

5 VALORACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL MEDIO

Como parte del diagnóstico de la situación, se debe evaluar la exposición de la población a la contaminación potencial de los diferentes medios, incluyendo una aproximación a la existencia de bidones enterrados en los lodos y la probable liberación de su contenido.

Con este objetivo se han realizado las siguientes fases de análisis:

- Valoración del comportamiento de los contaminantes potenciales en el medio.
- Características del medio en las zonas de interés.
- Campaña de muestreo y análisis.
- Valoración de los resultados

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTAMINANTES POTENCIALES

Según la información suministrada por las diferentes empresas (capítulo 3) los productos vertidos durante el huracán Mitch se pueden clasificar en diferentes familias según su comportamiento en el medio. Los productos agroquímicos agrupan centenares de compuestos químicos de características muy diversas, tanto desde el punto de vista de su toxicidad (letalidad, exposición crónica, vías de exposición, tipo de toxicidad), como de sus características físico-químicas (persistencia y movilidad en el medio).

En la tabla adjunta se resumen las características más importantes de las principales familias de productos potencialmente vertidos.

Según estos datos, la mayoría de productos vertidos (organofosforados, carbamatos, piretrinas) tienen una persistencia en el medio (agua y suelo) relativamente baja. Después de varias semanas desde el vertido, incrementado por la enorme dilución en las aguas recogidas, se puede prever que la mayor parte de estos productos actualmente estén degradados, sin efectos tóxicos a la salud de la población ni efectos a medio/largo plazo al ecosistema. El único riesgo potencial está relacionado con la posible liberación súbita de producto puro de bidones enterrados en el lodo, que pudiera provocar concentraciones puntuales elevadas suficientes para producir efectos tóxicos en el entorno inmediato, sobretudo a través del agua.

Sin embargo, los pesticidas organoclorados y el paraquat son productos con una persistencia muy elevada y una movilidad relativamente baja, se bioacumulan en los tejidos grasos y pueden tener efectos crónicos en la salud. Algunos de ellos están clasificados como potencialmente cancerogénicos

Tabla. Resumen de las características principales de los diferentes productos potencialmente vertidos en Honduras.

COMPUESTOS ORGANOFOSFORADOS	Formulaciones	Malathion, Metilmalathion, Diazinon, Dimetoato
	Clase toxicidad	Media a baja (II-III), excepto el metil parathion (clase I)
	Vías exposición	Principalmente ingestión y dérmico
	Persistencia	Baja (pocas semanas)
	Movilidad	Baja (excepto dimetoato)
	Resumen efectos salud humana	Dosis bajas, metabolización alta, eliminación alta Inhibición colinesterasa, con tiempo recuperación alto (días a semanas) Dermatitis No cancerígeno Síntomas en menos de 24 horas
	Efectos ecosistema	Toxicidad media en vida acuática (diazinon, alta) Toxicidad alta pájaros (malathion, baja)
COMPUESTOS ORGANOCORADOS	Formulaciones	Endosulfan, Altracín, Dieldrin, Clorotalonil, Lindano, DDT
	Clase toxicidad	De muy tóxico a poco tóxico (I a III)
	Vías exposición	Oral y dérmico principalmente, algunos inhalación
	Persistencia	Alta (no son biodegradables)
	Movilidad	Baja (adsorción y solubilidad media-baja)
	Resumen efectos salud humana	Resistencia al metabolismo y acumulación en tejidos grasos (compuestos liposolubles) Efectos crónicos por bioacumulación Posibles efectos cancerígenos (datos no concluyentes)
	Efectos ecosistema	Toxicidad media y alta en vida acuática (bioacumulación) Toxicidad media a baja a pájaros
CARBAMATOS	Formulaciones	Carbofuran, Tiodicarb, (Mancozeb)
	Clase toxicidad	Muy tóxico a tóxico (I y II), (Mancozeb, toxicidad muy baja)
	Vías exposición	Oral y inhalación (dérmica muy baja)
	Persistencia	Media
	Movilidad	Alta (solubilidad alta, adsorción baja)
	Resumen efectos salud humana	Inhibición colinesterasa (tiempo rápido de recuperación, de horas a días) No cancerígeno
	Efectos ecosistema	Toxicidad alta a vida acuática (bioacumulación baja) Toxicidad alta a pájaros.
PIRETRINAS	Formulaciones	Cipermetrina, Cloropirina
	Clase toxicidad	Muy tóxico (cloropirina, I) y tóxico (cipermetrina, II y III)
	Vías exposición	Ingestión y dérmica (cloropirina ojos ¹)
	Persistencia	Media a baja
	Movilidad	Media a baja (solubilidad baja, cierta adsorción)
	Resumen efectos salud humana	Metabolización rápida (cipermetrina) afecta al sistema nervioso central (cloropirina) irritaciones fuertes Posible cancerígeno (datos no concluyentes)
	Efectos ecosistema	Toxicidad alta a vida acuática (bioacumulación media) Toxicidad baja-nula a pájaros

