

Aplicación WEB para la geolocalización de tiraderos de basura no oficiales

Santiago Gómez, René Cabrera, María Bautista, Mirna Ponce y José Vargas

S. Gómez, R. Cabrera, M. Bautista, M. Ponce y J. Vargas
Universidad Politécnica de Altamira, 89400
santiago.gomez@upalt.edu.mx

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

This paper presents Web based software that helps to identify non-official trash landfills. The process consists in two phases: the first is the use of a customized data collector application, to be used on the field; and the second is the development of Web based software that integrates the geographical reference of non-official trash landfills. The area of study includes Tampico, Madero and Altamira townships that are located on the southern Tamaulipas, México. The aim of this project is, to make an application that can be advertised by means of social networks. This allows the citizens to contribute with the localization of non-official trash landfills by reporting them to legal authorities.

20 Introducción

En la actualidad con el uso de las redes sociales, se ha acrecentado la comunicación entre las personas, todo ello haciendo uso de las aplicaciones y tecnologías web. Una de las aplicaciones web más populares es el Google Maps, el cual es un ejemplo de SIG (Sistemas de Información Geográfica) que desde el punto vista ambiental ha impulsado la generación de información visual que permite una mejor comprensión de problemáticas ambientales comunes tales como los vertederos o tiraderos de basura no oficiales que se pueden observar en diversos lugares de diferentes países.

Lo cual al no ser reportados se vuelven focos de contaminación al suelo, agua y aire, afectando la salud de la población y daños al ambiente, como generación de fauna nociva, presencia de lixiviados, deterioro del paisaje, malos olores, incendios, envenenamiento y afectaciones a la salud, entre otros. Además de provocar conflictos sociales y políticos debido al manejo que les proporciona las instancias correspondientes. Dichos residuos frecuentemente son colocados de manera clandestina provocando quemas a cielo abierto, disposición en tiraderos o vertederos de basura ineficientes y no oficiales (Barradas, 2009; Schwanse, 2014).

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), define por residuo: “Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó”. Es decir, que si ya no se puede usar es un residuo (DOF, 1988).

En la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) define a residuo como: “Aquellos materiales cuyo poseedor desecha y se encuentra en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso contenido o no en recipientes y que pueden ser susceptibles de recibir tratamiento o disposición final”. En LGPGIR, los residuos están clasificados en: Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME). En su Artículo 5, fracción XXXIII, la LGPGIR, los define como los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por la Ley como residuos de otra índole (DOF, 2003).

En su Artículo 18, de la LGPGIR, los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), los sub-clasifica en orgánicos e inorgánicos, con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables. Según esta clasificación, se podrían definir de la siguiente manera:

- El Residuo Orgánico, serían todos los desechos de origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar, entre otros.
- Un Residuo Inorgánico: todo desecho de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural, por ejemplo: plástico, telas sintéticas, etc.

Otro término sería Mezcla de Residuos, que se refiere a todos los desechos de residuos mezclados que es el resultado de una combinación de materiales orgánicos e inorgánicos. En la mayoría de los países se producen residuos mezclados, a partir de restos de comida y envases y cajas diversas. Un problema es el de los residuos compuestos de materiales orgánicos que no pueden descomponerse por completo, material inorgánico relacionado con el nitrógeno, y por tanto también forma gases tóxicos. Por ello es importante deshacerse de los residuos generados en el día a día. Debido a los peligros de los residuos mezclados, algunas personas separan los residuos orgánicos de los inorgánicos, y los orgánicos los usan para crear composta (Israde-Alcántara et al., 2009; Torres et al., 2011).

En la página Web de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se localiza el Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN), el cual es un conjunto de bases de datos estadísticos, cartográficos y documentales que recopilan, organizan y difunden la información acerca del ambiente y los recursos naturales del país (SEMARNAT, 2014). Integra información relativa a los inventarios de recursos naturales, al monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo, al ordenamiento ecológico del territorio y a los registros, programas y acciones encaminados a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, identificando las siguientes herramientas web:

- La Base de Datos Estadísticos del SNIARN (BADESNIARN), que contiene información estadística sobre temas relacionados con el ambiente, resultado de la colaboración con las distintas áreas de la Secretaría, de sus órganos desconcentrados y descentralizados; así como con otros organismos y dependencias que producen información estadística.
- El Espacio Digital Geográfico (ESDIG), muestra en mapas información de las características ambientales y sociales del país en temas como vegetación, uso del suelo, cuerpos de agua, suelos, clima, población, entre otros; así como resultados de programas ambientales y sociales dedicados al aprovechamiento, conservación y recuperación de los ecosistemas naturales de México. Cuyos mapas desplegados son extraídos de la base de datos geográfica del SNIARN (SEMARNAT, 2014a).

