



LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Tecnología SIG para el monitoreo de la calidad del agua en Veracruz

Author: Brenda Paola SANCHEZ REYES

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2017-02
BCIERMIMI Classification (2017): 270917-0201

Pages: 23
Mail: sanrey254@hotmail.com
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			



Universidad Veracruzana

Problemática

En la ciudad de Córdoba, Veracruz se encuentran algunos de los ríos más importantes del estado, pero éstos presentan niveles importantes de contaminación, lo que compromete la disponibilidad de sus aguas para uso público urbano y recreativo, constituyendo un riesgo para la salud de la población asentada cerca de estas corrientes.

La contaminación de las fuentes se debe principalmente al vertido de contaminantes a los cuerpos de agua. Sin embargo, desconocen cuáles son las fuentes que causan, qué es exactamente lo que se arroja y los puntos donde se origina la contaminación.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



Universidad Veracruzana

Después de un estudio de monitoreo realizado por el **Laboratorio de Gestión y Control Ambiental (LABGECA)** de la Universidad Veracruzana, se obtuvieron resultados alarmantes. En los ríos analizados los niveles de calidad del agua se encuentran en el rango que van de fuertemente contaminados a contaminados, es decir que sus valores se encuentran en un rango inferior al 70%, por lo que se llega a la conclusión de que estas aguas requieren ser tratadas antes de poder ser usadas.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



El estudio se realizó durante un año examinando muestras de agua para obtener los parámetros físicoquímicos y biológicos, de acuerdo con métodos estandarizados para integrar el **Índice de Calidad del Agua (ICA)**, analizando 18 parámetros relevantes para cada punto de muestreo. Este volumen de datos se ha organizado manualmente y posteriormente manipulado mediante una hoja de cálculo.

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR
COLOR	PCU	1.1	20	5.5	20	5.5	20	5.5	20	5.5
TURBIDIDAD	NTU	1.1	5	2.2	5	2.2	5	2.2	5	2.2
TEMPERATURA	°C	27.4	30	27.4	30	27.4	30	27.4	30	27.4
pH		7.4	7.5	7.4	7.5	7.4	7.5	7.4	7.5	7.4
OXIGENO DISUELTADO	mg/l	8.0	10	8.0	10	8.0	10	8.0	10	8.0
SÓLIDOS DISUELTADOS	mg/l	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	10	10	10	10	10	10	10	10	10
SÓLIDOS TOTALES	mg/l	110	110	110	110	110	110	110	110	110
DUROSIDAD TOTAL	mg/l	100	100	100	100	100	100	100	100	100
DUROSIDAD CÁLCICA	mg/l	100	100	100	100	100	100	100	100	100
DUROSIDAD MAGNÉSICA	mg/l	100	100	100	100	100	100	100	100	100
NITRATO	mg/l	10	10	10	10	10	10	10	10	10
NITRITO	mg/l	10	10	10	10	10	10	10	10	10
FOSFATO TOTAL	mg/l	10	10	10	10	10	10	10	10	10
FOSFATO DISFÓSFATO	mg/l	10	10	10	10	10	10	10	10	10
AMONÍACO	mg/l	10	10	10	10	10	10	10	10	10
NITRITO	mg/l	10	10	10	10	10	10	10	10	10
SUMAS				22.5	100.41					
ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA				71.2						





Análisis

Se hizo una recopilación bibliográfica relacionada con el perfil hidrológico del Estado de Veracruz y los estudios afines con la contaminación de sus cuencas hidrológicas.

Después de analizar los datos recolectados, estos hacen referencia a:






- Los niveles de contaminación de cada río.
- Los parámetros de contaminación que se analizaron.





Índice de la Calidad del Agua

El nivel de contaminación del agua es representado por el **Índice de Calidad del Agua (ICA)**, el cual se define como el grado de contaminación existente en el agua a la fecha de un muestreo, expresado como un porcentaje de agua pura, la manera más usual de representar la significación del ICA es por medio de una escala de colores.

