

# **V Congreso Iberoamericano sobre Ambiente y Sustentabilidad**

Volumen 5, número 3

## **Editores**

Caridad Dailyn López Cruz

Ileana Victoria Salgado Izquierdo

Sara Yaima Ulloa Bonilla

Yordanis Gerardo Puerta de Armas

Edición científica: Caridad Dailyn López Cruz, Ileana Victoria Salgado Izquierdo, Sara Yaima Ulloa Bonilla y Yordanis Gerardo Puerta de Armas.

Diseño de portada: Geovanny Mauricio Asqui Zurita

V Congreso Iberoamericano sobre Ambiente y Sustentabilidad. Volumen 5, número 3. Eds. Caridad Dailyn López Cruz, Ileana Victoria Salgado Izquierdo, Sara Yaima Ulloa Bonilla y Yordanis Gerardo Puerta de Armas. Jipijapa: Universidad Estatal del Sur de Manabí – Red Iberoamericana de Medio Ambiente.

- Manejo sustentable de tierras y seguridad alimentaria
- Uso sustentable de la biodiversidad y manejo de áreas protegidas
- Gestión de riesgos ambientales y cambio climático
- Educación ambiental para la sustentabilidad
- Turismo sustentable
- Política y legislación ambiental

Impreso por: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Primera edición: 15 de julio de 2019 (500 ejemplares)

ISBN: 978-9942-36-415-9

© Caridad Dailyn López Cruz, Ileana Victoria Salgado Izquierdo, Sara Yaima Ulloa Bonilla y Yordanis Gerardo Puerta de Armas, 2019

© Universidad Estatal del Sur de Manabí, 2019

© Red Iberoamericana de Medio Ambiente, 2019



**Universidad Estatal del Sur de Manabí**

Km 1½ Vía Jipijapa-Noboa, Campus Los Ángeles

Jipijapa, Manabí, Ecuador

Teléfono: (593) 5 2600229

Website: [www.unesum.edu.ec](http://www.unesum.edu.ec)

Las opiniones expresadas en este documento pueden no coincidir con las de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), las de la Red Iberoamericana de Medio Ambiente (REIMA, A.C.), o las del conjunto de instituciones que la integran.

Todos los artículos que se publican como parte de esta obra fueron sometidos a la revisión por pares ciego a cargo de especialistas de reconocido prestigio internacional miembros del Consejo Científico de la Red Iberoamericana de Medio Ambiente (REIMA, A.C.).

Se autoriza la reproducción total o parcial de esta obra sin autorización previa; sólo se solicita que se mencione la fuente e informen de ello a sus editores.

## COMITÉ CIENTÍFICO

- PhD. Arturo Andrés Hernández Escobar  
*Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador*
- PhD. Blanca Soledad Indacochea Ganchozo  
*Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador*
- PhD. Marcos Pedro Ramos Rodríguez  
*Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador*
- PhD. Alfredo Jiménez González  
*Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador*
- PhD. María Herrera Velásquez  
*Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador*
- PhD. Julio Javier Jaramillo Veliz  
*Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador*
- PhD. Miguel Ángel Osejos Merino  
*Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador*
- PhD. Julio Gabriel Ortega  
*Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador*
- PhD. María Rodríguez Gámez  
*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador*
- MSc. Antonio Vázquez Pérez  
*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador*
- MSc. Luis Eugenio Rivera Cervantes  
*Universidad de Guadalajara, México*
- MSc. Carlos Ignacio Jiménez Montoya  
*Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia*
- MSc. Marco Andrés Moreno Tapia  
*GRD Consultores, Perú*
- PhD. Antonio José Carpio Camargo  
*Universidad de Córdoba, España*
- PhD. Eury José Villalobos Ferrer  
*Universidad Bolivariana de Venezuela, Venezuela*
- PhD. Adrian David Trapero Quintana  
*Universidad de La Habana, Cuba*
- PhD. Isabel María Valdivia Fernández  
*Universidad de La Habana, Cuba*
- PhD. Julio Iván González Piedra  
*Universidad de La Habana, Cuba*
- PhD. Odette Aportela González  
*Universidad de La Habana, Cuba*
- PhD. Amado Batista Mainegra  
*Universidad de La Habana, Cuba*
- PhD. Marta Rosa Muñoz Campos  
*Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Cuba*
- PhD. Damaris Valero Rivero  
*Universidad de Sancti Spiritus, Cuba*
- PhD. Sinaí Boffill Vega  
*Universidad de Sancti Spiritus, Cuba*
- PhD. Raquel de la Cruz Soriano  
*Universidad de Sancti Spiritus, Cuba*
- PhD. Tania Merino Gómez  
*Ministerio de Educación Superior, Cuba*
- PHD. José Hoyo Rodrigo  
*AICTEH, España*
- PhD. Alfredo Zenén Domínguez González  
*Universidad Estatal de Mato Grosso, Brasil*
- PhD. Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco  
*IF Sertão PE, Brasil*
- MSc. Yaneisys Cisneros Ricardo  
*Universidad de Ciencias Pedagógicas, Cuba*
- PhD. Amparo Osorio Abad  
*Universidad de Ciencias Pedagógicas, Cuba*
- PhD. Rafael Bosque Suarez  
*Universidad de Ciencias Pedagógicas, Cuba*
- PhD. Yisell Vigoa Escobedo  
*Universidad de Granma, Cuba*
- MSc. Katia González Rodríguez  
*Centro de Servicios Ambientales de Matanzas, Cuba*
- PhD. Ada Lucia Bonilla Vichot  
*Universidad de Pinar del Río, Cuba*
- PhD. Ivon de la Caridad Bonilla Vichot  
*Universidad de Pinar del Río, Cuba*
- PhD. Marta Margarita Bonilla Vichot  
*Universidad de Pinar del Río, Cuba*
- MSc. Wagner Castro Castillo  
*Universidad Nacional, Costa Rica*
- MSc. Rafael Enrique Corrales Andino  
*Universidad Nacional Autónoma de Honduras*
- PhD. Reinaldo Demesio Alemán Pérez  
*Universidad Estatal Amazónica, Ecuador*
- PhD. Carlos Alfredo Bravo Medina  
*Universidad Estatal Amazónica, Ecuador*
- PhD. María Victoria Reyes Vargas  
*Universidad Estatal Amazónica, Ecuador*
- PhD. Reinier Abreu Naranjo  
*Universidad Estatal Amazónica, Ecuador*
- PhD. Carolina Bañol Pérez  
*Universidad Estatal Amazónica, Ecuador*
- MSc. Alejandro Oliveros Pestana  
*Instituto de Geografía Tropical, Cuba*
- PhD. Isis Alejandra Camargo Toribio  
*Universidad Técnica del Norte, Ecuador*
- PhD. Fidel Ortiz Ordaz  
*Universidad Técnica del Norte, Ecuador*
- MSc. Juan Ricardo Gamarra Ramos  
*Instituto Tecnológico del Medio Ambiente, Perú*
- PhD. Yoel Martínez Maqueira  
*ECOVIDA, Cuba*
- PhD. Jorge Ferro Díaz  
*ECOVIDA, Cuba*
- MSc. Betty Hernández Becerra  
*ECOVIDA, Cuba*

MSc. Caridad Dailyn López Cruz  
*Ministerio de Educación Superior, Cuba*  
PhD. Jesús Armando Martínez Gómez  
*Universidad Autónoma de Querétaro, México*  
MSc. Yandy Rodríguez Cueto  
*Universidad Autónoma de México, México*  
MSc. Alexander Calero Hurtado  
*Universidade Estadual Paulista, Brasil*  
PhD. José Antonio Díaz Duque  
*Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*  
PhD. Luz María Contreras Velázquez  
*Universidad Metropolitana, Ecuador*  
PhD. Roelbis Lafita Frómata  
*Universidad Metropolitana, Ecuador*

PhD. Ignacio González Ramírez  
*Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador*  
Ing. Christian Ayala Jesús  
*Esterd Consultores S.A.C., Perú*  
PhD. Seidel González Díaz  
*Red Iberoamericana de Medio Ambiente, Cuba*  
MSc. Antonio Enrique Santillán Castillo  
*Red Iberoamericana de Medio Ambiente, Ecuador*  
MSc. Yordanis Gerardo Puerta de Armas  
*Red Iberoamericana de Medio Ambiente, Ecuador*  
MSc. Sara Yaima Ulloa Bonilla  
*Red Iberoamericana de Medio Ambiente, Ecuador*  
MSc. Reynier Rodríguez Rico  
*Red Iberoamericana de Medio Ambiente, Ecuador*

## ÍNDICE

### **Prefacio**

<b>Capítulo 1. Gestión de riesgos naturales</b>	<b>630</b>
<b>Estimación del efecto marginal de la vegetación urbana en la remoción de PM2.5 en «Medellín», Colombia.</b> <i>Daniela Velásquez Ciro, Julio Eduardo Cañón Barriga e Isabel Cristina Hoyos Rincón.</i>	631
<b>Evaluación de la producción de metano de vinazas mediante digestor anaerobio tipo batch.</b> <i>Michelle Stefany García Salazar, Sandy Pamela Intriago Zambrano, Julio Abel Loureiro Salabarría y Carlos Ricardo Delgado Villafuerte.</i>	641
<b>Determinación de la concentración de material particulado sedimentable por gravimetría en la ciudad «Portoviejo» en Manabí, Ecuador.</b> <i>Verónica Monserrate Vera Villamil, María Belén Vines Obando, Luis David Balarezo Saltos, Anny Carolina Cedeño Alcívar, Jonathan Gustavo Castillo Sánchez y Laura Gema Mendoza Cedeño.</i>	652
<b>Estado técnico, legal e institucional de la Gestión de Calidad del Agua en el río «Ambi».</b> <i>Doreen Eleanor Brown Salazar y Pedro Rafael Loyo.</i>	659
<b>La implementación del Decreto Ley 212/2000. Gestión de la zona costera en la provincia «Guantánamo», Cuba.</b> <i>Haidee Guitián Beltrán.</i>	669
<b>Caracterización pluviométrica de la costa del Ecuador.</b> <i>Remigio Edmundo Hernández Cevallos y Emily Dominique Hernández García.</i>	674
<b>Monitoreo de la calidad del agua del lago «Chinchaycocha – Junín» mediante técnicas de teledetección espacial.</b> <i>Marco Antonio Herrera Díaz y Christian Ayala Jesús.</i>	685
<b>Aplicación del modelo QSWAT para el estudio de la microcuenca del río «Chibunga».</b> <i>Luis Miguel Santillán Quiroga, Marcela Yolanda Brito Mancero y Adrián Alexander Changalombo Travéz.</i>	694
<b>Riesgos socio-ambientales de la cuenca alta del río «Anzú».</b> <i>Ricardo Vinicio Abril Saltos, Carlos Alfredo Bravo Medina, Betsy Yessenia Chango Salazar, Maritza Anabel Barragán Chicaiza, Shirma Esmeralda Aguinda Cerda, Cindy Indira Salazar Andy y María Beatriz Coro Mullo.</i>	706
<b>Clasificación de lodos en la Planta de tratamiento de Aguas residuales, de la Procesadora de Harina de pescado «TADEL S.A.», Ecuador.</b> <i>Julio Abel Loureiro Salabarría, María Margarita Delgado Demera, Holanda Teresa Vivas Saltos, Ana María Aveiga Ortiz y Aida de La Cruz Balón.</i>	716
<b>Sistema de tratamientos de aguas residuales a través de un biofiltro híbrido.</b> <i>Ana Delia Araneda Gómez, Daniela Andrea López Leyton, Misky Henríquez Espinoza y Arturo Godoy Zúñiga.</i>	724

<b>Influencia de las temperaturas sobre el cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>L.) variedad Romano.</b> <i>Yoangel Jesu Miranda Agüero, Mailín Trujillo Rodríguez y Eric Pedro Forte Martínez.</i>	734
<b>Evaluación del uso de los residuos de cascarilla de arroz (<i>oryza sativa</i>) como agregado en bloques para la construcción.</b> <i>Carlos Ricardo Delgado Villafuerte, Patricio Javier Noles Aguilar, Enrique Richard, Carlos Andree Villafuerte Vélez y Bogar Johel Romero Rodríguez.</i>	743
<b>Capítulo 2. Cambio climático</b>	<b>752</b>
<b>A 30 años del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático.</b> <i>Yamila García León, María Dolores Abad Cabrera y Amparo Osorio Abad.</i>	753
<b>Metodología de apoyo para la asistencia decisional en el proceso de gestión de riesgos tecnológicos.</b> <i>Lisette Concepción Maure y Gheisa Lucia Ferreira Lorenzo.</i>	764
<b>Propuesta metodológica para la pre-selección de sitios de relleno sanitario a través de técnicas de geoprocésamiento, caso cantón Portoviejo.</b> <i>Pablo Arturo Gallardo Armijos, Carlos Francisco Ortega Ordóñez y Luis Samuel Zumárraga Ramos.</i>	773
<b>Maestría de investigación en agroecología y cambio climático de la Universidad Técnica de Manabí: Un aporte académico e investigativo.</b> <i>Ezequiel Zamora Ledezma, Emilio José Jarre Castro, Stephanie Marina Díaz López, Luis Alfonso Sandía Rondón, Ismael Enrique Hernández Valencia y Henry Antonio Pacheco Gil.</i>	786
<b>Centro de creación de capacidades para la reducción de riesgos de desastres y para la adaptación al cambio climático.</b> <i>Lídice Castro Serrano.</i>	795
<b>Actividades de protección contra incendios forestales como contribución a la seguridad ambiental.</b> <i>Augusto Rafael Fienco Bacusoy.</i>	810
<b>Resiliencia territorial como respuesta a las emergencias ambientales, casos: Baterías Record de El Salvador y Empresa Química Agrícola Internacional QUIMAGRO.</b> <i>Walter Edgardo Sánchez Peña y Rafael Cartagena Cruz.</i>	818
<b>Estimación del riesgo de desastres en la provincia «Ferreñafe», Perú. Una propuesta metodológica.</b> <i>Carlos Cabrera Carranza, Gina Chambi E. y V. Espinel Pino.</i>	828
<b>Percepción de riesgos de desastres en el Consejo Popular «Tunas de Zaza».</b> <i>Ronald Linares Acosta, Damaris Valero Rivero y Ronald Linares Ortiz.</i>	846
<b>Estudio de peligros para la prevención de desastres al Sur de la provincia «Mayabeque».</b> <i>Isabel Valdivia Fernández, Maritza Marcia Tejeda, Elena García Ramo, Maikel Lorenzo Alonso y Alba Peralta.</i>	854
<b>La problemática ambiental en los barrios de la ciudad del Puyo.</b> <i>Angélica María Tasambay Salazar, Steven Fernando Montero Vega, Carla Stephany Molina Cedeño y Carlos Mejía Quinteros.</i>	860

<b>Evaluación de los peligros, vulnerabilidades y riesgos por deslizamientos de tierra en la provincia «Sancti Spíritus», Cuba.</b> <i>Ignacio González Ramírez, Félix Pentón Hernández, Osmany Ceballo Meléndres, Yeneisy Medinilla Cruz y Omaidá Romeu Torres.</i>	869
<b>Impactos ambientales producidos por un terremoto en la provincia «Manabí».</b> <i>Carlos Gustavo Villacreses Viterí, Antonio Vázquez Pérez, Mónica del Rosío Veliz Pincay y Yadira del Pilar Chavez Loor.</i>	877
<b>Revisión ambiental inicial del Centro de Acopio y Enfriamiento de leche «MADRILAC».</b> <i>Diego Ivan Cajamarca Carrasco, Dennise Geovanna Tituaña Moreira, Luis Eduardo Hidalgo Almeida, María Magdalena Paredes Godoy y Nelly Ivonne Guananga Días.</i>	886
<b>Capítulo 3. Turismo sustentable</b>	<b>895</b>
<b>Indicadores turísticos y sostenibilidad: Una experiencia desde el postgrado.</b> <i>Mabel Font Aranda.</i>	896
<b>Análisis de la capacidad de carga turística en el Centro Histórico de «La Habana».</b> <i>Isabel Valdivia Fernández, Jorge Vilá Tamarit y Yasmani González Cisnero.</i>	906
<b>Áreas naturales protegidas como recurso turístico: Caso del departamento del «Valle del Cauca», Colombia.</b> <i>Jairo Jovanny Suárez Urrego y Fernando Moreno Betancourt.</i>	916
<b>El turismo rural como alternativa para el desarrollo local. Estudios de casos Área Grecánica (Reggio Calabria), Italia y municipio «Cabaiguán», Cuba.</b> <i>Omaidá Romeu Torres e Ignacio González Ramírez.</i>	928
<b>Potencial turístico de la comunidad «Auca-Puerto» para el turismo vivencial.</b> <i>María Germania Gamboa Ríos y Luis Bolívar Salán Huachapá.</i>	943
<b>Fitorrecursos de interés para el turismo en los bosques secos de la Región Costa.</b> <i>Sonia Rosete Blandariz, Romina Stephania Sáenz Véliz y Alfredo Jiménez González.</i>	950
<b>Percepción de los impactos del desarrollo turístico en la construcción de un nuevo espacio de litoral: Caso «Pérgula» y «Campo Acosta», Jalisco, México.</b> <i>Rodrigo Espinoza Sánchez, José Luis Cornejo Ortega, Antonio Romualdo Márquez González y María del Carmen Verduzco Villaseñor.</i>	958
<b>Situación de empleo para el desarrollo de proyectos turísticos en tres localidades de «Manabí», Ecuador.</b> <i>Romina Stephania Sáenz Véliz, Héctor Simón Pinargote Vélez, Yhonny Alberto Pincay Mendoza y Sonia Rosete Blandariz.</i>	964

## Prefacio

La llamada *seudociencia* ha venido a inundar, desde hace ya algunas décadas, los espacios tradicionales y virtuales que propician las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Dentro de ese universo donde se funden datos reales con supuestos o no validados con el método científico, los lectores –dígase docentes, investigadores, estudiantes, líderes políticos (gubernamentales y no gubernamentales), campesinos, obreros, emprendedores, amas de casa, indígenas, inversionistas, etc.- deben saber identificar las fuentes confiables de las cuales aprender nuevos conocimientos o profundizar los ya incorporados a su cultura personal, organizacional o institucional, según fuere el caso.

La ciencia de corriente principal se promociona mediante publicaciones de impacto indexadas en bases de datos de alto prestigio internacional, las cuales, muchas veces, son de acceso limitado, desconocidas o inaccesibles para quienes buscan algún tipo de información que le permita perfeccionar sus prácticas en cualquier esfera de la vida. Por esta razón, los resultados científicos que se socializan con otro perfil mediante boletines, revistas, libros, páginas Web u otras plataformas respaldadas por instituciones educativas, centros de investigación, proyectos y redes académicas –por mencionar algunos ejemplos-, se traducen como productos nobles al alcance de la mano de aquellos que necesitan conocer y aprehender cómo lograr la sostenibilidad en el día a día.

Esos son los objetivos que persigue este nuevo volumen de *Ambiente y Sustentabilidad*: Facilitar la entrega de una ciencia altamente comprometida con el Planeta a quienes buscan con igual responsabilidad nuevas fórmulas para cuidar de él; mostrar el quehacer investigativo de las instituciones que son parte de la Red Iberoamericana de Medio Ambiente –REIMA, A.C.-, las cuales no fallecen en su misión de promover las buenas prácticas ambientalistas como parte de la cultura humanista e integral del profesional contemporáneo y el entorno que le circunda, a través de un producto comunicativo de factura coloquial; y favorecer el diálogo abierto, flexible, continuo, constructivo y respetuoso entre los más de cinco mil miembros que hoy forman parte de ella y que multiplican cual voceros los logros de su labor desde lo formativo, investigativo y extensionista.

