



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
DE LA AMAZONÍA PERUANA**

**DIAGNOSTICO SOBRE
LA CONTAMINACION
AMBIENTAL EN LA
AMAZONIA PERUANA**

ROSARIO GOMEZ GARCIA

DOCUMENTO TÉCNICO Nº 15

OCTUBRE 1995

IQUITOS - PERÚ



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
DE LA AMAZONÍA PERUANA**

DIAGNOSTICO SOBRE LA CONTAMINACION AMBIENTAL EN LA AMAZONIA PERUANA

Rosario Gómez García

DOCUMENTO TECNICO N° 15

OCTUBRE 1995

IQUITOS - PERU

CONTENIDO

1. Introducción
2. Contaminación urbana
 - 2.1. Contaminación en Iquitos
 - 2.2. Contaminación en Pucallpa
 - 2.3. Contaminación en Tarapoto
 - 2.4. Conclusiones
3. Contaminación por lavado de oro
 - 3.1. Contaminación por mercurio
 - 3.2. Otros impactos ambientales de los lavaderos de oro.
4. Contaminación por actividades petroleras
 - 4.1. Impactos en las fases de prospección y perforación.
 - 4.2. Contaminación en la fase de producción.
 - 4.2.1 Contaminación salina
 - 4.2.2 Otros tipos de contaminantes
 - 4.3. Estudios sobre contaminación por petróleo
 - 4.4. Conclusiones y recomendaciones
5. Contaminación por el cultivo y procesamiento de coca
 - 5.1. Impactos ambientales del cultivo de la coca
 - 5.2. Contaminación por el cultivo de coca
 - 5.3. Contaminación por procesamiento de PBC
6. Conclusiones Generales
7. Bibliografía

1. INTRODUCCION

La extracción de los recursos naturales renovables en la Amazonía ha sufrido diferentes formas e intensidades de aprovechamiento en relación con la economía imperante en cada momento.

En la actualidad, la explotación de los recursos va modernizando sus técnicas, lo que conlleva una mayor cantidad de desechos que el medio ambiente no puede procesar, con la misma velocidad con la que se producen, ni que el hombre puede tolerar, ocasionando la contaminación del aire, agua, suelo y perturbando el bienestar del ser humano y los demás seres vivos que habitan en los ecosistemas amazónicos. Esto lleva consigo la destrucción de muchos ecosistemas y por tanto una pérdida importante de la biodiversidad. También se ve amenazado el futuro de las poblaciones indígenas asentadas en las riberas, dado que los recursos pesqueros existentes en los ríos y cochas tienden a disminuir y/o desaparecer debido a la contaminación.

La contaminación del agua puede ser de múltiples formas, según la procedencia de los desechos; por sedimentos, materia orgánica, biocidas, metales pesados y otros elementos tóxicos que provocan distintos grados de impactos sobre las características físico-químicas propias del agua, sobre la flora, la fauna y el hombre.

La contaminación de las aguas, cualquiera que sea su naturaleza, provoca en las especies, en las estructuras o en las relaciones tróficas, unas perturbaciones que conducen a profundas alteraciones en los sistemas biológicos.

En la Amazonía peruana la contaminación más grave está provocada por las actividades petroleras, lavado de oro, poblaciones urbanas y actividad cocalera, en esta última, principalmente, por el procesamiento de pasta básica de cocaína.

2. CONTAMINACION URBANA

La Selva Peruana pasa por un acelerado proceso de concentración urbana.

En el Perú, las ocho principales ciudades amazónicas albergan el 30% de la población total de la región y, la población urbana asciende al 48,869 del total (Webb y Fernández-Baca, 1991). Según el censo poblacional de 1993, en la Selva Baja, la ciudad de Iquitos cuenta con 274,759 habitantes, en la Selva Media y Alta, respectivamente, Pucallpa llega a 172,286 y Tarapoto a 77,783 habitantes.

Ninguna de estas ciudades hace tratamiento de sus aguas servidas, las que van directamente a los ríos que las circundan, los que a su vez proveen de agua a otras poblaciones en su curso.

Las industrias de todo tipo, pero en especial los aserraderos y otras industrias forestales, arrojan sus desperdicios directamente a los ríos o proceden a quemarlos parcialmente, provocando contaminación del aire urbano.

Asimismo, existe contaminación por grasas y aceites, producida por las instalaciones portuarias y por la navegación fluvial, ya que a veces limpian sus depósitos y vierten sus residuos directamente en los ríos y cochas.

2.1 CONTAMINACION EN IQUITOS

La ciudad de Iquitos se encuentra limitada por los ríos Amazonas, Nanay, Itaya y por el lago Moronacocha y la laguna de Rumococha.

Estos cuerpos de agua son receptores de las aguas residuales producidas por las actividades urbanas e industriales de dicha ciudad. Las aguas servidas son vertidas directamente, sin ningún tratamiento previo, en el lago Moronacocha; las excretas de las poblaciones marginales, los desechos industriales y del transporte fluvial, son vertidos en todos los cuerpos de agua mencionados.

Por otro lado, el servicio de agua potable de la ciudad se abastece del río Nanay, las poblaciones de zonas marginales se abastecen de agua de pozo o directamente de las aguas de los cuerpos de agua adyacentes a dichas ciudades.

Así tenemos, según censo poblacional de 1993, que en la ciudad de Iquitos sólo el 55% de la población cuenta con abastecimiento de agua potable en la vivienda y que el 54 % de la población tiene acceso a servicio de desagüe.

El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana entre 1985 y 1988 y durante 1994 ha realizado distintos estudios de la contaminación urbana en Iquitos reflejándose dicha contaminación en los siguientes resultados:

1985

En el lago Moronacocha se presentaron altos niveles de cromo hexavalente y de coliformes totales.

El río Nanay, en la zona de la desembocadura, presenta cromo hexavalente y desechos de crudo. Así como contaminación bacteriológica de coliformes totales.