Criterio general para clasificar el Índice de Calidad del Agua		
Color	Criterio	Escala ICA (%)
	Excelente	90.1 – 100
	Aceptable	70.1 – 90
	Contaminado	50.1 – 70
	Fuertemente contaminado	20.1 – 50
	Inaceptable	0 - 20



Parámetros de evaluación

Cuando el Índice de la Calidad del Agua fue creado, se consideraron 18 parámetros para su cálculo.

Cada parámetro representa un factor clave que puede utilizarse como indicador de la calidad del agua. Cada uno está expresado en diferentes unidades, por lo cual los valores obtenidos deben ser normalizados a valores de calidad entre 0 y 100.

Parámetros que conforman el ICA.		
Parámetro	Peso (W)	Unidades
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5.0	mg/L
Oxígeno disuelto	5.0	mg/L
Coliformes fecales	4.0	NMP/100ml
Coliformes totales	3.0	NMP/100ml
Temperatura	1.0	°C
Conductividad eléctrica	2.0	µmhos/cm
Fosfatos totales	2.0	mg/L
Grasas y aceites	2.0	mg/L
Nitrógeno amoniacal	2.0	mg/L
Nitrógeno en nitratos	2.0	mg/L
Alcalinidad	1.0	mg CaCO ₃ /L
Color	1.0	Pt-Co
Dureza total	1.0	mg CaCO ₃ /L
Potencial de Hidrógeno (pH)	1.0	Adimensional
Sólidos suspendidos	1.0	mg/L
Cloruros	0.5	mg/L
Sólidos disueltos	0.5	mg/L
Turbiedad	0.5	UTj





Marco de referencia

Se hizo una búsqueda de SIG con funciones similares a las que se requieren, y se constató que al menos en México no hay herramienta alguna que permita visualizar en línea el grado de contaminación de alguna cuenca hidrológica o sus afluentes.

Existen algunas aplicaciones que son de utilidad por presentar características y funciones similares a las requeridas en este trabajo.



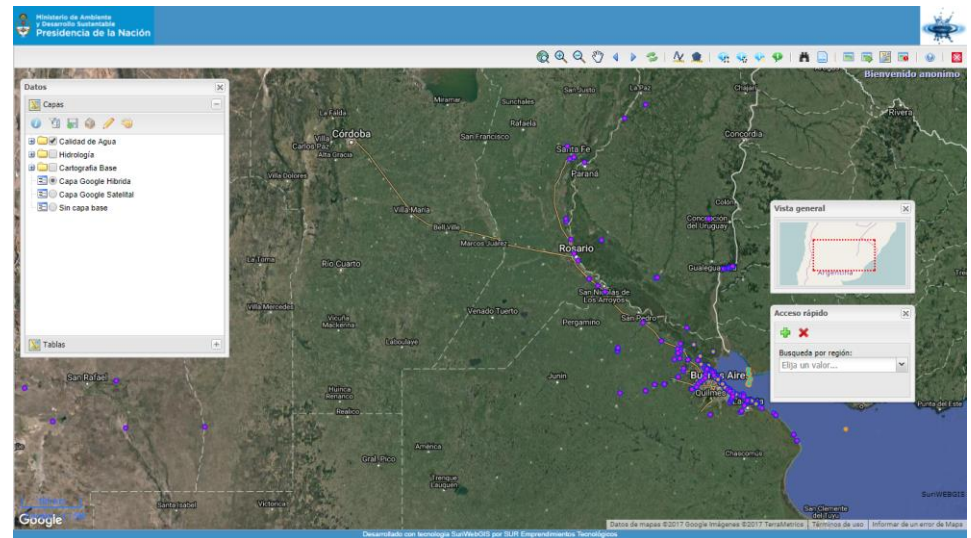


Universidad Veracruzana

Web GIS Calidad del Agua de la República de Argentina.

Es un sistema de información geográfica de tipo web, basado en SuriWebGIS, pensado para manejar los datos de los muestreos de agua a nivel nacional y favorecer, así, el conocimiento y la toma de decisiones por parte del organismo en materia de agua segura.