Esta edición en particular cuenta con tres números en los que se publican los mejores trabajos presentados al *V Congreso Iberoamericano sobre Ambiente y Sustentabilidad* – Ecuador, 2019, cuya sede central fue la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) y sus subsedes la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí «Manuel Félix López» (ESPAM MFL), la Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí (ULEAM) y el Parque Nacional «Machalilla», que acogieron a más de 450 delegados e invitados de 16 países de América Latina, el Caribe, Europa y África; y fueron testigos del reconocimiento a la *Excelencia Educativa* en el grado de «Embajador de Paz de Las Américas» y «Maestro Internacional de la Paz y los Valores Universales» por parte de la Organización de las Américas para la Excelencia Educativa (ODAEE – Colombia) y de la investidura como «Académicos de Honor» de la Academia Internacional de Ciencias, Tecnología, Educación y Humanidades (A.I.C.T.E.H.) a prestigiosos docentes e investigadores que honran la vanguardia científica de REIMA, A.C.

El texto que se pone a disposición del lector de *Ambiente y Sustentabilidad, Vol. 5, No. 3*, recoge las experiencias más significativas presentadas al III Taller Iberoamericano sobre Gestión de Riesgos Ambientales y Cambio Climático y al III Taller Iberoamericano sobre Turismo Sustentable. Las mismas giran en torno a tres ejes temáticos principales:

- ❖ La gestión de riesgos desde la implementación del marco legal que ampara las políticas nacionales en torno a la percepción y enfrentamiento a los desastres naturales.
- ❖ La evaluación de peligros, vulnerabilidades y riesgos asociados a diferentes ecosistemas.
- ❖ La gestión de los recursos naturales y el patrimonio para un turismo sustentable.

Cabe destacar que dichos ejes han servido como hilo conductor de los tres apartados que estructuran este corpus; de los cuales dos abordan los artículos sobre gestión de riesgos desde la óptica del cambio climático, la responsabilidad institucional, el uso de tecnologías, la reforestación, la resiliencia territorial, etc.; y el tercero expone de manera amplia aquellos que se centran en las oportunidades, amenazas y potencialidades que ofrecen los recursos naturales, así como urbanos, para el desarrollo del turismo desde el enfoque de la sustentabilidad.

Solo resta, una vez más, invitarle a pasar a nuestra humilde pero cálida casa.

Sea, pues, bienvenido.

Editores

*Gestión de riesgos naturales*



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Nombre del trabajo:** Estimación del efecto marginal de la vegetación urbana en la remoción de PM2.5 en «Medellín», Colombia.

**Autores:** Daniela Velásquez Ciro<sup>1</sup>, Julio Eduardo Cañón Barriga e Isabel Cristina Hoyos Rincón.

### RESUMEN

En la actualidad, la ciudad de «Medellín», en Colombia, tiene un problema crónico de calidad de aire. Una alternativa para reducir los efectos de esa contaminación es aumentar las áreas arborizadas. En este trabajo se estimó el efecto marginal que tendría el aumento de la cobertura arbórea urbana en la remoción de PM2.5. En este sentido, el mismo hace uso de la metodología UFORE para calcular la remoción de este contaminante en forma distribuida sobre la ciudad, utilizando imágenes satelitales Sentinel 2A para identificar las coberturas y estimar el Índice de Área Foliar (IAF), que es un insumo importante para los cálculos. Se tomaron como base los registros de estaciones en el año 2017. Al calcular la remoción del PM2.5 para la condición base, se encontró un valor cercano a 83 t para toda el área metropolitana y de 3 t para «Medellín». Cuando se aumenta el área total arborizada en un 1 % de manera proporcional en toda la ciudad, el valor de la remoción aumenta en 1 %. Por otro lado, al localizar la arborización en las zonas de mayor concentración del contaminante, la remoción total tiene un aumento cercano al 1,6 %, lo que implicaría que la decisión de arborización debe priorizarse en dichos lugares para que sea efectiva. Igualmente, se estimó preliminarmente que optimizar el IAF de la cobertura arbórea puede resultar más efectivo en la remoción que aumentar el área de arbolado urbano, aunque otros beneficios de los árboles deben tenerse en cuenta para las decisiones de siembra.

**Palabras clave:** Cobertura arbórea, PM2.5, modelo UFORE, calidad del aire, arbolado urbano.

---

<sup>1</sup> Universidad de Antioquia, Colombia. E-mail: [daniela.velasquezc@udea.edu.co](mailto:daniela.velasquezc@udea.edu.co)

## ESTIMACIÓN DEL EFECTO MARGINAL DE LA VEGETACIÓN URBANA EN LA REMOCIÓN DE PM2.5 EN MEDELLÍN, COLOMBIA

*Daniela Velásquez Ciro, Julio Eduardo Cañón Barriga, e Isabel Cristina Hoyos Rincón*

### Introducción

La ciudad de «Medellín» es el municipio principal del área metropolitana del «Valle de Aburrá», que incluye a los municipios de «Barbosa», «Bello», «Copacabana», «Envigado», «Girardota», «Itagüí», «La Estrella», «Medellín» y «Sabaneta». El *Valle...*, que tiene un área aproximada de 1552 km<sup>2</sup> y una población aproximada de 3,9 millones (Agudelo y Mirallesa, 2015; DANE, 2019), se ha urbanizado indiscriminadamente con el paso de los años, aumentando las emisiones contaminantes de actividades masivas como el transporte automotor y de la industria (AMVA, 2019). Además, las condiciones orográficas y meteorológicas generan un proceso de estabilidad atmosférica, debido a la inversión térmica que evita la dispersión y el ascenso de contaminantes, en épocas de transición entre temporadas secas -febrero, marzo, abril- y de lluvia -septiembre, octubre, noviembre (Herrera, 2015; Rendón *et al.*, 2015; SIATA, 2019; UPB & AMVA, 2015).

Desde 2012, las concentraciones de PM10 y PM2.5 en el *Valle...* han aumentado a niveles por encima de los permisibles para la salud humana, lo cual ha llevado a declarar “contingencias ambientales” por parte de la Autoridad Ambiental desde el año 2016 para toda el área metropolitana (Alcaldía de Medellín, 2018; AMVA, 2019; Contraloría General de Medellín y Universidad Nacional de Colombia, 2018). Los picos de contaminación atmosférica que han tenido lugar en los primeros semestres de 2015 a 2019 han motivado la movilización social y el desarrollo de medidas de contingencia y planes a largo plazo para la gestión de la calidad del aire en la región (AMVA, 2019).

Las plantaciones de árboles a gran escala en zonas urbanas, además de dar respuesta a necesidades sociales (de bienestar, recreativas, estéticas), tienen un efecto potencial en la intercepción y eliminación de contaminantes atmosféricos (Reynolds *et al.*, 2017; Selmi *et al.*, 2016), así como en la protección contra los rayos ultravioleta, la mitigación de las islas de calor, la disminución de la escorrentía, la reducción del mantenimiento del pavimento y la reducción de los niveles de ruido del tráfico (Jeanjean, *et al.*, 2017; Rogers, *et al.*, 2015).

Como parte de estas medidas se ha creado un proyecto para emplazar un cinturón verde alrededor de la zona urbana, en virtud de evitar su crecimiento (Agudelo y Miralles, 2015). Igualmente, la Alcaldía de Medellín y el Gobierno Nacional han considerado diferentes medidas para reducir la contaminación del aire, entre las que se encuentran la reforestación y la arborización de diferentes áreas del *Valle...* (Alcaldía de Medellín, AMVA & urbam (EAFIT), 2011; MADS, 2017). En particular, el Área Metropolitana creó el *Plan de Siembra Aburrá* para plantar un millón de árboles hasta 2019, a través de diferentes programas con la vinculación de la comunidad, los alcaldes metropolitanos, EPM, colectivos ambientales, las comunidades de los territorios, instituciones públicas y privadas. Desde el 2016 se han sembrado especies de árboles nativos como el Guayacán Amarillo y Rosado, Aguacatillo, Balso, Búcaro, Samán, Cámbulos, entre otras (AMVA, 2019).

Arroyave *et al.* (2018) identificó para el año 2015 una remoción de 46 toneladas de PM2.5 por árboles urbanos en el «Valle de Aburrá», por medio del modelo *i-Tree Eco*, para ello se enviaron datos de calidad del aire y meteorológicos del 2014 al Servicio Forestal de Estados Unidos, los cuales administran la plataforma, sin estimar efectos marginales. Actualmente no

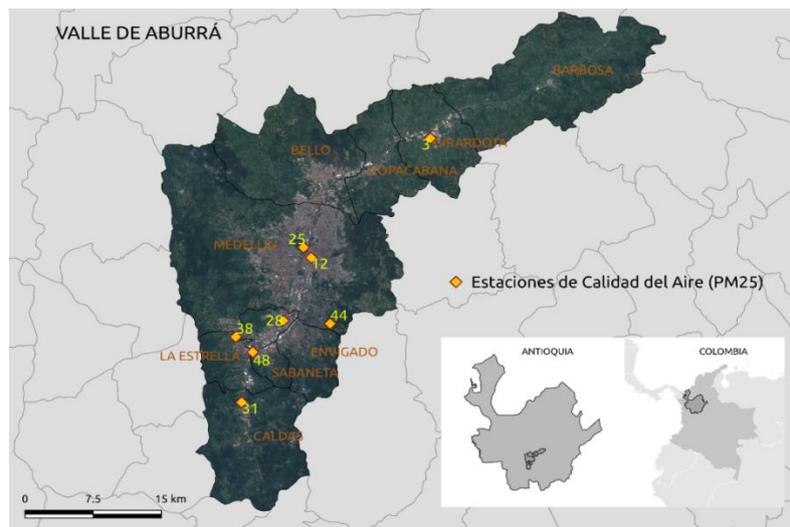
hay ninguna herramienta disponible para calcular y proyectar la eliminación de contaminantes del aire por los árboles en esta región.

En virtud de contribuir a la solución del problema de contaminación atmosférica en la ciudad, en esta investigación de enfoque cuantitativo, se estimó el efecto marginal que tendría el posible aumento de la cobertura arbórea urbana en el «Valle de Aburrá» sobre la remoción de PM2.5, para lo cual se utilizó una versión espacialmente distribuida del modelo UFORE. En particular, se consideró el impacto de aumentar o disminuir en un 1 % el área sembrada, así como el impacto de incrementar la densidad de la vegetación a través del índice de área foliar (IAF).

## Materiales y métodos

### Área de estudio.

En la *figura 1* se muestra el «Valle de Aburrá» y los municipios que lo conforman, así como la ubicación de las estaciones de calidad del aire (descritas en la *tabla 1*) que se tuvieron en cuenta para el análisis de la situación actual, a las cuales se les asigna un área de influencia por medio de la técnica de *Polígonos de Thiessen* (*figura 3*).



**Figura 1.** El «Valle de Aburrá» y las estaciones de medición de PM2.5. **Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 1.**

*Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire.*

Número	Longitud	Latitud	Nombre	Código	Longitud	Latitud
3	-75,45091	6,37904	SOS Aburra Norte - Girardota	GIR-SOS	-75,45091	6,37904
25	-75.57700	6,26337	Universidad Nacional de Colombia Estación Tráfico	MED-UNNV	-75.57700	6,26337
12	-75,56958	6,25256	Centro	MED-MANT	-75,56958	6,25256
44	-75,55064	6,18254	Tanques La YE	MED-LAYE	-75,55064	6,18254
28	-75,59721	6,18567	Casa de Justicia Itagüí Colegio Concejo de Itagüí	ITA-CJUS	-75,59721	6,18567
38	-75,64436	6.16850	Itagüí	ITA-CONC	-75,64436	6.16850
31	-75,63863	6,09908	Corporación Lasallista	CAL-LASA	-75,63863	6,09908
48	-75,62749	6,15231	Estación Tráfico Sur	EST-METR	-75,62749	6,15231

**Fuente:** SIATA, 2018.

**Cálculo de la remoción de material particulado.**

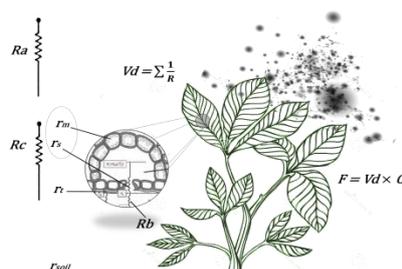
Para realizar el cálculo de la remoción de PM2.5 se creó un código en lenguaje *Python*, siguiendo la metodología para la depositación seca de contaminantes del modelo UFORE, planteada por Nowak *et al.* (2013). El flujo horario de remoción de contaminantes por la vegetación se estima con la siguiente ecuación:

$$F = V_d \cdot C \text{ Ecuación 1.}$$

Donde:

- $V_d$ : Velocidad de depositación del contaminante en la superficie de la hoja
- $C$ : Concentración de contaminante

En la *figura 2* se presenta un esquema gráfico del modelo UFORE en general.



**Nota:** En el caso de contaminantes gaseosos  $V_d$  es calculado como el inverso de la suma del inverso de la resistencia aerodinámica ( $R_a$ ), cuasilaminar ( $R_b$ ) y del dosel ( $R_c$ ). En el caso de contaminantes de material particulado,  $V_d$  depende de la velocidad del viento.

**Figura 2.** Esquema modelo componente depositación seca UFORE. **Fuente:** Elaborado a partir de Nowak *et al.* (2013) y Hirabayashi *et al.* (2011)

La remoción se calculó a nivel horario, acumulada para todo el año 2017, con base en los registros de contaminación y meteorológicos suministrados por el Sistema de Alerta Temprana

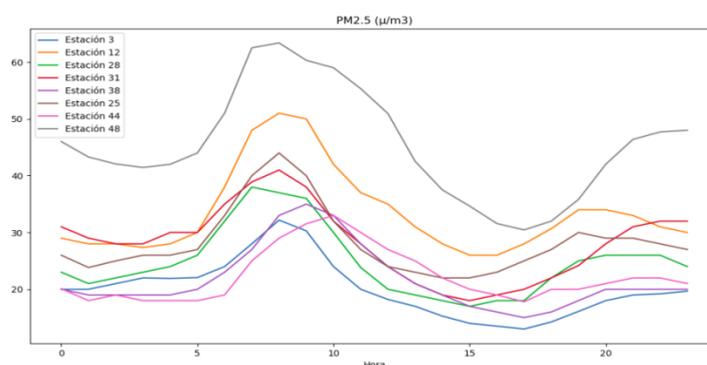
de «Medellín» y el «Valle de Aburrá» (SIATA). Los datos faltantes se imputaron con el método de la media móvil. En la *figura 2*, se presenta el ciclo promedio diario para cada estación.

Las velocidades de depositación (que varían en función de la velocidad del viento) y la resuspensión de PM2.5 en los árboles se estimaron a partir de la literatura (Freer-Smith *et al.*, 2004; Beckett *et al.*, 2000; y Pullman, 2009), siguiendo el trabajo de Nowak *et al.* (2013). Los valores de flujo se acumularon cada hora con un porcentaje del PM2.5 acumulado total sobre las horas actuales y anteriores, resuspendidas a la atmósfera según la velocidad del viento local. Durante los eventos de precipitación, el modelo asume que el PM2.5 acumulado, se lava de la superficie dependiendo de la magnitud de la lluvia. El flujo anual a las hojas de los árboles se estimó como el PM2.5 total lavado de estas durante el año, más la cantidad restante al final del año. La remoción se calcula con la siguiente ecuación:

$$R = F \cdot A \text{Ecuación 2}$$

Donde:

- R es la remoción de contaminación
- F es el flujo contaminante
- A es la cobertura arbórea



**Figura 3.** Ciclo diario promedio de las concentraciones horarias de PM2.5 en el año 2017.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Cálculo del IAF.**

Para estimar el IAF se identificaron primero las coberturas arbóreas con imágenes satelitales *Sentinel 2ª*, utilizando la plataforma de *Google Earth Engine* (GEE). Se hizo un filtro de las imágenes con menor nubosidad para el año 2017; luego se promedió las imágenes para este año y se calculó el valor del NDVI. El IAF se calculó entonces con la siguiente ecuación, planteada por Mora *et al.* (2013):

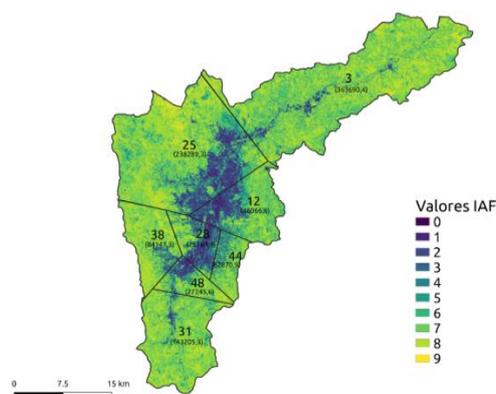
$$IAF = 0,54 + (9,96 \cdot NDVI) \text{Ecuación 3}$$

Para validar los rangos de valores de IAF a partir del análisis de imágenes satelitales se utilizó el inventario de la siembra y el seguimiento forestal, que proporcionó el Sistema de Árbol Urbano (SAU), administrado por la Secretaría de Medio Ambiente de «Medellín».

## Resultados y discusión

### Valores de IAF.

La *figura 3* muestra los valores medios de IAF que se obtuvieron para el año 2017, como se explicó en la metodología. Se identificó una cobertura de árboles total de 99128.04 hectáreas, con IAF entre cuatro y nueve, en todo el Valle...



**Figura 4.** Valores de IAF para el «Valle de Aburrá» y áreas arborizadas (ha), según *Polígonos de Thiessen* por estación de medición. **Fuente:** Elaboración propia.

### Remociones de PM2.5 en el área metropolitana.

En la *tabla 2* se presentan los resultados de la estimación del modelo UFORE para diferentes condiciones de cobertura arbórea.

**Tabla 2.**

*Remoción de material particulado en diferentes condiciones.*

Condición	R (t/año) *	% AR **	% A Ar ***
Base (2017)	81.645	0.00	0
Inicial + 1%	82.461	1.00	1
Inicial + 1% ZC	82.977	1.63	1
Inicial + Oriental	81.646	0.001	0.002
Inicial + ZSC	82.367	0.88	0.85
Inicial + ZSC (8)	82.289	0.79	0.85
			<b>% R Ar ****</b>
Inicial con IAF 8	73.400	-10.10	33.38
Inicial con IAF 4	150.570	84.42	2.21

**Nota:** \*Remoción de PM2.5. \*\* Porcentaje que aumenta la remoción con respecto a la inicial. \*\*\* Porcentaje en que aumenta cobertura arbórea respecto a la inicial. \*\*\*\* Porcentaje que representa el IAF inicialmente en la cobertura arbórea. **Fuente:** Elaboración propia.

Primero se calculó la remoción de PM2.5 estimada para los niveles de contaminación y cobertura arbórea con el IAF de base del año 2017. En total, se obtuvo una remoción anual de 81,64 t. En el Valle... se tiene un inventario de emisiones actualizado para el 2016 (AMVA y UPB, 2017; AMVA y UPB, 2018); al asumir que los valores se conservan para 2017, el porcentaje de remoción es del 4,37%.

Cuando se aumenta el área total arborizada en un 1 % de manera proporcional en toda el área metropolitana, sin modificar los valores de IAF, la remoción aumenta a 82,46 t, es decir, un incremento del 1 % con respecto a la remoción inicial. Por otro lado, cuando se localiza ese 1 % de aumento de la cobertura arbórea en las zonas de mayor concentración del contaminante, la remoción total es de 82,98 t, la cual representa un aumento de 1,63 % en la remoción.