Adicionalmente se localiza el Sistema de Información Nacional para la Gestión Integral de los Residuos (SINGIR) que muestra la información oficial de: centros de acopio, sitios de disposición final, la gestión de los Residuos, desde las disposiciones jurídicas, técnicas y financieras aplicables a su regulación, control y manejo, hasta la información estadística y geográfica disponible.

20.1 Método

El proceso metodológico (Fig. 1) se describe a continuación:

- Zona de estudio. Se describe la zona de estudio y su ubicación.
- Trabajo de campo. Se diseña una herramienta de recolección de datos, para su ejecución se integró un grupo de trabajo el cual se capacito para su aplicación.
- Herramienta Web. Se realizó el maquetado según las necesidades, seleccionándose la aplicación Web tipo SIG, integrando todo por medio de lenguaje PHP y MySQL para la creación de la herramienta de geolocalización de tiraderos de basura no oficiales.

Figura 20 Etapas de desarrollo



20.2 Resultados

La Zona de Estudio

El área de estudio se conformó por los municipios de Tampico, Madero y Altamira ubicados al sur del estado de Tamaulipas. Geográficamente, por medio de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Consultando la Nueva versión del Mapa Digital de México V5.0 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Marco Geo-estadístico Municipal. Información Topográfica Digital Escala 1:250 000 serie III. Se pudo determinar los siguientes datos :

- Ubicación a nivel Municipio
- Limites (Marco Geo-estadístico)
- Localidades

La Zona Metropolitana de Tampico es la continuidad de la ciudad de Tampico a los municipios contiguos, está localizada en los estados mexicanos de Tamaulipas y Veracruz, es junto a la Ciudad de México, la Comarca Lagunera, Puebla, La Piedad y Puerto Vallarta unas de las Zonas Metropolitanas bi-estatales de México.

Se extiende a lo largo del río Pánuco en la vertiente del Golfo de México. La zona de estudio que se tomara para la realización del presente trabajo será la zona Metropolitana Tampico, correspondiente al Estado de Tamaulipas, que lo conforman los Municipios de Tampico, Ciudad Madero y Altamira.

Figura 20.1 Zona Metropolitana Tampico – Madero – Altamira, (INEGI)



Recolección de datos en campo

Para el desarrollo del instrumento de campo se determinó la información que se requería para el desarrollo de la herramienta WEB, dando como factores críticos:

- Localizar el lugar
- Tomar una foto
- Obtener las coordenadas geográficas con GPS, o el GPS del lugar.
- Ubicación por dirección, identificándolo en un micro plano.

El grupo de voluntarios para la recolección de datos fueron 20 alumnos del programa académico de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la Universidad Politécnica de Altamira, los cuales se les capacitó para la identificación de tiraderos de basura no oficiales, dándoles una plática de los tipos de residuos que pueden presentarse en estos sitios no oficiales.

Para ello, en base a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), se les dio una capacitación proporcionándoles información de los tipos de residuos, los cuales son:

Residuos Sólidos Urbanos (RSU): Proviene de la eliminación de los materiales que se utilizan en casa y de cualquier otra actividad que se desarrolla dentro de establecimientos o en las calles, con características domiciliarias. Por ejemplo: residuos orgánicos, madera, papel, vidrio, latas, botes de tetrapac, unicef, plásticos, pañales, toallas sanitarias, metales y textiles.

Residuos de Manejo Especial (RME): Son los que se generan en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Por ejemplo: residuos de construcción (arena, graba, escombros, entre otros), residuos de servicios de salud (gante, vendas, medicamentos, entre otros), residuos de actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas insumos usados por estas actividades, residuos de transporte (generados por consecuencia de las actividades realizadas en puertos, aeropuertos, terminales portuarias, ferroviarias, entre otros).

Residuos de lodos por tratamiento de plantas potabilizadoras de agua, residuos departamentales o centros comerciales en grandes volúmenes, residuos tecnológicos de las industrias de la informática, electrónicos, telecomunicación o vehículos automotores.

