

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

INSTITUCIONES

UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA SECCIONAL SANTA MARTA
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA –BOGOTA
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS-BOGOTA
UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

RED DE UNIVERSIDADES SOSTENIBLES RAUSS

EQUIPO DE INVESTIGADORES

ELLIE ANN LOPEZ BARRERA
MARLENNY DIAZ CANO
RAFAEL BARRAGAN
ALEJANDRA GRANADOS
JOSE VARGAS

FECHA DE INCIO OCTUBRE DE 2016

INTRODUCCION:

En los últimos tiempos se han evidenciado dificultades en los sistemas de control sanitario para hacer frente a nuevos factores de contaminación de alimentos que amenazan su inocuidad, siendo ésta una característica que engloba acciones encaminadas a garantizar la máxima seguridad posible de los alimentos y abarca toda la cadena alimenticia, desde la producción al consumo. Lo nuevos sistemas de gestión ha requerido cambiar el esquema de acción a posteriori, reactivo y punitivo por uno de prevención y reducción de los riesgos y amenazas.

La Contaminación de alimentos por metales pesados como cadmio, arsénico, plomo y mercurio ha venido aumentando a la par de las actividades que los usan, entre ellas la agricultura con sus pesticidas, fertilizantes y plaguicidas, la ganadería con el uso estos materiales durante el ordeño, almacenamiento y transporte de la leche y agua que ingieren los bovinos , y la minería que vierte estos químicos, provenientes

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

de sus faenas de limpieza del material, directamente a las afluentes, con la consecuente contaminación de los peces y demás fauna ictica de uso alimenticio.

Una revisión del estado del arte en la materia permitido identificar varios factores para garantizar la inocuidad alimentaria,(atributo es considerado un requisito básico de la calidad que implica la ausencia de contaminantes), entre las que destaca :1) la investigación para determinar las causas , consecuencias y tipos y grados de contaminación, 2) el diseño de un marco normativo moderno armonizado con la normativa internacional que de lineamientos de acción para la prevención y control del problema, 3) el diseño y gestión de sistema de información que permita la articulacio institucional de las entidades a cargo y 3) existencia de sistemas de información ,educación y comunicación que fortalezca procesos de participación ciudadana como apoyo a las actividades de monitoreo y evaluación de la acción publica (ABALAKA, J. A. 1999, CCE. 2000, ABLAN, Elvira. 1999. GROTH, Edgard. (1999).

Buscando contribuir a la consolidación de estos tres factores para el caso Colombia, la investigación busca desarrollar una herramienta virtual que brinde información integral ,oportuna y validada sobre la contaminación de alimentos por metales pesados en el país. Dicho objetivo se constituyó en una de las fases del proyecto Marco - Observatorio Ciudadano de Seguridad Alimentaria- que desarrolla desde el 2014 la Red Ambiental de Universidades-RAUS,de la que hace parte las entidades aquí vinculadas; la Universidad Sergio Arboleda seccional Santa marta a través de su Grupo de Investigacion Joaquin Instituto de Estudios y servicios Ambientales IDEASA ,grupo Medio Ambiente y Sostenibilidad Universidad Sergio Arboleda Bogotá, y el Grupo de investigación INAM-de la Facultad de ingeniería ambiental de la Universidad Santo Tomas con su línea de Investigación Agua y Sociedad.

Los antecedentes de la investigación incluyen actividades desde el 2014 encaminadas a la determinación química de la presencia y concentración de metales tóxicos en alimentos de origen pesquero, con un estudio de caso en Bogota; y una recopilación de los reportes científicos de metales pesados en agua, sedimento, biota y alimentos en las diferentes regiones del país; (IDEASA-USTA); Y un análisis del marco reglamentario y las políticas publicas generadas para solucionar el problema de la contaminación de peces para consumo humano por metales pesados en Colombia. (USA-SM). Bajo un enfoque transdisciplinario

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

,que se constituye una de las fortalezas del proyecto, se integra disciplinas de las ciencias naturales y las humanas a través de profesionales en derecho y Biología Marina, expertos en Ecotoxicología.

El proyecto se formula para un periodo de 18 meses y dentro de los beneficiarios se incluyen los consumidores, diseñadores de política ,semilleros de investigación tesistas interesados en la temática y la Red de investigación RAUS.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación del medio ambiente ocasionado por el uso indiscriminado de sustancias químicas en actividades agrícolas, industriales y extractivas, se convierte en una problemática latente pero deficientemente divulgada, la cual enfrentan los consumidores finales de alimentos expuestos a sustancias tóxicas que se encuentran disponibles en los diferentes compartimientos de los ecosistemas (agua, aire, suelo). A nivel mundial es evidente la preocupación creciente en relación a los riesgos ambientales para la salud humana por la exposición y consumo de contaminantes (metales tóxicos, hidrocarburos y organoclorados) acumulativos en los organismos (EPA, 2013). Este conflicto ambiental se magnifica con el uso irresponsable y masivo de sustancias toxicas orgánicas e inorgánicas, que incrementan la permanencia en los ecosistemas, afectando desde procesos metabólicos de organismos hasta perturbando procesos ambientales que afectan la salud pública (Niencheski & Fillmann, 2006).

Sumado a este panorama, se resalta la ausencia de políticas (locales y nacionales) adecuadas que permitan realizar la evaluación ecotoxicológica de los alimentos distribuidos y consumidos ampliamente en los mercados de la ciudad de Bogotá. En consecuencia, los consumidores se encuentran desinformados en relación al consumo de contaminantes por medio de la ingesta de alimentos y agua, vulnerando así los derechos del consumidor (SIC, 2013). Además, esta falta de políticas relacionadas a la contaminación de alimentos puede convertirse en un problema de salud pública decurrente de las consecuencias de una alimentación con sustancias nocivas para el ser humano.

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

De manera reiterada diversas mediciones realizadas durante los últimos treinta años en el país vienen registrando presencia de metales tóxicos en diversos tipos de alimentos sin que dichos hallazgos se hayan traducido en políticas públicas encaminadas a enfrentar el tema, a causa entre otros aspectos de las debilidades institucionales para dar cuenta de la complejidad de un problema que alcanza magnitudes globales, ya que hoy no existe una sociedad en el mundo que no presente diversos grados de contaminación de sus alimentos.

Uno de los metales de mayor estudio es el mercurio, el cual tiene alta capacidad de bioacumularse y bioamplificarse en los seres vivos. En el caso de Colombia las poblaciones con mayor carga de exposición son: los mineros, los pescadores y los trabajadores de salud oral. Grupo al que se suma las personas que consumen pescado regularmente y en abundante cantidad pues muchas de los datos generados dan cuenta de una alta concentración que excede los límites internacionales y genera graves afectaciones a la salud; Sin embargo, este hecho resulta difícil de probar debido a que los efectos tóxicos sospechosos son sutiles y sus mecanismos complejos. El metilmercurio en los alimentos, como por ejemplo en el pescado, supone un particular riesgo para la salud debido a que es fácilmente absorbido en el cuerpo a través del estómago y los intestinos, puede causar cáncer a los seres humanos, aunque esta evidencia es débil y está lejos de ser concluyentes. A pesar de ello, la IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer) clasifica el metilmercurio como "posiblemente carcinógeno para el ser humano" VAN DER OOST et al., (2003). CHACON Villamarin (1991)

En Colombia, estudios en la cuenca del Magdalena encontraron una concentración del Mercurio de aproximadamente 340 µg/m³ en el aire (300 veces superior que la pauta de Organizaciones de Salud Mundial para la exposición pública máxima al vapor del Mercurio). Aproximadamente 26 a 6.118 ppm de Hg es vertido en el Río por mineros de la región; el alimento principal de estas comunidades es el pescado el cual se ha encontrado contaminado con el metal. S. Á. Galeano,(2014) Similar situación ocurre en los Ríos del Chocó pero referido a la concentración de arsénico, también por fuera de los límites permitidos en zonas de gran actividad minera. CALA P 1995) Estos indicios de causa no ha sido suficientes para que el estado genere normas más restrictivas a la actividad minera en lo que respecta a sus vertimientos químicos al agua.

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

Como aspectos que justifican la investigación se recalca la ausencia de un sistema que permita observar datos compilados de las diferentes instituciones a cargo del problema; así mismo es necesario revisar la legislación y reglamentación existente a nivel nacional que permita tener una mejor regulación de las sustancias químicas utilizadas en la agricultura via pesticidas y agroquímicos que se impregnan a los alimentos terrestres y llegan por escorrentía a los hidrobiológicos.

Dentro de las recomendaciones de política se encuentra el apoyo investigativo en el tema, con lo cual se genere datos verificables de causa efecto;; Por otro lado crear impuestos y sanciones económicas por concepto de emisiones descontroladas de estas sustancias, buscando incentivar el uso de tecnologías “limpias” que permitan la introducción de mejoras técnicas en el proceso de producción en la explotación minera, la exploración y explotación de hidrocarburos y en la producción agrícola. (Montenegro O 2002, Peña Guzmán 1992, VASQUEZ Fernando (2001, GONZALES S. y MEJIA L (1995).)

Otro grupo de académicos también señala la importancia de afinar a nivel de gobierno las jurisdicciones y competencias en el tema a fin de determinar la responsabilidad en el control del uso de metales pesados en las diferentes actividades, hoy compartida entre diferentes estancias regionales, por lo que se requiere del establecimiento de una autoridad de nivel gubernamental con alto carácter técnico que inicie el monitoreo y coordine acciones para aliviar la situación presente. (Falco et al.. 2012. ,R. Carson. 1960., Van Der Oost. 2003); Finalmente que es necesario vincular a la comunidad a los sistemas de monitoreo y control (E.. Perucho, 2010.L. Mazo-Gray, et al 1997 ,C. Paul, M. Veiga, 2011).