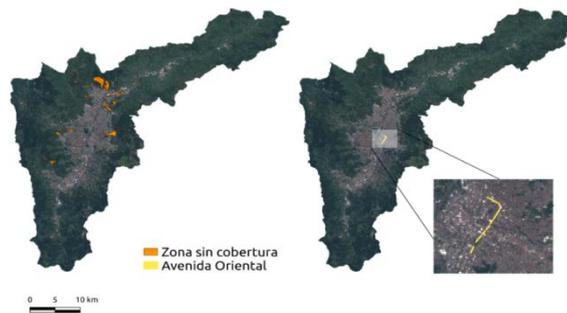
A partir de los avances que se han dado en las siembras de árboles en el *Valle...* (Plan de Siembra) se ha determinado que en el área urbana no hay espacios suficientes para esta acción, por tanto, la mayoría de las siembras se han dado en la zona rural y alrededor de aquel.

Un ejemplo de una siembra de árboles reciente fue el de la avenida «Oriental» en «Medellín» (*figura 4*), en 2018. Esta arborización, que representa un 0,001 % del aumento en el área arbórea, ha tenido cierto impacto en el imaginario de los ciudadanos, aunque la remoción adicional que genera esta zona si está completamente arborizada y con un IAF óptimo de ocho (8), que es el valor máximo más común para los árboles inventariados en la base de datos de la Secretaría de Medio Ambiente (SAU, 2018), sería solo de 904,93 gramos, lo que representa un aumento de 0,002 % sobre la remoción inicial.

Dado lo anterior, en las imágenes satelitales se identificaron y ubicaron zonas que estuvieran sin arbolado y que se pudieran arborizar, lo cual representó un aumento del 0,85 % del área arbórea de 2017, distribuidas sobre el *Valle...* (*figura 4*). Primero, se incrementó la arborización en dichas zonas con un IAF proporcional a los que existen en 2017, dando como resultado una remoción de 82,37 t. Luego, se aumentó esta arborización con un IAF de ocho (8), lo cual arrojó una remoción 82,29 t.

Por otro lado, para determinar el efecto de la densidad de vegetación se proyectó que todas las zonas con arbolado urbano del año 2017 tuvieran un IAF máximo de ocho (8), o que fueran árboles que pudieran alcanzarlo como por ejemplo, *Bauhinia picta*, *Terminalia catappa*. En este caso, la remoción sería de 73,40 t, lo que representa una disminución de alrededor de un 10,10 % sobre la remoción base. También se proyecta que todas las zonas tuvieran árboles con un IAF mínimo de cuatro (4) (pudiera ser *Erythrina fusca*). En este caso, la remoción aumentó a 150,57 t, lo cual representa un aumento de 84,42 % sobre la remoción base.

Con los cálculos anteriores se esperaba que, con el aumento de la densidad del arbolado, la remoción de PM2.5 aumentara, sin embargo, ocurrió lo contrario. Esto podría explicarse analizando el modelo, pues este calcula la remoción en función del lavado que produce la lluvia por encima de un umbral en función del IAF ( $0,2IAF$ ); asimismo la resuspensión depende del viento sobre las hojas, por tanto las especies de alto valor de IAF (óptimo de ocho) en la cobertura arbórea no serían tan efectivas como las del IAF en la condición actual, mientras que un IAF más bajo (mínimo de 4) sí representaría un aumento. No obstante, el modelo de depositación seca no tiene en cuenta las características de las hojas (algunas tienen vellosidades o ceras que pueden afectar la resuspensión y acumulación de partículas), ni considera una capacidad máxima de almacenamiento de PM2.5 en las estas.



**Figura 4.** Áreas sin cobertura y cobertura proyectada en la avenida «Oriental». **Fuente:** Elaboración propia.

### **Remoción de PM2.5 en Medellín.**

Al calcular la remoción de PM2.5 para la zona urbana del municipio «Medellín» se presentó una remoción de 3,02 t. Cuando se aumenta toda el área arbórea de la ciudad en 1 %, la remoción aumenta en 1,3 %. Si el aumento se concentra en una zona con mayor contaminación, aumenta la remoción en un 2 %.

### **Conclusiones**

El modelo utilizado en este trabajo permite estimar los efectos marginales de remoción de contaminación atmosférica teniendo en cuenta al menos dos condiciones del arbolado: Su distribución espacial y su densidad de hojas. Estos efectos marginales son un aporte en la medida en que permitirían mejorar la planeación de las siembras dirigidas a mejorar la calidad del aire, como es el caso actual de «Medellín» con el *Plan de Siembra* (2019).

Aunque la remoción de PM2.5 que se estimó con el modelo UFORE para la cobertura arbórea del «Valle de Aburrá» representa un pequeño porcentaje del flujo contaminante total (menos del 1 %), es innegable que representa un beneficio adicional a otras medidas de mitigación de los efectos de la contaminación del aire por material particulado.

De nuestros cálculos preliminares se concluye que la densidad de hojas juega un papel importante en la magnitud de la remoción seca. Aparentemente, un valor bajo de IAF sería más efectivo en la remoción de PM2.5 que garantizar un valor alto en la cobertura arbórea. Sin embargo, el modelo no tiene en cuenta otras características del dosel y las hojas que podrían afectar este resultado. Además, la planeación de las siembras debe hacerse también considerando otros beneficios que ofrecen los árboles como la remoción de CO<sub>2</sub>, que requiere árboles con mayor biomasa, o la disminución de la temperatura ambiental en ciudades tan urbanizadas como «Medellín», lo que representaría una mejora en la circulación atmosférica y en el bienestar de sus ciudadanos.

Como un aporte práctico para los gestores de decisión de la ciudad, este trabajo muestra que es probable que las siembras que se proyectan no representen un aumento substancial en la remoción de contaminación por PM2.5, al menos en el corto plazo, por tanto, es importante tener en cuenta otras medidas de mitigación para este margen de tiempo.

Actualmente, la contaminación atmosférica por PM2.5 es la mayor problemática en el *Valle...*, sin embargo, es importante evaluar también el efecto que tienen los árboles en la remoción de otros contaminantes como CO, NO<sub>x</sub> y ozono para estimar más beneficios derivados del

arbolado. Igualmente, el modelo UFORE permite evaluar otros aspectos de la vegetación (composición de especies, densidad arbórea y numerosas funciones derivadas) que no fueron objeto de análisis en esta investigación, pero que pueden incidir en los resultados.

### Referencias bibliográficas

- Agudelo, L. C., y Miralles, J. L. (2015). Design and management of the metropolitan green belt of Aburrá Valley, Colombia. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 194, 193–203. <https://doi.org/10.2495/SC150181>
- Alcaldía de Medellín, AMVA (Área Metropolitana Valle de Aburrá), y URBAM (Centro de Estudios Ambientales - Universidad EAFIT) (2011). *Bio 2030 - Plan Director Medellín, Valle de Aburrá*. (1ra ed.). Medellín, Colombia: Mesa Editores.
- AMVA (2019). *Área Metropolitana del Valle de Aburrá*. Recuperado de [www.metropol.gov.co](http://www.metropol.gov.co)
- AMVA y Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) (2018). *Inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá*. Medellín, Colombia: Mesa Editores.
- AMVA y UPB (2017). *Inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá*. Medellín, Colombia: Mesa Editores.
- Beckett, K.P., Freer, P.H., y Taylor, G., (2000). Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed. *Global Change Biology* 6, 995 - 1003.
- Contraloría General de Medellín y Universidad Nacional de Colombia. (2018). *Cuantificación física y económica del impacto de la contaminación atmosférica en salud de la población de la ciudad de Medellín*. Medellín.
- DANE (2019). Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. Recuperado de <https://www.dane.gov.co>
- Freer-Smith, P.H., El-Khatib, A.A., y Taylor, G. (2004). Capture of particulate pollution by trees: a comparison of species typical of semi-arid areas (*Ficus nitida* and *Eucalyptus globulus*) with European and North American species. *Water, Air, and Soil Pollution* 155, 173 – 187.
- Herrera, L. (2015). *Caracterización de la Capa Límite Atmosférica en el valle de Aburrá a partir de la información de sensores remotos y radiosondeos*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/51042/1/1128283242.2015.pdf>
- Hirabayashi, S., Kroll, C. N., y Nowak, D. J. (2011). *Urban Forest Effects-Dry Deposition (UFORE – D) Model Descriptions*, 1–23. Recuperado de [http://www.itreetools.org/eco/resources/UFORE-D Model Descriptions.pdf](http://www.itreetools.org/eco/resources/UFORE-D%20Model%20Descriptions.pdf)
- Jeanjean, A. P. R., Buccolieri, R., Eddy, J., Monks, P. S., y Leigh, R. J. (2017). Air quality affected by trees in real street canyons: The case of Marylebone neighbourhood in central London. *Urban Forestry & Urban Greening*, 22, 41–53. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.01.009>

- MADS (2017). *Pronunciamento situación calidad del aire de Medellín | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/85-videos/2676-pronunciamento-situacion-calidad-del-aire-de-medellin>
- Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A., y Hoehn, R. (2013). Modeled PM<sub>2.5</sub> removal by trees in ten U.S. cities and associated health effects. *Environmental Pollution*, 178, 395–402. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.03.050>
- Pullman, M., (2009). *Conifer PM<sub>2.5</sub> Deposition and Re-suspension in Wind and Rain Events*. Master's thesis. Cornell University, p. 51.
- Rendón, A., Wirth, V., Salazar, J. F., Palacio, C. A., & Brötz, B. (2014, dic.). Mechanisms of Air Pollution Transport in Urban Valleys as a Result of the Interplay Between the Temperature Inversion and the Urban Heat Island Effect. En: *AGU Fall Meeting Abstracts*.
- Reynolds, C., Escobedo, F., Clerici, N., y Zea-Camaño, J. (2017). Does “Greening” of Neotropical Cities Considerably Mitigate Carbon Dioxide Emissions? The Case of Medellín, Colombia. *Sustainability*, 9(5), 785. <https://doi.org/10.3390/su9050785>
- Rogers, K., Sacre, K., Goodenough, J., & Kieron Doick.(2015). *Valuing London's Urban Forest*. London. Recuperado de [https://www.itreetools.org/resources/reports/Valuing\\_Londons\\_Urban\\_Forest.pdf](https://www.itreetools.org/resources/reports/Valuing_Londons_Urban_Forest.pdf)
- Secretaría de Medellín (2018). *Base de datos del Sistema de Árbol Urbano*. Medellín, Colombia: Mesa Editores.
- Selmi, W., Weber, C., Rivière, E., Blond, N., Mehdi, L., y Nowak, D. (2016). Air pollution removal by trees in public green spaces in Strasbourg city, France. *Urban Forestry & Urban Greening*, 17, 192–201. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.04.010>
- SIATA. (2019). *Sistema de Alerta Temprana del valle de Aburrá*. Recuperado de [https://siata.gov.co/siata\\_nuevo](https://siata.gov.co/siata_nuevo)
- Universidad Pontificia Bolivariana, y Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2015). *Inventario de emisiones atmosféricas del Valle de Aburrá, actualización 2015*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17665.66405>



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Evaluación de la producción de metano de vinazas mediante digester anaerobio tipo batch.

**Autores:** Michelle Stefany García Salazar<sup>2</sup>, Sandy Pamela Intriago Zambrano, Julio Abel Loureiro Salabarría y Carlos Ricardo Delgado Villafuerte.

### RESUMEN

En la industria azucarera los efluentes líquidos del proceso de producción de etanol, como la vinaza, tienen potencial para ser empleado en digestión anaerobia por la cantidad de materia orgánica que contiene. En esta investigación se realizó un diseño experimental unifactorial a escala laboratorio entorno a la concentración de sólidos volátiles con 5 tratamientos y 3 repeticiones. En un total de 15 reactores batch se introdujo inóculo y la concentración deseada de vinaza en dilución como sustrato durante 21 días. El propósito es evaluar la producción de biogás y metano en relación al contenido de sólidos volátiles y demanda química de oxígeno. Se determinó que el tratamiento (T<sub>5</sub>) tuvo una mayor producción de biogás de 2,87 litros y metano 1,52 litros, representando el 51,9% de su composición. Esto se debe a que el inóculo fue adaptado previamente con vinaza concentrada. Se demostró que la vinaza puede ser aprovechada por su potencial para producir biogás además de que el tratamiento contribuye a la disminución del impacto ambiental que provoca la industria azucarera.

**Palabras clave:** Digestión anaerobia, vinaza, inóculo, biogás, metano.

---

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador. E-mail: [michellegs-95@hotmail.com](mailto:michellegs-95@hotmail.com)

## EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE METANO DE VINAZAS MEDIANTE DIGESTOR ANAEROBIO TIPO BATCH 326

*Michelle Stefany García Salazar, Sandy Pamela Intriago Zambrano, Julio Abel Loureiro Salabarría y Carlos Ricardo Delgado Villafuerte*

### Introducción

A nivel mundial, los residuos agroindustriales aumentan de forma constante a causa del crecimiento poblacional y su gran demanda (Dormond, Rojas, Boschini, Mora y Sibaja, 2011). Cada día, las plantas procesadoras industriales crecen y con esto se incrementan los desechos generados (Chiriboga, 2010).

Ecuador como país productor de caña de azúcar, aprovecha sus recursos produciendo etanol a partir de las destilerías de alcohol (Galindo, 2016). El alcohol producido en la fermentación contiene una gran cantidad de impurezas, por lo que es sometido a varias etapas de separación por destilación. Estos productos de impureza más pesados pasan a formar parte de las aguas residuales, denominada vinaza (Rennola, Yépez, Bullón, y Salazar, 2007), y tienen un gran impacto ambiental por su alto contenido orgánico, ya que posee una elevada cantidad de demanda química (40000 mg/litro) y bioquímica de oxígeno (12000 mg/litro) (Salazar, Sánchez, y Aucatoma, 2009).

Por tanto, es necesario dar una gestión adecuada a estos residuos mediante la determinación de su composición, propiedad y cantidad que se genera, de forma que pueda definir la tecnología más apropiada para su conveniencia y crear alternativas de reutilización para disminuir el impacto ambiental que estos residuos provocan (Dormond *et al.*, 2011; Gavilanes, 2014).

Según (González-Sánchez, Pérez-Fabiel, Wong-Villarreal, Bello-Mendoza y Yañez-Ocampo, 2015) se pueden aprovechar estos residuos del sector agroindustrial mediante la tecnología de la digestión anaerobia, siendo utilizados con frecuencia en el proceso de la co-digestión y que involucra la transformación de los mismos en biogás.

Desde el punto de vista ambiental, la “metanización”, mitigaría el impacto ambiental y posibilita su aplicación agrícola por el contenido valioso de nutrientes inorgánicos presentes en los lodos residuales del tratamiento (Moraes, Zaiat, y Bonomi, 2015; Valeiro, Portocarrero, Ullivarri, y Vallejo, 2017).

Por estas razones planteadas, el proyecto tiene como propósito evaluar la producción de biogás de la vinaza, mediante tratamiento anaerobio, como forma de aprovechamiento de este efluente producto de destilerías.

### Materiales y métodos

#### ***Ubicación.***

El presente proyecto se realizó en los laboratorios de Agroindustria, de la ESPAM MFL. Se encuentra situado a 0° 49' 35,166" latitud sur y 80° 11' 11,496" latitud oeste.

### **Diseño experimental.**

El factor en estudio considerado para el proceso de digestión anaerobia fue el porcentaje de dilución de concentración de la vinaza y las variables a medir fue la producción de metano y biogás.

**Tabla1.**

*Diseño experimental realizado.*

<b>Diseño experimental</b>	DCA-unifactorial				
<b>Número de tratamientos</b>	5				
<b>Número de repeticiones</b>	3				
<b>Factor</b>	Porcentaje de dilución de la vinaza				
<b>Nivel</b>	10%	20%	30%	40%	100%
<b>Tratamiento (T)</b>	1	2	3	4	5
<b>Nomenclatura (réplica)</b>	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>4</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>5</sub> R <sub>1</sub>
	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>4</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>5</sub> R <sub>2</sub>
	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>4</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>5</sub> R <sub>3</sub>

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Toma de muestra.**

Se tomó una muestra de las aguas residuales (vinaza) obtenida de una destilería ubicada en la comunidad «Mocorita», en el cantón «Junín». Para su manejo y recolección de muestra, se consideró las siguientes *Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)*: la *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98* y *NTE INEN 2176:98*.

### **Caracterización de la vinaza.**

Se caracterizó la vinaza en el Laboratorio de Química Ambiental y Suelos, de acuerdo con “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA, 2012). Los parámetros fueron: temperatura, pH, sólidos volátiles, demanda química de oxígeno y sulfatos.

### **Adaptación de inóculo.**

Para realizar la adaptación del inóculo se fundamentó en la metodología de (Guevara, 1999). Se utilizó un recipiente de 1,35 litros, desinfectado con hipoclorito de sodio de acuerdo a (Camacho, Villada, y Hoyos, 2017). En cada uno de los reactores se preparó 200 g de estiércol vacuno y se disolvió hasta un volumen total de 1000 mL con agua destilada. Las condiciones y características que se estipularon fueron:

**Tabla 2.**  
Condiciones de operación del reactor.

PARÁMETROS	VALORES	UNIDADES	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
<b>Condiciones de operación del digestor</b>			
Tipo de reactor	BATCH		(Vásquez y Riveros, 2013)
Tipo de digestión	anaerobia		(Lorenzo y Obaya, 2005)
<b>Volumen total</b>	<b>1,35</b>	<b>L</b>	-
Volumen de biogás (26% v/v)	0,35	L	-
Volumen mezcla E+A (74% v/v)	1	L	(Guevara, 1999)
Volumen de estiércol (E)	0,2	L	(Guevara, 1999)
Volumen de agua (A)	0,8	L	(Guevara, 1999)
<b>Condiciones iniciales fijas</b>			
Temperatura	32	°C	(Sanabria, Durán, y Gutiérrez, 2012)
Fermentación	Mesofílico		(Vásquez y Riveros, 2013)
Tiempo de fermentación	21	días	(Bermúdez, Hoyos, y Rodríguez, 2000)
Agitación	manual		(Galarza y Gutiérrez, 2013)
pH controlado	6,5 - 8		(Aristizábal, 2015)

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Caracterización de inóculo.**

Se caracterizó el inóculo adaptado previamente de acuerdo con “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA, 2012). Los parámetros fueron: temperatura, pH, sólidos volátiles y demanda química de oxígeno.

### **Preparación de las unidades experimentales.**

Se prepararon 15 digestores de acuerdo al diseño experimental en base a la metodología adaptada de los autores (Lorenzo & Obaya, 2005) y (Vásquez & Riveros, 2013). Las condiciones y características que se estipularon fueron:

**Tabla 3.**  
Condiciones de operación del digestor. Elaborado por: García e Intriago (2018).

Parámetros	Valores	Unidades	Referencias bibliográficas
<b>Condiciones de operación del digestor</b>			
Tipo de reactor	BATCH		(Vásquez y Riveros, 2013)
Tipo de digestión	anaerobia		(Lorenzo y Obaya, 2005)
<b>Volumen total</b>	<b>3</b>	<b>L</b>	-
Volumen de biogás (30% v/v)	0,9	L	-
Volumen mezcla I:S (70% v/v)	2,1	L	-
Volumen de inóculo (I)	0,84	L	-
Volumen de sustrato (S)	1,26	L	-
<b>Condiciones iniciales fijas</b>			
Concentración de inóculo	2	g SV /L	(Torres y Pérez, 2010)
Temperatura	32	°C	(Sanabria <i>et al.</i> , 2012)
Fermentación	Mesofílico		(Vásquez y Riveros, 2013)
Tiempo de fermentación	21	días	(Bermúdez, Hoyos, y Rodríguez, 2000)
Agitación	manual		(Galarza y Gutiérrez, 2013)
pH controlado	6,5 - 8		(Aristizábal, 2015)

**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez caracterizados el sustrato e inóculo, se agregó el volumen de acuerdo a las condiciones de operación del digestor:

- El volumen del inóculo adaptado que se adicionó fue calculado en base a la concentración requerida (2 gSV /L), metodología basada de Torres y Pérez (2010).
- El volumen del sustrato fue dado de acuerdo al porcentaje de dilución de concentración de la vinaza. Los porcentajes de la vinaza diluida son 10%, 20%, 30%, 40% y 100% para T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> respectivamente, considerando al T<sub>5</sub> como vinaza pura o concentrada.
- El volumen requerido de agua para diluir la vinaza fue determinado en base a la fórmula de volumetría (Díaz, Fernández, y Paredes, 1997):  $V_1 C_1 = V_2 C_2$

#### **Control de las unidades experimentales.**

Cada siete días se extrajo una muestra por cada unidad experimental en estudio.