5.2 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO: LITOLOGÍA, HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

5.2.1 Información bibliográfica¹

5.2.1.1 Litología y estratigrafía

En la zona denominada Llanura Costera del Pacífico, que corresponden a los deltas del río Choluteca y del río Nacaome (desde las ciudades de Choluteca y Nacaome, hasta el golfo de Fonseca) predominan los materiales cuaternarios (Qal) compuestos de sedimentos continentales y marinos recientes, incluyendo depósitos de pie de monte y terrazas de grava, planicies de inundación y depósitos de cauce.

El delta del río Choluteca y los depósitos en los estuarios del río conforman la más gruesa capa de arenas, gravas, limos y arcillas encontradas en la zona sur. Estos depósitos se encuentran sobre las tobas volcánicas y brechas. El espesor de los depósitos varían de 18m, cerca de la comunidad de Marcovia, hasta 224 m en la zona costera. El principal depósito de arena y grava se encuentra en una extensa zona entre las comunidades de Monjarás y Marcovia donde hay espesores hasta de 58m.

En los bordes del aluvial y hacia el norte predominan los materiales terciarios del grupo Padre Miguel (Tpm), del Oligoceno al Plioceno, compuestos de rocas volcánicas que consisten en rocas piroclásticas asociadas de tipo riolítico y andesítico, rocas sedimentarias derivadas de rocas volcánicas y coladas de riolita, andesita y basalto. En los extremos de los valles aparecen localmente formaciones Matagalpa (Tm) del Paloceno al Mioceno, constituidas por coladas de andesita, basalto y sedimentos piroclásticos asociados.

5.2.1.2 Hidrología e hidrogeología

En la zona de interés se han clasificado tres grupos de acuíferos:

- Los acuíferos con flujo intergranular, que corresponden a los depósitos aluviales y los depósitos de terrazas bajas del río, conformados por arenas y gravas de diferentes graduación que cubren ampliamente la roca a lo largo de las planicies aluviales de los valles del río Choluteca y Nacaome, y en parte del Goascarán.
- Los acuíferos con flujo de fracturas (producción moderada), que corresponden a las formaciones Padre Miguel y Matagalpa.
- Las rocas con recursos de agua subterráneas locales y limitados, correspondientes a las formaciones de basalto y rocas ígneas intrusivas.

¹ Fuentes de información (adjunto en anexo)

- Mapa geológico de Honduras (1:500.000). Instituto Geográfico Nacional y InterAmerican Geodetic Service, 1985
- Mapa Hidrogeológico de la República de Honduras (escala 1:500 000) del Instituto Geográfico Nacional y otros organismos, 1995
- Mapa hidrogeológico de la Zona Sur de Honduras Instituto Geográfico Nacional, Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) y Overseas Development Administration (ODA)

Por su importancia y en relación con el problema potencial de contaminación, se analizarán las formaciones más vulnerables.

A) Delta del río Choluteca

Según el informe de la DECA (adjunto en anexo) la cuenca total del río Choluteca es de 7.580 km², con una longitud de 349 km, recibe una precipitación anual de 1.300 mm y tiene un caudal medio de 84 m³/s.

Un estudio² indicó transmisividades de hasta 1.200 m²/día para rendimientos de pozos hasta de 90 l/s en una zona localizada entre las comunidades de Monjarás y Marcovia.

El estudio distingue dos tipos de acuíferos:

- Acuíferos freáticos, incluyendo los depósitos de las terrazas del río Choluteca, depósitos superficiales delgados sobre roca y rocas con baja permeabilidad
- Acuíferos aluviales confinados, constituidos por arenas y gravas de alta permeabilidad, con espesores entre 10 y 40 metros. Sobre yacendo estos acuíferos se encuentran capas de arcillas de hasta 19 m de espesor.

El estudio también indica que la interfase salina se encuentra limitada en la comunidad de Monjarás, con una conductividad eléctrica de más de 10.000 µS/cm. No se ha observado un avance significativo entre los años 1978 y 1991, aunque se considera que pueden haber movimientos ascendentes de tipo local de la interfase, en aquellos sitios con alta explotación del agua subterránea.

