

INFORME GALAPAGOS 2013-2014

SISTEMAS HUMANOS

MONITOREO DE INDICADORES AMBIENTALES EN LA ISLA ISABELA PARA PREVENIR Y REDUCIR LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Maximilian Martin, Ulf Haerdter, Hannes Poehlmann y Alejandra Valdés

Para citar este artículo

Martin M, U Haerdter, H Poehlmann y A Valdés. 2015. Monitoreo de indicadores ambientales en la Isla Isabela para prevenir y reducir las fuentes de contaminación. Pp. 40-45. En: Informe Galápagos 2013-2014. DPNG, CGREG, FCD y GC. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.

Se debe citar la fuente en todos los casos. Fragmentos de este producto pueden ser traducidos y reproducidos sin permiso siempre que se indique la fuente.

El contenido y las opiniones expresadas en cada uno de los artículos es responsabilidad de los autores.

*La **Dirección del Parque Nacional Galápagos** tiene su sede principal en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Galapagos y es la institución del Gobierno del Ecuador responsable de la administración y manejo de las áreas protegidas de Galápagos.*

*El **Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos** tiene su sede principal en Puerto Baquerizo Moreno, isla San Cristóbal, y es el organismo del Gobierno del Ecuador responsable de la planificación y administración de la provincia.*

*La **Fundación Charles Darwin**, una organización no gubernamental registrada en Bélgica, opera la Estación Científica Charles Darwin en Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, Galápagos.*

***Galapagos Conservancy** tiene su sede en Fairfax, Virginia, EE.UU. y es la única organización en los EE.UU. sin fines de lucro enfocada exclusivamente en la protección a largo plazo del Archipiélago Galápagos.*



Foto: © Hannes Pohlmann

Monitoreo de indicadores ambientales en la isla Isabela para prevenir y reducir las fuentes de contaminación

Maximilian Martin¹, Ulf Haerdter¹, Hannes Poehlmann² y Alejandra Valdés²

¹ WWF Ecuador, ² Caduceus Cia, Ltda.

Antecedentes

A pesar del avance en la conservación de las áreas protegidas de Galápagos, poco se ha trabajado para determinar el estado de la calidad ambiental en las zonas habitadas por humanos. Aunque las áreas urbanas y rurales del archipiélago representan solamente el 3% del total de la superficie de las islas, constituyen uno de los principales focos de contaminación ambiental. La Dirección del Parque Nacional Galápagos reconoce en su Plan de Manejo al archipiélago como un socioecosistema donde existen interacciones permanentes entre las zonas habitadas y las áreas naturales protegidas marinas y terrestres, y por tanto la necesidad de su manejo integral. Además, tiene la competencia de desarrollar mecanismos y estrategias necesarios para lograr los máximos estándares de calidad ambiental, en coordinación con los gobiernos municipales y la sociedad civil del archipiélago (DPNG, 2014).

La falta de una adecuada planificación urbana y de capacidad técnica desde el inicio de los asentamientos humanos en las islas ha ocasionado que la población residente no cuente hasta el momento con servicios básicos apropiados, como por ejemplo, agua potable, alcantarillado, tratamiento de aguas residuales y gestión de residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos, por ejemplo, no están manejados como pide el Acuerdo Ministerial 142 emitido por el Ministerio de Ambiente (MAE, 2012). Al mismo tiempo existen estudios de sitios de contaminación ambiental, de los cuales se evidencian ya efectos en las áreas protegidas y en la salud humana.

En el contexto del recurso agua, una investigación del año 2007 ha determinado que las fuentes de captación de agua en Santa Cruz y San Cristóbal tienen una contaminación por coliformes fecales (Córdova *et al.*, 2007a,b). Desde esta fecha no se han realizado investigaciones o un monitoreo continuo de la calidad de agua en los sitios actuales de captación de agua. Tampoco se realizaron investigaciones de la calidad de agua en sitios públicos de recreación ni existe información al respecto de la contaminación de suelos, aunque es obvia la contaminación por combustibles, aceites, pinturas, disolventes y otras sustancias en mecánicas y talleres de mantenimiento de embarcaciones.