**Tabla 4.**

*Variables de control de las unidades experimentales.*

<b>Variables</b>	<b>Metodología</b>	<b>Referencia bibliográfica</b>
SV	Standard Methods 2540E	(APHA, 2012)
DQO	Standard Methods 5220D	(APHA, 2012)
Biogás*	Método volumétrico	(Pacheco, 2016)(Torres & Pérez, 2010;
Metano*	Método de purificación de biogás para remoción CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> S.	Viquez, 2010)

**Nota:** \*Estas variables fueron controladas diariamente. **Fuente:** Elaboración propia.

#### **Análisis estadísticos.**

Se realizaron los resultados mediante el Software IBM SPSS Statistics utilizando el Análisis de Varianza para la valoración de las medias y la prueba de comparación múltiple de medias de acuerdo con el criterio de Tukey (HSD) para establecer diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). De esta manera se establece cuál es el tratamiento óptimo.

### **Resultados y discusión**

#### **Caracterización del sustrato e inóculo.**

El siguiente cuadro refleja los resultados obtenidos de la caracterización del inóculo adaptado previamente y además la caracterización de la vinaza (sustrato), mismo que coincide con valores similares a otros estudios (Bermúdez *et al.*, 2000; Moraes *et al.*, 2015; Pérez, Perez y Zumalacárregui, 2017), lo que considera que el sustrato está en rangos típicos por su naturaleza.

**Tabla 5.**  
Caracterización del sustrato antes de ser usado en el tratamiento.

PARÁMETROS	UNIDADES	SUSTRATO	INÓCULO
pH		3,25	6,71
T	°C	25,3	29
DQO	g/L	41,6	25
ST	g/L	21,97	21,34
SV	g/L	19,18	17,67
SO <sub>4</sub>	mg/L	273	-

**Fuente:** Elaboración propia.

Además, se muestra un elevado contenido de sulfatos de 273 mg/L en la vinaza. De este resultado se deriva la hipótesis de que puede desarrollarse con gran intensidad las bacterias formadoras de sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) en el medio anaerobio debido a la cantidad sustentable de sulfatos a menos que se disminuya la concentración existente en el medio. Este valor es considerado un punto importante debido a que excede los 160 mgSO<sub>4</sub>/L que los autores (Lorenzo y Obaya Abreu, 2005) consideran como límite, por lo que las bacterias metanógenas tienden a inhibirse durante el proceso y la producción de biogás sería menor, así como su poder calórico (Lorenzo Chanfón, & Pereda, 2013).

#### **Producción de biogás y metano por tratamiento.**

Se resume el promedio de valor acumulado de biogás y metano por cada tratamiento y se lo presenta en el siguiente cuadro:

**Tabla 6.**  
Producción de biogás y composición de metano (García e Intriago, 2018).

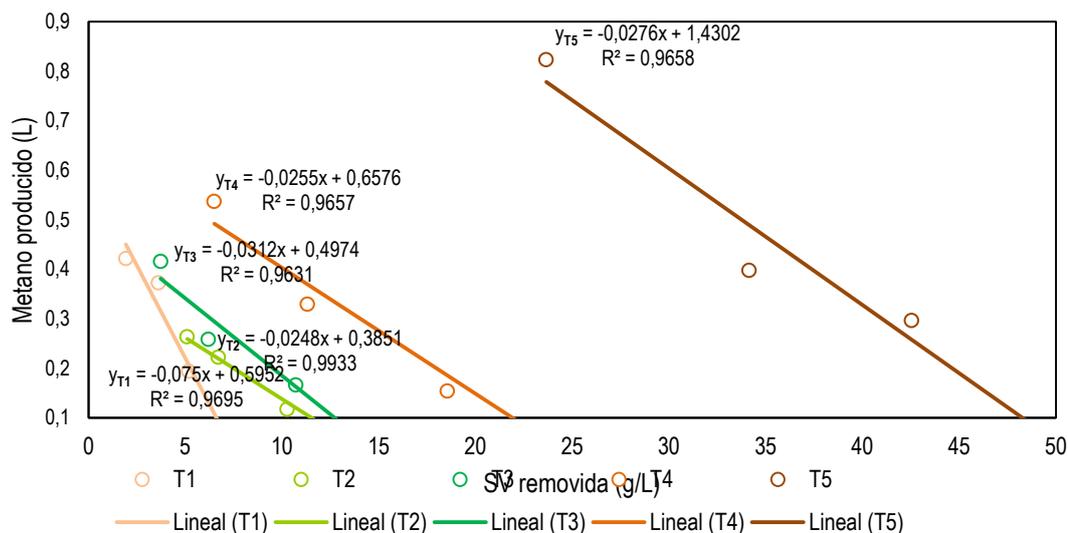
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
Biogás total (L)	1,72	1,21	1,85	1,88	2,87
Metano (L)	0,99	0,60	0,84	1,02	1,52

**Fuente:** Elaboración propia.

El tratamiento T<sub>1</sub> obtuvo el mayor porcentaje de CH<sub>4</sub> (57,4%), sin embargo, se recolectó mayor volumen de biogás en el tratamiento T<sub>5</sub>, resultando también mayor volumen de metano. Por lo cual, el tratamiento que mayor producción de biogás produjo fue el T<sub>5</sub> con un valor de 2,87 L y se debe a la mayor cantidad de materia orgánica contenida en comparación con los otros tratamientos (Sánchez *et al.*, 2016). Esto se explica debido a la presencia de sulfuro de hidrógeno dentro de la composición del biogás ya que la vinaza contiene niveles de sulfatos considerables y dependerá de la concentración en que se presente (Lorenzo *et al.*, 2013)

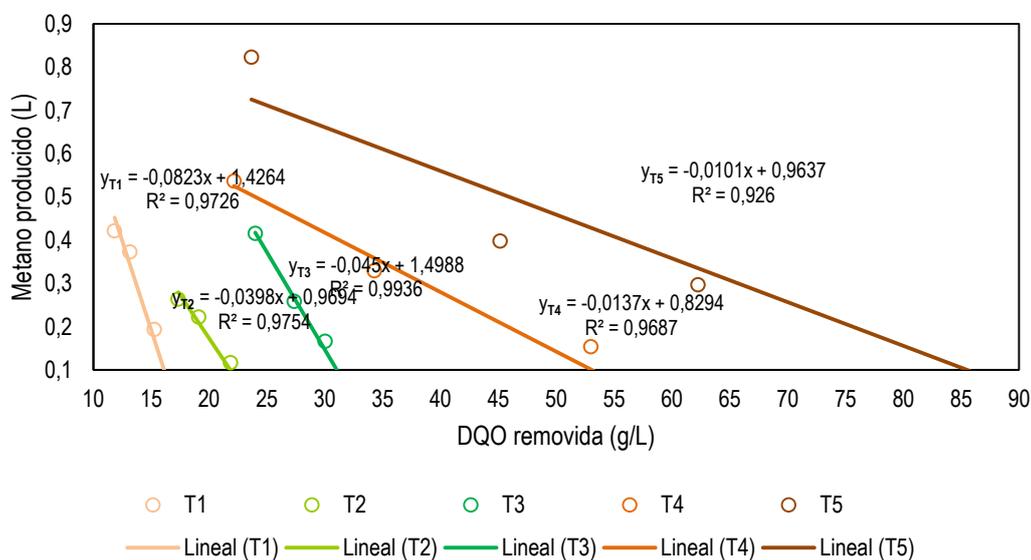
#### **Relación entre las variables controladas.**

En el gráfico 1, se observa la disminución de la concentración de SV (g/L) por cada tratamiento a medida que el volumen de metano (L) aumentaba. Se puede determinar que es una relación inversamente proporcional, debido a que los sólidos volátiles removidos representan la cantidad materia orgánica necesaria para producir metano.



**Gráfico 1.** Variación de la producción SV (g/L) vs metano producido (L) durante el proceso de digestión anaerobia de la vinaza. **Fuente:** García e Intriago, 2018.

En el gráfico 2, se puede contrastar el aumento del volumen de metano (L) generado por tratamiento a medida que disminuye la cantidad de DQO (g/L). Se determina que la producción de metano acumulado es equivalente a la DQO que ha sido degradada por tratamiento aplicado a partir de las condiciones iniciales (López, Borzacconi, & Passeggi, 2017). De acuerdo a (Sánchez *et al.*, 2016), esto se debe a que tanto los SV, como la DQO, son proporcionales a la materia orgánica que puede ser convertida a biogás.



**Fuente:** García e Intriago, 2018.

De acuerdo a (Martínez, 2005) el ajuste lineal por el método de R cuadrados en los cuatro gráficos presentados, determina que  $0 < R^2 < 1$ . Se considera que la relación entre las variables X y Y es lineal, en base a la información determinada del diseño experimental, y que este modelo es adecuado para describir la relación que existe entre estas variables.

Del  $T_1$  se puede inferir que tenía un grado de contaminación menor que los demás tratamientos por poseer mayor dilución de agua. Se conoce que el  $T_5$  posee vinaza concentrada, por lo que tiene mayor carga orgánica; ha tenido una notable disminución de su contenido tanto en SV y DQO, misma que es atribuida a la hidrólisis del residuo y a la liberación de ácidos durante la etapa acidogénica (Appels, Baeyens, Degreève, y Dewil, 2008).

Puede afirmarse que la vinaza puede ser tratada por reactores anaerobios, y que la biomasa puede aclimatarse y trabajar con sus niveles altos de concentración (López *et al.*, 2017).

Por otra parte, pese que el inóculo ha pasado por un proceso de adaptación, la dilución con agua que se aplicó en algunos de los tratamientos hace que disminuya la concentración de SV lo que influye en el crecimiento de los microorganismos por lo que se considera una de las razones del menor aumento microbiológico (Mundhenke, Müllery Schwedes, 2001) así como de la producción de biogás y metano.

En los tratamientos hubo problemas operativos, pero no asociados al comportamiento del reactor, sino a la presencia de fugas u obstrucciones, además de posible inhibición. No está claro el factor clave de inhibición, pero el principal inconveniente para el tratamiento del agua residual está asociado al trabajar con vinaza cruda. Sin embargo, es recomendable trabajar con el agua residual de esta manera una vez adaptado el inóculo puesto que el uso del agua en reactores a gran escala trae consecuencias importantes en los costos asociados al volumen del reactor y a la necesidad de contar con este recurso para dilución (Chernicharo, 2007; López *et al.*, 2017). Lo que si debe resaltarse es la elección del agente neutralizante, ya que en el presente trabajo se usó hidróxido de sodio, pero existen otros tipos de menor costo y fácil acceso.

#### ***Análisis de Varianza del Diseño Experimental.***

Se realizó el análisis de varianza, en donde se puede observar los resultados reportados entre las variables a medir. De cada tratamiento se determina que hay un efecto significativo sobre la producción de biogás y metano debido a que el valor  $p$  es menor que 0,05, lo que representa que cada tratamiento influye de forma distinta respecto a otro ( $T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4 \neq T_5$ ) debido a que responde a un comportamiento condicionado en su operación inicial, esta interpretación concuerdan con lo expuesto por los autores (Sanabria *et al.*, 2012).

De acuerdo con la prueba de Tukey (HSD) se determina que el tratamiento 5 ( $T_5$ ) presenta los mejores resultados en cuanto a la producción de biogás y metano, y que el tratamiento 4 también mostró resultados satisfactorios.

#### **Conclusiones**

La caracterización de la vinaza presentó rangos típicos de su naturaleza, tiene un pH de 3,25; DQO de 41,6 g/L; SV de 19,18 g/L y posee un contenido de sulfatos notable de 273 mg/L, lo que significa un posible factor a influir en los tratamientos en cuanto la producción y calidad de biogás por la presencia de sulfuro de hidrógeno en su composición.

Se adaptó el inóculo con un porcentaje de producción de biogás de 81%, lo que determina una gran actividad microbiana.

El tratamiento óptimo de acuerdo al diseño experimental en base a su producción de biogás y metano fue el T<sub>5</sub> el cual contenía niveles altos de concentración de vinaza, lo que influyó que existiera una mayor actividad microbiana y mayor producción de biogás (2,9 L).

De acuerdo al análisis de varianza existen significancia entre cada tratamiento, lo que significa que responde a un comportamiento de acuerdo a la condición de operación inicial.

### Referencias bibliográficas

- APHA. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (22.<sup>a</sup> ed.).
- Appels, L., Baeyens, J., Degrève, J. y Dewil, R. (2008). Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge. *Progress in Energy and Combustion Science*, 34(6), 755-781. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2008.06.002>
- Aristizábal, C. (2015). Caracterización físico-química de una vinaza resultante de la producción de alcohol de una industria licorera, a partir del aprovechamiento de la caña de azúcar. *Ingenierías USBmed*, 6, 36. <https://doi.org/10.21500/20275846.1729>
- Bermúdez, R. C., Hoyos Hernández, J. A., y Rodríguez Pérez, S. (2000). Evaluación de la disminución de la carga contaminante de la vinaza de destilería por tratamiento anaerobio. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 16(3), 103-107.
- Camacho, R., Villada, H., y Hoyos, J. (2017). Evaluación del Estiércol de Vaca como Inóculo en la Digestión Anaerobia Termófila de Residuos Sólidos Urbanos. *Información tecnológica*, 28(3), 29-36. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000300004>
- Chernicharo, C. (2007). *Anaerobic reactors*. London: IWA Publ.
- Díaz, J., Fernández del Barrio, M. T., y Paredes Salido, F. (1997). *Aspectos básicos de bioquímica clínica*. Ediciones Díaz de Santos.
- Dormond, H., Rojas, A., Boschini, C., Mora, G., y Sibaja, G. (2011). Evaluación preliminar de la cáscara de banano maduro como material de ensilaje, en combinación con pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*). (Nota Técnica). *InterSedes*, 12(23). <https://doi.org/10.15517/isucr.v12i23.974>
- Galarza, M., y Gutiérrez, M. (2013). *Evaluación del potencial de biometanización en el lactosuero* (Universidad de San Buenaventura). Recuperado de <http://bibliotecadigital.usb.edu.co/handle/10819/3149>
- Galindo, P. (2016). *Sistematización de la experiencia, producción de aceite de piñón para plan piloto de generación eléctrica en Galápagos*. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/12495>
- Gavilanes, I. (2014). *Oportunidades y desafíos de la gestión de residuos orgánicos procedentes del sector agroindustrial en América del Sur: Provincia de Chimborazo (ECUADOR)*.
- González-Sánchez, M. E., Pérez Fabiel, S., Wong Villarreal, A., Bello Mendoza, R., & Yañez Ocampo, G. (2015). Residuos agroindustriales con potencial para la producción de metano

mediante la digestión anaerobia. *Revista Argentina de Microbiología*, 47(3), 229-235. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2015.05.003>

Guevara, L (1999). *Caracterización y Digestión Anaeróbica de Vinazas Destiladas del Ecuador*. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4082>

López, I., Borzacconi, L., y Passeggi, M. (2017). Anaerobic treatment of sugar cane vinasse: treatability and real-scale operation. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 93(5), 1320-1327. <https://doi.org/10.1002/jctb.5493>

Lorenzo, Y., y Obaya, C. (2005). La digestión anaerobia. Aspectos teóricos. Parte I. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, XXXIX, 35-48.

Lorenzo, Y., Chanfón, J., y Pereda, I. (2013). Estudio de la digestión anaerobia mediante el ensayo de actividad metanogénica empleando vinazas con diferentes contenidos de sulfatos. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 47(1), 45-50.

Martínez, M. (2005). Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal. *Anuario jurídico y económico escurialense*, (38), 315-331.

Moraes, B., Zaiat, M., y Bonomi, A. (2015). Anaerobic digestion of vinasse from sugarcane ethanol production in Brazil: Challenges and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 888-903. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.023>

Mundhenke, R., Müller, J., y Schwedes, J. (2001). Influence of the VS-Content in Digested Sludge on Anaerobic Degradation. *Chemical Engineering & Technology*, 24(6), 635-637. [https://doi.org/10.1002/1521-4125\(200106\)24:6<635::AID-CEAT635>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/1521-4125(200106)24:6<635::AID-CEAT635>3.0.CO;2-P)

Pacheco, S. (2016). *Repositorio institucional UN* (Masters, Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales). Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/51702/>

Pérez, Y., Perez Ones, O., & Zumalacárregui de Cárdenas, L. (2017). Caracterización Química, Física Y Microbiológica De Dos Vinazas Cubanas. *Revista EIA*, 14(28), 29-43.

Rennola, L., Yépez, C., Bullón, J., & Salazar, F. (2007). Tratamiento de las aguas residuales de una destilería mediante el uso de coagulantes y membranas. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 30, 11-19.

Salazar, M., Sánchez, M. A., y Aucatoma, B. (2009). Uso de cachaza descompuesta y porcentaje de sustitución de fertilizante químico en un lote del ingenio Valdez. *CINCAE. Centro de Investigación de la Caña De Azúcar del Ecuador*.

Sanabria, J., Durán, M. F., y Gutiérrez, N. (2012). Comparación de dos métodos de medición de actividad Metanogénica específica en reactores anaerobios aplicados al tratamiento de Vinazas. *Ingeniería y Región*, 9, 75-82. <https://doi.org/10.25054/22161325.777>

Sánchez, C., Patiño, M. E., Alcántara, J. L., Reyes-Ortega, Y., Pérez-Cruz, M. A., & Ortíz-Muñoz, E. (2016). Determinación del potencial bioquímico de metano (PBM) de residuos de frutas y verduras en hogares. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(2), 191-198. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.02.05>

Torres, P., y Pérez, A. (2010). Actividad metanogénica específica: una herramienta de control y optimización de sistemas de tratamiento anaerobio de aguas residuales. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, (9), 12.

Valeiro, A., Portocarrero, R., Ullivarri, E., y Vallejo, J. (2017). Los residuos de la industria sucroalcoholera argentina. *EEA INTA*, 16.

Vásquez, N. C., y Riveros Jiménez, D. R. (2013). *Diseño y construcción de un prototipo biodigestor tipo mixto para la producción y almacenamiento de gas metano*. Universidad de San Buenaventura, Colombia.

Viquez, J. A. (2010). Remoción del sulfuro de hidrógeno H<sub>2</sub>S(g)/ácido sulfhídrico H<sub>2</sub>S (aq) en el biogás. *ECAG*, 53, 16-20.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Determinación de la concentración de material particulado sedimentable por gravimetría en la ciudad «Portoviejo» en Manabí, Ecuador.

**Autores:** Verónica Monserrate Vera Villamil<sup>3</sup>, María Belén Vincés Obando, Luis David Balarezo Saltos, Anny Carolina Cedeño Alcívar, Jonathan Gustavo Castillo Sánchez y Laura Gema Mendoza Cedeño.