La contaminación de sistemas hídricos como ríos, estuarios y mares, ocasionada por el uso indiscriminado de productos químicos en actividades agrícolas, industriales y extractivas, es un problema latente pero escasamente divulgado. No obstante, las consecuencias son asumidas principalmente por los consumidores de alimentos de origen pesquero. Los peces y mariscos que servimos en nuestras mesas estuvieron expuestos a sustancias tóxicas como metales pesados, hidrocarburos y organoclorados, que circulaban en el agua y los sedimentos de los ecosistemas donde fueron capturados.

Aunque las sustancias extrañas o xenobióticas, están disponibles en el ambiente de forma natural, incluso los metales pesados, las concentraciones en que se encuentran actualmente tienen como resultado un

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

aumento en su disponibilidad, lo que quiere decir que pueden ser asimilados frecuentemente por los organismos (Niencheski & Fillmann, 2006, Falco et al., 2012). Este incremento en la cantidad de desechos tóxicos es una huella clara del desarrollo irreflexivo promovido gracias a un ambiente de control laxo por parte de las autoridades y de irresponsabilidad por parte de los empresarios frente a temas ambientales y de salud pública.

Esta problemática no es reciente, en 1960 Rachel Carson presentaba la contaminación ambiental como un asunto de salud pública en su libro *La Primavera Silenciosa*. A través de esta publicación, de carácter divulgativo, se promovió en los Estados Unidos, la preocupación por el destino de los desechos, lo que conduciría a la creación de la Agencia Nacional para la Protección del Medio Ambiente (EPA) y posteriormente origino el campo de investigación de la ecotoxicología. Esta disciplina formaliza la preocupación con respecto a los riesgos y consecuencias para la salud humana por la exposición o la incorporación de contaminantes presentes en otros organismos y el ambiente.

Dentro del campo de acción de esta ciencia se deben reconocer dos términos importantes relacionados con los alimentos: la bioacumulación y la biomagnificación. El primero se refiere al almacenamiento de contaminantes en el tejido muscular y grasoso cuando los organismos, expuestos constantemente a una sustancia tóxica, no pueden metabolizarla para desintoxicarse y en consecuencia, mientras mayor es el individuo aumenta la cantidad de tóxico acumulado. El segundo término se refiere al aumento en la concentración de un xenobiótico debido al consumo de alimentos que lo hallan bioacumulado, esta biomagnificación ocurre cuando se suman las concentraciones a lo largo de la cadena trófica y las consecuencias las padecen los organismos que ocupan el último lugar de la cadena alimenticia, como ocurre con los humanos (Van der Oost et al., 2003)

Para que estos compuestos circulen en los ecosistemas no es necesario que la actividad humana sea responsable de su movilización directamente sobre los cuerpos de agua, ya que pueden ser transportados por escorrentía y por la conectividad que tienen los corredores hídricos (quebradas, ríos, lagunas, el mar y el océano), estos compuestos circulan de forma cíclica por todos los sistemas naturales en cantidades cada vez mayores (Alegria et al., 2012). Sumado a esto, el agua tiene la capacidad de transportarlos a grandes

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

distancias y en consecuencia, actividades realizadas en el interior del país afectan una amplia diversidad de organismos acuáticos, algunos de los cuales son de consumo humano, incluso en regiones distantes.

Como consecuencia de esta exposición inminente a metales pesados, el riesgo tóxico para humanos que conlleva el consumo de alimentos contaminados es cada vez mayor y debe ser asumido como una problemática a nivel mundial. Con el fin de proteger la salud de los consumidores, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) junto a la Organización mundial para la Salud (OMS) establecieron en 1963 el Codex Alimentarius como un conjunto de normas alimentarias internacionales que contemplan los principales alimentos (FAO, 2006). Por medio de investigaciones científicas sobre alimentos, el Codex ha contribuido a que aumente la conciencia de la comunidad internacional acerca de temas fundamentales como la calidad e inocuidad de los alimentos y su relación con la salud pública.

En Colombia, existe el Comité Nacional del Codex conformado mediante el Decreto 0977 de 1998 adscrito y presidido por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. Adicionalmente, cuenta con la secretaría técnica del Ministerio de Salud y la participación de otros ministerios, asociaciones de productores y de consumidores. Las normas contenidas en el Codex tienen por objeto caracterizar los productos y determinar los límites máximos de residuos (LMR) de plaguicidas, contaminantes y medicamentos veterinarios en alimentos. En el país también se encuentra la normatividad sanitaria colombiana que por medio de la Resolución 0776 de 2008 (Ministerio de la Protección Social Colombiano, 2008) establece el Reglamento técnico sobre los requisitos para productos de pesqueros. A pesar de toda la normativa para productos pesqueros vigente en Colombia no se encuentran los valores de LMR para metales pesados que pueden causar riesgo para la salud pública.

En contraste con este vacío en la normatividad, la literatura científica cuenta con información de trabajos que desde hace 40 años evalúan la contaminación por residuos industriales y el contenido de mercurio en los ríos colombianos (Cardeñosa et al., 1973; Galiano-Sedano, 1976, 1977, 1979). Igualmente, se han reportado eventos de contaminación en peces por metales pesados tóxicos en las cuencas del río Magdalena, del río Cauca, del río Amazonas y del río Orinoco (Olivero-Verbel et al., 2008; Mazo-Gray et al., 1997; Paul et al., 2011; Prieto, 1998; Tassinari & Diaz, 2008; Miguel et al., 2014; Olivero & Johnson, 2002;

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

Giraldo et al., 1996, 1999; Toro-Suárez et al., 1996; Díaz Granados, 1998; Garzón-García, 1998; Herrera-Piñeros, 1998). Recientemente se reportan estudios donde se revisa la presencia de metales pesados en ictiofauna de ríos de agua dulce (Mancera-Rodríguez & Álvarez-León, 2006; Alonso et al., 2000; Olivero-Verbel et al., 2013; Olivero & Solano, 1998; Gischler, 2005; Guido et al., 2011; Lancheros, 2013; Galeano, 2013; Ruiz et al., 1996; Ramírez, 1993) y en productos de conserva de consumo humano (Sanchez, 2011).

Sumado a este panorama ambiental, el gobierno Nacional Colombiano construyó la plataforma Observatorio Nacional de Seguridad Alimentaria (<http://www.osancolombia.gov.co/en-us/inicio.aspx>) con el objetivo de proveer información integral, permanente y actualizada para generar conocimiento aplicado que propicie el debate, el aprendizaje en Seguridad Alimentaria Nacional y facilite la toma de decisiones que actúen sobre sus determinantes. Sin embargo, en esta plataforma no se ven reflejan las necesidades que el mismo gobierno resalta en el Plan de Acción para el fortalecimiento del Sistema Nacional de Gestión de Inocuidad de los Alimentos (MSPS, 2013).

3.3LOS OBJETIVOS

Objetivo General: Crear una plataforma virtual que suministre información veraz, óptima y oportuna sobre contaminación de alimentos por metales pesados en Colombia, que permita la consulta ciudadana y coadyuve a los procesos de diseño de política y a la evaluación de la acción pública en el tema.

Objetivos específicos:

1. Diseñar un blog interactivo sobre contaminación por metales en alimentos de consumo en Colombia.
2. Desarrollar un -Tesauro temático especializado en contaminación por metales pesados de alimentos de consumo en Colombia que permita un acceso controlado, pedagógico y eficaz a un archivo compendio en el tema.
3. Formular las entradas constitutivos del componente ambiental, normativo y de Política Pública del Tasauro especializado sobre contaminación por metales pesados de alimentos de consumo en Colombia.

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

HIPÓTESIS O SUPUESTOS

Colombia adolece de un espacio virtual de información que presente datos compilados, validados y oportunos sobre el problema de la contaminación de alimentos por metales pesados desde sus diferentes componentes social, ambiental y de política pública; esto a pesar de que existe un significativo número de datos generados por diferentes fuentes, que de ser sistematizados, organizados y puestos para conocimiento público a través de una plataforma amena, pedagógica y de fácil consulta, permitiría incrementar el conocimiento y por ende la participación informada de los diferentes actores involucrados en los diferentes espacios que ofrece la política pública para el diseño de estrategias de manejo del problema.

LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE LA HERRAMIENTA OFIMÁTICA

El éxito del desarrollo de la herramienta ofimática desarrollada cumplió con factores y características de calidad tales como: funcionalidad (el usuario puede usar el software), confiabilidad (el aplicativo conserva la integridad de los datos), usabilidad (es fácil de aprender y fácil de usar), portabilidad (se pueda usar en varios dispositivos), eficiencia (hace lo que debe, se ejecuta a tiempo y con buena administración de los recursos), robustez, oportunidad de acceso (se puede acceder a este en cualquier momento) y corrección para dar mantenimiento en el tiempo.

Para obtener la aproximación más exacta de calidad fue necesario seleccionar la metodología a implementarse. La metodología seleccionada se adaptó al proyecto como herramienta de apoyo y permitió al desarrollador recibir y canalizar de forma correcta las necesidades de los funcionarios de las universidades USA Y USTA como responsables del proyecto.

De acuerdo a las dimensiones del proyecto y al alcance del mismo se seleccionó el método incremental como versión adaptada del método de cascada. En resumen esta metodología establece varias entregas del producto, cada entrega tiene mayor funcionalidad que su predecesora. Esta metodología permite dividir

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

el proyecto en varias entregas y el desarrollo de cada una esta subdividida en componentes los cuales están contruidos estableciendo: requisitos, diseños, implementación, verificación y mantenimiento. Basados en los componentes definidos se estableció un plazo de entrega y un presupuesto lo que permite limitar en un valor finito los objetivos, el tiempo y dinero.

