como el uranio y el plutonio. Las ondas electromagnéticas de radares como los que usa la Marina en Vieques, también pueden llevar al desarrollo de ciertos tipos de cáncer.

En Vieques no se han usado o generado cantidades significativas de sustancias químicas tóxicas en actividades agrícolas o industriales por cuatro décadas o más. La Marina ha usado este tipo de sustancias y ha contaminado los suelos, las aguas, los sedimentos de las lagunas y el mar, además del aire en Vieques. Esta contaminación habrá llegado a los viequenses por múltiples vías: el aire, los jueyes, caracoles y el pescado. Las actividades de la Marina son, pues, el origen de los graves problemas de salud de los viequenses.

La Marina ha eliminado la conexión de las lagunas y el mar, por lo que ha cortado el flujo continuo de agua y de vida acuática entre éstos, condenándolas a la muerte. El cierre de los canales constituye una violación a la reglamentación del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, en lo que respecta a las aguas navegables.

En épocas de lluvias intensas ocurre una reducción significativa en la salinidad del agua de las lagunas. En períodos extensos de poca lluvia ocurre lo contrario, hipersalinidad. En siete visitas que hemos hecho a las tres lagunas dentro de la zona de impacto no hemos observado la presencia de peces, algas y otros organismos. El día 30 de mayo de 1999 observamos cangrejos violinistas sólo en la porción suroeste de la Laguna Anones. En la visita del 17 de octubre de 1999 los observamos en las tres lagunas, después de un período de lluvia de varias semanas.

Al tapar los canales que conectaban las lagunas con el mar y destruir los manglares, la Marina ha eliminado una porción importante de los hábitats esenciales para la reproducción de los peces y otros organismos acuáticos. Las explosiones también han destruido arrecifes y praderas de yerba *Thalassia* y *Syringodium*, otros dos hábitats que junto a los manglares y las

lagunas, son críticos para la reproducción de los peces y otros organismos. No nos extraña entonces, el grave impacto negativo que han tenido estas actividades de la Marina sobre la pesca y la situación socioeconómica de los viequenses.

Las actividades de la Marina imponen, además, limitaciones de acceso a los recursos naturales y su destrucción. También conlleva limitaciones a la transportación aérea y marítima, la población, educación y servicios de salud. En la presencia y actividades de la Marina está, pues, el origen del estancamiento socioeconómico de Vieques.

Por otro lado la deforestación, la pulverización y erosión de los suelos como resultado de las explosiones, y el uso de equipo pesado aumenta la cantidad de sedimentos en suspensión, los cuales también contienen metales pesados y otras sustancias tóxicas. Lo mismo la JCA, que la EPA y el Cuerpo de Ingenieros, tienen la potestad y el deber en ley de prohibir las actividades de la Marina que tienen un impacto negativo sobre la calidad de las aguas y que llevan a la sedimentación acelerada de las lagunas.

El daño físico al terreno y a la vegetación en áreas cercanas a los objetivos o blancos militares es tan grave como el daño por contaminación química. Por doquier hay remanentes de bombas que no se fragmentaron, chatarra de equipo militar, una enorme cantidad de cráteres de todos los tamaños y por lo tanto desniveles en los terrenos, marcada erosión de los suelos y sedimentación de los puntos bajos de los caminos, además de las lagunas en particular Gato y Anones, etc. Otro tanto ocurre directamente en las lagunas Anones y Gato que están literalmente llenas de cráteres. Algo similar ha ocurrido en el lecho marino al norte y el sur de las áreas de impacto, pero en este caso las olas tienden a nivelarlo.

Grandes cantidades de bombas que no explotaron permanecen sobre el lecho marino, en las praderas de yerba *Thalassia* y *Syringodium* y en los arrecifes. Grandes extensiones de las praderas y los arrecifes han sido directamente impactados por las explosiones. Cuatro barcasas que podrían contener sustancias peligrosas fueron hundidas por la Marina y permanecen sobre el lecho marino en Bahía Salina del Sur.

El pueblo de Puerto Rico tiene jurisdicción sobre la zona marítimo terrestre y el mar hasta 10.35 millas de la costa, cuando menos desde 1978. Las normas de calidad de agua de la JCA aplican a las aguas de mar y de las lagunas. El reglamento sobre desperdicios peligrosos y los que no son peligrosos de la JCA limita el almacenaje de estos tipos de desperdicios en los terrenos y el agua. La Marina ha estado violando esta reglamentación por décadas.