### RESUMEN

El presente trabajo tuvo por objetivo determinar la concentración de material particulado sedimentable (MPS) mediante el método de gravimetría en la ciudad «Portoviejo» durante un mes. Para ello se escogieron ocho puntos de muestreo, basados en la cobertura de la ciudad y su facilidad de acceso (calle «10 de agosto» y «Espejo», calle «Washinton», Av. «América» y «Ricaurte», calle «Olivia Miranda» y «Quito», calle «Luz de América», «Paso lateral» y «5 de junio», Av. «15 de abril»). Se empleó el método de muestreo gravimétrico utilizando cajas Petri, filtros de microfibras de cuarzo, vaselina neutra líquida, estufa y balanza analítica; con lo cual se determinó la cantidad de material particulado sedimentable en un periodo de 15 y 30 días, entre los meses de enero y febrero de 2019. Los resultados obtenidos fueron comparados con los límites máximos permisibles, establecidos por la legislación ecuatoriana y la Organización Mundial de la Salud (OMS), y expresan que a los 15 días de monitoreo en cuatro de los puntos existe un incumplimiento del límite máximo permitido por el TULSMA, y que de igual manera, superan el valor máximo permitido por la normativa de la OMS. A los 30 días de monitoreo en todos los puntos muestreados existe un incumplimiento del límite máximo permitido por las dos normativas; estos valores elevados de MPS implican condiciones de riesgo para la salud de los habitantes de la ciudad y su entorno.

**Palabras clave:** Contaminación atmosférica, gravimetría, material particulado sedimentable

---

<sup>3</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador. E-mail: [veritoveravillamil@gmail.com](mailto:veritoveravillamil@gmail.com)

## DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO SEDIMENTABLE POR GRAVIMETRÍA EN LA CIUDAD «PORTOVIEJO» EN MANABÍ, ECUADOR

*Verónica Monserrate Vera Villamil, María Belén Vincés Obando, Luis David Balarezo Saltos, Anny Carolina Cedeño Alcívar, Jonathan Gustavo Castillo Sánchez y Laura Gema Mendoza Cedeño.*

### Introducción

El desarrollo de medidas de control para prevenir o limitar la contaminación del aire es un asunto que interesa a todos los países en la actualidad, y no solo a aquellos altamente industrializados, sino también a los que están en vías de desarrollo como Ecuador (Calderón y Medina, 2017). La fijación de los estándares de aire limpio necesarios para salvaguardar la salud, y la legislación para hacer cumplir el control de la contaminación, varían de un país a otro (Parker, 2006). En Ecuador uno de los contaminantes principales que interviene en la contaminación del aire es el material particulado, debido al incremento de días sobre la norma (Díaz y Páez, 2006). Por ello, el *Texto Unificado de Legislación Secundaria* del Ministerio del Ambiente (TULSMA), el libro VI Anexo 4 (*Norma de calidad del aire ambiente*), establece los límites máximos permitidos para diferentes actividades con la finalidad de reducir y controlar estas emisiones.

El material particulado atmosférico se define como la presencia en la atmósfera de un conjunto de partículas sólidas o líquidas en suspensión; las cuales han sido uno de los contaminantes de mayor interés en la contaminación atmosférica (Rojano, Pérez y Deluque, 2011). Son emitidas por una gran variedad de fuentes de origen natural o antropogénico y sus mecanismos de formación se deben a expulsiones primarias como tales a la atmósfera, o a reacciones químicas que las generan (partículas secundarias) (Quijano y Orozco 2005).

Debido a que no se reportan en la literatura consultada estudios con objetivos similares en la provincia «Manabí», especialmente en la ciudad «Portoviejo», la presente investigación tiene como principal objetivo determinar mediante el método gravimétrico la concentración de material particulado en la ciudad antes mencionada, con la finalidad de realizar un análisis comparativo de los resultados de las concentraciones con la ley vigente ecuatoriana.

### Materiales y métodos

#### ***Localización.***

La investigación se realizó en la ciudad «Portoviejo», provincia «Manabí», Ecuador. La determinación de la concentración de material particulado (MP) fue realizada en el laboratorio de la carrera de Agroindustria, de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí «Manuel Félix López», campus politécnico «El Limón», sector «La Pastora».

#### ***Principio de la prueba.***

La determinación de material particulado (MP) por gravimetría es una prueba que se basa en el análisis gravimétrico de partículas recolectadas por el método de muestreo gravitacional de PMS, en los filtros de micro fibra de cuarzo de alta pureza en un período de 15 y 30 días, que son pesados antes y después de muestreados en una balanza electrónica. Luego del pesaje final, la concentración de material particulado es expresada en  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ . Los cálculos se basan en la diferencia de peso (expresada en miligramos) antes y después del muestreo, dividida entre el área donde se recolectó la muestra; lo cual determina la concentración del material particulado del área de estudio, expresado en  $\text{mg}/\text{cm}^2 \times 30$  días.

### **Materiales.**

Para la determinación de la concentración de material particulado (MP) por gravimetría se consideró el método pasivo empleado por Almirón *et al.*, (2008), modificado por Santillán *et al.*, (2016), donde se emplearon los siguientes materiales: Cajas Petri, filtros de micro fibra de cuarzo, vaselina neutra líquida, balanza analítica y estufa; los cuales pertenecen al laboratorio en el cual se realizaron los análisis.

### **Desarrollo de la prueba.**

1. Inicialmente se pesó en la balanza analítica el papel filtro.
2. Posteriormente, se colocó el papel filtro en una caja Petri cubierta con vaselina líquida neutra y se trasladaron a los puntos de muestreos (*tabla 1*).
3. Se ubicaron las cajas Petri en lugares con mayor probabilidad de receptor MP a cielo abierto (*figura 1*) y a una altura de 3 metros sobre el nivel del suelo, para evitar la interferencia de los animales y el público, durante 15 y 30 días.
4. Luego de haber finalizado el muestreo, se pesó nuevamente el papel filtro en la balanza analítica Sartorius AG GÖTTINGEN Modelo CP2245 y fue llevado a una estufa para eliminar la humedad adquirida por efectos del ambiente a 50 °C durante al menos 24 h.

**Tabla 1.**

*Localización de los puntos de muestreo.*

PT	DIRECCIÓN	X	Y
1	Av. 15 de abril	561164.00	9881971.00
2	Calle 10 de agosto y Espejo	561183.00	9883401.00
3	Av. América y Reales T.	560281.00	9883705.00
4	Calle Luz de América	559551.00	9884673.00
5	Paso lateral y 5 de junio	557326.00	9885360.00
6	Av. Del Ejército	558131.00	9883493.00
7	Calle Washinton	559271.00	9882719.00
8	Calle Olivia Miranda y Quito	560082.00	9883209.00

**Fuente:** Elaboración propia.

5. Finalmente, se empleó la *ecuación 1* para determinar la concentración de MP, la cual se basa en la diferencia entre los pesos final e inicial del papel filtro, y dividiendo para el área donde se recolectó la muestra.

$$MPS = \frac{P_f - P_i (mg)}{A (cm^2)} \text{Ecuación 1}$$

Donde:

- MPS = Material particulado ( $\frac{mg}{cm^2}$ )
- $P_f$  = Peso final (este es después de estar expuesta el filtro durante el periodo de muestreo)
- $P_i$  = Peso inicial (este es después de salir de laboratorio)
- A = Área de la caja Petri ( $cm^2$ )

## Resultados y discusión

La *tabla 2* muestra el resultado de las concentraciones de MPS para los cuatro sitios de muestreo, en el período de estudio comprendido entre 15 y 30 días.

**Tabla 2.**

*Concentración de MPS colectado en los puntos de muestreo.*

TIEMPO	PUNTOS	DIRECCIÓN	MPS ( $mg/cm^2$ )
15 Días	1	Av. 15 de abril	0,81
	2	Calle 10 de agosto y Espejo	0,48
	3	Av. América y Reales Tamarindos	1,71
	4	Calle Luz de América	0,12
	5	Paso lateral y 5 de Junio	4,04
	6	Av. Del Ejército	0,76
	7	Calle Washington	4,89
	8	Calle Olivia Miranda y Quito	2,08
30 Días	1	Av. 15 de abril	2,49
	2	Calle 10 de agosto y Espejo	2,93
	3	Av. América y Reales Tamarindos	29,87
	4	Calle Luz de América	1,71
	5	Paso lateral y 5 de Junio	29,14
	6	Av. Del Ejército	1,89
	7	Calle Washington	45,79
	8	Calle Olivia Miranda y Quito	5,75

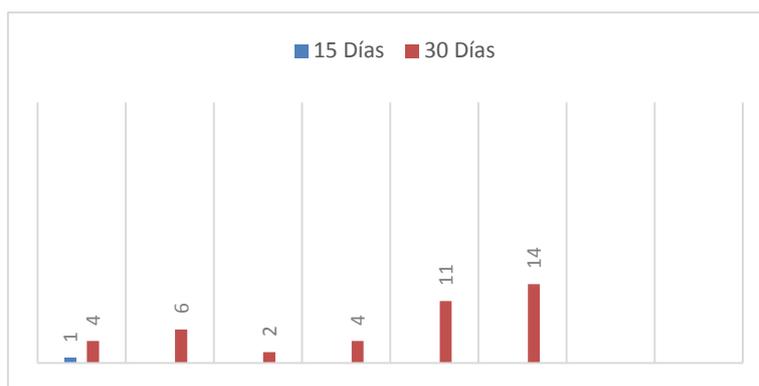
**Fuente:** Elaboración propia.

Las pruebas por análisis gravimétrico de MPS en cada una de las zonas de monitoreo durante los 15 días, desde el 10 de enero hasta el 25 de enero del 2019, y que se muestran en la *tabla 2*, fueron realizadas para determinar su concentración en el aire ambiente. De los resultados obtenidos se observa que en la zona 1 (Av. 15 de abril), la concentración es de  $0,81 mg/cm^2$ ; en la zona 2 (calle 10 de agosto y Espejo) es de  $0,48 mg/cm^2$ ; en la zona 3 (Av. América y Reales Tamarindos) es de  $1,71 mg/cm^2$ ; en la zona 4 (calle Luz de América) es de  $0,12 mg/cm^2$ ; en la zona 5 (Paso lateral y Av.5 de junio) es de  $4,04 mg/cm^2$ ; en la zona 6 (Av. Del Ejército) es de  $0,76 mg/cm^2$ ; en la zona 7 (calle

Washington) es de 4,89 mg/cm<sup>2</sup>; y en la zona 8 (calle Olivia Miranda y Quito), la concentración es de 2,08 mg/cm<sup>2</sup>.

Por lo tanto, de acuerdo a lo que establece la norma ecuatoriana mediante su legislación en el TULSMA, cuyo valor límite es de 1 mg/cm<sup>2</sup>, en cuatro de las zonas de monitoreo existe un incumplimiento del límite máximo permisible especificado por esta normativa. En cuanto a la normativa de la OMS que es de 0,5 mg/cm<sup>2</sup>, la concentración en las zonas 2 y 4 de monitoreo cumplen el valor máximo permitido; mientras que el resto de las seis zonas incumplen lo reglamentado.

Asimismo, a los 30 días (25 de enero hasta el 9 de febrero del 2019), en los resultados obtenidos se refleja que en la zona 1 (Av. 15 de abril) la concentración es de 2,49 mg/cm<sup>2</sup>; en la zona 2 (calle 10 de agosto y Espejo) es de 2,93 mg/cm<sup>2</sup>; en la zona 3 (Av. América y Reales Tamarindos) es de 29,87 mg/cm<sup>2</sup>; en la zona 4 (calle Luz de América) es de 1,71 mg/cm<sup>2</sup>; en la zona 5 (Paso lateral y Av.5 de junio) es de 29,14 mg/cm<sup>2</sup>; en la zona 6 (Av. Del Ejército) es de 1,89 mg/cm<sup>2</sup>; en la zona 7 (calle Washington) es de 45,79 mg/cm<sup>2</sup>; y en la zona 8 (calle Olivia Miranda y Quito), la concentración es de 5,75 mg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, de acuerdo a lo que establece la norma ecuatoriana mediante su legislación en el TULSMA y en cuanto a la OMS, en todas las zonas de monitoreo existe un incumplimiento del límite máximo permisible establecido por ambas normativas. Para reafirmar estos resultados se puede apreciar el *gráfico 1*.



**Gráfico 1.** Concentración de MPS a los 15 y 30 días de monitoreo. **Fuente:** Elaboración propia.

Dados los resultados de MPS, en los ocho puntos de monitoreo se establecen altas concentraciones del mismo (Tabla 4.1); por lo cual, según estudios realizados por Castillo (2017), estas concentraciones conllevan a infecciones respiratorias agudas que afectan significativamente al ser humano y al Medio ambiente. Zapata, Quijano, Molina, Rubiano y Londoño (2008) señalan que, en el área de la salud ambiental, las partículas, ya sean mayores o menores a 10 micras, en exposiciones prolongadas penetran directamente por las vías respiratorias y ocasionan alteraciones en diferentes órganos del cuerpo.

Investigaciones realizadas en varios centros urbanos y en diferentes partes del mundo revelan que el nivel de gravedad de los desórdenes en la salud está directamente relacionado con la concentración de partículas en el aire ambiente. Es por ello que cuanto menor sea la contaminación atmosférica de una ciudad, mejor será la salud respiratoria (a corto y largo plazo) y cardiovascular de su población (Abad, 2014).

Por lo tanto, de acuerdo a estudios realizados por Merchán (2017), la existencia de estos niveles de MPS están vinculados al terremoto ocurrido en el 2016, al comercio de la ciudad, el flujo vehicular...

hasta actividades que de una manera u otra emitan al ambiente MPS. Se evidencia además, que los niveles de MPS alcanzados son mayores en las zonas céntricas, entradas y salidas de la ciudad.

## Conclusiones

Durante el monitoreo de 15 días, cuatro de los lugares seleccionados incumplieron con el límite máximo permisible por el TULSMA de  $1 \text{ mg/cm}^2$ , obteniendo como valor más alto  $4,89 \text{ mg/cm}^2$ , correspondiente a la calle Washington, mientras que con el valor establecido por la OMS de  $0,50 \text{ mg/cm}^2$ , solo dos zonas cumplen con la normativa establecida.

Referente a los valores obtenidos en el monitoreo durante los 30 días se determinó que, en comparación con el TULSMA, los ocho lugares escogidos para la investigación exceden el límite máximo permisible establecido, contemplando el valor más alto en el punto 7 (calle Washington) de  $45,79 \text{ mg/cm}^2$  de material particulado sedimentable, de igual manera estos lugares exceden el límite establecido por la OMS sin control alguno.

La calle Washington, debido a su fluidez vehicular, alto desarrollo comercial y vía de salida de la ciudad, presenta una cantidad de MPS con un valor significativo, con respecto a los demás puntos.

Los valores obtenidos en el monitoreo varían de acuerdo a los puntos de muestreo, obteniendo altos niveles de MPS en las zonas de alto comercio de la ciudad, como lo es el caso del mercado y centro de «Portoviejo».

## Referencias bibliográficas

- Abad, M. (2014). *Fitotoxicidad del material particulado sedimentable (MPS) generado en la zona urbana del cantón Cuenca*. (Tesis de maestría). Universidad Estatal de Cuenca, Ecuador.
- Almirón, M., Dalmasso, A., y Llera, J. (2008). Uso de *Larrea Cuneifolia Cav.* y *Zuccagnia Punctata Cav.*, en la evaluación del material particulado sedimentable en una calera de los Berros-San Juan-Argentina. *Revista SciELO*, 1(17), 29-38.
- Calderón, G y Medina, E. (2017). Estudio sobre la dinámica temporal de material particulado PM10 emitido en Cochabamba. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33, 37.
- Castillo, G. (2017). *Partículas sedimentables del aire y su influencia en las infecciones respiratorias agudas en la ciudad de Tayabamba*. Recuperado de <https://www.unas.edu.pe>
- Díaz, V y Páez, C. (2006). Contaminación por material particulado en Quito y caracterización química de las muestras. *Revista Acta Nova*, 3, 309.
- Merchán, J. (2017). *Estudio de impacto ambiental de la consultoría "gestión integral de los desechos peligrosos" del cantón Portoviejo, provincia de Manabí*. Manabí, Ecuador. Recuperado de <https://maemanabi.files.wordpress.com>
- Parker, A. (2006). *Contaminación del aire por la industria*. Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A.
- Quijano, A y Orozco, J. (2005). Monitoreo de material particulado-fracción respirable (PM 2.5) en Pamplona. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 3, 1-11.

Rojano, R., Pérez, J., y Deluque, J. (2011). Análisis comparativo de las mediciones de material particulado PM10. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 33, 27-35.

Santillán Lima, G., Damián Carrión, D., Rodríguez Llerena, M., Cargua Catagña, F., y Torres Barahona, S. (2016). Estimación del grado de contaminación de material particulado atmosférico y sedimentable en el laboratorio de servicios ambientales de la UNACH. *Revista Perfiles*, 2(16).

Zapata, C., Quijano, R., Molina, E., Rubiano, C y Londoño, G. (2008). Fortalecimiento de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire en el Valle de Aburra con Medidores Pasivos. *Revista Gestión y Ambiente*, 11(1), 67-84.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio de 2019

**Título del trabajo:** Estado técnico, legal e institucional de la Gestión de Calidad del Agua en el río «Ambi».

**Autores:** Doreen Eleanor Brown Salazar<sup>4</sup> y Pedro Rafael Loyo.

### RESUMEN

El *Plan Nacional de Desarrollo de Ecuador 2017-2021* establece la meta de "Reducir y remediar la contaminación de fuentes hídricas a 2021". En las cuencas de los ríos «Mira» y «Mataje», la mayoría de la contaminación acuática proviene de las zonas urbanas e industriales en la microcuenca del río «Ambi», de «Ibarra», «Otavalo», «Atuntaqui» y «Cotacachi». Aunque se han realizado pasos concretos para construir plantas de tratamiento de aguas residuales en esta área, aún hace falta detallar e implementar un plan integral apropiado y coherente que facilite a futuro una buena gestión para reducir y remediar la contaminación de esta micro cuenca. El *Plan Binacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico de las cuencas transfronterizas «Carchi-Guaitara» y «Mira-Mataje»*, establece la necesidad de mejorar el monitoreo de calidad de agua de la cuenca, pero aún falta definir y priorizar acciones para mejorarlo; algunos estudios han demostrado que diferentes parámetros de calidad de agua han excedido los límites permitidos por las normas. Desafíos claves para el manejo de esta sub cuenca incluyen la falta de información consolidada sobre contaminación y los impactos potenciales negativos, débil institucionalidad, y bajo conocimiento e interés público del tema. Este estudio tiene como objetivos identificar los puntos principales de contaminación de origen biológico, ubicar los usuarios principales más impactados del agua contaminada, identificar sectores industriales de mayor importancia en términos de contaminación, y proponer prioridades para lograr la meta de reducir la contaminación de este recurso hídrico.

**Palabras clave:** gestión integral de recursos hídricos, cuenca transfronteriza, contaminación acuática

---

<sup>4</sup> Universidad Técnica del Norte, Ecuador. E-mail: [debrown@utn.edu.ec](mailto:debrown@utn.edu.ec)

# ESTADO TÉCNICO, LEGAL, E INSTITUCIONAL DE LA GESTIÓN DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO «AMBI»

Doreen Eleanor Brown Salazar y Pedro Rafael Loyo

## Introducción

El macromanejo de la cuenca de los ríos «Mira» y «Mataje» se aspira llevar a cabo en el marco de la *gestión integrada de recursos hídricos* (GIRH), definido como un proceso que promueve el manejo y el desarrollo coordinado del agua, el suelo y los recursos relacionados, en virtud de maximizar el bienestar social y económico resultante de forma equitativa y sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas. La GIRH involucra la integración de varias disciplinas y la colaboración de diversos actores involucrados con la gestión del agua, con el fin de diseñar e implementar soluciones eficientes, equitativas y sostenibles a los problemas del agua y el desarrollo (GWP, 2009).