Residuos Peligrosos (RP): Los Residuos Peligrosos son aquellos que sustancial o potencialmente, ponen en peligro la salud humana o el medio ambiente cuando son manejados en forma inadecuada y poseen alguna de las características CRETIB* (Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad o Agentes Biológico-Infecciosos), que les confieran peligrosidad, así como los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados por ellos. Por ejemplo: ácidos, cloros, aromáticos, sangre, muestras de laboratorio, jeringas, tejidos, plomo, plaguicidas, entre otros.

Otro aspecto que se tomó en consideración fue la identificación visual del tipo de residuo. Para ello se elaboró una cedula de identificación del tipo de residuo en tiraderos de basura no oficiales (Tabla 1). En la cual por medio de una codificación se identifica el tipo de residuo, el riesgo de acceso y el volumen aproximado de basura que se encuentra en el sitio.

Tabla 20 Cedula de identificación del tipo de residuo en tiraderos de basura no oficiales.

Residuo Solidos Urbano (RSU)	Codificación (V Y R)	Observaciones del sitio (p.e. pasa el camión de la basura pero no ha venido, es un solar baldío, etc.)
Residuos orgánicos		
Residuos de vidrio		
Residuos de plásticos		
Residuos de metales (latas)		
Residuos de papel		
Residuos de higiene personal		
Residuos de Manejo Especial (RME)	Codificación (V Y R)	Observaciones del sitio (p.e. pasa el camión de la basura pero no ha venido, es un solar baldío, etc)
Residuos de construcción (arena, graba, escombros, entre otros)		

residuos de servicios de salud (gante, vendas, medicamentos, entre otros)		
Residuos de actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas insumos usados por estas actividades		
Residuos de transporte (generados por consecuencia de las actividades realizadas en puertos, aeropuertos, terminales portuarias, ferroviarias, entre otros)		
Residuos de lodos por tratamiento de plantas potabilizadoras de agua		
Residuos departamentales o centros comerciales en grandes volúmenes		
Residuos tecnológicos y de telecomunicación	Codificación (V Y R)	Observaciones del sitio (p.e. pasa el camión de la basura pero no ha venido, es un solar baldío, etc)
Partes o completa de computadoras		
Consumibles de computadora como DVD, cd, USB, tóner, cables, CPUS, monitores, teclados, mouse, entre otros		
de comunicación celulares, micrófonos, grabadoras, radios, televisiones, entre otros		
Cables de conexión como extensiones o remanentes de un arreglo de cableado		
Pilas		
Focos tradicionales y ahorradores		
Refrigeradores, estufas, licuadoras, todos aquellos electrodomésticos		
Automóviles en chatarra		
Partes de automóviles		
Baterías, asientos, metales, entre		

otros		
Residuos Peligrosos (RP)	Codificación (V Y R)	Observaciones del sitio (p.e. pasa el camión de la basura pero no ha venido, es un solar baldío, etc)
Botes que indiquen que son recipientes que contenían ácidos, cloros, pinol, plomo, plaguicidas, entre otros.		
Residuos de sangre, muestras de laboratorio, jeringas, tejidos, envases de laboratorios como matraces, pipetas, frascos reactivos, entre otros.		

Fuente si Ud. Considera que es inseguro o es peligroso el adquirir esta evidencia no lo haga solo apunte la localización del lugar, ante todo está la seguridad e integridad de sus participantes e integrantes.

Se diseñó una codificación para la descripción visual del tiradero de basura no oficial, que se podría validar por medio de la evidencia fotográfica (Tabla 20.1). Para la determinación de la viabilidad de acceso al lugar, la cantidad y el tipo de basura que se encuentra en los tiraderos.

Tabla 20.1 Codificación y descripción visual

Viabilidad (V):	Recolección (R):	Descripción del tipo de residuos.
V0 – fácil,	R1: de 1 a 3 kg en bolsas, dos personas	Según la clasificación de la
V1 – viable,	R2: de 4 a 10 kg en carretilla, con 5 personas	LGPGIR.
V2- más o menos viable, V3- con dificultades,	R3: más de 10 kg, solicitar a un camión recolector	
problemas al acceso, V4-		
sin acceso V5-		

De la recolección de campo se obtuvo una identificación de 120 tiraderos de basura no oficiales, las cuales se tuvieron que validar para descartar duplicidad de sitios. Los datos ya validados que se obtuvieron fueron de 80 tiraderos de basura no oficiales. En la Tabla 3 se presenta la distribución de estos tiraderos de basura no oficiales en la Zona de Estudio.