El río Itaya, en su desembocadura, presenta gran cantidad de desperdicios humanos y derivados del petróleo.

1986

En el río Nanay se presentan niveles altos de cromo hexavalente y altos valores de coliformes.

En el río Amazonas altos niveles de coliformes.

En el Lago Moronacocha se presentan niveles muy altos de coliformes.

En las aguas de pozos se presenta contaminación bacteriológica que va desde 3 a 1100 UFC/100 ml, con mayores valores en Santo Tomás.

Los análisis del agua potable presentan valores de turbidez superior a 10 permisible, niveles de cobre y hierro por encima de los límites permisibles. El Ph pocas veces llega a valores aceptables, con una manifiesta tendencia a la acidez.

El índice de coliformes totales y fecales, en algunos puntos, llega a 460 NMP/100ml.

1987

En Quistococha, Santo Tomás y Rumococha, existen niveles bajos de contaminación por coliformes, con valores que van desde 4 a 43 UFC/100 ml.

En los ríos Nanay, Amazonas, Itaya y Lago Moronacocha, los valores de coliformes van desde 4 a 240 UFC/100 ml. Los análisis físico-químicos muestran que ningún parámetro está fuera de los valores permisibles.

1988

Se realizaron análisis microbiológicos de los cuerpos de agua de la Carretera Iquitos-Nauta, encontrándose niveles bajos de contaminación.

En los cuerpos de agua aledaños a la ciudad de Iquitos, en el Lago Moronacocho y río Itaya, se presentaron niveles significativos de coliformes totales y fecales.

Los estudios de calidad del agua de los ríos circundantes a Iquitos, realizados por el IIAP durante el presente año reportan los siguientes resultados:

- En todos los cuerpos de agua se ha encontrado contaminación por coliformes totales y fecales por encima del límite permisible para agua de consumo humano.
- Asimismo, debido al tráfico fluvial, las aguas se encuentran contaminadas por hidrocarburos en las siguientes zonas:

En el río Amazonas:

- A la altura de la central térmica, del Puerto (ENAPU) y de la refinería.

En el río Nanay:

- En el área del club de Caza y Pesca, frente a la salida de Rumococha, y en el último muestreo, en Pampachica.
- En el Lago Moronacocho, en el primer muestreo.
- En la laguna de Rumococha, en los tres puntos muestreados.

Existe presencia de plomo en:

- En el primer muestreo, en el Lago Moronacocho y en la laguna de Rumococha.
- En el segundo muestreo, en la zona de la refinería en el río Amazonas y en Rumococha.
- Además, en la laguna de Rumococha existe presencia de arsénico, producto derivado de los preservantes de la madera que utilizan los aserraderos asentados en las orillas.

2.2 LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS EN PUCALLPA

Los cuerpos de agua adyacentes a la ciudad de Pucallpa y que tienen una mayor incidencia en la población y sus actividades, son: la laguna de Yarinacocho, el río Ucayali y el lago Manantay.

Existe un déficit notorio en la cobertura de agua potable y desagüe en la ciudad de Pucallpa, debido a que las instalaciones fueron concebidas para abastecer a una población muy inferior a la existente en la actualidad. Apenas el 50% de la población cuenta con agua segura y sólo el 17 % accede al servicio de desagüe, según fuente de EMAPACOP.

Por este motivo, en la actualidad los pobladores de Pucallpa captan agua de la capa freática de la Ciudad; ha construido pozos domiciliarios de manera artesanal, pese a que son de cierta profundidad, el agua no es de buena calidad.

De la misma forma buena parte de la población, ante la carencia de tuberías de desagüe han improvisado alcantarillas en las propias calles de los barrios de la ciudad.

Existe un gran colector natural hacia el cual van a dar los diversos desagües que se encuentran desperdigados por toda la ciudad. Este gran colector natural desemboca posteriormente en el río Ucayali, el cual es afectado por la contaminación de las aguas servidas de Pucallpa, precisamente a pocos metros del lugar donde es captada el agua para abastecer a la ciudad.

En vaciante, el río Ucayali se retira del punto de captación del agua, por lo cual se ha construido un canal para lograr captar el recurso desde el alejado río Ucayali. Esta situación ha motivado una restricción en el servicio de aproximadamente el 50%, con el consiguiente racionamiento.

En el estudio de contaminación ambiental por actividades urbanas, realizadas por el IIAP en 1986 en Pucallpa, se reportan los siguientes resultados:

- En el agua potable se presentó contaminación por coliformes totales y fecales por encima de los máximos permisibles; asimismo en algunas estaciones el cobre supera el límite permitido.
- En los ríos se encontraron valores de coliformes desde 9 a 1100 UFC/100 ml, registrando el mayor valor en la quebrada Manantay y el menor en el río Ucayali.
- En el agua de pozos se registraron valores de coliformes de 9 a 200 UFC/100 ml, también se observó contaminación por zinc con valores que sobrepasaron los límites permisibles.

Asimismo, en el estudio sobre calidad de las aguas en la ciudad de Pucallpa, realizado el presente año por el IIAP, se presentan los siguientes resultados:

- La laguna de Yarinacocha se encuentra contaminada por nitratos, hidrocarburos, plomo y por coliformes totales.
- El lago Manantay se encuentra contaminado por nitratos, hidrocarburos y por coliformes totales y fecales, estos últimos con niveles muy altos.
- El agua de pozos analizada muestra contaminación por nitratos, amonio y por coliformes totales; coliformes fecales solo se presentan en dos de los cuatro pozos muestreados.

2.3 CONTAMINACION EN LA CIUDAD DE TARAPOTO

Los cuerpos de agua circundante a la ciudad de Tarapoto son los ríos Cumbaza, Shilcayo y la Quebrada Ahuashiyacu, los cuales vierten sus aguas al río Mayo.