En el cantón Isabela tal como en los otros cantones, uno de los principales problemas es la falta de servicios básicos en relación al incremento de la población residente y flotante. Según los censos de 2001 y 2010, la población del cantón Isabela creció en un 39,3% en nueve años, de 1619 en 2001 a 2256 habitantes en 2010. Este porcentaje es superior comparado con el crecimiento de Santa Cruz (35,1%) y de San Cristóbal (32,7%), para el mismo periodo (INEC, 2001 y 2010).

Por otro lado, el número de turistas se incrementó en un 46,7% solo del 2003 al 2008 (GADMI, 2010).

Entre los diferentes problemas que se pueden presentar por el desarrollo no planificado podemos citar:

Agua: En relación a la salud pública, la calidad del recurso agua dulce es el más sensible debido a su contacto directo con la población mediante el uso y consumo; además, es un recurso muy limitado. Por ejemplo, para el año 2009 se estima que aproximadamente 70% de enfermedades en Puerto Villamil ocurrieron por el consumo de o exposición a agua contaminada (Walsh *et al.*, 2010).

Suelo: En el caso del suelo, asuntos de contaminación no se perciben con tanta premura y atención como en el caso del agua dulce porque las sustancias contaminantes no se expanden tan rápido como en el agua. Sin embargo, los contaminantes en el suelo, dependiendo de su movilidad, alcanzan en algún momento el nivel freático, contaminando los recursos de agua. En el contexto local, la geología se caracteriza por una capa delgada de suelo y roca primitiva fragmentada lo que resulta en una alta permeabilidad.

Aire: La contaminación del aire en las áreas pobladas es un asunto muy puntual debido a las características locales y depende únicamente de la ubicación de las pocas fuentes potenciales de contaminación (ej., plantas eléctricas). Sin embargo, la contaminación del aire se convierte en un problema de salud pública cuando en estos sitios específicos se superan los límites permisibles.

En vista de esta problemática, WWF y el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Isabela (GADMI) iniciaron un proceso para levantar una primera base de información sobre las fuentes principales de contaminación existentes, generar indicadores que permitan continuar monitoreando su nivel de contaminación y elaborar planes de manejo ambiental que permitan realizar una gestión propia de estas fuentes de contaminación.

Metodología

Los sitios de monitoreo de la calidad de los recursos agua, suelo y aire se definieron de acuerdo a la información proporcionada por el GADMI, así como los sitios potenciales de contaminación (Figuras 1, 2 y 3).



Figura 1. Georeferenciación de los sitios de monitoreo de la calidad de agua en Puerto Villamil.

Agua: Para determinar la calidad del agua entubada de uso doméstico se escogieron las cuatro fuentes de captación: Chapín I, Chapín II, Manzanillo y San Vicente. En algunas viviendas se monitoreó la calidad del agua que sale de la llave para determinar si existe contaminación por contacto con aguas servidas debido a fugas en la tubería. Para determinar la calidad del agua del mar en los sitios de recreación se escogieron El Embarcadero, El Estero y Concha de Perla, el primero por la presencia y mantenimiento de embarcaciones, y los dos últimos por ser sitios turísticos. Determinar la calidad del agua en la Grieta

de los Talleres fue de mucha importancia por ser una fuente de agua para diez familias del Pedregal. Además, se incluyó el monitoreo de las aguas servidas. Se realizaron cinco series de muestreos de agua con un total de 240 muestras en un período de cuatro meses. En un laboratorio certificado se realizaron análisis de los siguientes parámetros: parámetros generales, metales pesados, hidrocarburos (HAP, TPH), aniones y parámetros biológicos (demanda química de oxígeno - DQO y demanda biológica de oxígeno - DBO), coliformes totales, coliformes fecales y clorofila a. Adicionalmente, se realizaron

mediciones directas de: conductividad, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales (TDS), pH, rédox y temperatura. La metodología para la recolección de muestras de agua se realizó de acuerdo a las normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).¹

Suelo: Para el monitoreo del suelo se tomaron muestras en los siguientes sitios potencialmente contaminados: los talleres del Consejo de Gobierno y del GADMI, la gasolinera, la planta eléctrica y el embarcadero (por contaminación de hidrocarburos). Además, se tomaron muestras de suelo cerca de los sitios de captación de agua. Se tomaron también muestras del lodo que se acumula en el sitio de descarga final de las aguas servidas cerca de la planta de tratamiento. En total se realizaron dos series de muestreos de suelo en un periodo de cuatro meses. Las muestras de suelo se analizaron en un laboratorio certificado y se determinaron los siguientes parámetros: parámetros generales, metales pesados e hidrocarburos (TPH).