Sus objetivo es centralizar los datos de los muestreos de agua realizados en el territorio Argentino, mediante la implementación de un estricto modelo de datos para los muestreos



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

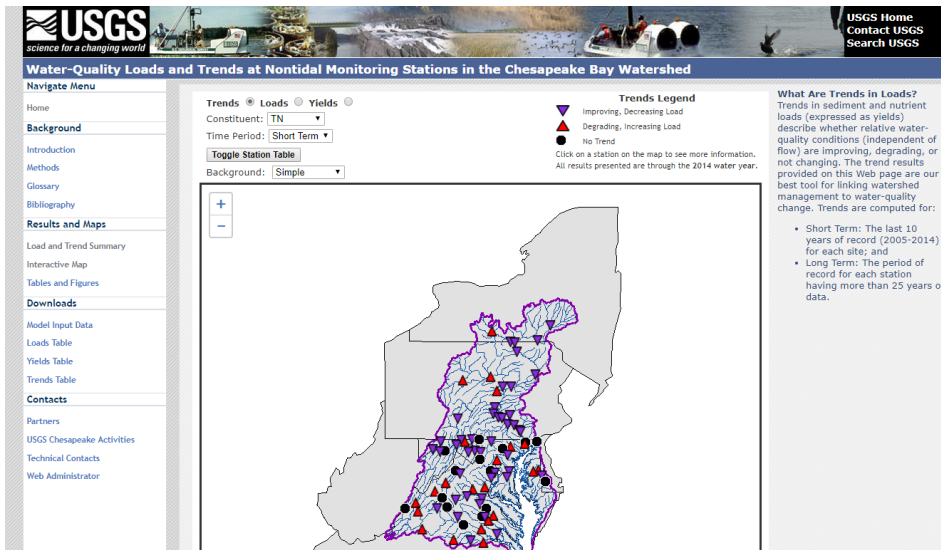
2017



Universidad Veracruzana

Programa de Monitoreo Nacional de la Bahía Chesapeake (USA).

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), cuenta con una página interactiva con información del programa de monitoreo que proporciona resultados sobre la calidad de agua para los ríos de la bahía de Chesapeake en el estado de Virginia



La aplicación muestra la ubicación de diferentes estaciones de monitoreo de los afluentes del estado, indicando si han subido o bajado de nivel durante cierto periodo (10 o 25 años)



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017

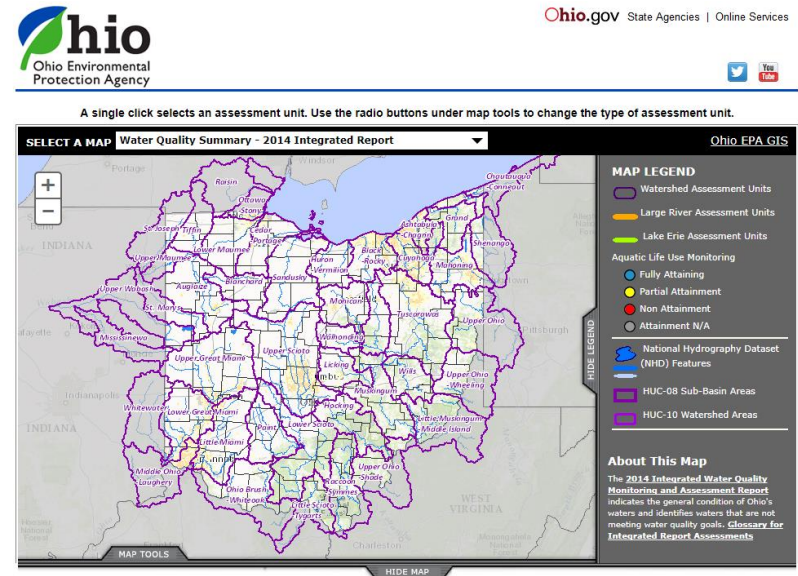


Universidad Veracruzana

Sistema de Información Geográfica de la Agencia de Protección Ambiental de Ohio.

La EPA de Ohio es una agencia estatal que cuenta con sistema web que está conformado por los informes de monitoreo y evaluación de la CA, que indican el estado general de las aguas del estado e identifica aquellas que no cumplen con las metas esperadas.