Los ríos Shilcayo y Cumbaza reciben las aguas servidas de la ciudad sin ningún tratamiento previo; el río Cumbaza desemboca en el río Mayo, al cual van a parar los desechos procedentes de las poblaciones a su paso.

Las aguas de estos ríos son utilizados, fundamentalmente para abastecer a las poblaciones que se encuentran a su paso y para abastecer a los canales de riego de la zona. La captación de agua para la ciudad de Tarapoto se encuentra en la parte alta del río Shilcayo.

En el estudio de calidad de las aguas de la ciudad de Tarapoto, realizado por el IIAP en el presente año, se reportan los siguientes resultados:

Todos los cuerpos de agua se encuentran contaminados por coliformes totales, con unos niveles por encima de los límites permisibles para el agua de consumo humano. Asimismo, en algunos puntos existe contaminación por coliformes fecales.

Existe contaminación por nitratos en el río Cumbaza y río Mayo y en el río Shilcayo, después de recibir las aguas servidas de la ciudad.

De acuerdo a estos resultados se observa que la contaminación de los ríos circundantes a la ciudad de Tarapoto es debida a las aguas residuales de procedencia doméstica; es decir contaminación por materia orgánica y por bacterias coliformes.

Anterior a este estudio no se conoce ningún otro que haga referencia a la contaminación de dichos cuerpos de agua.

2.4 CONCLUSIONES

- La descarga de los desagües a los cuerpos de agua circundantes a las ciudades se hace directamente, sin considerar los tipos de desechos que arrastran y sin tratamiento previo, lo que supone una fuente importante de contaminación de dichos cuerpos de agua, sobre todo sus bacterias coliformes y otros gérmenes patógenos.

- En el agua cerca de los lugares donde se expenden combustibles y lubricantes, astilleros y puentes se encuentran películas de grasas e hidrocarburos extendidas en la superficie.

- Las actividades humanas producen desechos cuya cantidad y tipo varía según la actividad, ya sea doméstica, industrial, comercial, etc. En el caso de los desechos domésticos, la mayoría son biodegradables y tienen un tiempo de vida bastante corto, sin embargo por el volumen y por la capacidad de albergar gérmenes patógenos para la salud humana, merece ser estudiado priorizando las ciudades de mayor número de habitantes.

- La calidad del agua potable que consume la población merece ser monitoreada en forma periódica a fin de que se adopten medidas adecuadas. De acuerdo al número de habitantes, es conveniente hacer una comprobación de la calidad química y biológica como sigue:

- Poblaciones menores a 20,000 habitantes: Mensualmente.
- Poblaciones de 20,000 a 50,000 habitantes: Quincenalmente
- Poblaciones de 50,000 a 100,000 habitantes: Semanalmente
- Poblaciones mayores a 100,000 habitantes: Diariamente

- El reciclaje de desechos de la madera y lubricantes sería una forma de evitar que lleguen grandes cantidades de desechos y miles de galones de aceite quemado a nuestros ríos.

3. CONTAMINACION POR LAVADO DE ORO

La explotación aurífera está centralizada en Madre de Dios y remueve millones de metros cúbicos de tierra, arena y grabas de riberas y échos de río, así como áreas boscosas hasta profundidades de 3 a 6 metros (ONERN, 1986).

En Madre de Dios las zonas donde se lleva a cabo una mayor explotación de oro son: Huaypetue, Caiviche, Laberinto, Inambari y Alto Madre de Dios.

Asimismo, existen yacimientos auríferos en los ríos Santiago, Morona, Tigre y Napo.

La actividad de los buscadores de oro en los ríos trae consigo unas consecuencias ambientales impactantes, como son: la contaminación de los ríos por sedimentos, mercurio y aceite; la destrucción de las cuencas y tierras agrícolas; la deforestación; la caza y la pesca y la invasión de territorios indígenas (Dourojeanni M. y M.T Jorge Padua, 1971).

Existen escasos estudios referentes a la contaminación producida por dicha actividad.

3.1 CONTAMINACION POR MERCURIO

La actividad aurífera se realiza de forma artesanal, utilizando dragas y cargadores frontales. Además se utiliza el mercurio para separar el oro de los materiales más finos, por lo que la causa mayor de contaminación en las aguas y peces es producida por el mercurio.

El mercurio separa el oro de los últimos materiales finos y forma una amalgama; el mercurio se volatiliza por calentamiento y queda el oro puro. Para producir 1 gramo de oro se necesita un gramo de mercurio. La mediana minería en la selva peruana arroja 3 toneladas de mercurio al año; la pequeña minería arroja otro tanto, en total son 6 toneladas por año y 24 kilos de mercurio por kilómetro cuadrado de río (CIED, 1993). Esta es la cantidad de mercurio que se introduce a las aguas amazónicas cada año.

En el proceso de separación, el mercurio se evapora y estos vapores generan una contaminación directa en los trabajadores; luego se deposita, fundamentalmente, en las aguas, ingresando así en la cadena trófica y llegando a la población que consume el pescado. El 40% del mercurio usado se arroja al río y el 60% se pierde como vapor.

A pesar de que existen tecnologías muy sencillas para recuperar el mercurio volatilizado y para prevenir el contacto directo con los vapores del mismo, este generalmente no es aplicado.

Se han hallado concentraciones de mercurio excepcionales en peces y en humanos en la Amazonía brasilera, en especial en la cuenca del río Madeira, a la que corresponde el río Madre de Dios (Cousteau y Richards, 1985). En la Amazonía peruana no hay estudios que verifiquen y cuantifiquen este tipo de contaminación.

La inhalación de vapor de mercurio en la minería origina lesiones del sistema nervioso central.

Los vapores de mercurio metálico (y los derivados orgánicos del mismo) son fácilmente absorbibles a través del parenquima pulmonar.