Aire: El monitoreo de la calidad del aire se realizó en cinco estaciones pasivas durante 30 días: la

planta eléctrica, El Embarcadero, los talleres del Municipio, los talleres del Consejo de Gobierno y la Plaza Municipal. Se instaló un punto de control en las torres del Chapín I y una estación meteorológica en la antigua estación de la policía. La calidad del aire se determinó mediante la medición de los siguientes parámetros: parámetros generales, SOx, NOx, PM, O3 y benceno.

Los resultados de los análisis se compararon con los límites establecidos por la normativa nacional publicada en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA, MAE 2003), que indica los parámetros de calidad de agua para consumo humano y uso doméstico, los criterios para la preservación de la flora y fauna en aguas marinas y de estuario, y los límites de descarga a cuerpos de agua marina, al igual que los criterios de calidad de suelo para distintos usos y normas generales de concentración de contaminantes en el aire. Para algunos parámetros, los resultados obtenidos fueron comparados con los límites definidos en las normas INEN (debido a la carencia de información en el TULSMA) o con normas internacionales cuando faltaron normas nacionales.



Figura 2. Georeferenciación de los sitios de monitoreo de la calidad de suelo en Puerto Villamil.



Figura 3. Georeferenciación de los sitios de monitoreo de la calidad de aire en Puerto Villamil.

Resultados y discusión

Calidad de agua

Los resultados de los análisis de agua en las fuentes de captación varían significativamente según el sitio. En algunas muestras se evidencian valores extremos para la presencia de ciertos contaminantes, tal cual se esperaba debido a que el sistema de recarga de las fuentes de captación está afectado por las mareas, y los contaminantes se diluyen o concentran de acuerdo a la entrada de agua (Tabla 1).

Ciertos resultados requieren atención debido a sus posibles efectos en la salud y deterioro de la calidad de agua. En las fuentes de captación de agua, la concentración de TDS supera a la norma en todos los muestreos por la intrusión de agua marina. En el caso del parámetro fosfato, la concentración en todas las muestras supera al límite establecido por la norma INEN. Altas concentraciones de fosfato en las fuentes de captación puede ocasionar un crecimiento de algas que consumen el oxígeno disuelto lo cual baja drásticamente la calidad del agua para el consumo humano; además, daña los riñones si se consume esta agua en exceso (Lenntech,

¹ HAP: hidrocarburos aromáticos de petróleo, TPH: hidrocarburos totales de petróleo, DQO: demanda química de oxígeno, DBO: demanda biológica de oxígeno, TDS: sólidos disueltos totales, SOX: óxidos de azufre, NOX: óxidos de nitrógeno, PM: material particulado, O3: ozono.

2013). Se detectó la presencia de manganeso en el agua por encima de la norma, que cambia el sabor del agua y mancha los utensilios de cocina y la ropa (OMS, 2006). El exceso de sodio altera el sabor del agua (OMS, 2006).

Los problemas de contaminación más evidentes ocurren en las fuentes de captación Chapín I y II, debido a su cercanía a la zona poblada y al inapropiado diseño de la infraestructura para la captación del agua.

Tabla 1. Los resultados del muestreo de agua entre mayo-julio de 2013 en fuentes de uso doméstico indican valores elevados en comparación a la norma nacional establecida por el TULSMA o en el caso que no existen límites en el TULSMA, en relación con regulaciones internacionales.