Proporciona además datos geoespaciales, funciones y servicios para caracterizar eficazmente los datos ambientales de la zona. Ofrece una serie de mapas interactivos relativos a la CA, del aire y sobre la eliminación de productos farmacéuticos, entre otros.



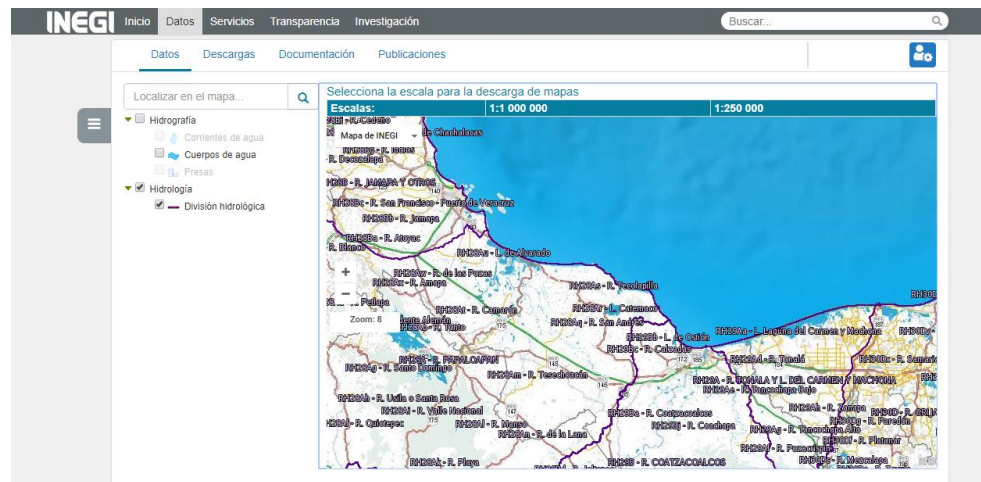
Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables, Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

2017



Mapa Hidrológico de INEGI

En su sitio, el INEGI, ofrece un catálogo de mapas clasificados por área geográfica. El mapa hidrológico brinda información para su mejor aprovechamiento, extracción, manejo y representación de las condiciones que guarda el recurso hídrico superficial (división hidrológica, unidades de escurrimiento, estaciones hidrométricas) y subterráneo, además de los resultados de los análisis químicos de muestras de agua obtenidas en los cuerpos de agua.



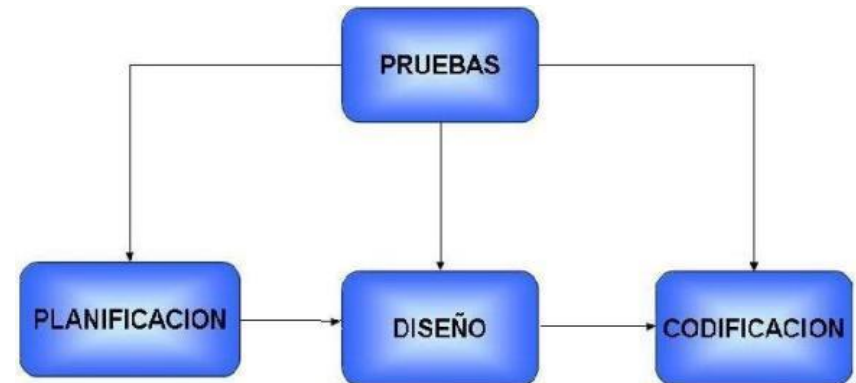


Tecnologías de desarrollo

Metodología

Como metodología para el desarrollo de software se eligió la **Programación Extrema (XP)**. Es una metodología ágil que promueve el trabajo en equipo, la comunicación fluida entre todos los participantes, la simplicidad en las soluciones implementadas

Se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes.





Universidad Veracruzana

Backend

PHP

Lenguaje interpretado , caracterizado por ser un lenguaje gratuito y multiplataforma.

Se utiliza para la construcción de webs con independencia de la base de datos y del servidor web, válido para cualquier plataforma.