En el tracto gastrointestinal se absorbe menos del 0.01 % del total de una dosis de mercurio líquido ingerido.

El mercurio y sus derivados se distribuyen por todo el organismo y se acumula en el sistema nervioso central.

La intoxicación aguda, no severa, por mercurio inorgánico produce: dolor abdominal, náuseas, diarrea, dificultad para respirar e insuficiencia renal.

Si la intoxicación es severa, pueden aparecer signos y síntomas neurológicos, tales como: incoordinación en la actividad muscular voluntaria disminución de la agudeza visual que puede llegar a la ceguera, retardo mental, espasmos mioclónicos y patrones encefalográficos anormales.

3.2 OTROS IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS LAVADEROS DE ORO

La actividad de los cargadores frontales destruye áreas adyacentes de los lechos de los ríos. Se calcula que en Madre de Dios existen 300 cargadores frontales, así como un número indeterminado de dragas, que destruyen los lechos de los ríos. Esto en época de creciente origina inundaciones o cambios bruscos en el cauce del río.

En ciertas zonas, la destrucción de los cursos de agua es total. Como las mejores tierras agrícolas son las aluviales y los barreales cercanos a los ríos, la pérdida de tierras agrícolas puede ser significativa.

La destrucción de toda la vegetación de las orillas de los ríos tiene un impacto directo sobre la reproducción y alimentación de los peces y otras especies acuáticas.

La deforestación, la extracción de madera, la caza y pesca para abastecer a los trabajadores, son también impactos importantes en los lavaderos de oro.

La contaminación por sedimentos es muy impactante. Para obtener 2 gramos de oro se debe remover un metro cúbico de sedimentos. En la cuenca del río Madre de Dios se calcula que se remueven 26 millones de toneladas por año de materiales diversos (CIED, 1993). Esto trae consigo un aumento de la turbidez del agua, cambios en los recursos hidrobiológicos, modificación del lecho de los ríos, obstaculización de la navegación y reducción de la calidad del agua.

La contaminación por aceite de las máquinas empleadas (motores, tractores orugas, dragas y otros equipos) es también importante. Este aceite tiene efectos sobre el ciclo de nutrientes en el agua.

Otras formas de contaminación producidas por los lavadores de oro se originan del empleo de químicos (CN- de sodio, detergentes, etc.) y de los desechos inorgánicos y orgánicos arrojados directamente a los ríos.

Asimismo, la explotación de oro origina una serie de impactos sociales tales como: explotación de obreros (adultos y niños) dedicados a la extracción de oro, conflictos con las comunidades nativas y colonos asentados, proliferación del alcoholismo y delincuencia en los poblados menores donde se extrae el oro, etc.

4. CONTAMINACION POR ACTIVIDADES PETROLERAS

La explotación de petróleo es una de las actividades económicas principales en la región, desde que se descubrió en los años sesenta.

Actualmente las explotaciones se encuentran ubicadas, fundamentalmente, en las cuencas de los ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y en el Napo. En este último, las explotaciones se encuentran en el vecino país de Ecuador.

Dicha actividad genera como productos de desecho, miles de barriles de agua salobre al día. Estas aguas con grandes concentraciones salinas están afectando a la calidad del agua, a la flora y fauna acuáticas y a la flora y fauna terrestre.

Las actividades de prospección y explotación petrolera han sido cuestionadas en los últimos años, ya que producen graves impactos sobre los cursos de agua, los recursos naturales y las poblaciones indígenas.

La contaminación se produce, principalmente, durante la perforación de los pozos y en la fase de producción del petróleo. Los desechos que se generan contaminan el suelo, el agua y el aire, ya que la mayoría de las veces se vierten sin tratamiento previo.

4.1 IMPACTOS EN LAS FASES DE PROSPECCION Y PERFORACION

Las actividades que se realizan durante la fase de prospección y que influyen negativamente, son las siguientes:

La apertura y trazado de trochas y carreteras, la utilización de explosivos, la apertura de helipuertos y campamentos, la tala de vegetación sobre transectos de cientos de kilómetros, la caza y pesca indiscriminada por parte de los trabajadores y el uso de exfoliantes y herbicidas.

Para la construcción de carreteras y trochas y, para la apertura de helipuertos y campamentos, se produce en la primera etapa, la tala de vegetación y, por tanto, el derrumbe y abandono de árboles valiosos desde el punto de vista maderero, con la consiguiente desaparición de la fauna que vive en esos bosques.

Por otro lado, la apertura de nuevas vías permite a cientos de colonos establecerse. Estas ocupaciones, a veces en forma de invasiones, depredan los recursos del bosque y, muchas veces dejan sin alimentación a los grupos indígenas que habitan estos lugares. También influyen sobre las costumbres y modos de vida de estos grupos, muchas veces cambiándolos y haciéndolos más dependientes.

En la fase de perforación la contaminación puede ser producida por los lodos de perforación, si no son bien tratados en el sumidero de lodos. Estos lodos contienen cloruros, sulfatos y metales pesados tales como bario, cadmio, cobre, mercurio, zinc y plomo y otros productos tóxicos. Estos productos pueden contaminar el suelo y el agua por lixiviación. .

4.2 CONTAMINACION EN LA FASE DE PRODUCCION

En la fase de producción se origina contaminación a través de las aguas salinas (de "formación") y por derrames accidentales. Así, sobre los ríos se descarga agua salada e hidrocarburos.

4.2.1 Contaminación salina

El proceso de extracción y desalado del petróleo genera como subproductos un promedio de 2 a 3 barriles de salmuera por barril de petróleo procesado (Ossio, 1979).

La cantidad de agua salina producida varía en función de la formación geológica, localización y el tipo de construcción y edad del pozo.

De acuerdo a esto en la selva peruana, según la producción de petróleo, en el año 1993 se habrían vertido en promedio 22, 142,500 barriles de salmuera por parte de Petroperú y 52, 312,500 barriles de salmuera por parte de OXY.