Sitio	Chapín I	Chapín I	Chapín II	Chapín II	Manzanillo	Manzanillo	San Vicente	San Vicente	Límite Máximo
Nº. Muestreo	Muestreo I	Muestreo III/V	Muestreo I	Muestreo II/III/V	Muestreo I	Muestreo III/V	Muestreo I	Muestreo III/V	TULSMA*
pH	7,5	s/d	7,2	s/d	6,9	s/d	7,5	s/d	6 – 9
Conductividad µS/cm	6280	6120	3820	3090	2430	1931	2290	1878	N/A
Sólidos disueltos mg/L	3454	s/d	2101	s/d	1336	s/d	1260	s/d	500
Dureza total mg/L	578	s/d	488	s/d	179	s/d	173	s/d	500
Oxígeno disuelto mg/L	7,1	s/d	7,1	s/d	6,2	s/d	7,6	s/d	6
Cloruro mg/L	1379	s/d	762	s/d	493	s/d	458	s/d	250
Fosfato mg/L	0,24	0,5	0,4	0,73	0,45	0,7	0,53	0,9	N/A
Demanda química de oxígeno mg/L	14	30	18	3	10	5	3	N/D	N/A
Calcio mg/L	101	107	110	74	27	24	24	29	N/A
Estroncio mg/L	1,4	1,7	1,0	0,87	0,21	0,17	0,17	0,19	N/A
Manganeso mg/L	0,064	0,078	0,77	0,089	0,0029	N/D	N/D	N/D	0,1
Potasio mg/L	49	63	30	25	25	22	20	24	N/A
Sodio mg/L	820	1265	458	358	338	293	290	307	200

*MAE, 2003. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.

La presencia de coliformes fecales en las fuentes de captación se detectó en al menos dos ocasiones en Chapín I y II, con concentraciones muy por encima de la norma (Tabla 2). La concentración de coliformes fecales más elevada se presentó en el Chapín II con 90 NMP/100 mL, cuando la norma INEN indica un límite máximo de 1,1

NMP/100 mL. El análisis del agua de la llave de algunas viviendas en Puerto Villamil se caracterizó por valores elevados de conductividad y en una de las muestras se detectó la presencia de coliformes fecales, lo que puede ser producido por la mezcla de agua entubada con aguas servidas debido a los problemas de alcantarillado en la isla.

Tabla 2. Resultados del análisis de coliformes fecales (NMP/100mL) en las fuentes de captación entre los meses de mayo-julio de 2013 (ND = no detectado).

Muestreo	Chapín I	Chapín II	San Vicente	Manzanillo
Muestreo I	ND	90	ND	ND
Muestreo III	9,2	2,2	2,2	ND
Muestreo V	ND	1,1	1,1	2,2

Algunas grietas en la isla son fuente de agua para viviendas. Una de éstas es la grieta ubicada cerca de los talleres del Consejo de Gobierno y Municipio, que es utilizada por diez familias. En esta grieta se detectó la presencia de coliformes fecales, mercurio y TPH. Los TPH superaron a la norma INEN por un factor de 600 veces, y la

cantidad de mercurio se encuentra encima del límite de la norma debido a las inapropiadas prácticas de manejo de pinturas y combustibles en los talleres.

En el agua de El Embarcadero se detectó la presencia de aluminio, cobre y mercurio con valores por encima



Foto: © Hannes Pohlmann

de los límites establecidos, debido a las actividades de mantenimiento de embarcaciones. En el sitio turístico Concha de Perla y en el punto de desfogue ocasional de aguas servidas al océano se detectó la presencia de fosfatos y nitratos por encima de la norma establecida por el gobierno de Queensland en Australia para costas abiertas y cerradas (Queensland Government, 2009). Esto ocasiona el crecimiento de algas, hecho que se comprobó con los análisis de clorofila a que dieron positivo en el punto de desfogue de aguas servidas al océano. Un hallazgo adicional es la presencia de cesio (elemento radioactivo), por encima de la legislación, en el agua de Concha de Perla; no se conoce la procedencia de este compuesto en el agua que bien podría ser de origen natural o antropogénico.

Calidad de suelo

Los resultados de los análisis de suelo presentan valores importantes en los talleres, planta eléctrica y gasolinera en donde se sobrepasa la norma para la concentración de cobre, cromo total, níquel, molibdeno, plomo y zinc. Estos compuestos están presentes en una variedad de productos anticorrosivos, lacas, pinturas y combustibles, que son usados comúnmente en los sitios antes mencionados. La presencia de TPH en los suelos es ocasionada por un inapropiado manejo de combustibles. Sin embargo, la presencia de hidrocarburos en El Estero y El Embarcadero

requiere de un análisis más detallado debido a que puede deberse a emisiones biogénicas (Campanioni *et al.*, 2007).