El proyecto fue dividido en cuatro (4) fases con sus respectivas entregas. la primer fase fue constituida como una fase exploratoria para establecer los alcances iniciales como base de levantamiento de requerimientos; los requerimientos iniciales establecidos durante reuniones de trabajo definían dos componentes o software para equipos de escritorio y para dispositivos teléfonos inteligentes. Los resultados se consignaron en una entrega o documento como soporte del trabajo ejecutado. La segunda fase estableció al detalle y re definió el alcance requerido, de igual forma esta etapa soportada de mayor información permitió establecer como entrega los documentos de diseños y plan de trabajo a realizar en la etapa de implementación o desarrollo de las herramientas ofimáticas en cada uno de sus componentes. La tercer fase fue la implementación de los diseños establecidos en la entrega predecesora a esta; como producto entregable se obtuvieron las herramientas ofimáticas listas para etapas de pre producción. La cuarta fase se desarrollo en pruebas de calidad de las herramientas; el desarrollo de esta fase del proyecto permitió corregir errores en el proceso de desarrollo debido a la improbabilidad de detectar estos en su totalidad en la etapa de desarrollo; como producto entregable las herramientas ofimáticas ingresaron a producción de acuerdo a lo establecido como software de calidad cumpliendo con los factores y características de funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, portabilidad, eficiencia, robustez, oportunidad de acceso y corrección.

Fase 1. Exploración y levantamiento de requerimientos. El trabajo desarrollado en esta fase inicia con el levantamiento de información del actual proceso de seguimiento y control de documentación relacionada con estudios ambientales sobre contaminación de peces por metales tóxicos.

Durante el trabajo de exploración se hizo seguimiento al estado actual de la información y su fuente de origen. Se estableció el alcance requerido para la gestión y administración de información deseada por los funcionarios representantes de las universidades. Por ultimo se definió el alcance inicial de la solución software que permita mejorar los procesos de gestión y administración de la información.

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

Durante el levantamiento de los requerimientos se encontró que:

- Los archivos existen y están distribuidos y almacenadas en distintos equipos físicos o virtuales (digitales).
- Las información o documentos de trabajo digitales se encuentran en distintos formato de archivo.
- No existe un back Up de la información.
- Las consultas de la información esta definida por cada uno de los integrantes de la red universitaria, y las consultas están limitadas a disponibilidad de los administradores de la información.
- La información no esta disponible para consulta directa a personas por fuera de la red y que desean utilizarla.
- Se dispone de un espacio libre en memoria en el dominio donde esta almacenada la pagina de la red RAUS.

Como herramienta para gestión de información se requirió de un aplicación (software) que le permita a los usuarios interesados consultar y compartir de forma confiable (públicamente segura) archivos relacionados con la contaminación de peces por metales tóxicos. Esta aplicación le debe permitir a publico general obtener, gestionar y solicitar la información por medio de distintas clase de consulta establecidas por los integrantes de la red. En resumen, se requirió una base de datos alojada en el servidor de datos junto con un aplicativo que permita gestionar y/o consultar de forma básica y avanzada la información almacenada en la base de datos.

La información a gestionar es del tipo artículos científicos y jurídicos relacionados con la contaminación de peces por metales tóxicos. Se requirió que la información pueda ser consultada vía web y que adicionalmente se cuente con un aplicativo para teléfonos inteligentes. Esta aplicación móvil permitiría mediante una calculadora a los usuarios precisar los niveles de exposición y riesgos a los que se estaría sujeto por el consumo de peces contaminados por metales tóxicos por un tiempo prolongado en su consumo.

Fase 2. Diseño y planeación. Resultado de la fase exploratoria se decidió enfocar el diseño y la planeación de la herramienta orientado en dos (2) componentes generales:

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

- Componente software aplicativo web: **Sistema de información sobre contaminación de peces por metales tóxicos** (SICMPT).
- Componente software aplicación para dispositivos móviles: **Calculadora de niveles de exposición y riesgo por consumo de peces contaminados por metales tóxicos** (APP SICMPT).

Diseño componente software aplicativo web

El aplicativo web **Sistema de información sobre contaminación de peces por metales tóxicos** (SICMPT) esta dimensionado y fue implementado para administrar una base de datos en MySQL 5.0, la aplicación que administra la base de datos esta publicada en PHP: 5.4, y el servicio corre con un servidor web Apache. De igual forma el espacio en disco del servidor dispone de espacio con disponibilidad de aumento a demanda del crecimiento de la base de datos.

Todos los componentes mencionados hacen parte de lo que se denomina Modelo – Vista – Controlador (MVS) como enfoque de software que separa la lógica de las aplicaciones con la interfaz del usuario. La MVC como arquitectura de diseño de software permite crear software mas robusto y ordenado con un ciclo de vida mayor. De esta forma las tres capas del MVC contendrán funciones específicas. Hace parte del **Modelo** la estructura de datos o base de datos MySQL con funciones de insertar, actualizar, eliminar datos dentro de la base de datos. En la capa **Vista** se presenta la información al usuario, esta capa es la que interactúa con el usuario y se trabajo con CSS y HTML5. La capa **Controlador** como capa intermediaria entre el modelo y la vista; en esta capa se programa la lógica y funcionamiento del aplicativo que para este caso se utilizo PHP: 5.4.

La base de datos esta definida por tablas que contienen treinta y siete (37) elementos de tipo cadena, numérico, fecha y archivos de imágenes .png. Las columnas definidas en la tabla de la base de datos son: Tipo de documento, Categoría, Emisor Autor, Título, Año, Palabras Claves, Resumen, Revista, País Publicación, Volumen, Issue, Artículo Numero, Page Star, Page Inicio, Page Count, Vigencia, Link 1, Link 2, País Muestreo,

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

Región, Latitud, Longitud, Matriz, Especie, Imagen, Contaminante, Concentración, Unidades, Notas de relación, Términos Tesauro, Titulador, Reviso titulación, Fecha de revisión, Estado de la Titulación, Observaciones sobre la titulación, Fecha de Entrega y Fecha de Ingreso al Sistema.

El ingreso a la aplicación se configuro para acceder desde la pagina de la red RAUS <http://www.redraus.org/> una vez esta dentro de la pagina se accede a través de un botón "SICPMT" que re direcciona el navegador a la pagina <http://redraus.org/sicpmt/index.php>

Autenticación de Usuarios

Se identificaron (3) tipos usuarios: **Usuario Administrador**, con clave de acceso de autorización y permisos de edición (formularios) y consulta de la información almacenada en la base de datos. **Usuario Administrador titular**, con características similares al administrador con el adicional que este usuario tiene acceso a modificar casillas de control y revisión de estado de titulación en el formulario de ingreso de datos a la base de datos y pestaña 5 de titulación. Y el **Usuario invitado**, sin clave de acceso para que ingrese siempre como invitado con permisos para ejecutar todas las acciones habilitadas en modo consulta.

Formularios de la base de Datos

Los formularios son formatos predefinidos en las herramientas informáticas con el objetivo que a través de estos el usuario interactúe con la herramienta. Se determinaron dos (2) tipos de formularios: Formulario de edición de la base de datos y Formularios de consulta de datos.

- **Formulario de edición de la base de datos.** El ingreso de información a la base de datos se hace a través de un formulario distribuido en pestañas de forma que se agrupa y relaciona la información para su fácil edición.

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

- **Formularios de consulta de datos.** El aplicativo tiene disponibles las denominadas
 - **consultas básica:** Consulta básica 1 (Orden alfabético), Consulta básica 2 (búsqueda por palabras) y Consulta básica 3 (Mapa).
 - **consulta Especifica** se crearon consultas avanzadas para obtener relaciones entre los datos como:

Nube de Palabras, como un representación visual de palabras que están dentro de un texto. En términos generales esta representación convierte un texto en una imagen o sumario visual donde el lector puede de manera global hacerse una idea o resumen del contenido en un texto en particular. Las posibles nubes de palabras disponibles esta la denominada **Nube General**, Esta opción permite construir una “Word Cloud” a partir de la revisión de archivos y encontrar las palabras que evidencian mayor frecuencia y son comunes en los todos los Resumen (abstract/notas) analizados dentro de la base de datos. En una búsqueda avanzada se puede consultar la **Nube particular** la cual es una búsqueda avanzada dependiente de la nube general. Una vez construida la nube general el usuario ingresara o seleccionara una palabra dentro de la nube general y de esta forma se construirá una segunda nube de palabras en relación a esta. Se imprime en pantalla la nube particular que muestra doce (12) de los documentos donde esta palabra aparece con mayor frecuencia y construirá una nube comparativa

Tesouro, este método de titulación en términos generales es una lista controlada y estructurada de términos para el análisis temático con fines de búsqueda de documentos y publicaciones. Al igual que en casos anteriores se debe de presentar un formulario de búsqueda que facilite al usuario la iteración de la herramienta tesouro para encontrar o relacionar la información.

Las consultas habilitadas para el tesouro son: **Búsqueda alfabética o por índice y la Búsqueda por palabras.**

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

- **Reportes de Cienciometría – Bibliometría**, La herramienta entrega reportes gráficos definidos por los integrantes de la red como herramientas necesarias para aplicar de forma exitosa Cienciometría a toda la literatura ingresada en la base de datos. Estos reportes informaran el crecimiento de la producción científica en el tema específico de la base de datos construida como insumo primario para construir análisis estadísticos soportados en las graficas y los datos obtenidos.