Multiplataforma
Ejecución en el servidor
Licencia de software libre
Extensa librería de funciones



Frontend

HTML y CSS

Lenguaje de marcado utilizado para la construcción básica de una página web. HTML determina el contenido, mientras que CSS la presentación.

JavaScript y JQuery

Lenguaje interpretado de desarrollo de aplicaciones cliente/servidor, permite crear efectos atractivos y dinámicos.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



Universidad Veracruzana

Para el despliegue de los puntos de muestreo registrados en la Base de datos se utiliza la API de Google Maps API que ofrece acceso ilimitado a la base de datos mundial de Google para su aplicación, con más de cien millones de fichas de empresas y lugares de interés.

La versión web de esta herramienta utiliza JavaScript para permitir el acceso a sus servicios como mapas, imágenes y direcciones.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



Base de datos

Para la administración de la base de datos de manera local y remota, se emplea PHPMyAdmin. Una herramienta de software libre escrita en PHP, destinada a la administración de MySQL a través de la web. Soporta una amplia gama de operaciones en MySQL y las operaciones de uso frecuente como:

- Gestión de bases de datos
- Tablas
- Columnas
- Relaciones
- Índices
- Usuarios y permisos





Desarrollo de la aplicación

Requerimientos

La herramienta permite representar diferentes puntos de muestreo en un mapa de la zona, indicando los valores registrados para los 18 parámetros que se registran en los muestreos de agua.

De esta manera, se pueden conocer los detalles de cada muestreo, pero también visualizar el conjunto total de puntos evaluados, identificados cada uno con el color asignado de acuerdo a su nivel de contaminación.

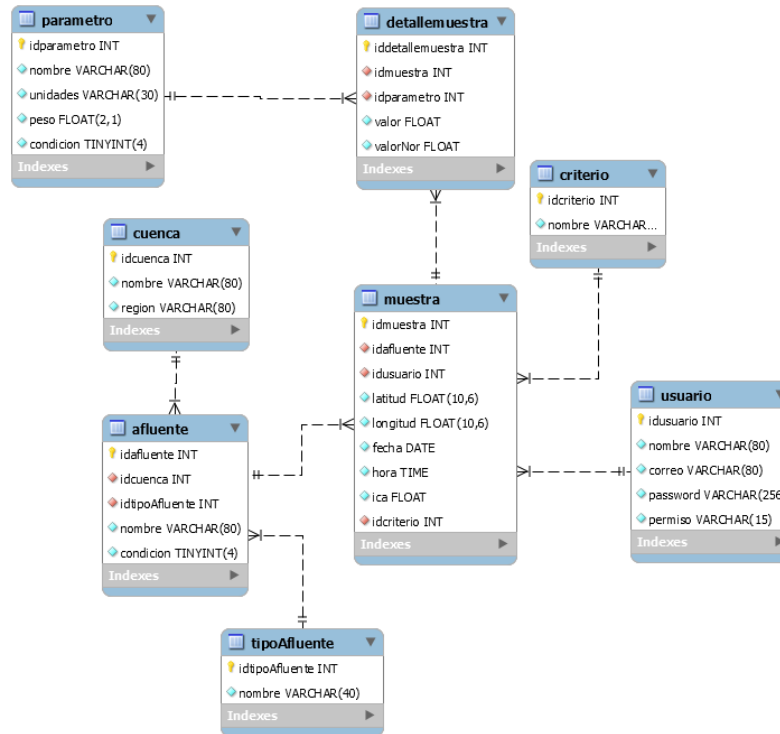
Además, los usuarios pueden efectuar búsquedas específicas de resultados por fechas, por tipo de parámetro y por afluente.





Diseño

La Base de Datos relacional está integrada por las diferentes tablas que se identificaron a partir del análisis de los requerimientos del usuario.