La Marina ha almacenado chatarra de equipo militar, bombas y remanentes de bombas sobre el terreno sin permiso de la JCA. También ha almacenado bombas y remanentes de bombas en el lecho marino sin tener permiso para ello. El hundimiento y almacenaje del contenido de las barcasas sobre el lecho marino también constituye una violación de estos reglamentos. La Marina no ha informado a la Guardia Costera, el Cuerpo de Ingenieros, la JCA, la EPA y al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), por qué hundió las barcasas y cuál es el contenido de los recipientes almacenados en éstas.

La continuación del bombardeo y las actividades asociadas por tres años, continuarían afectando de forma negativa el ambiente en Vieques. Por ejemplo, nada impide que sigan usando chaff para crear nubes que simulan aviones y confundir a los operadores de radar. El

chaff contiene fibras de vidrio y trióxido de aluminio. Las primeras han sido asociadas a cáncer en humanos.

El aluminio iónico ha sido asociado a cáncer en animales de laboratorio y a la enfermedad de Alzheimer en humanos.

Es necesario a este respecto discutir el asunto de las llamadas bombas inertes, concepto que es un contrasentido. Por definición, una bomba contiene un detonador y un explosivo principal. El explosivo iniciador, reacciona al sufrir un impacto, es decir, no es químicamente inerte. El explosivo principal tampoco es químicamente inerte. Que la cantidad de explosivo principal sea significativamente menor y que no se fragmente el cuerpo principal del misil o proyectil es otra cosa, pero de que hay una explosión en la punta de la bomba no hay duda alguna.

Las bombas en forma de misiles viajan a alta velocidad y por lo tanto, no son físicamente inertes. Inerte en el sentido físico es aquello que no tiene energía de movimiento de traslación. Al chocar con el suelo previamente pulverizado por otras explosiones, la bomba generará grandes cantidades de polvo que ya contiene metales pesados y otras sustancias químicas tóxicas para los humanos, otros animales y muchas plantas. Esa nube de polvo es llevada por los vientos hacia el área civil en que habitan los viequenses.

La caída de estas bombas en las lagunas revuelca los sedimentos contaminados con metales pesados, lo cual afecta de forma negativa las aguas, los organismos acuáticos y aquellos que dependen de éstos. No habría forma de evitar que se violaran las Normas de Calidad de Agua de Puerto Rico en estas lagunas y el mar. Si la JCA aprueba el Certificado de Calidad de Agua y la EPA el Permiso de Descarga, estarían entonces autorizando la violación de las leyes y reglamentos ambientales.

La caída de estos proyectiles en el mar continuaría alterando de forma negativa los arrecifes, las praderas de yerbas marinas y las playas. Un proyectil de este tipo puede, además, detonar bombas acumuladas en el lecho marino, destrozando los arrecifes, las praderas mencionadas y liberar sustancias químicas presentes en recipientes hundidos en el mar en cuatro embarcaciones. También levantaría sedimentos que afectarían de forma negativa la calidad del agua de mar hasta las playas.

La reanudación de las prácticas de tiro de la Marina retrasaría por varios años el estudio de la grave situación ambiental en Vieques. Retrasaría además, por mucho tiempo la remoción de bombas sin explotar de los terrenos, las playas, el lecho marino y las lagunas. También agravaría los procesos de deforestación, erosión de suelos y sedimentación de las lagunas y las playas, con metales que serían arrastrados por las aguas de escorrentía hacia éstas.

La Marina utilizaría los fondos aprobados por el presidente Clinton para tratar de alterar la posición mayoritaria de los viequenses e intentar permanecer en Vieques por mucho más de tres años. Los que han apoyado la directriz del Presidente Clinton sobre Vieques serían usados en esa estrategia de la Marina. Ninguna cantidad de dinero podría pagar las enfermedades, la muerte y los sufrimientos que han enfrentado los viequenses por seis décadas.

La continuación de las prácticas bélicas de la Marina evitaría el uso pleno de la tierra, el aire, el mar y los demás recursos naturales, por los viequenses. Estos no podrían vivir en paz y sosiego. También verían deteriorarse aún más su salud.

Los científicos aspiramos a ser objetivos, es decir, a que los métodos de investigación sean apropiados para profundizar nuestro conocimiento de lo real, natural y social. Sin embargo, ningún humano es neutral ni siquiera los muertos, porque aun éstos dejan rastro aunque sea en su progenie. Además, aquellos que se declaran neutrales ante una injusticia, favorecen al más fuerte y ayudan, por lo tanto, a perpetuarla.