Tabla 20.2 Distribución de tiraderos de basura no oficiales en Zona de Estudio.

Municipio	Número de tiraderos Localizables
Altamira	52
Cd. Madero	13
Tampico	15
Total general	80

Como evidencia visual se les pidió recolectar fotografías de los tiraderos de basura que reportaron. En la Fig. 20.2, se pueden observar algunas de las 80 fotografías validadas que se recolectaron.

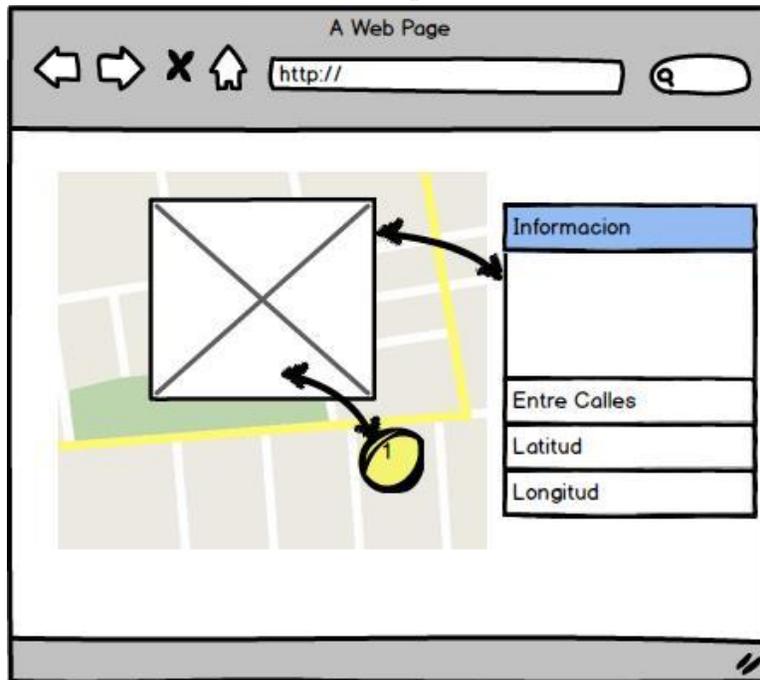
Figura 20.2 Tiraderos de basura no oficiales reportados.



Maquetado según necesidades

Se utilizó el trial del software Balsamiq (Fig. 20.3), con el cual se logra realizar un maquetado web, donde nos guie visualmente hacia el logro de nuestro objetivo.

Figura 20.3 Maquetado Web.

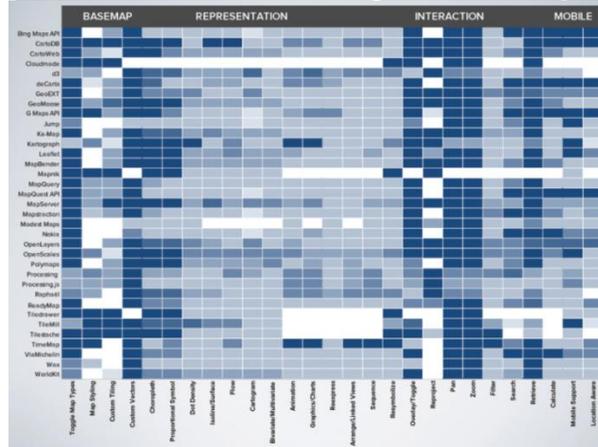


Selección de Aplicación Web de tipo SIG.

Requiriendo de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se optó por utilizar el Google Maps, el cual es considerado el más popular entre los programadores de aplicaciones web, aunado a que tanto la curvatura de aprendizaje como su potencial de mejoras son muy altas.

Esto en concordia con los resultados del estudio “KEEPING PACE with EMERGING Web Mapping Technologies” (Fig. 20.4) realizado por el Departamento de Geografía de la Universidad de Wisconsin-Madison y presentado en la Conferencia anual de sociedad cartográfica norteamericana celebrada en Portland entre los días 17 y 19 de octubre 2012 (Donohue y Wallace, 2012).

Figura 20.4 Análisis de Tecnologías Web de Mapeado.