Los reportes disponibles para consulta son: **Grafica de categorías que cubre la base de datos** (El objetivo de esta grafica es reportar cuantos elementos de la base de datos se relacionan con áreas de), **Grafica Tipos de documentos** (con este reporte grafico se identifican la cantidad de documentos disponibles por tipo de literatura), **Grafica Documentos por revista** (reporte de documentos por autor permitirá identificar cual es el autor con mayor publicaciones), **Grafica Documentos por Autor** (reporte de documentos por autor permitirá identificar cual es el autor con mayor publicaciones), **Grafica Documentos Publicados por Año** (reporte de documentos por año permitirá identificar en que periodos o años definidos se han publicado estudios).

Diseño componente software aplicación para dispositivos móviles

El aplicativo para dispositivos móviles: **Calculadora de niveles de exposición y riesgo por consumo de peces contaminados por metales tóxicos** (APP SICMPT).

Se requirió construir una aplicación en las plataformas mas populares del mercado de dispositivos móviles (iOS Xcode - ANDROID Android studio (SDK Tools)) para que el usuario “púbico general” tenga a modo de consulta la posibilidad de conocer el origen y posible grado de contaminación por metales tóxicos en el pescado que consume independientemente de la plataforma que su teléfono use. De esta forma el usuario podrá calcular la exposición a tóxicos “metales pesados” que tiene por cantidad de consumo en relación a la especie (pez) que este consumiendo.

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

Se desarrollo la herramienta bajo el modelo de cascada similar al usado para construir la aplicación de escritorio. El desarrollo de aplicaciones móviles requiere mayor atención a la interfaz grafica debido a lo reducido de las pantallas de los teléfonos, Esto implica cumplir con tres (3) principios básicos de las interfaces: **Principio de proximidad** (toda la información relacionada debe de estar agrupada entre si), **principio de prominencia visual** (el diseño esta enfocado a resaltar la información importante y que deseamos que el usuario utilice, es decir que hemos diseñado una interfaz grafica que focaliza los puntos de interés en la percepción del usuario para mejorar la experiencia), y **el principio de jerarquía** (la aplicación maneja diferentes vistas o múltiples pantallas las cuales están ordenas de acuerdo a la relevancia y profundización de la información.

Todos los componentes desarrollados en los ambientes de programación de dispositivos móviles igualmente hacen parte de lo que se denomina Modelo – Vista – Controlador (MVS).

La aplicación debe de buscar y recuperar información dentro la base de datos y correr una ecuación matemática para calcular un valor o Índices de riesgo por consumo de pescado en el porcentaje actual de exposición de acuerdo los niveles de concentración de contaminantes (metales) y listar los Riesgos para la salud. De igual forma la herramienta debe de mostrar los sitios en mapa de donde posiblemente se pesca la especie que se esta consumiendo. Por ultimo se requiere que se pueda listar los documentos científicos donde se han estudiado las fuentes contaminantes.

La aplicación esta compuesta por 4 vistas de consulta. En La primer vista el usuario tendrá la posibilidad de usar la calculadora

Vista 1. La vista inicial tiene por objetivo mostrar al usuario la interfaz para que este consulte mediante un formulario la especie (pez) y calcular el nivel de exposición (metales contaminantes: Plomo, cadmio, arsénico y mercurio) tendría por consumo de una cantidad especifica en kilogramos por mes.

Se visualizaran las imágenes de las especies de peces tales como: Robalo, salmón, tilapia, basa, sábalo, pez gato, bagre, sierra y atún por medio de un carrusel o galería de imágenes. El usuario selecciona la

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

especie a consultar y procede a ingresar la cantidad de kilogramos de su peso y la frecuencia de consumo de la especie durante un año.

En la parte inferior se mostraran los resultados de **Niveles de exposición y riesgos por ingestión** tales como: Nivel de exposición a un contaminante denominado "m" por persona, Nivel de exposición a un contaminante denominado "m" por ingestión de una especie denominado "j", Nivel de exposición de varios contaminante "m" por ingestión de una especie denominado "j", Riesgo Carcinogénico por Ingestión, Riesgo NO Carcinogénico por Ingestión y Riesgo Carcinogénico

Los cálculos son obtenidos a partir de los resultados obtenidos y presentados en el artículo científico **"Human health risks from metals and metalloid via consumption of food animals near gold mines in Tarkwa, Ghana: Estimation of the daily intakes and target hazard quotients (THQs)"**.

Vista 2. La siguiente vista desplegara de forma didáctica un mapa donde el usuario podrá ver en puntos referenciados ubicaciones de donde se extrae el pez consultado.

Vista 3. La vista tiene por objeto informar (en forma de lista) de todos los documentos que se tiene la base de datos que estén relacionados con la especie o pez consultado. Esto se hace para que el usuario se informe de fuente fidedigna sobre el grado de contaminación por metales en este caso particular.

Vista 4. Esta vista imprime en pantalla recomendaciones al usuario de escalas, porcentajes y síntomas en caso de una sobre exposición de la comida a los metales contaminantes.

Fase 3. Implementación. Una vez se definió el alcance de las aplicaciones y los componentes que se requieren se procedió a implementar el desarrollo de las herramientas.

Como resultado de la fase de diseño se construyo un cronograma de trabajo para dar cumplimiento a los diseños bajo el método de implementación en fases. La implementación desarrollada en fases permite hacer ajustes o correcciones antes de proseguir con la siguiente etapa del proyecto.

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

En ese orden se desarrollo la implementación desarrollando en orden las fases propuestas en el diseño. Se desarrollo el **Sistema de información sobre contaminación de peces por metales tóxicos (SICMPT)** y al final de su desarrollo y casi en paralelo se construyo **Calculadora de niveles de exposición y riesgo por consumo de peces contaminados por metales tóxicos (APP SICMPT)**.

La implementación implico el trabajo el perfil especializado en desarrollo de herramientas ofimáticas y de dispositivos móviles para garantizar los estándares de calidad óptimos de desarrollo. Los recursos físicos descritos en la etapa de diseño referentes a servidor y espacio de almacenamiento en disco se cumplieron a cabalidad.

Fase 4. Pruebas de calidad. Las pruebas de sistemas se enfocaron a comprobar que las herramientas ofimáticas han superado las pruebas de integración y se comportan correctamente de acuerdo a lo diseñado.

Se efectuaron pruebas de seguridad para verificar los mecanismos de protección que protegen las herramientas. La seguridad implementada evita que se acceda de forma inadecuada al código de la herramienta y esto cause daños al normal desempeño del software. De igual forma se hicieron pruebas de usuario, se implementaron corridas de usuarios con experiencia en sistemas similares para garantizar la usabilidad y funcionalidad de los aplicativos.

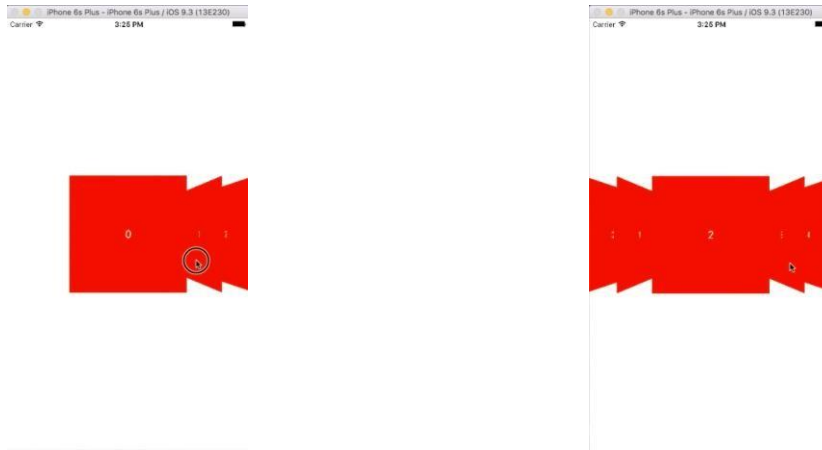
Presentación de resultados

Vista 1. La vista inicial tiene por objetivo mostrar al usuario la interfaz para que este consulte mediante un formulario la especie (pez) y calcular el nivel de exposición (metales contaminantes) tendría por consumo de una cantidad especifica en kilogramos por mes.

Se visualizaran las imágenes de las especies de peces (ver Tabla 1.) por medio de un carrusel de imágenes como se muestra en la Imagen 1. El usuario selecciona la especie a consultar y procede a ingresar la cantidad de kilogramos de su peso y la frecuencia de consumo de la especie durante un año.








WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

Imagen 1. Vista previa de un carrusel de imágenes en una aplicativo móvil.



WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

Tabla 1. Imágenes de especies disponibles en la calculadora. Las imágenes presentadas están sujetas a cambio y disponibilidad de acuerdo a derechos de autor.

Ítem	Especie (Nombre Científico)	Especie (Nombre común)	Imagen de el espécimen referencia
1	Centropomus sp	Robalo	
2	Oncorhynchus sp	Salmon	
3	Oreochromis sp	Tilapia	
4	Pangasius sp	Tiburón iridiscente	
5	Prochilodus sp	Sábalo Jetón	
6	Pseudoplatistoma sp	Doncella (Pez gato)	
7	Pimelodus sp	Bagre	

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

8	Scomberomorus sp	Sierra	
9	Thunnus	Atún	

En la parte media inferior de la vista se encontrara el formulario para ingresar datos a la calculadora. El formulario de la calculadora le solicitara al usuario los datos expuestos en la Tabla 2. Los datos mínimos a diligenciar son: Adulto o infante, peso de la persona que consumirá la especies o especies de peces y la frecuencia de consumo al año, en este ultimo caso si la persona consume una vez al mes al año atún el dato a ingresar debe de ser 12 porciones de 227 gramos cada una.

Tabla 1. Formulario de ingreso de datos de la calculadora.