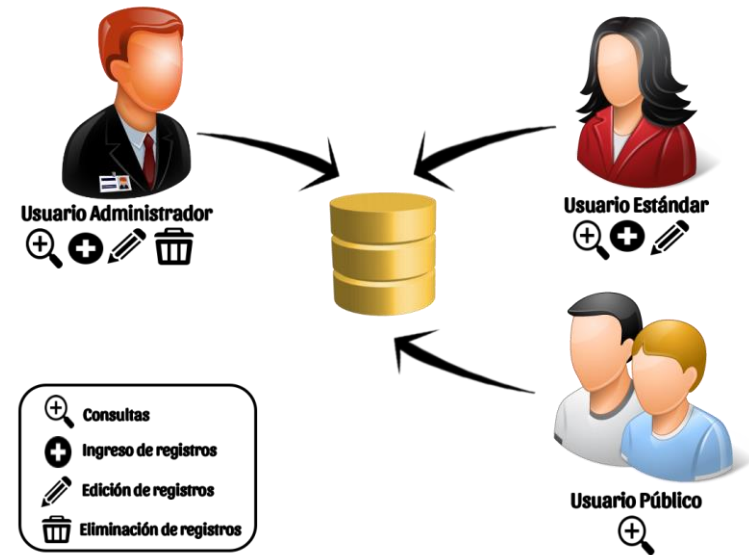




El acceso a la aplicación será restringido, y solo los usuarios autorizados podrán efectuar ciertas tareas, de acuerdo al perfil establecido para cada uno de ellos:

- Usuario público.
- Usuario estándar.
- Usuario administrador.

Cada usuario tiene definida una clave de acceso asociada a un perfil, que define las actividades autorizadas: captura, edición, eliminación y consulta de datos.

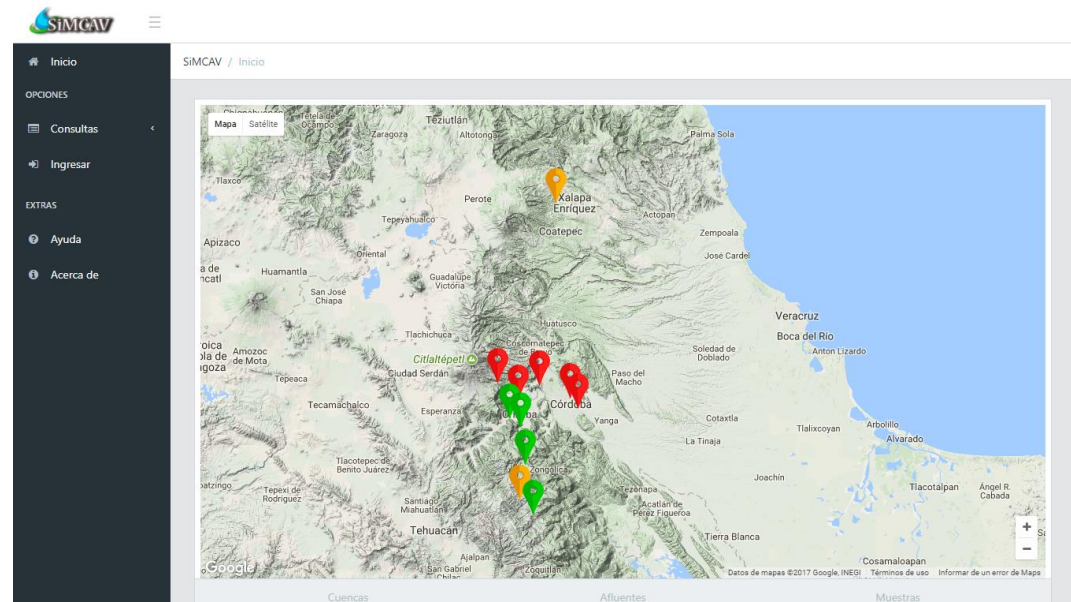




Universidad Veracruzana

Resultados

El sistema web denominado Sistema de Monitoreo de la Calidad del Agua de Veracruz o SIMCAV, ofrece en la página inicial, un panel del lado izquierdo con las diferentes funciones que pueden realizarse con la Base de Datos, del lado derecho un mapa con un marcador indicando el muestreo mas reciente para cada afluente.