El estudio también divide el aluvial del río Choluteca en tres zonas:

- Entre Santa Cruz y Monjarás, el acuífero tiene un espesor entre 15 y 40 m, con la base a una profundidad entre 30 y 60 m. La conductividad hidráulica está en el rango de 8 a 86 m/día y un caudal medio de un pozo entre los 80 y 106 l/s. El área incluye varios cauces abandonados del río Choluteca que contienen grandes depósitos granulares que conforman capas de muy alta permeabilidad y de alta producción de aguas subterráneas.
- En los alrededores del acuífero principal el espesor del aluvión es de menos de 10m, teniendo permeabilidades iguales (8-86 m/día) pero con transmisividades más bajas debido al poco espesor del acuífero.
- En el área al este de Monjarás se observa que el acuífero aluvial es más angosto con un potencial de agua subterránea más limitado, encontrándose el área fuera de la zona principal de depósitos granulares del delta.

B) Delta del río Nacaome

El delta del Nacaome es menos extenso, consiste de depósitos granulares cuyo tamaño disminuye a medida que se aleja de las montañas, en el interior del área y hacia el mar. En la parte central del delta, las arenas finas, limo y arcilla conforman los depósitos más comunes que se encuentran junto con arenas y gravas.

² Compañía Nippon Koil cc, 1980

Los depósitos aluviales de mayor espesor se encuentran en la parte oeste del delta con espesores que alcanzan más de 50m. Según un estudio realizado³ las transmisividades son del orden de 360 a 1.300 m²/día, similares a los del delta del Choluteca y se ha observado avance en la intrusión salina, que se sitúa a 1 km de la costa.

5.2.1.3 Usos de las aguas subterráneas

En la planicie del Choluteca se han identificado más de 200 pozos, con una extracción total de más de 90.000 m³/día (considerando 8 horas de producción).

La zona comprendida entre Los Llanitos y Monjarás está clasificada como área de explotación intensiva del agua subterránea, con un total de 37 pozos de producción con caudales entre 1,5 y 70 l/s y una explotación media anual de unos 13 millones de m³. El uso de los pozos es el riego (principalmente entre noviembre y mayo), industrial (empacadoras de camarones) y consumo de boca (distribución por el SANAA o Junta de Aguas de las poblaciones o pozos particulares).

En la planicie de Valle (Nacaome) se han identificado unos 20 pozos con una explotación aproximada de casi 3.500 m³/día.

Aparte de los pozos de producción registrados, existen muchos pozos de consumo doméstico o equipados con bombas manuales, así como pozos excavados de poca profundidad equipados con bombas manuales o al descubierto (extracción del agua con baldes).

A continuación se resumen los principales pozos de producción:

TIPO DE ACUÍFERO	Nº POZOS	RENDIMIENTO (l/s)	USO PROMEDIO		
			PÚBLICO	INDUSTRIAL	IRRIGACIÓN
Rocas volcánicas	70	1-2	26	44	0
Aluvión del valle	40	45	4	6	35
Aluvión del río	9	15	5	0	4

Para el uso doméstico, a continuación se adjuntan datos aproximados de las comunidades con pozos de producción para abastecimiento:

No	MUNICIPIO	Depart.	Núm Pozos	Abastecimiento total (m ³ /día)	% aguas subterráneas
01	Choluteca	Choluteca	11	8.000	80
02	El Triunfo	Choluteca	2	1.000	80
03	San Marcos de Colón	Choluteca	2	1.600	80
04	Namasigüe	Choluteca	3	600	90
05	Sta. Ana de Yusguare	Choluteca	1	160	50
06	Pespire	Choluteca	2	800	90
07	Cedeño	Choluteca	1	400	100
08	Marcovia	Choluteca	2	400	100

³ Estudio de Motor-Columbus, 1974

09	San Lorenzo	Valle	7	2.700	90
10	Nacaome	Valle	3	1 000	90
11	Jicaro Galán	Valle	1	300	100
12	Langue	Valle	3	600	100
13	El Amatillo	Valle	3	600	100
14	Amapala	Valle	3	600	100

Según el informe de la DECA (adjunto en anexo) la población directamente expuesta es de 275.693 personas y la indirecta de 328.952.

5.2.1.4 Usos del suelo

Según el informe de la DECA (adjunto en anexo) la zona es conocida por las sabanas de bosques poco densos, por la ganadería y sobretodo, por la producción de melón (en 1997 exportó \$35,7 millones) y de camarón (en 1997 exportó \$179,1 millones). Otras actividades importantes son la caña de azúcar y la pesca artesanal. El resto es cultivado de granos básicos, en una agricultura de subsistencia.