	Adulto / Infante		Ingreso Peso (Kg)
	Selección especie		# Frecuencia Consumo al año
	Selección especie		# Frecuencia Consumo al año
	Selección especie		# Frecuencia Consumo al año
	Selección especie		# Frecuencia Consumo al año
	Selección especie		# Frecuencia Consumo al año
	Selección especie		# Frecuencia Consumo al año
	Selección especie		# Frecuencia Consumo al año
	Selección especie		# Frecuencia Consumo al año
CALCULAR			

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

La presentación de los resultados se consigna en la parte inferior de la pantalla. Los resultados incluyen los niveles de exposición y los riesgos por ingestión (ver tabla)

Niveles de exposición:

- **“Em”** Nivel de exposición a un contaminante denominado "m" por persona.
- **“Emj”** Nivel de exposición a un contaminante denominado "m" por ingestión de una especie denominado "j".
- **“Ejm”** Nivel de exposición de varios contaminante "m" por ingestión de una especie denominado "j".

Riesgos por ingestión:

- **“Roral”** Riesgo Carcinogénico por Ingestión.
- **“HQoral”** Riesgo NO Carcinogénico por Ingestión.
- **“TR”** Riesgo Carcinogénico.

Fuente de datos con los que se realizan los cálculos

Los cálculos son obtenidos a partir de los resultados obtenidos y presentados en el artículo científico **“Human health risks from metals and metalloids via consumption of food animals near gold mines in Tarkwa, Ghana: Estimation of the daily intakes and target hazard quotients (THQs)”**. A continuación se presentan los datos en resumen en las Tablas 3,4,5 y 6.

Tabla 3. Resumen de datos, grado de contaminación en las especies estudiadas por Plomo Pb y su rango máximo y mínimo de concentración por porción.

Ítem	Especie (Nombre Científico)	Especie (Nombre común)	Contaminación de Plomo Pb(mg/Kg)	Rango (min-Max) Plomo Pb
1	Centropomus spp	Robalo	0,0289 (±0,0134)	0,0163 - 0,0518
2	Oncorhynchus spp	Salmon	0,0595 (±0,0417)	0,03 - 0,089
3	Oreochromis spp	Tilapia	0,0281 (±0,0128)	0,016 - 0,043
4	Pangasius spp	Tiburón iridiscente	0,029 (±NA)	0,029 - 0,029
5	Prochilodus spp	Sábalo Jetón	0,0254 (±0,0071)	0,016 - 0,036
6	Pseudoplatistoma spp	Doncella (Pez gato)	0,0264 (±0,0116)	0,02 - 0,0499
7	Pimelodus spp	Bagre	0,0199 (±0,0019)	0,0173 - 0,0217
8	Scomberomorus spp	Sierra	0,034 (±0,0162)	0,0196 - 0,0643
9	Thunnus	Atún enlatado		

Tabla 4. Resumen de datos, grado de contaminación en las especies estudiadas por Cadmio Cd y su rango máximo y mínimo de concentración por porción.

Ítem	Especie (Nombre Científico)	Especie (Nombre común)	Contaminación de Cadmio Cd(mg/Kg)	Rango (min-Max) Cadmio Cd
------	-----------------------------	------------------------	-----------------------------------	---------------------------

**WORKING PAPER -
SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR
METALES TOXICOS**

1	Centropomus spp	Robalo	0,0028 ($\pm 0,0015$)	0,0005 - 0,0047
2	Oncorhynchus spp	Salmon	0.0003 ($\pm NA$)	0.0003 - 0.0003
3	Oreochromis spp	Tilapia	0.0042 (± 0.0061)	0.0007 - 0.0164

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

4	Pangasius spp	Tiburón iridiscente	0.0004 (±NA)	4.00E-04 - 4.00E-04
5	Prochilodus spp	Sábalo Jetón	0.0048 (±0.0065)	4.00E-04 - 0.0174
6	Pseudoplatistoma spp	Doncella (Pez gato)	0.0032 (±0.0045)	4.00E-04 - 0.0142
7	Pimelodus spp	Bagre	0.0072 (±0.0074)	0.0012 - 0.0165
8	Scomberomorus spp	Sierra	0,0038 (±0,0048)	0.0006 - 0.0122
9	Thunnus	Atún enlatado		

Tabla 5. Resumen de datos, grado de contaminación en las especies estudiadas por Arsénico As y su rango máximo y mínimo de concentración por porción.

Ítem	Especie (Nombre Científico)	Especie (Nombre común)	Contaminación de Arsénico As(mg/Kg)	Rango (min-Max) Arsénico As
1	Centropomus spp	Robalo	0,0458 (±0,0445)	0,016 - 0,167
2	Oncorhynchus spp	Salmon	0.023 (±NA)	0.023 - 0.023
3	Oreochromis spp	Tilapia	0.0311 (±0.0111)	0.0161 - 0.0433
4	Pangasius spp	Tiburón iridiscente	0.038 (±NA)	0.038 - 0.038
5	Prochilodus spp	Sábalo Jetón	0.0312 (±0.0086)	0.022 - 0.039
6	Pseudoplatistoma spp	Doncella (Pez gato)	0.0469 (±0.0508)	0.014 - 0.168
7	Pimelodus spp	Bagre	0.0277 (±0.0072)	0.0226 - 0.0328
8	Scomberomorus spp	Sierra	0,0471 (±0,0299)	0.0216 - 0.096
9	Thunnus	Atún enlatado		

Tabla 6. Resumen de datos, grado de contaminación en las especies estudiadas por Mercurio Hg y su rango máximo y mínimo de concentración por porción.

Ítem	Especie (Nombre Científico)	Especie (Nombre común)	Contaminación de mercurio Hg(mg/Kg)	Rango (min-Max) mercurio Hg
1	Centropomus spp	Robalo	0,041 (±0,0263)	0,016 - 0,0895
2	Oncorhynchus spp	Salmon	0.0212 (±0.0025)	0.019 - 0.025
3	Oreochromis spp	Tilapia	0.0313 (±0.0108)	0.018 - 0.0472
4	Pangasius spp	Tiburón iridiscente	0.0215 (±0.0019)	0.019 - 0.023
5	Prochilodus spp	Sábalo Jetón	0.0412 (±0.0263)	0.017 - 0.0933
6	Pseudoplatistoma spp	Doncella (Pez gato)	0.0447 (±0.0295)	0.018 - 0.1058
7	Pimelodus spp	Bagre	0.0579 (±0.0269)	0.0245 - 0.0879
8	Scomberomorus spp	Sierra	0,0358 (±0,0202)	0.019 - 0.0868
9	Thunnus	Atún enlatado		

Ecuaciones y conceptos utilizados en la calculadora

El objetivo de la calculadora propuesta en el aplicativo permitirá calcular los nivel de exposición que se tendría en un individuo con peso (Kg) corporal definido y una frecuencia de consumo en numero de porciones por año de las especies estudiadas (ver tablas 3,4,5 y 6).

De igual manera la calculadora nos permite cuantificar que los riesgos a los cuales estamos expuestos por el consumo de peces expuestos a cuatro (4) metales tóxicos (plomo, cadmio, arsénico y mercurio).

De acuerdo con lo presentado definimos así tres (3) niveles de exposición:

- Em: Nivel de exposición a un contaminante denominado "m" por persona.
- Emj: Nivel de exposición a un contaminante denominado "m" por ingestión de una especie denominado "j".

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

- E_m: Nivel de exposición de varios contaminante "m" por ingestión de una especie denominado "j".

De igual forma los niveles de riesgo a la exposición de contaminantes se definen en tres (3) tipos de riesgos:

- Roral: Riesgo Carcinogénico por Ingestión.
- HQoral: Riesgo NO Carcinogénico por Ingestión.
- TR: Riesgo Carcinogénico.

Descripción de la ecuaciones

A continuación se presentan en resumen las ecuaciones utilizadas en la calculadora. La ecuaciones han sido obtenidas por el profesor Rafael Gabriel Barragán (funcionario de la USTA) quien fue la persona encargada de construir la hoja de calculo basado en el articulo científico para calcular los valores de exposición y riesgos ha raíz de contaminantes usados en la explotación en minas de oro.

A partir del articulo científico "**Human health risks from metals and metalloid via consumption of food animals near gold mines in Tarkwa, Ghana: Estimation of the daily intakes and target hazard quotients (THQs)**" y gracias a sus resultados y cálculos se pueden estimar los riesgos a los que se esta expuesto a partir del consumo de animales que están cerca de las minas de oro en Tarkwa – Ghana. Los datos obtenidos y publicados en el articulo tiene aplicabilidad en Colombia debido a que en las minas de oro en Colombia se utilizan los mismo componentes químicos en el proceso de extracción del preciado metal.

Em: Exposición a un contaminante m por persona

$$E_m = \frac{C_{pez} * C_{mj}}{P_{exp}} \quad \text{Ec. 1}$$

$E_m \equiv$ Exposicion a contaminante m por persona [$\frac{mg}{kg * dia}$]

$C_{pez} \equiv$ Consumo de pescado [$\frac{kg}{persona * dia}$]

$$C_{pez} = \frac{n_{porciones \text{ al año}} * peso_{porcion \text{ std gramos}}}{365 * 1000} \quad \text{Ec. 2}$$

$n_{porciones \text{ al año}} \equiv$ dato introducido por el usuario, ingresa el total de porciones que se consumiria en el año

$peso_{porcion \text{ std gramos}} \equiv$ Se establece que la porcion estandar es de 227 gramos de pescado

$C_{mj} \equiv$ Concentracion del contaminante m en la especie j

$C_{mj} \rightarrow$ se obtiene de tablas 3,4,5 y 6 en su valor max rango de componente, Ej: 0.0518 Plomo

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

$P_{exp} \equiv$ Periodo de exposicion total en la vida calculado 70 años de expectativa vida

Emj: exposición a un contaminante m por ingestión de j especies de peces (mg/Kg-día), es decir se obtiene del calculo cuanta exposición se tiene a un contaminante en particular (Ej: plomo Pb) por consumo de varias especies.