En la composición del agua salobre destacan los sulfatos, bicarbonatos y cloruros, asociados a cationes tales como sodio, calcio y magnesio, siendo la asociación más preponderante la del cloruro de sodio, cuyas concentraciones alcanzan muchas veces los 200,000 ppm, estando el promedio alrededor de 75,000 ppm.

Si consideramos que el contenido promedio de cloruros en los ríos amazónicos es del orden de 7 ppm, se puede estimar que el volumen de agua de dilución requerida para que estas sales alcancen dicha concentración es de 3.75 metros cúbicos por segundo, por cada mil barriles procesados por día (Ossio, 1979).

Debido a los grandes volúmenes de aguas salinas generadas y a las altísimas concentraciones de cloruros en su composición, se requerirá que el cuerpo receptor tenga tal capacidad de dilución que las descargas alteren mínimamente sus características, como bien podría ser el caso de algunos ríos de la Amazonía.

Así en los estudios realizados por el IIAP, entre 1985 y 1987 en las zonas de actividad petrolera, se observa que el río Corrientes, en promedio, puede diluir hasta 53 millones de agua salada al año, sin pasar de 40 ppm de cloruros.

Asimismo, las aguas del río Tigre son catalogadas como rápidas y muy rápidas, con desplazamiento de grandes masas de agua, obteniéndose de esta manera un gran poder de dilución de contaminantes. .

El vertido de aguas saladas o derrames de crudo sobre el agua fresca se manifiesta por modificaciones de las características de este hábitat en sus variables físicas, biológicas o su contenido químico. En los primeros estados de contaminación son afectados la dureza, la temperatura, el PH, el color, etc. (Vizcarra, 1984).

Posteriormente el oxígeno disuelto, factor decisivo para la existencia de vida acuática, puede ser degradado hasta crear ambientes anaeróbicos, ácidos y malolientes, inaptos para el desarrollo normal de la vida.

Los cambios químicos están relacionados con la solubilidad de los agentes contaminantes. La mayoría de las sales son solubles hasta la saturación y en cuanto a las fracciones livianas de petróleo coinciden, que a la vez de ser los más tóxicos, también se solubilizan en algún grado. Para el benceno se admiten solubilidades de 820 ppm, para el tolueno 470 ppm y para el pentano 360 ppm, en el rango de temperatura de 16 a 22°C (Smith, 1979). El mismo autor opina que el benceno y el tolueno son letales para peces de aguas continentales, en concentraciones de 10 a 400 ppm, de acuerdo a las especies.

Por otro lado, la presencia anormal de sales en los cuerpos de agua dulce, también tiene otros efectos, como el de alejar a los peces y otros organismos de su hábitat natural o, al contrario, puede inmovilizar a aquellos de costumbres migratorias ya que el gradiente de salinidad forma una barrera insalvable para muchos peces, afectando seriamente el potencial pesquero de la región.

4.2.2 Otros tipos de contaminantes

La separación de petróleo y salmuera no es completa y una cierta cantidad de petróleo, compuestos orgánicos y gases disueltos, son descargados conjuntamente con el agua salina. Estos compuestos es común encontrarlos en cantidades que varían de 0.1 a 0.3 % del volumen total de agua.

Asimismo, al petróleo descargado en las formas mencionadas se añaden considerables cantidades por derrames, fugas, lavado y separación de equipos y accesorios, y otras fuentes, que tienen su origen en la mala operación de los sistemas de control.

Pueden existir también compuestos tales como el bióxido de carbono y en particular hidrógeno sulfurado, que pueden ocasionar la reducción de los niveles de oxígeno disuelto en las aguas receptoras.

También pueden estar presentes elementos como metales pesados (Hg, Cd, Cr y Pb) cianuros y arsénicos, cuyos efectos tóxicos son capaces de hacerse sentir aún en pequeñísimas concentraciones.

La película de petróleo que se forma en la superficie del agua interfiere con los mecanismos de transferencia de oxígeno, esencial para la vida de los peces y que también afecta a las aves al recubrir su plumaje y ocasionarles la muerte. Una parte de estos elementos son arrastrados por la corriente y depositados en las orillas, afectando también a la vegetación ribereña, de la que depende la mayoría de las especies de peces.

Igualmente, la acidez nafténica, contribuyente menor del petróleo crudo, mata a los peces, cuando está presente a concentraciones de 5 a 120 ppm.

Pero la contaminación va más allá, porque las partículas de crudo se incorporan a los sedimentos refugios y/o alimentos de los organismos, en esta etapa intervienen fenómenos químicos y biológicos, los efectos son complejos y prolongados, incidiendo no sólo en una especie sino que afecta a toda la cadena trófica, ocasionando un desequilibrio en el ecosistema.

4.3 ESTUDIOS SOBRE CONTAMINACION POR PETROLEO

Los riesgos de la contaminación por petróleo en los ríos amazónicos fueron reportados por OSSIO (1979), Vizcarra (1983) y Pezo R., Cánepa J. y Paredes H. (1986).

El IIAP desde 1984 hasta 1987 realiza una serie de investigaciones sobre la contaminación ambiental producida por las actividades petroleras, centrandose en los ríos Pastaza, Corrientes, Tigre, Samiria y Amazonas. Estos son algunos de los resultados.