5.2.2 Información de terreno

Para el diseño del muestreo, la recogida de información en el terreno, con la inspección de unos 15 pozos de diferentes comunidades en ambas cuencas, se resume a continuación.

POZO			Datos construc.		Nivel	COMENTARIOS
Punto	Identificación	Cuenca	Diám. (m)	Prof. (m)	agua (m)	
#1	Barrio de Iztoca Sr Santos	Choluteca		14	6	A 300-500 m margen derecho del río Muestra # 11.
#2	Barrio de Iztoca (Choluteca)	Choluteca		25	15	El nivel subió 3m Habla de cuevas en el suelo.
#3	Granja	Nacaome	1	21	18	A 1km del margen izquierdo. Da mucha agua
#4	El Tular Doña Julia	Nacaome	2	18	15	Con el huracán, el nivel no subió. Muestra #
#5	Marcovia	Choluteca	1,5	17	12	A 2 km del margen izquierdo El nivel subió con el huracán.
#6	Chaparro Sr. Rogelio Guerrero	Choluteca	1,5	5	2	Visitado por OXFAM. Da mucha agua Agua clorada Muestra #2.
#7	Los Llanitos	Choluteca	2	?	3	A 150-200 m del margen derecho (cerca del brazo temporal). ¿Agua clorada? Muestra #3
#8	Chapetón - Monjarás (Junta de Aguas)	Choluteca	?	40	2-3	Color amarillo-blanco desde hace 15 días Muestra #4.
#9	Santa Cruz	Choluteca	2	5	3-4	
#10	Los Mangles	Choluteca	3,5	15	4	Con el huracan el nivel subió mucho Muestra #5

POZO			Datos construc.		Nivel	COMENTARIOS
Punto	Identificación	Cuenca	Diám. (m)	Prof. (m)	agua (m)	
#11	Cacaolito	Choluteca	1,5	14	5-6	El nivel no se movió (siempre igual), aunque en el entorno sí que variaron
#12	Aldea entre Cacaolito y San Jose de las Conchas	Choluteca (extremo)	2,5	15	10	El nivel subió con el huracán
#13	Las Pozas (centro de salud)	Choluteca (extremo)	2,5	12	9	El nivel no subió (pero los del entorno, sí). Agua clorada Muestra #6
#14	San Lorenzo		2	9	5	Centro Area 2
#15	Papalón	Choluteca	2,5	3	8	El agua subió (entró por encima)

En la mayoría de los pozos, se comenta que:

- el nivel de los pozos aumentó mucho con el huracán,
- presentan variaciones estacionales importantes, bajando el nivel hasta unos 2-3m en épocas secas, y
- “dan mucho agua”.

En la mayoría de los casos, el agua del pozo particular sólo se utiliza para lavar ya que disponen de agua clorada canalizada (que también proviene de pozos), sin embargo, se comenta que en fallos de la distribución aprovechan el pozo. Existen algunas excepciones, pozos visitados por OXFAM y que han sido clorados.

Según estos datos y conversaciones mantenidas (Ing. Víctor Cuevas del SANAA y Julia Cabal, hidrogeóloga de ACF), se puede agregar que:

- Las zonas de mayor vulnerabilidad están.
 - entre Los Llanitos y Monjarás y en el margen derecho, en la cuenca del río Choluteca, y
 - aguas abajo de Nacaome hasta la desembocadura (en la cuenca del río Nacaome).
- En esta zona el 75% de los recursos de agua provienen de las aguas subterráneas y en la zona más vulnerable, el 100%.
- La recarga de los acuíferos se realiza a través de los cauces superficiales, exceptuando el margen izquierdo en la zona de la ciudad de Choluteca (recarga de la montaña, “quebraditas”).
- La transmisividad y permeabilidad son bastante variables y existen zonas de gran transmisividad relacionada a la presencia de antiguos cauces del río Choluteca, entre Los Llanitos y la desembocadura del río Choluteca, al oeste de Santa Cruz.

5.2.3 Valoración del medio frente a la contaminación

Las zonas potencialmente contaminadas se pueden clasificar como **MUY VULNERABLES** debido a:

- La presencia de un acuífero aluvial, con un nivel somero de las aguas subterráneas, entre 2 y 15m de profundidad. El acuífero está formado por un espesor variable de materiales aluviales y materiales de origen volcánico (porosidad secundaria o flujo por fisuras). El acuífero parece presentar una transmisividad y una permeabilidad elevadas.
- La interrelación directa con los cauces superficiales (río Choluteca y río Nacaome). El flujo regional de las aguas subterráneas es paralelo a los cauces y ligeramente divergente, ya que en general los acuíferos se recargan con las aguas superficiales.
- El uso intensivo de este recurso, tanto para consumo humano como para otros usos domésticos. En la mayoría de las poblaciones, el 100% del suministro de agua procede de las aguas subterráneas.