Integración con PHP y MySQL

Se integra en la base de datos (de MySQL) la información de los 80 sitios localizables, los cuales al leerlos (desde PHP), se concatena una estructura tipo JSON con la que se alimenta al Google Maps (aplicación Web tipo SIG), permitiendo la geolocalización de los tiraderos de basura no oficiales (Fig. 20.5).

Figura 20.5 Herramienta Web.

20.3 Discusión

De los resultados obtenidos, se puede observar que la herramienta de campo aplicada pudo generar 180 sitios de los cuales se aceptaron 80, obteniéndose así la participación de alumnos y su involucramiento a esta problemática ambiental.

Lo anterior sirvió de base para la generación de la herramienta web en la cual se tuvo que hacer una revisión de las diferentes aplicaciones de tecnologías de mapeo Web por la cual se seleccionó el API de Google Maps, siendo una de las más populares en ambientes de desarrollo PHP/MySQL.

Dando como resultado la herramienta Web donde se resumen los datos del tiradero de basura no oficial y la imagen del lugar. Esta herramienta va a permitir, tener una base de datos y un mecanismo visual para la geolocalización de tiraderos de basura no oficiales.

20.4 Conclusiones

Este estudio alcanzo el desarrollo de la herramienta web para la geolocalización de tiraderos de basura no oficiales. Sin embargo, se presentaron algunas limitaciones en la realización debido a que se tuvo que validar la información recabada en campo, así como el número de dígitos de las coordenadas reportadas ya que en algunos casos no cumplían con el formato solicitado.

Los resultados obtenidos sientan las bases de mejora de la herramienta web, como del uso estadístico / georeferencial. Es destacable el realizar herramientas web que permitan enfrentar un problema común en diversos lugares del mundo, donde cada ciudadano desde la comodidad de sus casas o desde el tránsito diario en sus comunidades puedan contribuir positivamente convirtiéndose en parte de la solución.

Se desea seguir avanzando en esta herramienta anexándole una aplicación móvil a través de celulares Android, por medio del cual los ciudadanos tengan la facilidad de contribuir en la actualización constante de esta herramienta Web de geolocalización. Y de esta manera proporcionar la información obtenida a las autoridades correspondientes para su seguimiento.

20.5 Referencias

Barradas R., A. (2009). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales*. Estado del Arte. Minatitlán Veracruz, México.

DOF (1988). Decreto por el que se promulga la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. *Diario Oficial de la Federación*. Publicada el 28 de enero de 1988. Última reforma publicada, México D.F. 07 de junio del 2013.

DOF (2003). Decreto por el que se promulga la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. *Diario Oficial de la Federación*. Última reforma publicada. México D.F. 07 de junio del 2013.

Donohue, R. y Wallace, T. (2012). "KEEPING PACE with EMERGING Web Mapping Technologies", Obtenido de: <http://geography.wisc.edu/cartography/slides/emerging-web-mapping-donohue-et-al-nacis2012.pdf> (Recuperado en mayo de 2014)

Israde-Alcántara, I.; Buenrostro-Delgado, O.; Garduño-Monroy, V. H.; Hernández-Madrigal, V.M. y López G., E. (2009). Problemática geológico-ambiental de los tiraderos de la Cuenca de Cuitzeo, norte del estado de Michoacán. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. 61(1), 203-211.

Schwanse, E. (2014). La basura: un reto y una oportunidad para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. *Interdisciplina*. 2(2), 219–231.

SEMARNAT (2014). Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales – SNIARN. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Obtenido: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales> (Recuperado en mayo de 2014)

SEMARNAT (2014a). ESDIG, Espacio Digital Geográfico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Obtenido de: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales/espacio-digital-geografico-esdig?De=SNIARN> (Recuperado en junio de 2014)

SEMARNAT (2014b). Sistema de Información sobre Residuos Sólidos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Obtenido de: <http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/residuos/index.html> (Recuperado en junio de 2014)

Torres C., S.; Barrientos B., B.; Hernández B., M.; Gómez B., G. y Macedo M., M. (2011). Afectación ambiental del tiradero a cielo abierto de Almoloya del Río, Estado de México. Memorias. IV Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos (México D.F., México, 5 - 7 de octubre de 2011). Hacia la sustentabilidad: Los residuos sólidos como fuente de energía y materia prima, 253-257.