Por 24 años hemos sido solidarios con los viequenses en su lucha por detener la destrucción de sus recursos naturales, su salud, en fin, su ambiente natural y social. Seremos solidarios con ellos hasta que se detengan las prácticas bélicas, se dé la salida de la Marina, la descontaminación, la reconstrucción y el crecimiento sustentable (desarrollo) de Vieques.

RECOMENDACIONES

Se debe ampliar el muestreo de suelos, sedimentos, agua potable y subterránea en al área civil y extenderlo al área oeste de Vieques controlada por la Marina. Hay que tomar un número mayor de muestras de pelo y uñas de viequenses para determinar las concentraciones de metales; además, de hacer análisis de bioxinas y talatos en sangre, grasa y leche materna de éstos. Es recomendable que se puntualice en la toma de muestras adicionales en distintas áreas y medios para determinar la posible presencia de explosivos. Se recomienda medir la intensidad del campo electromagnético en distintos lugares del área civil. Se ha establecido una estación meteorológica para medir temperatura, lluvia, velocidad y dirección del viento; además de muestreo de particulado en un lugar representativo del área civil. Los resultados de estas últimas actividades serán examinados en un futuro cercano.

ESTE TRABAJO HA SIDO REALIZADO CON EL APOYO DE LAS SIGUIENTES ENTIDADES:

- *Servicios Científicos y Técnicos, Inc.
- *High Technology Laboratory
- *Comité Pro-Rescate y Desarrollo de Vieques
- *Escuela Graduada de Planificación, UPR
- *Colegio de Médicos y Cirujanos de Puerto Rico
- *John Arthur Eaves Law Firm
- *Escuela de Asuntos Ambientales, UMET

* Revisión: 2 de noviembre de 2001

BIBLIOGRAFIA

Appelqvist, P. & Salmo, M. (1979). Lead Corrosion and Carcinoma of the Esophagus: A Review of 63 Cases. *Cancer* 45. p. 2655-2658.

Carrasquillo, C.M.; Soto, M.; Arocho, A. y Fantauzzi, L.I. (mayo/2000). **Estudio de salud en los sectores Luján y PRRA, Municipio de Vieques**. Escuela Graduada de Planificación. Universidad de Puerto Rico, Río Piedras.

Cruz Pérez, R. (Junio 1988). Contaminación producida por explosivos en Vieques, Puerto Rico.

Department of the Navy, US Naval Station. **Chemical Composition of Waste Explosives, Appendix C-3**. (sometido a la JCA como parte de la petición de permiso para detonar y quemar explosivos y otros materiales a campo abierto en el área de tiro).

Department of the Navy, US Naval Station, Roosevelt Roads. **Discharge Monitoring Reports 1984-1999**.

García, N. y García, T. (25 de marzo de 1997). Evaluación de la DIA Preliminar Suplementaria del Sistema de Radar Relocalizable más allá del Horizonte (ROTHR) Puerto Rico. Servicios Científicos y Técnicos. San Juan, PR.

García, M.H. y Rodríguez, B.J. (1999). **Fronteras en conflicto: Guerra contra las drogas, militarización y democracia en el Caribe, Puerto Rico y Vieques**. Red caribeña de geopolítica, seguridad regional y relaciones internacionales afiliada al proyecto Atlantea.

Herrera, F.; et al. (2000). Evaluación preliminar de las condiciones químicas y físicas de las yerbas marinas *Thalassia testudium* y *Syringodium filiforme* en Vieques. Escuela de Asuntos Ambientales, Universidad Metropolitana. San Juan, Puerto Rico. Departamento de Física y Química, Universidad de Puerto Rico. Arecibo, Puerto Rico.

High Technology Laboratory. (23 de junio de 1999). Analyses Report for Servicios Científicos y Técnicos, Vieques I.

High Technology Laboratory. (6 de octubre de 1999). Analyses Report for Servicios Científicos y Técnicos, Vieques II.

High Technology Laboratory. (3 de noviembre de 1999). Analyses Report for Servicios Científicos y Técnicos, Vieques III.

High Technology Laboratory. (16 de marzo del 2000). Analyses Report for Servicios Científicos y Técnicos, Vieques IV.

High Technology Laboratory. (9 de mayo del 2000). Analyses Report for Servicios Científicos y Técnicos, Vieques V.

Learned, R.E., Grove, G.R., and Boissen, R. (1973). **A Geochemical Reconnaissance of the Island of Vieques, Puerto Rico**. U.S. Geological Survey, Puerto Rico Dept. of Natural Resources. p. 73-155.