Esto significa que **CUALQUIER VERTIDO O CONTAMINACIÓN DEL SUELO O DEL RÍO AFECTARÁ RÁPIDAMENTE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y, POR SU ACCESIBILIDAD Y USOS, A LA SALUD DE LAS PERSONAS.**

5.3 MUESTREO Y ANÁLISIS

5.3.1 Información disponible

A partir de la identificación del problema potencial de los tóxicos en la zona del Choluteca y Nacaome, diferentes organismos han realizado campañas de muestreo y análisis de los diferentes medios. Los informes no estuvieron disponibles hasta fases avanzadas de los trabajos de campo de MSF.

El problema de la posible contaminación por agroquímicos no es nuevo en la zona de Choluteca y Nacaome debido a su uso histórico. Consecuentemente se dispone de información de muestreo y análisis de algunos puntos, anterior al huracán Mitch, de algunos organismos de control.

5.3.1.1 Muestreo del CESCO

EL CESCO (Centro de Control de Contaminantes) realizó una campaña de muestreo el 10 y 12 de noviembre de 1998. Se tomaron un total de 12 muestras de aguas de estero, aguas superficiales y aguas de pozos. En anejo se adjunta el boletín de análisis (*Informe de análisis de contaminantes del río Choluteca*) y el informe final (*Informe sobre muestreo en el río Choluteca y el Golfo de Fonseca, para determinar plaguicidas organoclorados y organofosforados*) con la identificación y localización de las muestras, los métodos de conservación y análisis de las muestras.

Según los resultados obtenidos, el informe del CESCO llega a las siguientes conclusiones:

- En ninguna de las muestras analizadas se ha detectado la presencia de organofosforados.
- Se ha detectado la presencia de organoclorados, principalmente BHC, Dieldrin y DDE, en concentraciones muy bajas (entre 0,5 ppb y por debajo del límite de detección, de 0,01 ppb) exceptuando una única muestra con un valor de 20 ppb. Todos los valores están por debajo de los valores máximos permisibles.
- La población de la zona no ha detectado mortalidad de peces o aves.
- Es probable que haya productos enterrados o en el fondo del río y esteros, constituyendo un peligro potencial futuro.

El informe de la CESCOCO presenta algunas incongruencias técnicas que no han podido ser aclaradas, como las unidades de los resultados (ppb o ppm, lo que supone tres órdenes de magnitud de diferencia) o los límites de aceptabilidad de los compuestos individuales.

5.3.1.2 Muestreo del CDC de Atlanta

El CDC (*Center for Disease Control and Prevention*) de Atlanta, en colaboración con el Ministerio de Salud, la OPS y el CESCOCO, realizó el muestreo de aguas subterráneas en el barrio de Iztoca (ciudad de Choluteca) para su análisis (organoclorados y organofosforados).

Según de Stephen Tomlin, vicepresidente para OPS Internacional (e-mail del 14/12/98), los objetivos del trabajo incluyen:

- Evaluar la contaminación potencial del agua potable y del suelo por pesticidas organofosforados y organoclorados, compuestos orgánicos volátiles (COV) y metales y la exposición de la población humana a esta contaminación.
- Evaluar los factores de riesgo asociados a los contaminantes en el agua potable después del huracán.

Según conversaciones con Josephine Malilay del CDC existe un informe provisional de campo, enviado a la Dr. Jorgina Díaz (Ministerio de Salud) y a la Ing. Ligia Miranda (OPS), que no se ha podido consultar. También se comentó que los resultados finales estarán disponibles a finales del mes de diciembre o enero.

5.3.1.3 Informe de la D.E.C.A.

LA D.E.C.A. (Dirección de Evaluación y Control Ambiental de la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente) realizó un informe evaluando el caso en el que se incluye un consolidado de los análisis de agua realizados: 10 muestras del ANEDEC (Asociación Nacional de Empacadoras de Carne) del 8/11/98, 3 muestras de la UNAH del 8/11/98 y 16 muestras del CESCOCO del 11/11/98.

Los resultados obtenidos corroboran las conclusiones obtenidas en el informe del CESCOCO, con la detección de trazas de Lindano, DDT, BHC y Dieldrin; en una muestra se detecta la presencia de organofosforados, aunque en una concentración muy baja. Cabe destacar que el informe remarca que la mayor parte de los plaguicidas almacenados están clasificados desde altamente a ligeramente peligrosos