Se calcula para cada una de las especies, después de obtener los valores individuales se suman y se obtiene el total (ver Ec. 6)

$$E_{mj} = C_{mj} * CR_j * P_j \quad \text{Ec. 3}$$

$C_{mj} \equiv$ Concentracion del contaminante m en la especie j

$C_{mj} \rightarrow$ se obtiene de tablas 3,4,5 y 6 en su valor max rango de componente, Ej: 0.0518 Plomo

$$CR_j = \frac{n_{porciones\ j} * peso_{porcion\ std\ gramos}}{365 * 1000} \quad \text{Ec. 4}$$

$CR_j \equiv$ Tasa de consumo de la especie j [$\frac{Kg}{día}$]

$P_j \equiv$ Proporción de la especie j en la dieta

$$P_j = \frac{n_{porciones\ consumidas\ de\ una\ especie\ j}}{n_{porciones\ total\ de\ especies\ consumidas\ en\ la\ dieta\ anual}} \quad \text{Ec. 5}$$

$$E_{mj} = E_{Pb\ especie\ atun} + E_{Pb\ especie\ robalo} + \dots + \quad \text{Ec. 6}$$

Ejm: Exposición por ingestión de una especie j contaminado con m químicos por el peso del individuo), es decir se obtiene del calculo cuanta exposición se tiene a al consumir una especie en particular de todos los componentes químicos. (Ej.: consumo atún y quiero saber en total cuanta exposición tengo por: plomo Pb, Cadmio Cd, Arsénico As y mercurio Hg)

$$E_{jm} = C_{mj} * CR_j * P_j \quad \text{Ec. 7}$$

$C_{mj} \equiv$ Concentracion del contaminante m en la especie j

$C_{mj} \rightarrow$ se obtiene de tablas 3,4,5 y 6 en su valor max rango de componente, Ej: 0.0518 Plomo

$$CR_j = \frac{n_{porciones\ j} * peso_{porcion\ std\ gramos}}{365 * 1000} \quad \text{Ec. 4}$$

$CR_j \equiv$ Tasa de consumo de la especie j [$\frac{Kg}{día}$]

**WORKING PAPER -
SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR
METALES TOXICOS**

P_j ≡ Proporción de la especie j en la dieta

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

$$P_j = \frac{n_{\text{porciones consumidas de una especie } j}}{n_{\text{porciones total de especies } j \text{ consumidas en la dieta anual}}} \quad \text{Ec. 5}$$

$$E_{jm} = E_{\text{especie atun Pb}} + E_{\text{especie atun Cd}} + E_{\text{especie atun As}} + E_{\text{especie atun Hg}} \quad \text{Ec. 8}$$

Ecuaciones de Riesgos

Individual risk (ratio):

$$IR_r = \frac{E_{mj}}{Rf_{Doral}} \quad \text{Ec. 9}$$

$E_{mj} \equiv$ Exposición por ingestión de una especie j

$$E_{mj} = C_{mj} * CR_j * P_j \quad \text{Ec. 3}$$

$C_{mj} \equiv$ Concentración del contaminante m en la especie j

$C_{mj} \rightarrow$ se obtiene de tablas 3,4,5 y 6 en su valor max rango de componente, Ej: 0.0518 Plomo

$$CR_j = \frac{n_{\text{porciones } j} * \text{peso}_{\text{porcion std gramos}}}{365 * 1000} \quad \text{Ec. 4}$$

$CR_j \equiv$ Tasa de consumo de la especie j [$\text{Kg}/\text{día}$]

$P_j \equiv$ Proporción de la especie j en la dieta

$$P_j = \frac{n_{\text{porciones consumidas de una especie } j}}{n_{\text{porciones total de especies } j \text{ consumidas en la dieta anual}}} \quad \text{Ec. 5}$$

$Rf_{Doral} \equiv$ Dosis de referencia para NO Carcinogenico, este valor es una constante

$$Rf_{Doral} = 0.004 \quad \text{Ec. 10}$$

Cociente de riesgo (THQ):

$$THQ \equiv \frac{(C_{mi}) * (365) * (P_{exp}) * (C_{vez})}{(Rf_{Doral}) * (P_c) * t} \quad \text{Ec. 11}$$

$C_{mj} \equiv$ Concentración del contaminante m en la especie j

$C_{mj} \rightarrow$ se obtiene de tablas 3,4,5 y 6 en su valor max rango de componente, Ej: 0.0518 Plomo

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

$P_{exp} \equiv$ Periodo de exposicion total en la vida calculado 70 años de expectativa vida

$C_{pez} \equiv$ Consumo de pescado [$\frac{kg}{persona * dia}$]

$$C_{pez} = \frac{n_{porciones \text{ al año}} * peso_{porcion \text{ std gramos}}}{365 * 1000} \quad \text{Ec. 2}$$

$n_{porciones \text{ al año}} \equiv$ dato introducido por el usuario, ingresa el total de porciones que se consumiria en el año

$peso_{porcion \text{ std gramos}} \equiv$ Se establece que la porcion estandar es de 227 gramos de pescado

$Rf_{Doral} \equiv$ Dosis de referencia para NO Carcinogenico, este valor es una constante

$$Rf_{Doral} = 0.004 \quad \text{Ec. 10}$$

$P_C \equiv$ Peso corporal del usuario expresado en kilogramos

$t \equiv$ AT – Tiempo promedio

$$t = (365 * \text{NumeroAños}) * P_{exp} = 4900 \quad \text{Ec. 12}$$

Riesgo Carcinogénico por Ingestión (Roral):

$$R_{Oral} \equiv SF_{oral} * I_{Oral-soil} \quad \text{Ec. 13}$$

$SF_{oral} \equiv$ Pendiente Carcinogenica de Ingestion = 1

$I_{Oral-soil} \equiv$ Ingestion por alimento = E_m

$$E_m = \frac{C_{pez} * C_{mj}}{P_{exp}} \quad \text{Ec. 1}$$

$E_m \equiv$ Exposicion a contaminante m por persona [$\frac{mg}{kg * dia}$]

$C_{pez} \equiv$ Consumo de pescado [$\frac{kg}{persona * dia}$]

$$C_{pez} = \frac{n_{porciones \text{ al año}} * peso_{porcion \text{ std gramos}}}{365 * 1000} \quad \text{Ec. 2}$$

$n_{porciones \text{ al año}} \equiv$ dato introducido por el usuario, ingresa el total de porciones que se consumiria en el año

$peso_{porcion \text{ std gramos}} \equiv$ Se establece que la porcion estandar es de 227 gramos de pescado

$C_{mj} \equiv$ Concentracion del contaminante m en la especie j

$C_{mj} \rightarrow$ se obtiene de tablas 3,4,5 y 6 en su valor max rango de componente, Ej: 0.0518 Plomo

**WORKING PAPER -
SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR
METALES TOXICOS**

P_{exp} ≡ Periodo de exposicion total en la vida calculado 70 años de expectativa vida

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

Riesgo NO Carcinogénico por Ingestión (HQ_{oral}):

$$HQ_{Oral} \equiv \frac{I_{Oral-water} + I_{Oral-Soil}}{Rf_{Doral}} \quad \text{Ec. 14}$$

$I_{Oral-water}$ \equiv Ingestión oral por agua

$I_{Oral-soil}$ \equiv Ingestion por alimento = E_m

$$E_m = \frac{C_{pez} * C_{mj}}{P_{exp}} \quad \text{Ec. 1}$$

E_m \equiv Exposicion a contaminante m por persona [$\frac{mg}{kg * dia}$]

C_{pez} \equiv Consumo de pescado [$\frac{kg}{persona * dia}$]

$$C_{pez} = \frac{n_{porciones \text{ al año}} * peso_{porcion \text{ std gramos}}}{365 * 1000} \quad \text{Ec. 2}$$

$n_{porciones \text{ al año}}$ \equiv dato introducido por el usuario, ingresa el total de porciones que se consumiria en el año

$peso_{porcion \text{ std gramos}}$ \equiv Se establece que la porcion estandar es de 227 gramos de pescado

C_{mj} \equiv Concentracion del contaminante m en la especie j

C_{mj} \rightarrow se obtiene de tablas 3,4,5 y 6 en su valor max rango de componente, Ej: 0.0518 Plomo

P_{exp} \equiv Periodo de exposicion total en la vida calculado 70 años de expectativa vida

Rf_{Doral} \equiv Dosis de referencia para NO Carcinogenico, este valor es una constante

$$Rf_{Doral} = 0.004 \quad \text{Ec. 10}$$

Riesgo Carcinogénico (TR):

$$TR \equiv (SF_{oral}) * (EXP_{ing}) \quad \text{Ec. 15}$$

SF_{oral} \equiv Pendiente Carcinogenica de Ingestion = 1

EXP_{ing} \equiv Riesgo de Exposicion por Ingestion

$$EXP_{ing} = \frac{C_{pez}}{1000} * (C_{mj}) * (365) * (P_{\theta})}{(P_{exp}) * (t)} \quad \text{Ec. 16}$$

C_{pez} \equiv Consumo de pescado [$\frac{kg}{persona * dia}$]

**WORKING PAPER -
SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR
METALES TOXICOS**

$$C_{pez} = \frac{U_{porciones \text{ al año}} * PESU_{porcion \text{ std gramos}}}{365 * 1000}$$