Lugo, M.A., Bonnet J.A. and García, J. (March, 1953). **The Soils of the Island of Vieques**. University of Puerto Rico. Agricultural Experiment Station, Río Piedras.

Marsh, S.P. (1992). Analytical Results for Stream Sediment and Soil Samples for Stream Sediment and Soil Samples from the Commonwealth of Puerto Rico, Isla de Culebra, and Isla de Vieques. United States Department of the Interior Geological Survey. Open File Report 92-353 A.

Massol, A. & Díaz, E. (1999). **Biomagnificación de metales carcinógenos en el tejido de cangrejos de Vieques, Puerto Rico**. Casa Pueblo de Adjuntas y Departamento de Biología del Recinto Universitario de Mayaguez, Universidad de Puerto Rico. p. 1-14.

Massol, A. & Díaz, E. (10 de abril de 2000). **Metales pesados en la vegetación dominante del área de impacto de Vieques, Puerto Rico**. Casa Pueblo de Adjuntas y Departamento de Biología del Recinto Universitario de Mayaguez, Universidad de Puerto Rico. Mayaguez, Puerto Rico. p. 1-12.

Massol, A. & Díaz, E. (10 de enero, 2001). **Metales tóxicos en la vegetación de la zona civil de Vieques, Puerto Rico**. Casa Pueblo de Adjuntas y Departamento de Biología del Recinto Universitario de Mayaguez, Universidad de Puerto Rico. p. 1-14.

Meléndez, A. Hubo expropiación en Vieques.

Mottet, N.K. (1995). **Metal Lessons of the Gastrointestinal Tract**, en Goyer, R.A., Klaassen, C.D & Waalkes, M.P. *Metal Toxicology*. San Diego: Academic Press. p. 363-387.

Nazario, C.M. et. al. Análisis crítico del informe incidencia de cáncer en Puerto Rico del Departamento de Salud.

Rogers, C.S.; Cintrón, G. y Goenaga, C. (12 de septiembre de 1978). **The Impact of Military Operations on the Coral Reef of Vieques and Culebra**. Department of Natural Resources. San Juan, Puerto Rico.

Rosa Serrano, N. (Diciembre, 1996). Impacto ambiental del bombardeo de la Marina en el área este de la Isla de Vieques.

The San Juan Star. (30 de octubre de 1993). Navy Probes Close Call for Viequenses During Exercise.

United States Geological Survey (USGS). (1973). **Geologic Map of the Island of Vieques, Puerto Rico**.

Waalkes, M.P. (1995). **Metal Carcinogenesis**, en Goyer, R.A., Klaasen, C.D. & Waalkes, M.P. *Metal Toxicology*. San Diego: Academic Press. p. 47-69.

Waalkes, M.P. and Rehm, S. (1994a). **Cadmium and Prostatic Cancer**. *Journal Toxicology Environmental Health*, Vol. 43: p. 251-269.

Waalkes, M.P. and Rehm, S. (1992). Carcinogenicity of Oral Cadmium in the Male Wistar (WF/Ncr) Rat: Effect of Chronic Dietary Zinc Deficiency. *Fundam. Appl. Toxicol.* Vol. 23: p. 21-31.

Waalkes, M.P.; Rehm, S.; Riggs, C.W.; Bare, R.M.; Devor, D.E.; Poirier, L.A.; Wenk, M.L.; & Henneman, J.R. (1989). Cadmium Carcinogenesis in the Male Wistar/Crl: (WI)BR/Rat: Dose-Response Analysis of Zinc on Tumor Induction in the Prostate and in the Testes and the Injection Site. *Cancer Res.* Vol.49: p. 4282-4288.

Waalkes, M. P.; Riggs, C. W.; Bare, R. M.; Devor, D. E.; Poirier, L. A.; Wenk, M.L.; Henneman, J.R. & Balasshank, M. S. (1988). Cadmium Carcinogenesis in the Male Wistar /Crl: (WI)BR/ Rat: Dose- Response Analysis of Tumor Induction in the Prostate and in the Testes and the Injection Site. *Cancer Res.* Vol. 48: p. 4656-4663.

Zavala, D.E. (7 de noviembre de 1997). **Incidencia de cáncer en Vieques**. Registro Central de Cáncer de Puerto Rico, Departamento de Salud.

INTERNET:

<http://sd.2net.com/~schester/fallbrook/issues/napalm.html>. **Napalm at the Fallbrook Naval Weapons Station.**

<http://www2.prestel.co.uk/littleton/v1201dre.htm>. Dreyfus, G. **Napalm and Its Effects on Human Beings.**

<http://www.rama-usa.org/chaff6.htm>. Potential Health Risk of Chaff Concern Nevadans.