- Las primeras evaluaciones (1984) arrojan que la cocha Montano y el río Capahuari presentan altas concentraciones de cloruros (100-240 ppm), siendo la concentración normal para las aguas de los ríos amazónicos de 7 ppm.
- Concentraciones altas de fosfatos en los ríos Tigre y Corrientes con 60 y 56 ppm respectivamente.
- Los ríos Tigre, Amazonas y cocha Montano presentan contaminación por Manganeseo.
- El río Corrientes presenta ligera contaminación por fierro, cromo hexavalente, plomo, arsénico, cobre, zinc, mercurio e hidrocarburos solubles y películas de petróleo crudo.
- Una segunda evaluación muestra que el río Corrientes y la quebrada Trompeteros presentan elevadas concentraciones de cromo divalente, mercurio, plomo, zinc, arsénico, cadmio e hidrocarburos solubles, que en muchos casos supera los máximos permisibles.
- La cocha estación de Bombas (río Corrientes) presenta altos niveles de mercurio, plomo, zinc, arsénico e hidrocarburos solubles.
- El río Tigre elevadas concentraciones de mercurio y zinc.
- La cocha Montano presenta manganeseo, cromo y cloruros.
- En el estudio hidrobiológico del río Corrientes, de 1987, se reporta contaminación por mercurio, cromo hexavalente y cadmio por encima de los máximos permisibles.
- En la cocha Estación de Bombas (río Corrientes) en 1984 se reporta que las especies Rivasella robustella y Pinelodina flavipinnis estaban contaminadas con plomo y cobre.
- En la misma cocha en 1985 se encontró contaminación por cobre y zinc en las especies Potamorhina sp y Pellona sp y por mercurio en las especies Pellona sp y Rapiodon sp con concentraciones cercanas al límite permisible en peces de consumo humano.

- En el río Pastaza las especies Bachyplatistoma filamentosum presentó 1.82 ppm de mercurio, sobrepasando ampliamente el máximo permisible de 0.5 ppm.

- Asimismo, las especies tales como: "mota" Pimelodina sp., "sardina", Triportheus sp., "asnañahui", "maparate" Hvphophthalmus sp., Tetragrano\Jterus sp., "lisa" Schizodon sp., sobrepasaron los límites permisibles para consumo humano de Hg, Cd, y Cu. Sin embargo, el origen de estos metales es todavía incierto.

En el estudio "Efectos de la contaminación ambiental por actividades petroleras sobre la flora y la fauna", de 1985; las investigaciones con bioensayos dieron los siguientes resultados:

- A concentraciones de 100 ppm de cloruros los peces presentaron reotaxis negativa, a 300 ppm incrementan considerable su apetito, a 500 ppm expresaron agresividad en las primeras horas.
- A concentraciones progresivas de 100 ppm de cloruros por hora demostraron una aparente adaptación de los peces, inclusive hasta concentraciones de 1300 ppm.
- Pruebas toxicológicas con un dispersante químico de petróleo demostraron que concentraciones de 1800 ppm de este dispersante eran letales para el 100% de la población de peces, a las 12 horas.

4.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Existe una serie de subproductos que son generados en la explotación y desalado de petróleo.
- Esos subproductos poseen en su composición elementos capaces de deteriorar el frágil equilibrio de los ecosistemas si no son adecuadamente dispuestos.
- Debido al gran caudal asociado a los ríos de la Selva, el método de disposición más adecuado podrá ser el de la descarga directa, siempre y cuando se lleve a cabo, en primer lugar, lo siguiente:
 - Una caracterización completa de todos los elementos metálicos y no metálicos presentes en las posibles descargas.
 - Estudiar de acuerdo a los criterios de uso de agua definidos para el curso de agua en cuestión, las especies biológicas presentes, hábitos de migración, tolerancia a cambios de salinidad y temperatura, cultivos preponderantes o previstos para la zona, régimen hídrico, etc.
- De acuerdo a esto, una vez definidas las variables mencionadas, se puede considerar la descarga directa como una alternativa viable, quedando entonces por definir las medidas a tomarse para establecer un programa de monitoreo continuando de los efectos producidos en relación a lo previsto.

- Actualmente la descarga de aguas salinas se realiza directamente, sin considerar el caudal, ni la concentración de cloruros que presenta el río antes de recibir el efluente.
- Se debe evitar que el agua salada discurra a quebradas de poco caudal y/o cochas.
- Debe evitarse a toda costa el derrame de crudo por ser lo que causa un mayor impacto ecológico. Para ello se deben construir pozas CPI e instalar celdas separadoras.
- Los peces sometidos a bioensayos soportan bastante bien exposiciones a 200 ppm de cloruro, por tiempos relativamente largos (2 meses)
- Antes de utilizar cualquier producto químico (dispersante, precipitante) debe hacerse los análisis toxicológicos respectivos y demostrar su inocuidad.
- Para un mejor control de la contaminación, toda actividad petrolera en la Amazonía peruana deberá estar "acompañada del PMA o PAMA, según rige en el Decreto Supremo N° 046-93-EM, Reglamento para la Protección Ambiental en las actividades de Hidrocarburos.

5. CONTAMINACION POR EL CULTIVO Y PROCESAMIENTO DE COCA.

En los años setenta, los narcotraficantes encontraron que el valle del Alto Huallaga era un lugar ideal para la producción de hoja de coca, fuente de la cocaína. La producción continuó expandiéndose y en la actualidad el Perú abastece, aproximadamente, el 60% de la producción mundial de la hoja de coca. El Perú es uno de los principales exportadores de pasta básica de cocaína (PBC) y, parece estar expandiéndose como productor de clorhidrato de cocaína. Hoy en día, los valles del Huallaga, Aguaytía y la selva central, son las principales áreas de producción en la Amazonia peruana.

Según diversas fuentes se estima que actualmente en el Perú, su cultivo ocupa aproximadamente entre 200 mil Y 300 mil hectáreas; de estas unas 200 mil hectáreas estarían en plena producción.

El cultivo ilegal y masivo de la coca crea graves problemas ambientales y sociales en las áreas de cultivo y de producción de cocaína.

Conocer la extensión y la localización de los cultivos de coca es indispensable para poder evaluar su impacto ecológico fundamentalmente.