Un aspecto importante del desarrollo sostenible y la GIRH es el manejo de la *calidad de agua* para sus varios usos, incluyendo el ecológico, el doméstico, el recreacional, el agrícola, el pecuario y el industrial. El *Plan Nacional de Desarrollo de Ecuador 2017-2021* establece la meta de "Reducir y remediar la contaminación de fuentes hídricas a 2021" (SENPLADES, 2017, p. 10). En las cuencas de los ríos «Mira» y «Mataje», la mayoría de la contaminación acuática proviene de las zonas urbanas e industriales de «Ibarra», «Otavalo», «Atuntaqui» y «Cotacachi», todos ubicados en la microcuenca del río «Ambi».

El tratamiento de aguas residuales municipales e industriales en la provincia «Imbabura» está a nivel parcial e incompleto. Por una parte, se han desarrollado e invertido fondos significantes en la construcción de algunas plantas de tratamiento de aguas residuales, la más grande es la *Planta de tratamiento de aguas residuales* (PTAR) de la municipalidad de «Ibarra», que entró en funcionamiento en el año 2017. Por otra parte, aún falta construir y operar de forma consistente sistemas adecuados de tratamiento de aguas residuales municipales y de pre-tratamiento de aguas residuales industriales para un gran porcentaje de las aguas residuales de la cuenca; el comportamiento de individuos, empresarios, y autoridades en relación al tema ha demostrado con frecuencia una falta de conocimiento, conciencia y compromiso con la protección de los recursos hídricos.

El presente trabajo persigue como objetivos identificar los puntos principales de contaminación de origen biológico, ubicar los usuarios principales más impactados del agua contaminada, identificar sectores industriales de mayor importancia en términos de contaminación, y proponer prioridades para lograr la meta de reducir la contaminación de este recurso hídrico.

## Materiales y métodos

Los datos base de la información de cobertura de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, incluyendo número de descargas de alcantarillado público y número y tipo de plantas de tratamiento de aguas residuales se obtuvo por medio de entrevistas y datos proveídos por representantes de unidades responsables por alcantarillado y aguas residuales de cada uno de los cinco cantones que se encuentran en la micro cuenca del río «Ambi»: «Ibarra», «Otavalo», «Atuntaqui», «Antonio Ante» y «Cotacachi», llevados a cabo en los meses de febrero y marzo del 2019.

Datos de concentraciones de contaminantes encontrados en el río «Ambi» se revisaron de estudios publicados y de datos de laboratorio proveídos por dos de los municipios entrevistados: «Ibarra» y «Otavalo». Estas concentraciones se compararon con los límites permisibles para varios usos

definidos en *TULSMA, Libro IV, Anexo 1, Tablas 3, 4, 5 y 6 (Texto Unificado de Legislación Secundario de Medio Ambiente, Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-mar.-2003)*.

Se estimó la población urbana y rural por parroquia del censo nacional del 2010 multiplicados por factor de crecimiento proyectado para 2019 (INEC, 2019). Sobreponiendo al mapa político de parroquias con el mapa hídrico de la cuenca del río «Mira», se determinó cuales poblaciones están ubicados dentro o fuera de la cuenca. Se definió el estado de tratamiento de aguas residuales de cada parroquia en base a datos proveídos y entrevistas a representantes de cada GAD cantonal de enero a marzo 2019. Los caudales per cápita en época de lluvia estimados en el *Estudio de Impacto Ambiental de la PTAR de Ibarra* (Lozano, 2014) se multiplicaron por la concentración promedio de sólidos suspendidos de entrada y salida reportados en el *Informe del PTAR de Ibarra* de 2018 (Rivadeneira, 2019) para estimar la carga de sólidos totales de aguas residuales no tratadas y tratadas, respectivamente.

Datos y ubicaciones de usuarios de agua de riego contaminado del río «Ambi» se definieron y ubicaron con datos recogidos por Hidrosoft para el *Plan de riego*, mientras que se identificaron las industrias contaminantes preocupantes de la micro cuenca, y las industrias con sistemas de pre-tratamiento existentes por medio de entrevistas a representantes de unidades responsables de aguas residuales en cada cantón y también con la directora del Departamento Ambiental del GAD de «Imbabura».

El análisis del estado actual de la legislación, los roles, y las capacidades de las instituciones se llevó a cabo en base a las entrevistas a los GADs municipales y provincial.

## **Resultados y discusión**

### ***Estado actual de la calidad de agua de río «Ambi» y de las descargas municipales.***

La calidad de agua del río «Ambi» no ha sido caracterizada extensivamente, pero sí existen una serie de estudios y resultados de muestras que proveen un buen fundamento en el tema. Con estos estudios se conoce que los contaminantes encontrados en los ríos de la cuenca en concentraciones muy superiores a los límites permisibles han sido los relacionados a aguas residuales municipales: coliformes totales y coliformes fecales. Otros contaminantes que se han encontrado en los ríos en concentraciones superiores a los límites permisible son el hierro, el manganeso, el mercurio, el boro, y los cloruros (Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Salinas, 2014), (Almeida, 2014), (Valles, 2015), (Torres Hidalgo, 2016).

De particular enfoque para este estudio y en términos de frecuencia de muestras con concentraciones altas de contaminantes que superan las normas establecidas, se han encontrado coliformes totales en niveles de hasta 35000 número más probable (nmp) por 100 mililitros, a comparación de valores máximos permisibles de 1000 a 5000 nmp/ 100 ml, dependiendo del uso, y coliformes fecales en niveles de hasta 28000 nmp, en comparación a valores máximos permisibles de 200 a 1000 nmp / 100 ml establecidos en *TULSMA, Libro IV, Anexo 1, Tablas 3, 4, 5 y 6 (Texto Unificado de Legislación Secundario de Medio Ambiente, Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-mar.-2003)* (ver *tabla 1*). En otras palabras, solo de acuerdo al parámetro de coliformes, el agua del río «Ambi» en varios lugares se ha encontrado no apta para contacto humano o para riego.

**Tabla 1.**

*Comparación de los niveles medidos con los Valores máximos permisibles de coliformes en las muestras del agua de la cuenca del río «Mira».*

<b>Fuente</b>	<b>Coliformes Totales</b>	<b>Coliformes Fecales</b>
Rango de niveles medidos en el río «Ambi»	330 - 35000	82 - 28000
Valor máximo permisible Tabla 3: Flora y Fauna	---	200
Valor máximo permisible Tabla 6: Usos agrícolas	1000	---
Valor máximo permisible Tabla 8: Usos pecuarios	5000	1000
Valor máximo permisible Tabla 9: Usos recreativos mediante contacto primario	1000	200
Valor máximo permisible Tabla 10: Usos recreativos mediante contacto secundario	4000	1000

**Fuentes:** (Valles, 2015) (Almeida, 2014) (Torres Hidalgo, 2016) (Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Salinas, 2014).

No es ninguna sorpresa que se encuentren altas concentraciones de coliformes totales y fecales, indicadores de presencia de heces humanas no tratadas porque el tratamiento de aguas residuales domésticas no se ha completado al nivel requerido por la ley existente. En los cantones de «Ibarra», «Otavalo», «Cotacachi» y «San Miguel de Urcuqui», más de 85 % del casco urbano está alcantarillado, y la mayoría del alcantarillado está conectado a una planta de tratamiento de aguas residuales. El cantón «Antonio Ante» está más atrasado en su implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales para el sector urbano. En todos los cantones, en la micro-cuenca del río «Ambi», el servicio del sector rural está a un nivel mucho más bajo que el sector urbano. Aunque algunas casas y empresas disponen de fosas sépticas, no hay ningún record público disponible de la mayoría de estas, y muchas casas y urbanizaciones disponen de sus aguas residuales directamente a quebradas secas, ríos, o a veces, directamente a canales de riego.

Aunque la *nueva Planta de tratamiento de aguas residuales* (PTAR) de «Ibarra», con capacidad de 39.744 m<sup>3</sup>/día, o 197.809 habitantes, empezó a funcionar en 2016 y es un paso grande para enfrentar este problema; de las demás plantas de tratamiento que están instaladas, varias han sido abandonadas, algunas operan de forma deficiente, y otras operan de forma intermitente. En algunos casos, las plantas en sí fueron mal construidas con conceptos técnicos o estándares de construcción inadecuados, otras plantas sufren por conexión de caudales más altas que su capacidad de diseño, otras por falta de suficientes recursos para operación y mantenimiento, y algunas por falta de capacidades técnicas para la operación. De las diez demandas ambientales registradas en el Gobierno Provincial de «Imbabura» el año pasado, una se trata de molestias generadas a los vecinos por la operación de una planta de tratamiento de aguas residuales.

#### ***Carga total de heces y sólidos suspendidos.***

Aproximadamente el 52 % de las aguas residuales domésticas generadas en la micro cuenca del río «Ambi» no son tratadas antes de ser descargadas en quebradas y ríos que conducen a él (*tabla 2*). A 128 g/cápita/día de heces húmedos por día (Rose, Parker, Jefferson, & Cartmell, 2015), esto representa más de 10.000.000 kg de heces y 1.580.000 kg de sólidos suspendidos (*tabla 3*) por año no tratados descargadas directamente a ríos y quebradas de la cuenca.

**Tabla 2.**

*Estado de Tratamiento de Aguas Residuales de Poblaciones en Áreas Ubicados Dentro del la Micro Cuenca del Río «Ambi».*

Parroquia	Población en 2019			Ubicado afuera de la micro-cuenca	Total
	Ubicado dentro de la micro cuenca del río «Ambi»		Sub-total		
	Aguas residuales tratadas	Aguas residuales no tratadas			
ANTONIO ANTE	11,348	39,839	51,187	0	51,187
COTACACHI	14,885	18,634	33,520	12,316	45,836
IBARRA	145,138	60,082	205,221	12,941	218,162
OTAVALO	17,451	102,416	119,867	2,091	121,958
PIMAMPIRO	0	0	0	15,115	15,115
SAN MIGUEL DE URCUQUI	13,958	1,846	15,803	2,118	17,922
<b>TOTAL</b>	<b>202,781</b>	<b>222,818</b>	<b>425,598</b>	<b>44,581</b>	<b>470,179</b>
	48%	52%	100%		

*Fuente:* INEC, 2019.

### **Industrias contaminantes.**

La mayoría de las industrias y empresas potencialmente contaminantes descargan sus aguas residuales a alcantarillado municipal. Según la clasificación de actividades como mediano o alto impacto y riesgo ambiental, bajo impacto y riesgo ambiental, o mínimo impacto y riesgo ambiental, estas empresas deben obtener una licencia ambiental, registro ambiental, o certificado ambiental (no obligatorio).

**Tabla 3.**

*Estimación de descargas de sólidos suspendidos anuales a la microcuenca del río «Ambi».*

PARROQUIA	KG SÓLIDOS SUSPENDIDOS POR AÑO
Antonio Ante	260,000
Cotacachi	130,000
Ibarra	480,000
Otavaló	660,000
Pimampiro	-
San Miguel De Urcuqui	20,000
<b>TOTAL</b>	<b>1,550,000</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

Los sectores contaminantes más preocupantes identificados por los GADs municipales y GAD provincial son:

- Faenamiento de animales, incluyendo rastros.
- Clínicas y hospitales.
- Lubricadoras y mecánicas.

- Lavadoras.
- Productos lácteos.
- Restaurantes y panaderías.

El proceso de regularizar estos sectores se ha llevado a cabo sector por sector, para optimizar los recursos humanos de las agencias reguladoras, a veces aplicando sanciones, con el resultado de reducir la contaminación hídrica a niveles no cuantificados, y la implementación de procesos y plantas de pre-tratamiento por varias industrias grandes, por ejemplo por la *Empresa de lácteos Floralp*, por una faenadora de pollos, y por una fábrica de textiles en Atuntaqui. Los gerentes de las empresas involucradas a veces se resisten al cumplimiento de la ley ambiental.

Para las pequeñas empresas de estos sectores, la regularización es difícil de implementar por el poco personal de los ministerios, y los elevados costos de su implementación en comparación a sus ingresos, por ejemplo la contratación del servicio de elaboración de un estudio de impacto ambiental y el envío de muestras a laboratorios certificados semestralmente a Quito.

No hay datos suficientes para estimar la descarga de estas u otros sectores a contaminantes de preocupación en la cuenca.

#### ***Usuarios impactados por agua contaminada.***

El agua del río «Ambi» no es utilizada para consumo humano, pero sí es utilizada para riego, y un conjunto de organizaciones usuarios de agua de riego del mismo, cuyas captaciones están cuenca abajo de fuentes contaminantes, desde la laguna «San Pablo» hacia el valle «Salinas», se han asociado para promover mejor manejo de la calidad de esta agua, que es turbia, de mal olor, y con contaminantes desconocidos. Los diez principales de estos sistemas de riego (*tabla 4 y figura 1*) representan a más de 6000 usuarios de agua contaminada.

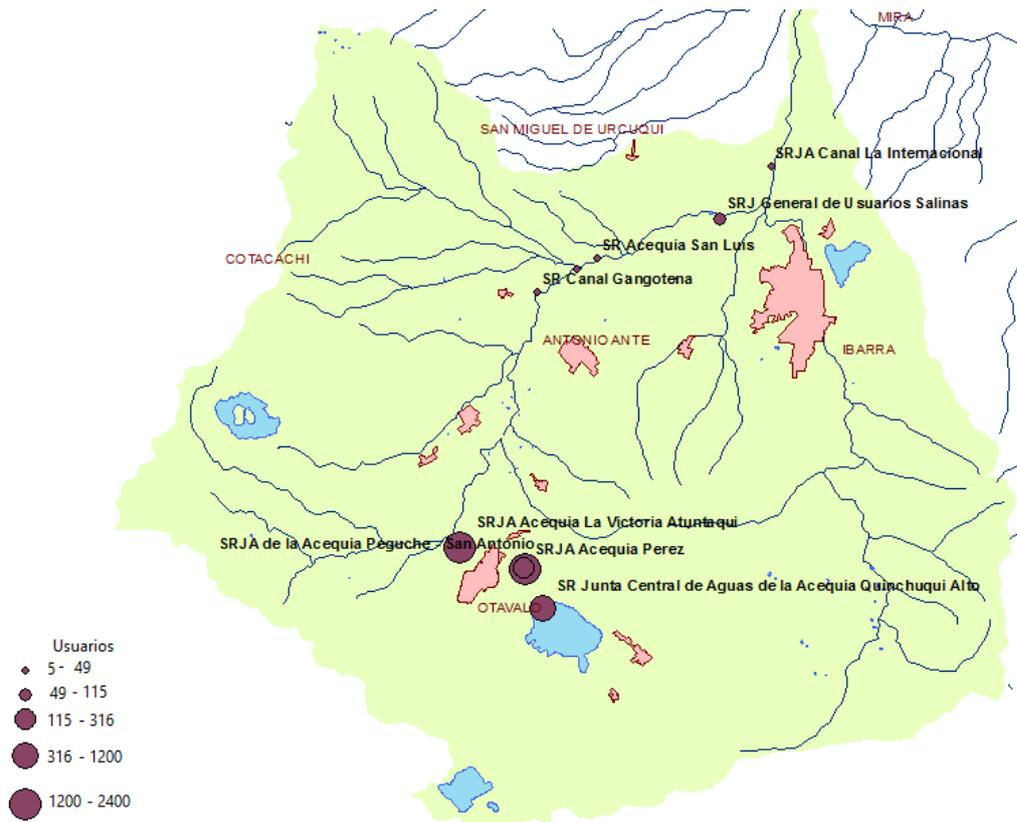
**Tabla 4.**

*Usuarios de los principales sistemas de riego con captaciones desde el lago «San Pablo» hacia el río «Ambi».*

<b>Sistema de Riego</b>	<b>Número de Usuarios</b>
SRJA Acequia Pérez	316
SR Canal Gangotena	5
SRJA de la Acequia Vena de Oro y otros	32
SRJA Acequia La Victoria Atuntaqui	2400
SRJA de la Acequia Peguche - San Antonio	2000
SR Junta Central de Aguas de la Acequia Quinchuqui Alto	1200
SR Acequia La Guzmaná	4
SR Acequia San Luis	5
SRJA Canal La Internacional	49
SRJ General de Usuarios Salinas	115
<b>Total</b>	<b>6126</b>

**Nota:** Sistemas de Riego con Caudales Autorizados de más de 100 litros por segundo.

**Fuente:** (Hidrosoft Consultores, 2018)



**Figura 1.** Principales usuarios de Sistemas de Agua de Riego con captaciones ubicados desde el lago «San Pablo» hacia el desembocadura del río «Ambi». **Fuente:** Hidrosoft Consultores, 2018

### **Estado actual de legislación, roles y capacidades de las instituciones involucradas.**

Existen una serie de leyes, decretos, reglamentos, acuerdo y resoluciones que regulan el recurso hídrico y la prevención de su contaminación. Entre ellos, la *Constitución de la República del Ecuador* de 2008 establece los derechos de la naturaleza en los Artículos 12, 71, 72 y 73, y los Anexos del *TULSMA, Libro IV, Anexo 1, tablas 3, 4, 5 y 6*, emitida a través del *Acuerdo Ministerial 097-A*, establece limitaciones de contaminantes descargados a cuerpos de aguas y de contaminantes presentes en agua para varios usos (Constitucion de la Republica del Ecuador, 2008) (*Texto Unificado de Legislacion Secundario de Medio Ambiente, Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-mar.-2003*).

En términos de competencias, hace cuatro años, el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de «Imbabura» asumió su competencia de gestión ambiental provincial, establecido en el artículo 263 de la *Constitución* (Constitución de la República del Ecuador, 2008), pero la Dirección Ambiental está bien equipado con un grupo de doce empleados (Pauta, 2019). Sin embargo, el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), según el Artículo 166 del *Código Orgánico del Ambiente* y el Artículo 13 de la *Constitución del Ecuador*, es el organismo responsable por regularizando a los sectores estratégicos, proyectos declarados de interés nacional, proyectos de riesgo ambiental entre otros (Codigo Organico del Ambiente, 2018), lo cual divide la responsabilidad entre las dos instituciones, a veces de forma ilógica. Por ejemplo, la responsabilidad de control y monitoreo de los hospitales y los PTARs municipales depende de la fuente de financiamiento de las mismas. Los que son financiados por el estado, por ejemplo, el Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE) son responsabilidad del MAE, y los que son financiados por fondos privados o internacionales son responsabilidad del GAD provincial (Pauta, 2019).

El liderazgo en la gestión integral del Recurso Hídrico ha sido competencia de la Secretaría Nacional de Agua (SENAGUA) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y SENAGUA, 2017). Sin embargo, ni a nivel provincial ni a nivel de región se ha desarrollado ni un diagnóstico de la situación inicial, ni un plan integral apropiado y coherente, que facilite a futuro una buena gestión para reducir y remediar la contaminación de esta microcuenca. Un buen diagnóstico y plan debería incluir:

- Una línea base de puntos de descarga de plantas de tratamiento de aguas residuales y las características de esas plantas (caudal, nivel de tratamiento, contaminantes descargados).
- Una línea base de descargas de agua no tratada a la cuenca.
- Una línea base de calidad de agua y monitoreo periódico de la calidad del agua de la cuenca en puntos estratégicos.
- Costos estimados de tratamiento de aguas residuales.
- Un plan de financiamiento e implementación de tratamiento de aguas residuales.