<http://www.rama-usa.org/chaff.htm>. Environmental Groups Call for Independent Study of Chaff and Its Effects on the Human and Natural Environment.

PRESENCIA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS EN EL AMBIENTE DE VIEQUES

Sustancia	Material Belico	Agua	Suelo y Sedimento	Pelo Uñas	Heces Fecales	Plantas	Algas	Animales	Carcino-Geno	Feto-Toxico
Amoníaco	F			NA	NA	NA		NA		
Aluminio		ND								X
Antimonio		ND								
Arsénico									A	X
Bario										X
Bioxinas	F	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	C	X
Benzofuranos	F	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	P	
Bismuto										
Boro										
Cadmio									B-1	
Cianuro		ND		NA	NA	NA	NA	NA		
Cinc									D	
Cobalto		ND								X*
Cobre										
Cromo									A*	X*
Estaño										
Fenoles	F		ND							

PRESENCIA DE SUSTANCIAS QUÍMICAS EN EL AMBIENTE DE VIEQUES

Sustancia	Material Belico	Agua	Suelo y Sedimento	Pelo Uñas	Heces Fecales	Plantas	Algas	Animales	Carcino-Geno	Feto-Toxico
Fibras de Vidrio		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	C	
Fósforo										
Hidrocarburos*				NA	NA	NA	NA	NA	A	
Hierro		P								
Manganeso		P								
Mercurio									C*	X
Níquel		ND							A	
Nitrato-Nitrito	F	P								
Plata										
Plomo									C*	
Azufre				NA	NA	NA	NA	NA		
Talatos		P		NA	NA	NA	NA	NA	C	
Uranio			>						A	
Vanadio										

*Esta tabla es revisada y actualizada según se obtienen otros resultados.

LEYENDA:



Presencia de sustancias



Concentraciones más elevadas

ND No detectado hasta el momento

NA No se ha analizado para esta sustancia

F Formado en explosiones o fuegos

X* en animales

P En agua potable

A*, C* Evidencia para solo algunos compuestos de esas sustancias

A Cancerígeno humano

B-1 Cancerígeno humano probable (no hay suficiente evidencia en humanos)

B-2 Existe suficiente evidencia en animales

C Cancerígeno humano posible

D No ha sido clasificado

› Radiactividad detectada en terrenos del área de impacto

LA INFORMACIÓN UTILIZADA PARA DESARROLLAR ESTA TABLA INCLUYE DATOS DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR LAS SIGUIENTES ENTIDADES:

Junta de Calidad Ambiental

Agencia de Protección Ambiental

Universidad Metropolitana (Dra. Doris Caro; Dr. Fernando L. Herrera)

Partido Independentista Puertorriqueño

Colegio de Médicos y Cirujanos de Puerto Rico (Dra. Carmen Ortiz-Roque)