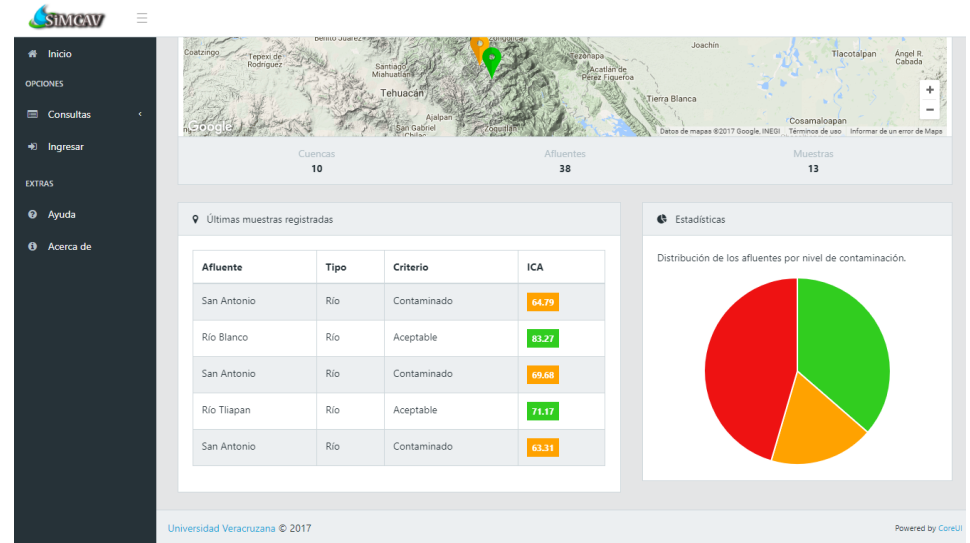
**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

2017



En la misma página principal se puede apreciar un análisis general de las muestras de agua más recientes, para conocer de manera inmediata el comportamiento de la contaminación del agua de los afluentes registrados.

Se despliega el nombre del cuerpo de agua, su tipo de afluente (ríos, arroyos, lagos, lagunas, etc.), a que cuenca hidrológica pertenece y el valor del ICA, representado con el color correspondiente al grado de contaminación.





Los puntos de los muestreos siempre se representan en forma de globo, con la característica adicional de que son de diferente color, que está definido por el valor del ICA, obtenido a partir de los valores de sus parámetros. De esta manera, se puede observar de manera inmediata cuales son los puntos de menor o mayor contaminación.





El acceso inicial que se ofrece es público, en el cual se pueden realizar tres tipos de consultas, éstas permiten listar las muestras dependiendo de variables específicas. Los resultados de las consultas se presentan de dos formas: por localización geográfica en un mapa y listados en una tabla.

- **Consulta por fecha.** Se debe ingresar dos fechas que funcionan como rango para delimitar los registros.
- **Consulta por parámetro.** Se elige uno de los parámetros listados, y se ingresa el valor mínimo y máximo que se desean consultar.
- **Consulta por afluente.** Se elige uno de los afluentes listados y se muestran todos los registros existentes para dicho afluente.

Opciones	Fecha	Hora	Afluente	Tipo	ICA	Criterio	Parámetro	Valor
+	13-12-2007	15:23	San Antonio	Rio	63.31	Contaminado	PH	7.9
+	14-11-2008	12:22	Metlac	Rio	47.2	Fuertemente contaminado	PH	7.86
+	22-03-2005	10:01	Astacinga	Rio	62.37	Contaminado	PH	7.9
+	15-06-2017	15:20	Tehuipango	Rio	72.42	Aceptable	PH	7.06
+	16-03-2007	18:00	San Antonio	Rio	69.68	Contaminado	PH	7.48





Conclusiones

- Con el SiMCAV se ofrece una solución automatizada capaz de administrar los parámetros obtenidos en muestreos de agua, cuencas y afluentes, que permiten calcular el ICA de los registros almacenados en la base de datos.
- Se resuelve la problemática de dispersión de la información y se agiliza su recuperación.
- Facilita el acceso y consulta de los datos, favoreciendo el trabajo colaborativo desde cualquier lugar con acceso a Internet.





ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)