Ec. 2

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

$n_{porciones\ al\ año} \equiv$ dato introducido por el usuario, ingresa el total de porciones que se consumiria en el año

$peso_{porcion\ std\ gramos} \equiv$ Se establece que la porcion estandar es de 227 gramos de pescado

$C_{mj} \equiv$ Concentracion del contaminante m en la especie j

$C_{mj} \rightarrow$ se obtiene de tablas 3,4,5 y 6 en su valor max rango de componente, Ej: 0.0518 Plomo

$P_C \equiv$ Peso corporal del usuario expresado en kilogramos

$P_{exp} \equiv$ Periodo de exposicion total en la vida calculado 70 años de expectativa vida

$t \equiv AT -$ Tiempo promedio

$$t = (365 * NumeroAños) * P_{exp} = 4900 \quad \text{Ec. 12}$$

Ecuaciones auxiliares

Tasa de Ingestión xenobiótico (RIx):

$$RI_x \equiv \frac{C_{pez}}{1000 * (C_{mj})} \quad \text{Ec. 17}$$

$C_{pez} \equiv$ Consumo de pescado [$kg / persona * dia$]

$$C_{pez} = \frac{n_{porciones\ al\ año} * peso_{porcion\ std\ gramos}}{365 * 1000} \quad \text{Ec. 2}$$

$n_{porciones\ al\ año} \equiv$ dato introducido por el usuario, ingresa el total de porciones que se consumiria en el año

$peso_{porcion\ std\ gramos} \equiv$ Se establece que la porcion estandar es de 227 gramos de pescado

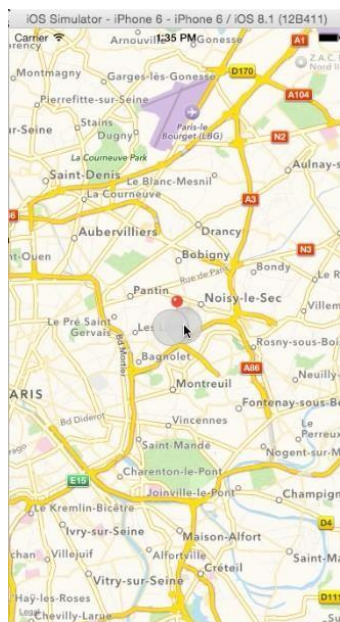
$C_{mj} \equiv$ Concentracion del contaminante m en la especie j

$C_{mj} \rightarrow$ se obtiene de tablas 3,4,5 y 6 en su valor max rango de componente, Ej: 0.0518 Plomo

Vista 2. La siguiente vista desplegara de forma didáctica un mapa (ver Imagen 2) donde el usuario podrá ver en puntos referenciados ubicaciones de donde se extrae el pez consultado (Ver Tabla 1). Los puntos referenciados en el mapa se extraen de la información ingresada en la base de datos tomada en referencia a los artículos científicos.

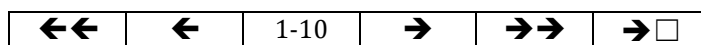
WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

Imagen 2. Vista previa de ejemplo de un mapa en el dispositivo móvil.



Vista 3. La vista tiene por objeto informar (en forma de lista) de todos los documentos que se tiene la base de datos que estén relacionados con la especie o pez consultado. Esto se hace para que el usuario se informe de fuente fidedigna sobre el grado de contaminación por metales en este caso particular.

Tabla 1. Vista resumen resultado de consulta aplicación móvil



# numero de dato	Especie	Contaminante	Concentracion	Consultar
5	Imprime el nombre de la especie.	Imprime el tipo de contaminante reportado	Porcentaje de concentracion	Consultar
55	Imprime el nombre de la especie.	Imprime el tipo de contaminante reportado	Porcentaje de concentracion	Consultar
555	Imprime el nombre de la especie.	Imprime el tipo de contaminante reportado	Porcentaje de concentracion	Consultar

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

Vista 4. Esta vista imprime en pantalla recomendaciones al usuario de escalas, porcentajes y síntomas en caso de una sobre exposición de la comida a los metales contaminantes.

Cronograma de Trabajo

#Ítem	Descripción de actividades	Fecha Inicia (DD/MM/AAA)	Fecha Fin (DD/MM/AAA)
1	Creación de Vista 1.	(DD/MM/AAA)	(DD/MM/AAA)
2	Creación de Vista 2.	(DD/MM/AAA)	(DD/MM/AAA)
3	Creación de Vista 3.	(DD/MM/AAA)	(DD/MM/AAA)
4	Creación de Vista 4.	(DD/MM/AAA)	(DD/MM/AAA)

Bibliografía.

Imagen 1 Centropomus spp. “Centropomus nigrescens” o (Robalo).
<http://pescamax.foroactivo.com/t682-la-pesca-del-robalo-centropomus-sp-por-jose-manuel-lopez-pinto-actualizado-a-03-de-noviembre-del-2013>

Imagen 2 Oncorhynchus spp. “Pacific Salmon” o (Salmon del Pacifico).
<https://phishdoc.com/2014/10/23/diadromy-2/>

Imagen 3 Oreochromis spp. “Tilapia” o (Mojarra roja).
<http://delfinmartell.blogspot.com.co/2013/08/acuicultura-ii-wismer-alvarado-biologo.html>

Imagen 4 Pangasius spp. “CatFish” o (tiburón iridiscente).
<http://www.international.nordsee.com/en/themen/195/Pangasius>

Imagen 5 Prochilodus spp. “Sábalo” o (Sábalo picudo)
<http://faunayfloradelargentinanativa.blogspot.com.co/2011/11/sabalo-picudo-prochilodus-lineatus.html>

Imagen 5 Pseudoplatistoma spp. “Pseudoplatystoma fasciatum” o (Tiger Shovelnose Catfish).
<http://www.tropical-fish-keeping.com/tag/tiger-shovelnose-catfish-pseudoplatystoma-fasciatum>

Imagen 6 Pimelodus spp. “PezGato” o (Bagre)
<http://www.taringa.net/post/info/18722707/Bagres-fotos-para-deleitarte.html>

Imagen 7 Scomberomorus spp. “King fish” o (Sierra)
http://solemnngroup.com/commodities/King_Fish.html

**WORKING PAPER -
SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR
METALES TOXICOS**

Imagen 8 Thunnus. "Thunnus" o (Atun)

**WORKING PAPER -
SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR
METALES TOXICOS**

[https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Thunnus_atlanticus -
_pone.0010676.g186.png](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Thunnus_atlanticus_-_pone.0010676.g186.png)

<http://www.epa.gov/iris/subst/0692.htm>;<http://www.epa.gov/iris/subst/0141.htm>
[#reforal;As RfD bra appendixg.pdf;human Health Toxicity Values SM HHRA A ppen dices.pdf](#)

REFERENCIAS

ABALAKA, J. A. 1999. Cómo asegurar la calidad e inocuidad de los alimentos: volver a los principios fundamentales y aplicar el control de calidad a lo largo de toda la cadena alimentaria. La función de los gobiernos al respecto. Ponencia presentada en la Conferencia sobre Comercio Internacional de Alimentos a Partir del Año 2000: Decisiones basadas en criterios científicos, armonización, equivalencia y reconocimiento mutuo. Melbourne, Australia.

ABLAN, Elvira. 1999. La calidad en el Sistema Agroalimentario Español. Madrid: Instituto de Economía y Geografía (IEG) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

ALEGRIA et al., 2012. Biodisponibilidad de sustancias tóxicas en los alimentos. En: CAMEAN A. M ; REPETO M. Toxicología alimentar. Madrid. 688pp.

CAR –ECOFORST (2006). Plan de Ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá, Bogotá, Colombia.

CAR (2009). Río Bogotá –Adecuación hidráulica y recuperación ambiental. Evaluación ambiental y Plan de gestión ambiental-, Bogotá, Colombia.

CALA P, SODERGREN A. Datos preliminares sobre contaminantes persistentes lipofílicos en peces de agua dulce de Colombia. En: Programas y Resúmenes II Encuentro Científico, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá; 1995

**WORKING PAPER -
SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR
METALES TOXICOS**

CARRILLO González Graciela (2009). Una Revisión de los Principios de la Ecología Industrial. Revista Nueva Época. Año 22, No 59, México D.F. México.

COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, CCE. 2000. Libro Blanco sobre Seguridad Alimentaria.
Bruselas: CE, COM (1999) 719 final.

CHACÓN MF, VILLAMARÍN S. Bioensayos y pruebas de toxicidad aguda Cl (I) 50 a 24,48,72 y 96 horas a partir de efluentes industriales en camarones (*Penaeus vannamei*, P. schmitti) y peces (*Gambusia affinis*) de las costas colombianas. [Trabajo de grado] Bogotá: Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano; 1991.

EPA. 2013. United State Environmental Protection Agency. United State of America. <http://www.epa.gov/>

FALCO et al., 2012. Riesgo tóxico por metales presentes en los alimentos: Toxicología alimentaria. Madrid, España. pp 326.

GARCIA Durán Germán (2011). Una visión sobre los programas de recuperación del río Bogotá y sus afluentes urbanos, Fundación Río Urbano, Bogotá, Colombia.

GONZALES S. y MEJIA L (1995). Contaminación con Cadmio y Arsénico en suelos y hortalizas en un sector de la cuenca del Río Bogotá. Revista de Suelos Ecuatoriales. Citado por RUTH Mary en: Ecología y Medio Ambiente. Disponible en: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000088/lecciones/Foros/ContaCadmio.html>

GROTH, Edgard. (1999) Garantía de la calidad e inocuidad de los alimentos: Retorno a los principios fundamentales-Control de la calidad a lo largo de la cadena alimentaria Función de los consumidores. Ponencia presentada en la Conferencia sobre Comercio Internacional de Alimentos a partir del año 2000: Decisiones basadas en criterios científicos, armonización, equivalencia y reconocimiento mutuo. Melbourne, Australia.