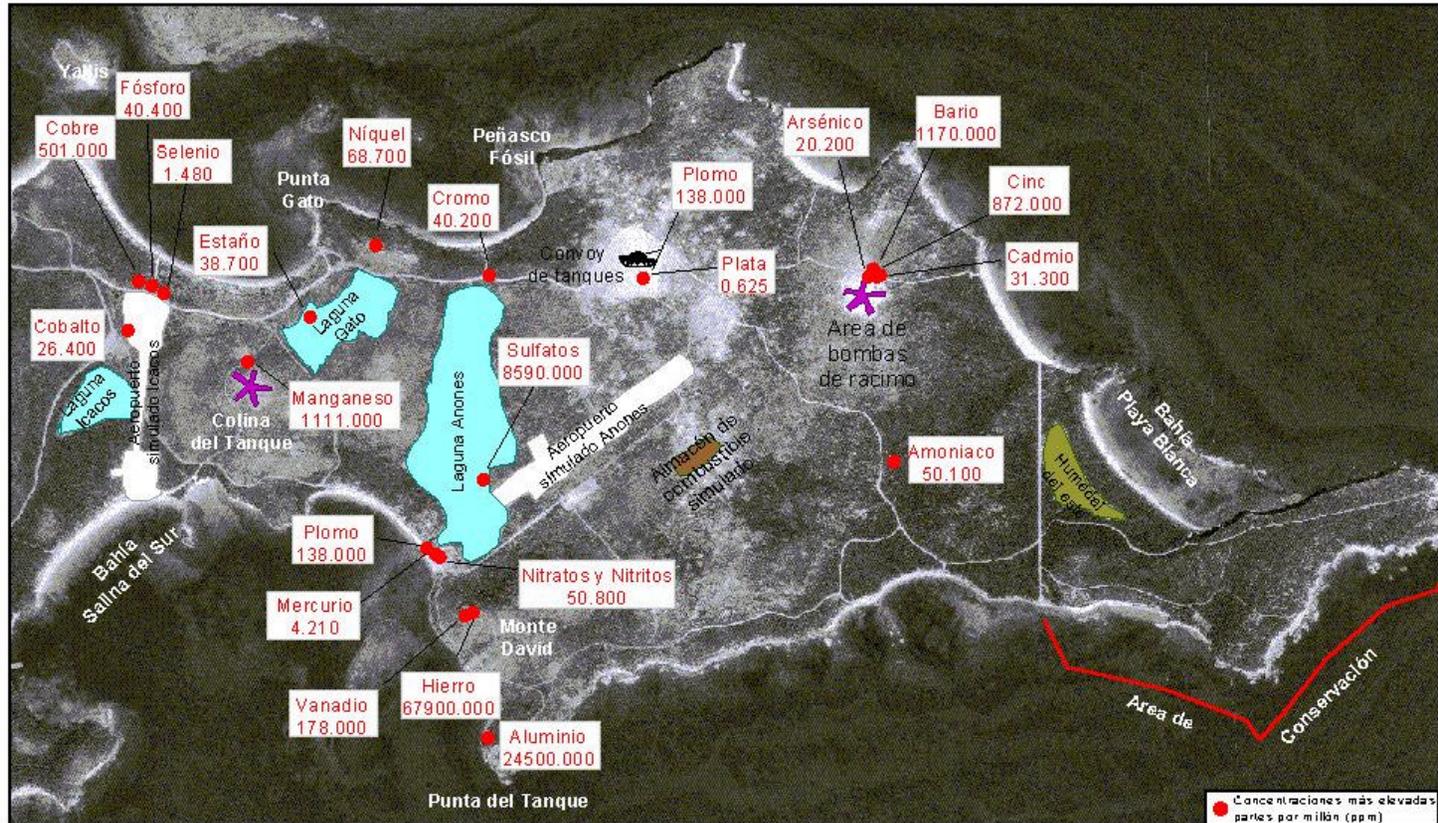
Servicios Científicos y Técnicos

Dr. Arturo Massol, Casa Pueblo y Recinto Universitario de Mayagüez-UPR

Carmen Colón de Jorge (Naturópata)