La competencia de los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales es de planificar, construir, operar y monitorear la infraestructura de agua y saneamiento del 100 % del casco urbano su cantón, pero solo parcialmente del sector rural. La mayoría de los GADs municipales en la provincia «Imbabura» han tomado pasos para desarrollar planes maestros para determinar el costo de ampliar sus sistemas de alcantarillado, en algunos casos de desarrollar alcantarillado pluvial separado, y de tratar las aguas residuales, pero aún no se ha definido los costos potenciales de estos sistemas.

El *Plan Binacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico de las cuencas transfronterizas «Carchi-Guítara» y «Mira-Mataje»* establece la necesidad de mejorar el monitoreo de calidad de agua de la cuenca (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y SENAGUA, 2017), pero aún falta definir el rol, priorizar acciones, y financiar este monitoreo.

SENAGUA, según el *Decreto Ejecutivo N° 533*, firmado el 3 de octubre de 2018, se fusionará con el Ministerio del Ambiente y la Secretaría del Agua para convertirse en el «Ministerio del Ambiente y Agua». Por el mismo decreto, las atribuciones de regulación y control a cargo del Ministerio del Ambiente serán transferidas a la Agencia de Regulación y Control del Agua, que pasará a denominarse «Agencia de Regulación y Control del Ambiente y Agua». La fusión de estas agencias resulta en confusión y discontinuidad en sus funciones durante la transición (Fusiónese el Ministerio del Ambiente y la Secretaría del Agua en una sola entidad denominada "Ministerio del Ambiente y Agua", 2018).

Para optimizar estos recursos, es imperativo:

- Eliminar confusiones legislativas y de competencias entre instituciones.
- Monitorear la calidad de agua en puntos estratégicos.
- Exigir mayor responsabilidad y cumplimiento de tratamiento por parte de los GADS municipales, incluyendo el cumplimiento de planes maestros de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, presupuesto operativo dedicado a personal de operación y mantenimiento, operación consistente de las plantas de tratamiento, capacitación para mejor manejo del tratamiento.
- Facilitar el cumplimiento de legislación existente por parte de empresas pequeñas de sectores contaminantes con simplificación de procesos, enfocando en la implementación de mejores prácticas.
- Incrementar la conciencia y cumplimiento de los roles por parte del público en general, y de los responsables de sectores contaminantes, por medio de campañas públicas con mensajes específicos.

***Desafíos y obstáculos que enfrentan las agencias y su personal en cumplir con sus reguladores de calidad de agua incluyen:***

- Recursos humanos y económicos insuficientes para cumplir con los mandatos de la ley de forma puntual, y mayor interés político en gastos para nuevas inversiones que para operación y mantenimiento de infraestructura existente.
- Corrupción, a veces sobre-valoración de proyectos, o proyectos que no cumplen su función al nivel deseado.
- Ambigüedad y complejidad de la ley.
- Inestabilidad laboral.
- Falta de personal adecuadamente capacitado.

A estos desafíos se suma una falta de conocimiento y conciencia ambiental a todo nivel, desde el compromiso con el ambiente de algunos líderes cantonales, hacia un buen porcentaje de negociantes que no sienten un compromiso ético profundo de cumplir con el control ambiental, y el público en general que no ha presentado muchas denuncias ambientales.

**Conclusiones**

Aunque se ha implementado el nuevo PTAR de «Ibarra» y los avances logrados de pre-tratamiento y reducción de descargas contaminantes en las aguas residuales descargadas a la microcuenca del río «Ambi», todavía un estimado 52 % de las aguas residuales de la cuenca son descargadas directamente a ríos, quebradas y acequias sin tratamiento, y no existe un plan detallado de gestión integral del componente calidad del agua de la cuenca.

Este estudio es un primer paso de documentación y estimación de las cargas de contaminantes municipales de aguas residuales a quebradas y ríos de la cuenca tienen un estimado de 10.000.000 kg de heces y 1.580.000 kg de sólidos suspendidos no tratados por año. Aunque la calidad de agua del río «Ambi» cuenca abajo de las descargas de aguas residuales no ha sido estudiado a fondo, se ha medido contaminantes en concentraciones superiores a las normas vigentes, en particular los de coliformes totales y fecales, los cuales se han encontrado a concentraciones más de 30 veces lo que

La definición de nuevos roles institucionales y las limitaciones presupuestarias del actual estado del Ecuador presentan un desafío y una oportunidad para buscar usos eficientes y eficaces de los fondos públicos para lograr las metas y objetivos para reducir y remediar la contaminación de fuentes hídricas establecidas en el *Plan Nacional de Desarrollo*.

**Referencias bibliográficas**

Almeida, L. (2014). *Una revisión de la evaluación de la calidad de agua de los ríos de la provincia de Imbabura, Tesis de Grado*. Quito: UTPL.

Registro Oficial Suplemento 983 (2018, 21 de agosto). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito, Ecuador.

Constitución de la República del Ecuador (2008).

GWP. (2009). *Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas*. Londres: GWP.

Hidrosoft Consultores. (2018). *Plan Provincial de Riego y Drenaje de Imbabura 2017-2037*. Ibarra: GAD Provincial.

INEC. (2019, 10 de marzo). *Población y Demografía*. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Salinas. (2014). *Informe Técnico de la Caracterización de las Aguas de Uso Agrícola y Pecuario del Sistema de Riego Salinas, en la Provincia de Imbabura*. Ibarra, Ecuador.

Lozano, A. V. (2014). *Estudio de IMPACTO ambiental Ex Ante el Proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ibarra*. Ibarra: EMAPA.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y SENAGUA. (2017). *Plan Binacional de Gestión Integral de Recurso Hídrico de las Cuencas Transfronterizas Carchi Guitara, Mira y Mataje*. Bogota y Quito.

Rivadeneira, I. G. (2019). *Informe PTAR Ibarra 2018*. EMAPA.

Rose, C., Parker, A., Jefferson, B., y Cartmell, E. (2015). The Characterization of Feces and Urine: A Review of the Literature to Inform Advanced Treatment Technology. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 45, 1547-6537 online. doi:10.1080/10643389.2014.1000761

SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021*. Quito, Ecuador.

Registro Oficial Edición Especial 2 (3003, 31 de marzo). *Texto Unificado de Legislación Secundario de Medio Ambiente, Decreto Ejecutivo 3516*. Quito, Ecuador.

Torres Hidalgo, S. P. (2016). *Evaluación físico, química y biológica de la calidad del agua de la micro cuenca del río El Tejar, ciudad de Otavalo, Tesis de Grado*. Ibarra: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Valles, I. C. (2015). *Revisión y Análisis de los Resultados de Monitoreo de Agua Realizado en el Río «Ambi» y Canal de Riego Salinas*. Ibarra: MAE.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** La implementación del *Decreto Ley 212/2000*. Gestión de la zona costera en la provincia «Guantánamo», Cuba.

**Autores:** Haidee Guitián Beltrán<sup>5</sup>.

### Resumen

La política ambiental cubana se sustenta, desde el punto de vista jurídico, en la *Ley 81/1997 Sobre el Medio Ambiente* y sus documentos asociados. El *Decreto-Ley 212/2000* (DL 212/2000) ha devenido en soporte del país para la reducción de las vulnerabilidades en la zona costera ante el incremento de procesos, fenómenos e impactos del cambio climático, lo cual se hace notar por la condición de insularidad del territorio nacional. «Guantánamo» es la provincia más Oriental de Cuba; la aplicación del desarrollo local ha contribuido a la disminución en su zona costera de los daños asociados a los fenómenos hidrometeorológicos extremos, que en los últimos años han sido muy frecuentes como consecuencia del cambio climático. El presente trabajo destaca la importancia del *DL 212/2000* en la disminución de los impactos relacionados con el cambio climático en «Guantánamo», acciones acometidas de conjunto entre los gobiernos locales, las diferentes entidades de la administración central del Estado y la población. Además, como algunas violaciones y reconstrucción de vulnerabilidades han sido la causa de significativas pérdidas materiales y económicas, se hace hincapiés, en los territorios de la provincia de alta prioridad, en la «Tarea Vida», *Plan del Estado cubano para el enfrentamiento y adaptabilidad al cambio climático*.

**Palabras clave:** Vulnerabilidad, cambio climático, zona costera.

---

<sup>5</sup>Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible, Cuba. E-mail: [haidee@catedes.gtmo.inf.cu](mailto:haidee@catedes.gtmo.inf.cu)

# LA IMPLEMENTACIÓN DEL DECRETO LEY 212/2000. GESTIÓN DE LA ZONA COSTERA EN LA PROVINCIA «GUANTÁNAMO», CUBA

Haidee Guitián Beltrán

## Introducción

En las últimas décadas las costas se han modificado y urbanizado intensamente, lo cual las hace aún más vulnerables a un aumento del nivel del mar. Los países en desarrollo, con sus economías e instituciones más débiles, están expuestos a los riesgos más graves, pero las zonas costeras bajas de los países desarrollados pueden también verse afectadas. Ya en los últimos 100 años, el 70 % de las líneas de costas arenosas ha estado retrocediendo (Lemes, 2017).

La política ambiental cubana desde su inicio ha venido trabajando en el levantamiento de la problemática ambiental de la zona costera y sus causas. En tal sentido, ha desarrollado el *Programa de Manejo Integrado de Zonas Costeras*, en el cual las cuestiones relacionadas con la actividad regulatoria cobra notable importancia, partiendo del conjunto de irregularidades y violaciones que sobre las regiones litorales y costeras se cometen sistemáticamente.

Los resultados del macroproyecto que evidencian en la actualidad -y a futuro- notables afectaciones en las zonas costeras de Cuba como consecuencia del ascenso del nivel del mar, debido al cambio climático, refuerzan el porqué de la implementación y cumplimiento, cada vez más exitoso, de lo que el país tiene legislado en materia de regulación y control de la zona costera, en este caso el *Decreto Ley 212* del año 2000.

«Guantánamo» es la provincia más oriental de Cuba; su zona costera es de unos 472 km, pero no es de las más antropizadas del país, debido al bajo nivel de impactos, lo que obedece al propio desarrollo de la provincia y sus características naturales: Predominio de costas altas, playas pequeñas y poco arenosas.

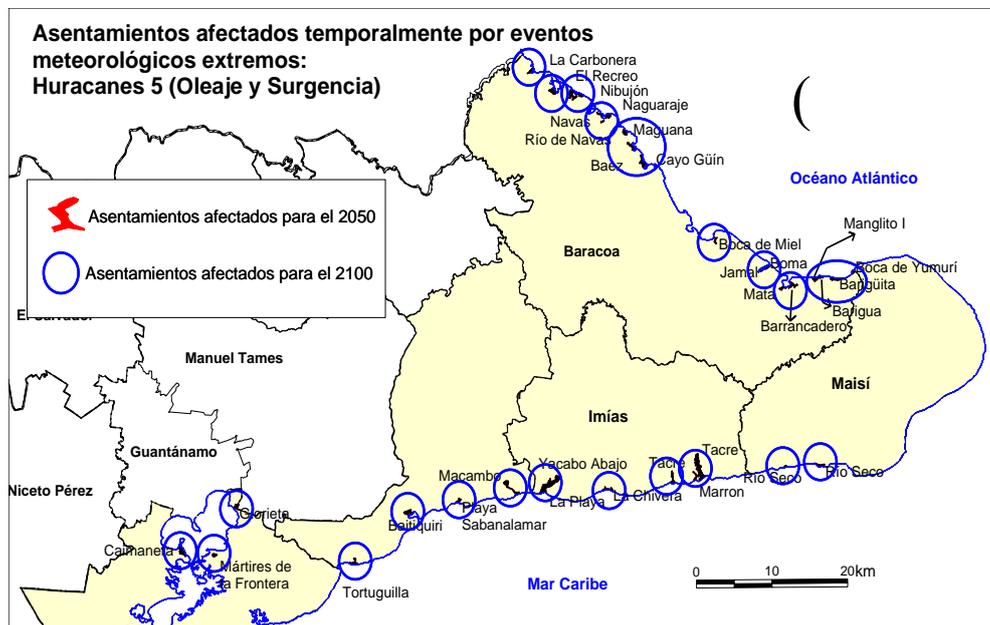
Aun cuando el DL 212/2000 se ha venido aplicando por diferentes cuerpos reguladores en la provincia y se cumplen las directivas del macroproyecto relacionadas con el impacto del cambio climático en los asentamientos costeros, los manglares, las playas arenosas y los arrecifes, continúan las violaciones a la ley, lo cual obedece en parte a que no se alcanza aun el nivel de cultura que se necesita sobre la importancia y valor de la zona costera del territorio.

## Materiales y métodos

«Guantánamo» está ubicado al Este del territorio nacional cubano, su zona costera tiene una longitud de 472 km, se caracteriza por su marcada complejidad geólogo-geomorfológica y diferenciación climática, lo que condiciona una diversidad geosistémica de alta significación. Se destacan paisajes únicos a nivel de país, así como el gran endemismo florístico y faunístico. Al Norte el clima es tropical con lluvias casi todo el año y al Sur es predominante seco (Lemes, 2017).



La *figura 2* destaca los principales asentamientos costeros de la provincia «Guantánamo» con mayor riesgo de desastre por las inundaciones marinas.



**Figura 2.** Asentamiento con riesgo de desastre por inundaciones marinas. **Fuente:** DPPF, 2015.

El *Programa provincial de Educación ambiental* se establece de modo sistemático aprovechando la red de escuelas, fundamentalmente primarias, en la mayoría de los asentamientos ubicados en la zona costera, mediante los círculos de interés sobre Medio ambiente, y con el apoyo de instituciones tales como: la Delegación provincial del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, el Centro de Aplicaciones Tecnológicas para el Desarrollo Sostenible y los proyectos instituciones territoriales y de colaboración internacional que allí inciden, relacionados con la protección del Medio ambiente y los ecosistemas costeros. Dichas acciones han permitido elevar la cultura y disminuir el número de violaciones ambientales (CITMA Guantánamo, 2017).

Las imágenes siguientes muestran diferentes actividades de educación ambiental realizadas en la zona costera de la provincia «Guantánamo».



**Figura 3.** Actividades culturales, de reforestación y científicas realizadas en las comunidades costeras.

**Fuente:** Elaboración propia.

Las principales violaciones se corresponden con la extracción de arena en las playas; la tala de la vegetación, sobre todo en la duna; la construcción de inmuebles no comprendidos en los diferentes artículos del DL 212/2000; vertimientos de escombros, otros desechos sólidos y aguas albañales por deficiencia y ausencia de alcantarillado en los asentamientos costeros. Durante el periodo analizado fueron detectadas 355 violaciones por los cuerpos reguladores, de las cuales al 75 % le fue aplicado lo establecido en la normativa.

El cumplimiento de las directivas del macroproyecto, en especial la que corresponde a la eliminación de inmuebles del sector estatal, se cumple en un 90 %. Los incumplimientos tienen que ver con instalaciones de importancia social, las cuales no deben ser eliminadas de inmediato.

La encuesta y las entrevistas destacan desconocimiento de la legislación ambiental en un 73 % de la población; no obstante esta valora la importancia de la protección del Medio ambiente y los ecosistemas costeros, además de expresar que están informados sobre las cuestiones relativas al cambio climático y sus implicaciones en este sector.

### **Conclusiones**

Aunque no se puede hablar de alto nivel de entronización, se aprecian en la zona costera de «Guantánamo» violaciones del DL 212/2000, lo cual obedece al desconocimiento del mismo por una parte importante de la población y de los sectores que inciden sobre ese territorio.

Existe en la provincia un amplio programa de educación ambiental; no obstante, las acciones que derivan del mismo tienen una mayor incidencia en el sector de educación primaria y secundaria; ello obliga a perfeccionar su alcance hacia otros grupos meta que necesitan capacitación y superación en estos temas.

Se cumple con las directivas derivadas del *Macroproyecto sobre la Vulnerabilidad de la zona costera ante el ascenso del nivel del mar en los escenarios 2050 y 2100*, pero existen dificultades de índole social en lo referente a la eliminación de inmuebles.

### **Referencias bibliográficas**

CITMA (2000). *Decreto Ley 212 sobre Protección de la zona costera*. La Habana, Cuba: CITMA.

CITMA (2012). *Macroproyecto sobre Vulnerabilidad de la zona costera por el ascenso del nivel del mar 2050 y 2100*. La Habana, Cuba: CITMA.

CITMA Guantánamo (2012). *Estudio sobre peligro, vulnerabilidad y riesgo de desastres por inundaciones costeras en la provincia «Guantánamo»*. Documento de trabajo. Guantánamo, Cuba: CITMA.

CITMA Guantánamo (2017). *Informe provincial del cumplimiento de programa de educación ambiental*. Documento de trabajo. Guantánamo, Cuba: CITMA.

DPPF Guantánamo (2015). *Diagnóstico ambiental de la zona costera*. Documento de trabajo. Guantánamo, Cuba: DPPF.

Lemes, G. (2017). *El cambio climático y su impacto en la zona. Conferencia por el Día Mundial del Medio ambiente*. Universidad de Guantánamo, Cuba.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Caracterización pluviométrica de la costa del Ecuador.

**Autores:** Remigio Edmundo Hernández Cevallos<sup>6</sup> y Emily Dominique Hernández García.

### RESUMEN

El estudio se desarrolla en la región costanera norte de la República del Ecuador, en Sud América, entre el océano «Pacífico» al Oeste y la cordillera de «Los Andes» hacia el Este, en un conjunto de cuencas y subcuencas hidrográficas declaradas patrimonio natural nacional. El objetivo es analizar las variaciones de pluviosidad en los últimos cien años en la costa del Ecuador. El área estudiada constituye una llanura regular con ligeras interrupciones causadas por la cordillera costanera, en escasa diferencia de altitud y uniformidad de climas y de paisajes que permite el asentamiento de poblaciones, cuyas actividades están intrínsecamente relacionadas con el ambiente; sin embargo, se encontraron variaciones desde el bosque tropical húmedo en el Norte hasta las desérticas llanuras en el Sur. Se estudió la región determinando las variaciones de precipitación en cada una de ellas durante los últimos cien años, apoyadas con elementos de cálculo con medias de los datos climatológicos para los siguientes períodos consecutivos de 30 años: 1 de enero de 1901 a 31 de diciembre de 1930, 1 de enero de 1931 a 31 de diciembre de 1960, sucesivamente. Quintiles de precipitación se utilizaron para establecer una relación entre un total de precipitación mensual observada y la distribución de frecuencias de valores observadas durante el período considerado para calcular las normales. Como resultados se determinaron que las precipitaciones en la costa ecuatoriana presentan una variación negativa respecto al promedio de -98,6866 mm, lo cual afecta las cuencas medias y bajas para el desarrollo de actividades que dependen del agua.

**Palabras clave:** Pluviosidad, costa ecuatoriana, patrimonio natural.

---

<sup>6</sup> Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador, E-mail: [rhernandez.cevallos@gmail.com](mailto:rhernandez.cevallos@gmail.com)

## CARACTERIZACIÓN PLUVIOMETRICA DE LA COSTA DEL ECUADOR

*Remigio Edmundo Hernández Cevallos y Emily Dominique Hernández García*

### Introducción

En el 2004, el Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC) afirmó que la creciente contaminación industrial aumenta el "efecto invernadero", lo que origina un aumento en la temperatura o calentamiento global, la elevación del nivel del mar y cambios en el clima, con olas de calor, sequías, inundaciones y violentas tormentas (Hernández, 2005). Esta variabilidad tiene sus repercusiones y se sienten los estragos en variaciones climáticas tan severas como el caso del ENOS observadas en "el evento de «El Niño» y «La Niña», que no solo se presenta y repercute en el Ecuador y Sudamérica, también en todo el globo terrestre" (Zambrano, 1999, p. 3). "Los cambios son de variada intensidad y han provocado efectos débiles como en 1986-87 y en otras extremadamente fuertes tal como ocurrió en 1982-83" (Espinoza, 1996, p. 5), y 1997-1998, este último superó en intensidad, anomalías e impactos al evento ocurrido en 1982-1983.