Los daños provienen de los efectos de la deforestación, igualmente del uso abusivo de biocida y fertilizantes para su cultivo, así como de los vertidos en los ríos de productos químicos, que sirven para la transformación de la hoja en pasta básica de cocaína. Todas estas sustancias tóxicas corren por el suelo y terminan en los cursos de agua, donde afectan a los recursos hidrobiológicos.

5.1 IMPACTOS AMBIENTALES DEL CULTIVO DE LA COCA

El primer impacto es la deforestación de cientos de miles de hectáreas: las cultivadas con coca, las usadas por los agricultores para su sustento, las abandonadas por agotamiento, las que usan los campesinos que se alejan de narcotraficantes y terroristas, las usadas como pistas de aterrizaje. En Perú se estima que la deforestación vinculada a la coca es de 700 mil hectáreas a partir de la expansión cocalera de los años 70.

Ecológicamente, el cultivo de coca ha afectado las zonas de vida más frágiles de nuestra región amazónica. En las zonas cocaleras se encuentra una gran diversidad genética. La migración y asentamiento desordenado de la población dedicada a la actividad cocalera han generado la tala y quema de bosques, inclusive en zonas de protección como los bosques Nacionales Alexander Van Humboldt, Apurímac, Cordillera Biaba, los Parques Nacionales de Tingo María, Manu, Abiseo, etc.

Se sabe también que el cultivo tiene unos efectos desastrosos sobre el suelo.

Los cultivos de coca son altamente erosivos porque se han instalado en las zonas de vida de bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo tropical, con pluviosidades promedio de 2000 mm.

Los cocales se instalan con preferencia en suelos arcilloso-arenosos, en suelos recién deforestados y vegetación quemada, con topografía muy accidentada, en pendientes de hasta 45°, en suelos muy erosionables, con prácticas intensivas de labranza, con ausencia de vegetación protectora, sin terrazas y en pozas poco profundas.

Se estima una erosión de unas 300 toneladas por hectárea y por año. A ello se suman catástrofes como consecuencia de la erosión: huaycos y aluviones que destruyen infraestructuras, tierras de cultivo y contaminan el agua.

Con la finalidad de elevar la producción se aplican agroquímicos en elevadas cantidades. Asimismo para el control de malezas se utilizan herbicidas a base de clorofenoxiacetatos, que son muy letales para la fauna ictiológica.

En la elaboración de pasta básica de cocaína se produce contaminación del aire, del suelo y del agua. La primera se produce en forma de humo, cuando se seca la hoja de coca en hornos que funcionan a leña. El suelo soporta el arrojamiento de los desechos del procesamiento de **PBC**, que luego van a parar a los ambientes acuáticos.

5.2 CONTAMINACION POR EL CULTIVO DE COCA

Hoy es casi imposible obtener una cosecha sin la previa aplicación de insecticidas, cuyo uso viene modificándose peligrosamente en dosis y sustancias activas.

En el cultivo de coca, del tradicional Sevin se ha pasado a los altamente contaminantes y tóxicos Tamarón, Folidol, Thiodan, reconocidos y prohibidos internacionalmente por los grandes daños que causan a los usuarios y sus efectos destructores en la flora y fauna. A ello hay que añadir el uso elevado e irracional del herbicida Gramoxone o Paraquat, cuyos efectos son desastrosos para el hombre y para la frágil ecología tropical. Pero hay otros, y también abonos foliares, además de abonos radiculares sintéticos, disponibles en el mercado nacional.

Todas estas sustancias llegan al suelo y terminan en los cursos de agua, donde afectan a los recursos hidrobiológicos en una medida aún desconocida, pero sin duda importante.

Además, la parte que no es arrastrada por el agua se queda sobre el follaje que se usa para la preparación de pasta básica de cocaína.

5.3 CONTAMINACION POR PROCESAMIENTO DE PASTA BASICA DE COCAINA

Para la elaboración de pasta básica de cocaína se utiliza indiscriminadamente altos volúmenes de sustancias químicas tales como ácido sulfúrico, kerosene, acetona, amoniaco y otras altamente contaminantes. El impacto ambiental de estos productos químicos es mucho más grave que el de los agroquímicos antes indicados, por los incalculables volúmenes de esos elementos que son arrojados a los cursos de agua en las cuencas cocaleras.

Según Marcelo (1987) en el proceso de maceración se utiliza 18 litros de kerosene, 10 litros de ácido sulfúrico y 5 kilos de papel higiénico, por cada 120 kilos de hoja de coca. En el lavado y planchado utilizan 1 litro de acetona y 1 litro de tolueno por cada kilo de **PBC** producido. Estos cálculos permiten deducir que, en el Perú, anualmente se están vertiendo en los ríos más de 76 millones de litros de kerosene, 60 millones de litros de ácido sulfúrico, 12 millones de litros de acetona, 30 mil toneladas de cal viva, 6 mil toneladas de carburo y 30 mil toneladas de papel higiénico (Torres, 1990).

Según Cuanto SA (El Peruano, 10.01.94), en 1992 se han arrojado a los ríos de la selva alta peruana 22.9 millones de galones de kerosene, 4.4 millones de litros de ácido sulfúrico, 1 millón de litros de amoniaco, 1.7 millones de litros de insecticidas, 1.1 millones de litros de herbicidas y 728 mil kilos de permanganato de potasio.

Actualmente sobre la base de 200,000 hectáreas en producción, y según los datos de Marcelo (1987), se estarían arrojando a los ríos 72 millones de litros de kerosene, 40 millones de litros de ácido sulfúrico, 20,000 toneladas de cal viva y otro tanto de papel higiénico, 400 toneladas de carburo, 88 millones de litros de acetona y 8 millones de litros de tolueno.

El kerosene, moderadamente tóxico, afecta a la fauna y la flora y, en especial al plancton y reduce el contenido de oxígeno. El ácido sulfúrico es sumamente peligroso, como el carburo, el carbonato cálcico, la acetona. García y colaboradores en 1991, manifiestan que el máximo nivel de tolerancia para la supervivencia de los peces es de 0.08 ml de ácido sulfúrico por litro de agua. Ni siquiera el papel higiénico es inocuo.