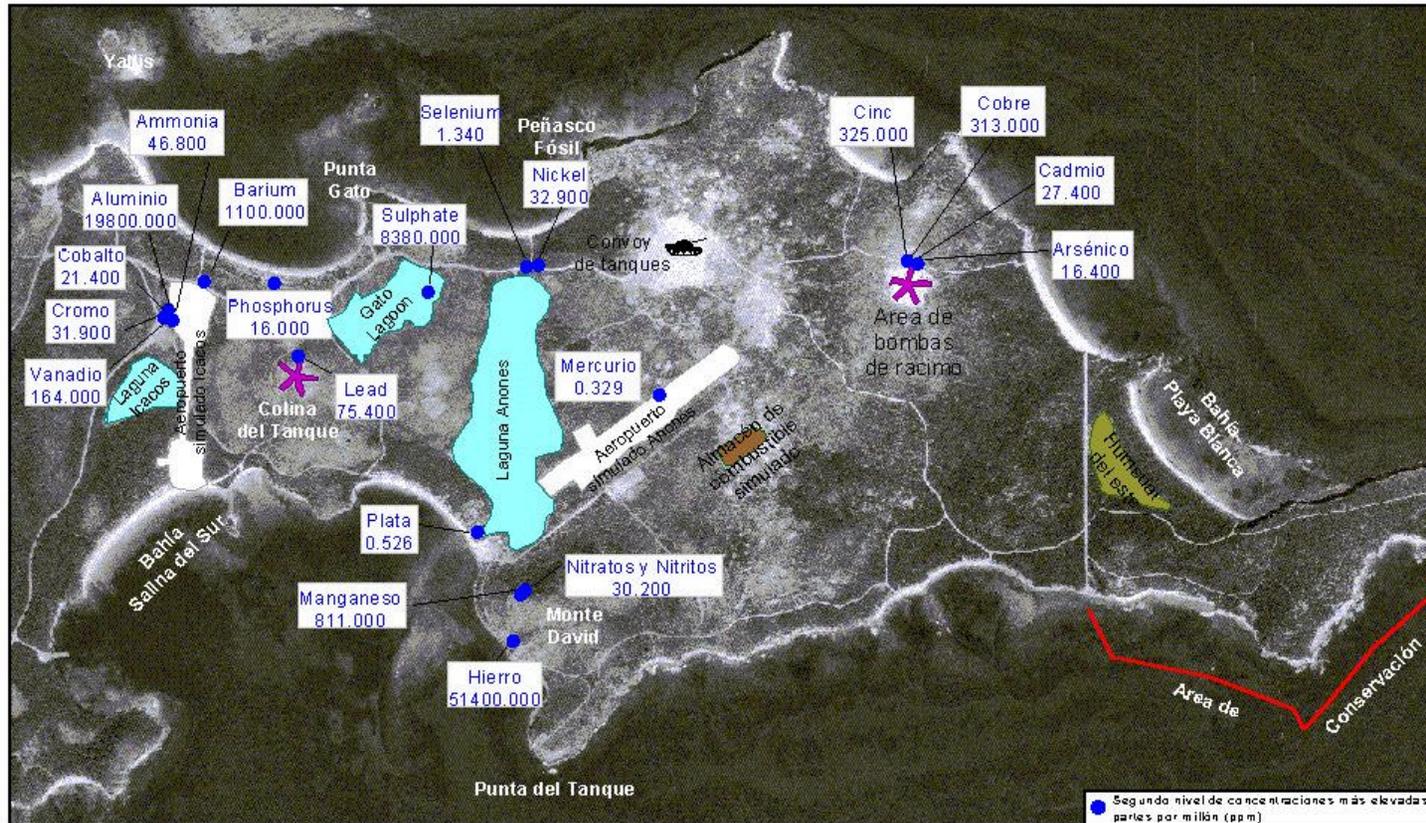
Servicio Geológico de los Estados Unidos

Figura 1: Concentraciones más elevadas de sustancias en Vieques



	<p>SCT, INC.</p> <p>RR-9 Box 1722 San Juan, PR 00926 T. 292-0620 / F. 760-0496</p>	<p>Proyecto: Presencia de metales y otras sustancias en los suelos, sedimentos y aguas superficiales de Vieques</p>
		<p>Fuente: Muestras tomadas por Servicios Científicos y Técnicos; Imagen: Digital Ortho Cuadrangle, USGS, 1994.</p>

Figura 2: Segunda Concentración de Sustancias en Vieques



	<p>SCT, INC.</p> <p>RR-9 Box 1722 San Juan, PR 00926 T. 292-0620 / F. 760-0496</p>	<p>Proyecto: Presencia de metales y otras sustancias en los suelos, sedimentos y aguas superficiales de Vieques</p>
		<p>Fuente: Muestras tomadas por Servicios Científicos y Técnicos; Imagen: Digital Ortho Cuadrangle, USGS, 1994.</p>