GUBA, E. y LINCOLN, Y. (1989), Fourth Generation Evaluation, Newbury Park, Sage Publications.

KOTAŚ, J., STASICKA, Z. (1997.)Chromium occurrence in the environment and methods of its speciation. Environ. Poll. 107, p. 263-283.

MESQUITA, Silvia M.V. FERNANDES, António O.S.S. RANGEL, Raquel B.R. (2004). A flow system for the spectrophotometric determination of lead in different types of waters

**WORKING PAPER -
SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR
METALES TOXICOS**

using ion-exchange for pre-concentration and elimination of interferences. *Talanta*. 2004 Feb 6;62(2):395-401.

MIRANDA Diego, CARRANZA Carlos, FISCHER Gerhard (2008). Calidad del Agua de Riego en la Sabana de Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

MONTENEGRO O. (2002). Contaminación química de suelos y cultivos. Seminario Estrategias para la productividad de los suelos avícolas, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, capítulo Tolima, Ibagué.

NIENCHESKI, Luis Felipe, FILLMANN, Gilberto (2006). Metais, Hidrocarbonetos e Organoclorados. En: Lana, P, C et al. Avaliação Ambiental de estuários Brasileiros: Aspectos Metodológicos. Pp. 155

OCHOA francisco, MONTOYA Liliana (2004). Mortalidad por cáncer en Colombia 2001. Revista CES MEDICINA Volumen 18 No.2 Julio – Diciembre. Universidad Ces, Medellín, Colombia.

----- (2009) Mortalidad por cáncer en Colombia en 2005. Revista Facultad de Medicina. Vol. 57. No 4. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

PEÑA Guzmán Carolina (2010). Procesos de monitoreo a la calidad hídrica del río Bogotá realizados por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca –CAR- Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

PRIETO Jacqueline, ERIGAIE Fundación (1998). Componente ambiental del Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Capital. Secretaría de Ambiente, Bogotá, Colombia, Disponible en:
<http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/anexospot/Volumen%20Diagnostico.pdf>

SIMMEL Georg (1907). Filosofía del dinero. Traducción castellana (2003). Editorial Comares, Granada, España.

ULLAH MR, ENAMUL HAQUE, M. (2010). Journal of Chemical Engineering, IEB Vol. ChE. 25, No. 1, pp.1-12

VAN DER OOST et al., (2003). Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 13, 2: 57–149

VASQUEZ Fernando (2001). La calidad del agua del río Bogotá, II Foro sobre el Agua, Tercera navegación por el río Bogotá. Fundación al Verde Vivo, Bogotá, Colombia.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (1996). Chlorine in Drinking-water, Originalmente publicado en: Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol.2. Health criteria and

WORKING PAPER - SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR METALES TOXICOS

other supporting information, Ginebra, Suiza. Disponible en:
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chlorine.pdf

ZEGARRA Anabelle (2012). Ecología Industrial, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.

L.F., Niencheski, G, Fillmann, Metais, Hidrocarbonetos e Organoclorados. En: Lana, P, C et al. Avaliação Ambiental de estuários Brasileiros: Aspectos Metodológicos. 2006, Pp. 155

Falco et al. Riesgo tóxico por metales presentes en los alimentos: Toxicología alimentaria. Madrid, España. 2012. pp 326.

R. Carson Primavera Silenciosa. Barcelona. España. 1960. 344pp.

Van Der Oost et al., Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. Environmental Toxicology and Pharmacology. 13, 2: 57-149. 2003.

Alegria et al., Biodisponibilidad de sustancias tóxicas en los alimentos. En: CAMEAN A. M ; REPETO M. Toxicología alimentar. Madrid. 2012..688 pp

DECRETO 977 DE 1998. (mayo 29). Diario Oficial No. 43.313, del 3 de junio de 1998.
RESOLUCIÓN 776 DE 2008. (marzo 3). Diario Oficial No. 46.923 de 6 de marzo de 2008.
MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL.

E.. Perucho, El mercado del pescado en la ciudad de Bogotá. INFOPESCA. Centro para los servicios de información y asesoramiento sobre la comercialización de los productos pesqueros de América Latina. 2010. 96pp.

J. Olivero-Verbel, C. Padilla-Bottet y O. De la Rosa, «Relationships between physicochemical parameters and the toxicity of leachates from a municipal solid waste landfil,» de Ecotoxicology and Environmental Safety, Cartagena, ELSEVIER, 2008, pp. 294-299.

L. Mazo-Gray, L. Sbriz y M. Alvarez, «Determination of Traces of Heavy Metals in Estuarine Waters of Barbacoas Bay, Colombia, by X-Ray Fluorescence Spectrometry,» de X-Ray Spectrometry, Cartagena, Scopus, 1997, pp. 57-64.

C. Paul, M. Veiga, I. Salih, S. Al-Saadi y S. Console, «Mercury contamination from artisanal gold mining in Antioquia, Colombia: The world's highest per capita mercury pollution,» de Science of the Total Environment, Departamento de Antioquia, ELSEVIER, 2011, pp. 154-160.

G. Prieto, «Geochemistry of heavy metals derived from gold-bearing sulphide minerals in the Marmato District (Colombia),» de Journal of Geochemical Exploration, Marmato - Caldas, ELSEVIER, 1998, pp. 215-222.

**WORKING PAPER -
SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR
METALES TOXICOS**

C. C. G. Tassinari y J. B. V. Fabio Diaz Pinzon, «Age and sources of gold mineralization in the Marmato mining district, NW Colombia: a Miocene–Pliocene epizonal gold deposit,» de *Ore Geology Reviews*, Departamento de Caldas , ELSEVIER, 2008, pp. 505-518.

E. D. Miguel, D. Clavijo, M. Ortega y A. Gómez, «Probabilistic meta-analysis of risk from the exposure to Hg in artisanal gold mining communities in Colombia,» de *Chemosphere*, Colombia , ELSEVIER , 2014, pp. 183-189.

G. Sedano, «Investigación sobre el contenido de mercurio en aguas de ríos colombianos. Proy. IIT / COLGATE PALMOLIVE,» *COLCIENCIAS*, vol. 105, pp. 9-18, 2000.

J. Olivero y B. Johnson, «Contaminación con mercurio y salud pública en la costa Atlántica colombiana,» *Biomédica*, vol. 22, pp. 52-53, 2002.

D. Alonso, P. Pineda, J. Olivero, H. González y N. Campos, «Mercury levels in muscle of two fish species and sediments from the Cartagena Bay and the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia,» de *Environmental Pollution*, Cartagena - Colombia, ELSEVIER, 2000, pp. 157-163.

J. Olivero-Verbel, D. Agudelo-Frias y K. Caballero-Gallardo, «Morphometric parameters and total mercury in eggs of snowy egret (*Egretta thula*) from Cartagena Bay and Totumo Marsh, north of Colombia,» de *Marine Pollution Bulletin*, Cartagena, ELSEVIER, 2013, pp. 105-109.

J. Olivero y B. Solano, «Mercury in environmental samples from a waterbody contaminated by gold mining in Colombia, South America,» de *Science of The Total Environment*, Colombia, ELSEVIER, 1998, pp. 83-39.

C. Gischler, *Pathways of heavy metals and implications for stakeholders, Sonso Lagoon, Departamento del Cauca : TRITA-LWR Master Thesis*, 2005.

A. J. Guido Duque, M. Rojas López y E. V. Díaz Aguirre, *Efectos tóxicos asociados a los contaminantes del río Magdalena sobre *Pimelodus blochii*, Colombia, Departamento del Tolima: Universidad del Tolima*, 2011.

L. J. Lancheros Ascencio, «Contenido de mercurio en músculo de algunas especies ícticas de interes comercial presentes en ocho sitios de muestreo de la cuenca (baja, media y alta) del río Magdalena,» 2013. [En línea]. Available: <http://repository.unimilitar.edu.co>. [Último acceso: 10 Agosto 2014].

S. Á. Galeano, «Acumulación de mercurio (Hg) en tejido muscular y hepático en especies ícticas de diferentes ciénagas del Magdalena medio,» 2013. [En línea]. Available: <http://tesis.udea.edu.co>. [Último acceso: 10 Agosto 2014].

Ruiz, Fandiño, Romero y Guevara, «Contaminación de peces por metales pesados en el río Magdalena,» 1996. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co>. [Último acceso: 10 Agosto 2014].

**WORKING PAPER -
SISTEMA DE INFORMACION SOBRE CONTAMINACION DE PECES POR
METALES TOXICOS**

G. A. Ramírez, «Oleoducto Vasconia-Coveñas: Estudio de línea base, componentes biológicos y fisicoquímicos de los ecosistemas acuáticos,» INFOTEC, Bogotá, 1993.

Sistema de información para el inventario, catalogación, valoración y administración de la información técnico-científica (SICAT), «Estudio de evaluación de riesgos en el que las concentraciones de As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb y Zn en los suelos de la Sabana de Bogotá,» SICAT, Bogotá , 2008.

D. Miranda, C. Carranza, C. Rojas, C. Jerez, G. Fischer y J. Zurita, «Acumulación de metales pesados en suelo y plantas de cuatro cultivos hortícolas, regados con agua del río Bogotá,» Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas , vol. 2, n^o 2, pp. 180-191, 2008.

D. Alonso, S. Latorre, E. Catillo y P. Brandao, «Environmental occurrence of arsenic in Colombia: A review,» de Environmental Pollution, Colombia, ELSEVIER, 2014, pp. 272-281.