Calidad de aire

Los resultados de los sistemas pasivos de monitoreo de la calidad de aire indican que no existen problemas de calidad de aire en Puerto Villamil.

Recomendaciones

En cuanto al recurso agua se recomienda:

- Utilizar el agua de las captaciones Manzanillo y San Vicente para su distribución en la tubería de la red pública debido a la mala calidad del agua de las captaciones Chapín I y II.
- Construir un nuevo sistema de alcantarillado en Puerto Villamil, ya que el deficiente sistema actual y las malas condiciones de las tuberías ponen en riesgo la calidad del agua entubada.
- Regular las actividades en los talleres para evitar contaminación por hidrocarburos en grietas cercanas.
- Regular la recolección de aceites usados de motores.

- Tratar las aguas servidas para evitar su descarga directa al océano y prohibir el mantenimiento de lanchas en el sector de El Embarcadero.
- Realizar estudios más profundos acerca del origen de los hidrocarburos en los sedimentos de El Estero y El Embarcadero.
- Instalar trampas de grasas en los restaurantes de la parte central de Puerto Villamil para reducir la contaminación por aceites usados vegetales.
- Realizar estudios más profundos acerca de la procedencia del cesio en el agua de Concha de Perla.

En cuanto al recurso suelo se recomienda:

- Regular el ingreso de lacas y pinturas a base de plomo a la isla.
- Adecuar las instalaciones de los talleres de acuerdo a la ley para evitar la disposición directa de pinturas, lacas y combustibles en el suelo.

De forma general, para mejorar la calidad de las matrices ambientales se recomienda implementar el Plan de Manejo Ambiental presentado a las autoridades del GADMI, que señala las medidas de prevención, control y mitigación que se deben poner en marcha; un sistema de monitoreo de las matrices ambientales para un año; y un manual de interpretación de resultados y protocolos de monitoreo.

El TULSMA es el reglamento legal que define los niveles máximos de contaminantes, pero es una ley muy general y en varios aspectos no aplica para las condiciones especiales de las islas, donde se requieren límites más estrictos. Por eso es vital la creación de un reglamento específico para Galápagos que tome en cuenta las interacciones humanas con el ecosistema.

Referencias

- Campanioni E, A Clemente, M Medina, M Rodríguez, L González & R Marbot. 2011. Hidrocarburos antropogénicos en sedimentos del litoral nordeste de La Habana. *Ciencias Marinas* 27:235.
- Córdova D, J Medina & Y Nagahama. 2007a. Monitoreo de calidad del agua en la Isla San Cristóbal. 18 pp.
- Córdova D, J Medina & Y Nagahama. 2007b. Monitoreo de calidad del agua en la Isla Santa Cruz. 18 pp.
- DPNG (Dirección del Parque Nacional Galapagos). 2014. Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galapagos para el Buen Vivir. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- GADMI. 2010. Plan de Desarrollo Cantonal Isabela al 2020. Puerto Villamil, Galápagos. 39 pp.
- INEC. 2001. Censo de Población y Vivienda 2001. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito-Ecuador.
- INEC. 2010. Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito-Ecuador.
- Lenntech. 2013. Water treatment solutions – fósforo. <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/p.htm>. vista en agosto 26 de 2013.
- OMS. 2006. Guías para la validez del agua potable. Organización Mundial de la Salud.
- Queensland Government. 2009. Queensland water quality guidelines. Department of Environment and Heritage Protection.
- MAE (Ministerio de Ambiente de Ecuador). 2003. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente. Libro VI Anexo 1. Quito, Ecuador. 15 pp..
- MAE (Ministerio de Ambiente de Ecuador). 2012. Acuerdo Ministerial 142. Registro Oficial Nº 856. Quito, Ecuador.
- Walsh S, A McCleary, B Heumann, L Brewington, E Raczkowski & C Mena. 2010. Community expansion and infrastructure development: Implications for human health and environmental quality in the Galápagos Islands of Ecuador. *Journal of Latin American Geography* 9(3):137-159.