Figura 3: Concentraciones más elevadas de sustancias en Vieques

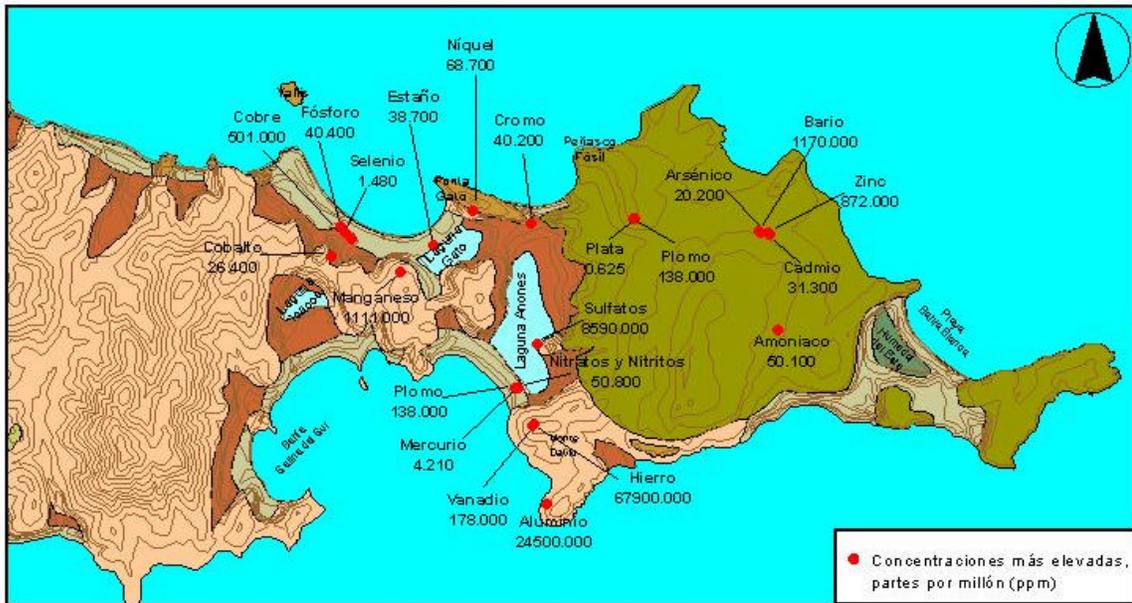
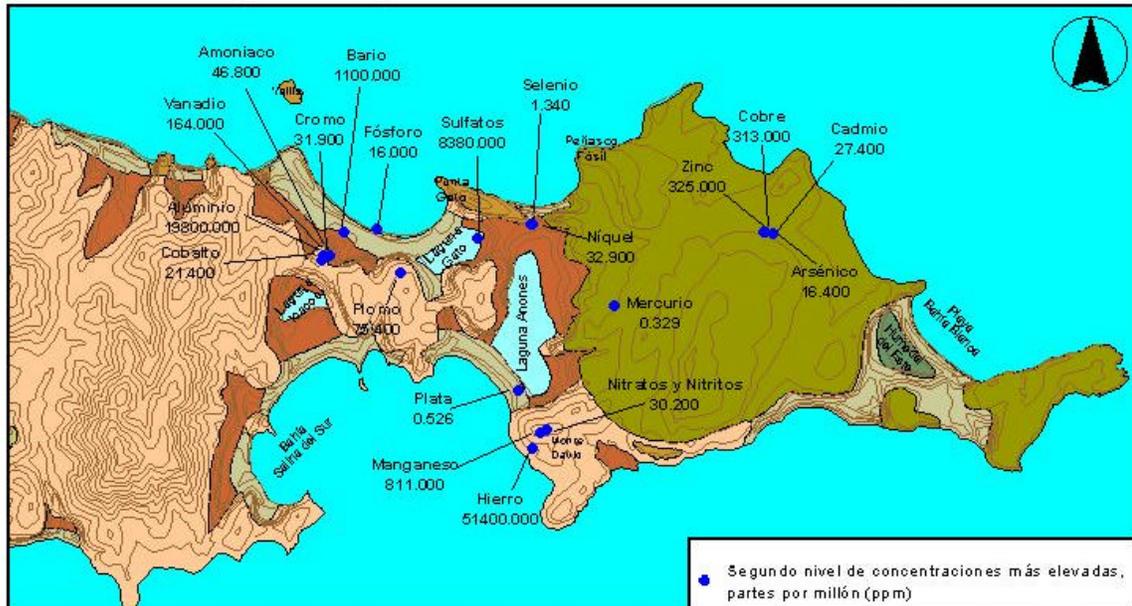


Figura 4: Segunda concentración de sustancias en Vieques



Proyecto: Presencia de metales y otras sustancias en los suelos, sedimentos y aguas superficiales de Vieques

Fuente: Servicios Científicos y Técnicos, Inc.

SCT, INC RR-9 Box 1722 San Juan, PR 00926 T. 292-0620, F. 760-0496	LEYENDA		Geología	
	Topografía	Aluvión Depósitos de playa Depósitos de pantano Dolomita y caliza amarillenta	Andesitas, tufas y brechas Caliza dura grisácea Agua Mar	

Figura 5: Concentraciones de Cinc y Cobre en suelos y rocas de Vieques (USGS; absorción atómica)



<p>SCT, INC</p> <p>RR-9 Box 1722 San Juan, PR 00926 T. 292-0620, F. 760-0496</p>	<p>Proyecto: Presencia de metales y otras sustancias en los suelos, sedimentos y aguas superficiales de Vieques</p> <p>Fuente: Learned, R.E.; Grove, G.R. & Boissen. (1973). A Geochemical Reconnaissance of the Island of Vieques, Puerto Rico. USGS, Puerto Rico Department of Natural Resources</p>	LEYENDA	
		CINC	COBRE
		<i>Geología (extrusiva + 60)</i>	
<i>Geología (extrusiva - 60)</i>			
<i>Geología (caliza + 60)</i>			