Por la información expuesta, cabe decir que las quebradas o riachuelos de la cuenca del Huallaga ya deben haber sido esterilizados del todo. La mortandad de los peces pequeños es visible, al igual que la de crustáceos, anfibios y hasta plantas ribereñas. También se presenta la proliferación de ciertas algas como *Cladophora*, que pese a ser alimento de peces puede en este caso disminuir la disponibilidad de oxígeno para otras especies; esta es probablemente una consecuencia de la aplicación abusiva de fertilizantes.

Parece evidente que el impacto ambiental del cultivo y procesamiento de **PBC** es alarmante. La destrucción del bosque y el envenenamiento de los recursos naturales constituyen una enorme amenaza para la salud y para los ecosistemas. En realidad urge un estudio detallado de la contaminación por este tipo de actividades.

6. CONCLUSIONES GENERALES

- Los principales contaminantes en los cuerpos de agua de las grandes ciudades amazónicas son las bacterias coliformes, las cuales suelen ir acompañadas de otros gérmenes patógenos que originan diversas enfermedades infectocontagiosas. Ello es debido a que las descargas de las aguas servidas se hacen directamente sobre dichos cuerpos de agua sin ningún tipo de tratamiento. Asimismo, en diversos puntos se encuentra contaminación por aceites y grasas originadas por las instalaciones portuarias y la navegación fluvial.

- El contaminante principal en las zonas de los lavaderos de oro es el mercurio; en forma de vapor contamina a los trabajadores al respirarlo; cuando es depositado en las aguas, contamina a éstas e ingresa en la cadena trófica del ecosistema acuático, llegando al hombre a través del agua o de los pescados contaminados.

- La actividad petrolera produce contaminación de los cuerpos de agua por descarga de las aguas salinas que genera y por fugas o derrames accidentales de petróleo. El impacto de este tipo de contaminación depende de las características del cuerpo de agua receptor, causando un mayor impacto en las quebradas de poco caudal y en las cochas.

- La contaminación por el cultivo y procesamiento de la coca se debe por un lado a los biocidas y fertilizantes utilizados pero, sobre todo, a los productos químicos tales como ácido sulfúrico, kerosene, acetona, amoniaco, etc, que son usados en la elaboración de la pasta básica de cocaína y que terminan en los cursos de agua.

Las zonas críticas que se encuentran contaminadas en la Amazonía peruana están ubicadas en:

- Por contaminación petrolera, en los ríos Tigre, Corrientes, Pastaza y Napo.
- Por contaminación de lavaderos de oro en la cuenca del río Madre de Dios, principalmente en las áreas de: Huaypetue, Caiviche, Laberinto, Inambari y Alto Madre de Dios.
- Por contaminación urbana, fundamentalmente en las ciudades de Tarapoto, Pucallpa e Iquitos.
- Por contaminación de la actividad cocalera, en la cuenca del río Huallaga, Aguaytía, el lago Sauce en San Martín, el lago Inuria en Ucayali, además de otras áreas en la selva central.

En cuanto a estudios realizados sobre contaminación en la Amazonía, existen estudios de contaminación urbana realizados por el IIAP entre 1985 y 1988, sobre todo en la ciudad de Iquitos.

Asimismo, existen diversos estudios, de varios autores, sobre la contaminación de la actividad petrolera. Por su parte, el IIAP realizó este tipo de investigaciones entre 1984 y 1987, estudiando los impactos sobre la flora y la fauna, a través de trabajos de campo y de bioensayos en laboratorio.

Los estudios sobre la contaminación producida por la coca y los lavaderos de oro son más escasos y se conocen menos los impactos que están causando este tipo de actividades

7. BIBLIOGRAFIA

- BANCO CENTRAL DE RESERVA DEL PERU.** 1994. Sección estudios económicos. Síntesis económica de la Región Loreto. Julio 1994. Iquitos.
- CIED, 1993. MEDIO AMBIENTE,** 56 (45). SET, 1993. Lima.
- COUSTEAU, J.; M. RICHARDS. 1985.** A expedição de Jacques Cousteau na Amazonia. Río de Janeiro. Record, 235 pp.
- DOUROJEANNI, M.J., 1979.** "Desarrollo rural integral en la Amazonía peruana", con especial referencia a las actividades forestales. Seminario *FAOISIDA* sobre el papel de la silvicultura en el desarrollo rural de América Latina, Roma.
- 1986.** "Coca, cocaína y conservación". Plan de investigación forestal de Universidad Nacional Agraria. Lima. UNA.
- **1990.** Amazonía ¿qué hacer?. CET A. Iquitos.
- DOUROJEANNI, J., M.T. JORGE PADUA, 1991.** Gold rush and environment in the Brazilian Amazon.
- EL PERUANO. 1994.** Cultivos ilegales de coca crecen más de 6% anual. Estudio realizado por Cuanto S.A. 10.01.94.
- GARCIA, O.; J. GIL; J. GUERRA; W. FLORES; T. SAA VEDRA. 1991.**
Efecto letal del ácido sulfúrico como desecho de la elaboración de **PBC** en "tilapia" en Tingo María, Huánuco. Universidad Agraria de la Selva. I Congreso Nacional de Ecología. Iquitos.
- IIAP. 1988.** Contaminación ambiental por actividades petroleras y urbanas. Informe técnico.
- **1987.** Estudio Hidrobiológico del río Corrientes. Iquitos.
- **1992.** Estudio de la contaminación ambiental por derrame de petróleo en el río Napo. Informe técnico.
- MACO, J.; R. PEZO; J. CANEPA. 1985.** Efectos de la contaminación ambiental por actividades petroleras. Fase producción. **SCAPZT.** Iquitos. 22pp.