En cada año se añaden datos a los archivos climatológicos de los Sistemas Meteorológicos (MHN), para los cuales se debe tener la capacidad de expresar la información contenida con los datos a través de un número relativamente pequeño de valores, obtenidos mediante una serie de métodos estadísticos descriptivos que permitirán resumir de manera comprensible un gran valor de datos. Estos se analizan en primera instancia, pues no siempre son confiables al procesarlos en un ordenador por lo variables, según su cronología y origen.

Para una región es importante el estudio permanente de la evolución de los factores climáticos y su influencia en el comportamiento del clima, sumado a que la incidencia marina marca el inicio de la estación cálida y lluviosa, y sobre todo por este último factor, que desde hace unos 20 años se ha vuelto crítico, impactando negativamente en todas las actividades y usos, en especial las relacionadas con el sector agropecuario que es el más sensible con estos cambios atmosféricos.

El objetivo de la investigación que se presenta consiste en analizar las variaciones de pluviosidad en los últimos cien años, en la costa del Ecuador.

### Materiales y métodos

Determinar las condiciones y el estado de un territorio con los elementos que interactúan en él, entre las dinámicas bióticas y abióticas requiere de un estudio detallado y pormenorizado, relaciones que determinan los modos de vida y las repercusiones en el ambiente, que dependiendo de ciertas dinámicas impactan de una u otra manera y acrecientan las desigualdades en la sociedad que al no conocerlas o ignorarlas ponen en riesgo la sostenibilidad entre sus habitantes.

Basándonos en esta reflexión y como metodología empleada para respaldar el estudio, nos apoyaremos con los siguientes métodos y herramientas.

#### ➤ *Método analítico*

Se fundamenta en la premisa de que a partir del todo absoluto se puede conocer y explicar las características de cada una de sus partes y de las relaciones entre ellas. Para el diagnóstico climático el método analítico permite aplicar *a posteriori* el método comparativo, estableciendo las principales relaciones de causalidad que existen entre las variables o factores de la realidad estudiada. Es un

método fundamental para toda investigación científica o académica y permite realizar operaciones teóricas como son la conceptualización y la clasificación de sus componentes (Abreu, 2014).

### **Método descriptivo**

Éste método busca un conocimiento inicial de la realidad que se produce de la observación directa del investigador, y del conocimiento que se obtiene mediante la lectura o estudio de información en fuentes primarias o secundarias aportadas por otros autores. Se refiere a un método cuyo objetivo es exponer con el mayor rigor metodológico, información significativa sobre la realidad del estudio con los criterios establecidos académicamente (Abreu, 2014).

Para la elaboración del estudio climático se realizaron tabulaciones por cada estación, el análisis estadístico y descripción de la información recopilada por la estación meteorológica que, en contraste con los resultados que se obtuvieron de un Sistema de Información Geográfica (SIG), respaldada con el trabajo de campo, han permitido determinar.

Los descriptores cuantitativos sumarios de datos son donde las medidas de resumen ayudan a describir pautas de variación de las observaciones, en donde será posible ampliar conocimientos sobre los procesos físicos que son el motivo de deducir mejor las condiciones climáticas pasadas, presentes y futuras. La *modelización de datos* de la distribución de frecuencias puede clasificarse según su forma en *curvas simétricas unimodales, curvas simétricas moderadamente unimodales, curvas en forma de U, curvas multimodales o complejas*; está indicada para describir datos que solo pueden alcanzar valores discretos específicos, la prueba es eficaz si el conjunto de datos contiene un elevado número de observaciones.

La *medida del apuntamiento* es la posibilidad que las distribuciones de frecuencias simétricas tengan diferentes grados de aplastamiento en su parte central. Los valores negativos indican una región plana y amplia, característicos de muchas distribuciones meteorológicas como la humedad en altitud.

El *índice* tiene como objeto reducir condiciones complejas a un solo número que conserva cierto significado físico y puede utilizarse para el seguimiento de un determinado proceso, pues expresan la relación entre las condiciones observadas y las de referencia mediante un solo valor.

La *correlación* es una medida que cuantifica una relación independientemente de cualquiera que sea la medida calculada; no implica una relación de causa a efecto, sino solamente que los elementos tiene un comportamiento similar.

Las *tablas de contingencia* son una manera simple pero eficaz de descubrir relaciones importantes entre los factores, especialmente en los conjuntos de datos de gran volumen. Las medidas de *correlaciones* tienen diagramas que pueden mostrar la relación entre dos elementos a lo largo del tiempo, o si existe alguna relación útil.

El *periodo de cálculo* son medias de los datos climatológicos calculados para los siguientes períodos consecutivos de 30 años: 1° de enero de 1901 a 31 de diciembre de 1930, 1° de enero de 1931 a 31 de diciembre de 1960, sucesivamente. En cualquier publicación sobre normales y promedios para el análisis, la presentación de la *variabilidad del clima* es importante para documentar el período considerado para efectuar el cálculo y los métodos para el efecto (Greenpeace, 2009).

Para la *temperatura media diaria* cabe citar los que emplean una máxima y una mínima diaria, observaciones efectuadas 24 horas al día, observaciones sinópticas y observaciones a determinadas horas del día. Para efectuar las comparaciones conviene utilizar un método de proceso normalizado

para todas las estaciones del mundo y en el máximo número de estaciones (Cuesta, Francisco et al., 2012).

Los *quintiles de precipitación* se utilizan para establecer una relación entre un total de precipitación mensual observada y la distribución de frecuencias de valores observada durante el período considerado para calcular las normales.

La *difusión de normales*, los mensajes codificados CLIMAT (estaciones de superficie terrestre) y CLIMAT SHIP (observaciones de superficie desde barcos) que se envían a través del SMT, constituyen uno de los principales medios para la difusión internacional de las normales climáticas. Los procedimientos de codificación y presentación de informes se especifican en el *Manual sobre la preparación de informes CLIMAT y CLIMAT TEMP (OMM/DT-Nº 1188)*.

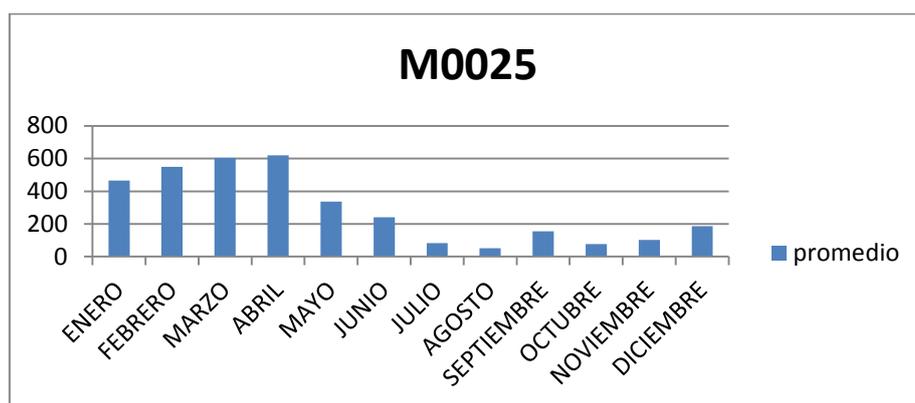
De manera general, antes de describir o utilizar un conjunto de datos de cualquier técnica, debería comprobarse la validez y exactitud de los mismos (Jarraud, 2011).

## Resultados y discusión

### ***Cálculo de patrones climatológicos mensuales por estación.***

#### ➤ *Estación La Concordia (Esmeraldas)*

La estación meteorológica «La Concordia», entre los años 1917-2013, presentó un promedio de variabilidad de 289.0457 mm, y mantuvo su variabilidad a lo largo de los años. En los meses de junio y septiembre las precipitaciones se encuentran por encima del promedio, lo que nos permite determinar que es una época lluviosa. Por el contrario, los meses enero, mayo, junio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre mantienen un mínimo de precipitación sobrentendiendo que son los meses con menos precipitaciones. El percentil 10 en las precipitaciones de «La Concordia» indica que el 10 % de los datos se encuentran por debajo de los 126,6492 mm y el 90 % sobre este. Por lo cual, el percentil 90 nos indica que el 90 % de los datos se encuentran por debajo de los 447,2262 mm y la tendencia a variar por encima o debajo de la precipitación de 235.2566 mm.



**Gráfico 1.** Estación «La Concordia». **Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 1.** Patrones climatológicos (Precipitaciones). Estación «La Concordia».

COD	M0025											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
<b>Promedio</b>	465.375	548.998	603.7939	619.3167	336.7313	240.8826	82.86383	50.95957	154.4766	76.78936	102.3298	186.0319
<b>xmax</b>	919.1	1016.2	989.9	1197.3	912.8	3808.3	545.9	518.5	3564.6	757.2	1795.5	530.6
<b>xmin</b>	0	218.6	174.5	192.2	13.8	4	0	0.9	2.9	4.2	0	28.8
<b>PERCENTIL 10</b>	229.25	373.98	319.66	387.13	100.58	22.35	5.76	5.96	8.6	10.76	5.16	50.6
<b>PERCENTIL90</b>	755.03	755.12	893.22	855.28	619.63	426.45	210.72	95.26	135.68	115.7	142.4	362.2
<b>DESV.STANDAR</b>	207.5108	157.5338	207.8156	210.249	202.599	566.7698	116.1631	86.48155	526.1818	129.6726	279.1594	132.9425

**Fuente:** Elaboración propia.

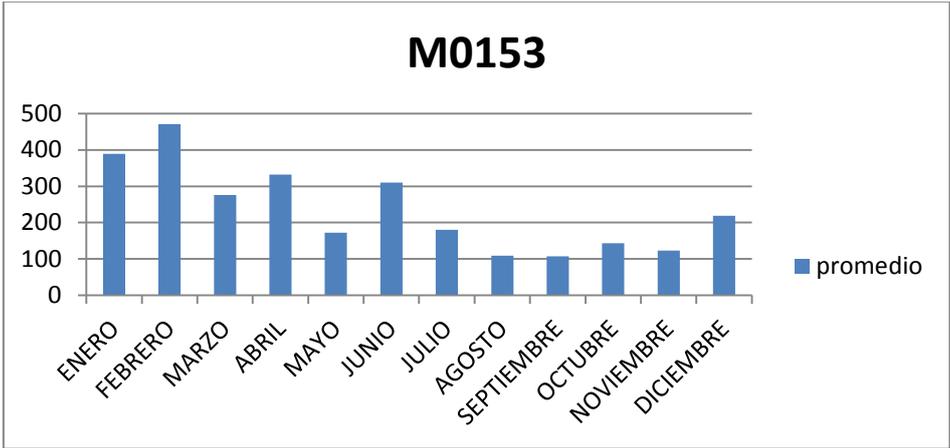
➤ Estación «Muisne» (Esmeraldas)

**Tabla 2.** Patrones climatológicos (Precipitaciones). Estación «Muisne»

COD	M0153											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
<b>Promedio</b>	389.3951	470.3073	275.9225	332.1605	172.5	309.9535	180.3439	108.8659	107.078	143.7262	123.205	218.6359
<b>xmax</b>	1865.9	3313	2351	1526.6	634	1673.8	2278	1552.2	1390.6	1506.4	1275.6	1536
<b>xmin</b>	0	26.7	9.8	0	0	2.9	0	2.7	4.6	0.6	2.7	0
<b>PERCENTIL 10</b>	91.9	102.9	44.99	26.92	15.2	16.88	23.7	14.8	14.5	14.02	13.2	17
<b>PERCENTIL 90</b>	767.1	1053.7	369.33	747.12	416.9	1026.98	307	204.4	168.2	337.24	200.97	474.64
<b>DESV.STANDAR</b>	427.8118	576.5084	367.6909	345.0682	166.5201	418.2709	366.6957	248.8843	245.0864	267.6127	250.4183	379.0177

**Fuente:** Elaboración propia.

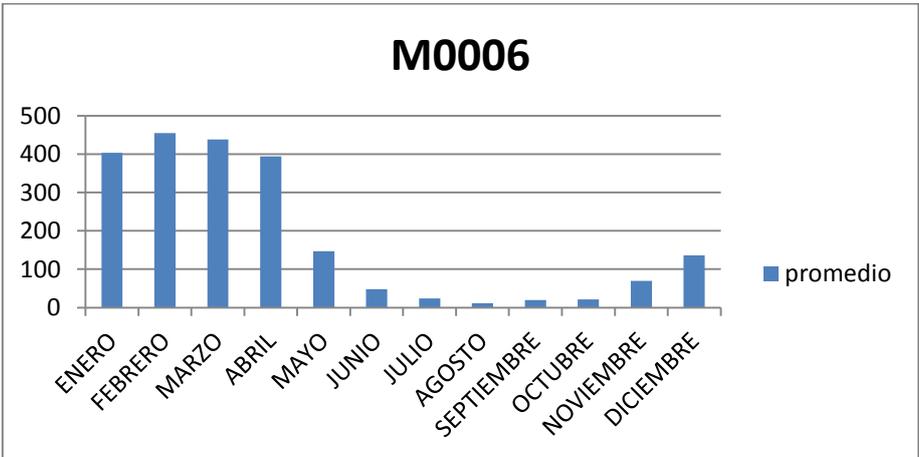
La estación meteorológica «Muisne», entre los años 1917-2013, presentó un promedio de variabilidad de 236.0078 mm, la cual ha mantenido a lo largo de los años. En los meses de febrero, marzo y julio las precipitaciones se encuentran por encima del promedio, lo que permite determinar que es una época lluviosa. Por el contrario, los meses enero, abril, mayo, junio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre son de precipitaciones moderadas. No se encuentran con mucha intensidad. El percentil 10 en las precipitaciones de «Muisne» indica que el 10 % de los datos se encuentran por debajo de los 33,00083 mm y el 90 % sobre este. Por lo que el percentil 90 expresa que el 90 % de los datos se encuentran por debajo de los 506.1317 mm y la tendencia a variar por encima o debajo de la precipitación es de 338.2988 mm.



**Gráfico 2.** Estación «Muisne». Fuente: Elaboración propia.

➤ Estación «Pichilingue» (Los Rios).

La estación meteorológica «Pichilingue», entre los años 1917-2013, presentó un promedio de variabilidad de 180.5983 mm, manteniéndose esta a lo largo de los años. En el mes de noviembre las precipitaciones se encuentran por encima del promedio, lo que permite determinar que es una época muy lluviosa. Por el contrario, agosto presenta un mínimo de precipitación. El percentil 10 en las precipitaciones indica que el 10 % de los datos se encuentran por debajo de los 67.15917 mm y el 90 % sobre este. El percentil 90 expresa que el 90 % de los datos se encuentran por debajo de los 291,4633 mm y la tendencia a variar por encima o debajo de la precipitación 128,7816 mm.



**Gráfico 3.** Estación «Pichilingue». Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.**Patrones climatológicos (Precipitaciones). Estación «Pichilingue»

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
<b>Promedio</b>	402.95	454.4956	438.3418	393.9701	147.3776	48.25	23.87206	11.13824	19.75147	21.62794	69.55522	135.85
<b>xmax</b>	1012	835.3	1072	831.1	713.3	505.5	547.5	116.8	388.1	206.3	1778.6	891.3
<b>xmin</b>	0	36	45	42	3.6	0.1	0	0	0.3	0.3	0.1	3.9
<b>PERCENTIL 10</b>	183.28	256.52	150.76	162.98	14.66	1.71	0.3	0.07	0.74	1.54	2.46	30.89
<b>PERCENTIL90</b>	606.34	654.16	711.94	621.12	321.4	113.56	32.55	30.22	24.68	45.75	62.24	273.6
<b>DESV.STANDAR</b>	182.2698	155.4598	209.8285	178.6882	145.7881	87.65185	78.33953	24.32227	53.25433	33.14663	256.8582	139.7714

**Fuente:** Elaboración propia

➤ Estación «Milagro» (Ingenio Valdez, Guayas).

**Tabla 4.**Patrones climatológicos (Precipitaciones). Estación «Milagro».

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
<b>Promedio</b>	294.7868	396.7703	365.6522	240.4901	73.06923	17.08352	10.08462	0.837363	4.320879	3.740217	12.08587	56.78696
<b>xmax</b>	712.7	846	966.4	957.3	517.8	446.7	456.4	31.7	127.1	50.5	551.2	595.5
<b>xmin</b>	0	47.9	24.2	10.8	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PERCENTIL 10</b>	103.9	133.6	116.24	41.5	1.9	0	0	0	0	0	0	1.42
<b>PERCENTIL90</b>	520.3	628.7	634.4	420.1	191.6	36.5	3.9	1.3	6.4	7.64	8	152.58
<b>DESV.STANDAR</b>	169.0846	192.7923	200.3755	172.5726	100.0895	53.86527	53.52014	3.542336	16.48866	7.820894	61.82825	84.53001

**Fuente:** Elaboración propia

La estación meteorológica «Milagro» entre los años 1917-2013 presentó un promedio de variabilidad de 122.9757 mm, manteniendo su variabilidad a lo largo de los años. En el mes de marzo-abril las precipitaciones se encuentran por encima del promedio, lo que permite determinar que es una época muy lluviosa. Por el contrario, agosto presenta un mínimo de precipitación sobrentendiendo que tiene menos lluvias. El percentil 10 en las precipitaciones indica que el 10 % de los datos se encuentran por debajo de los 33,21333 mm y el 90 % sobre este. El percentil 90 expresa que el 90 % de los datos se encuentran por debajo de los 217,6183 mm y la tendencia a variar por encima o debajo de la precipitación 93,04251 mm.

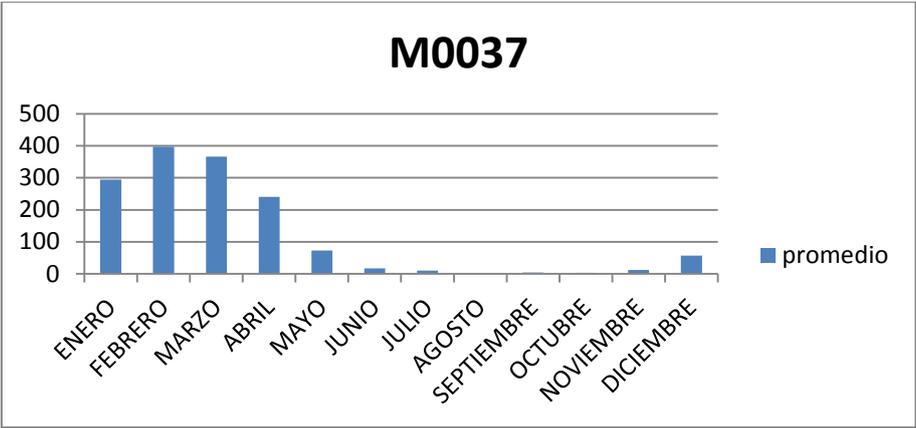


Gráfico 4. Estación «Milagro». Fuente: Elaboración propia.

➤ Estación «Portoviejo-UTM» (Manabi)

La estación meteorológica «Portoviejo», entre los años 1917-2013, presentó un promedio de variabilidad de 45,29768 mm, manteniéndose la variabilidad a lo largo de los años. En el mes de marzo las precipitaciones se encuentran por encima del promedio, lo que permite determinar que es una época muy lluviosa. Por el contrario, octubre presenta un mínimo de precipitación sobrentendiendo que tiene menos lluvias. El percentil 10 en las precipitaciones indica que el 10 % de los datos se encuentran por debajo de los 9,819167 mm y el 90 % sobre este. El percentil 90 expresa que el 90 % de los datos se encuentran por debajo de los 90,46333mm y la tendencia a variar por encima o debajo de la precipitación 44,2723 mm.

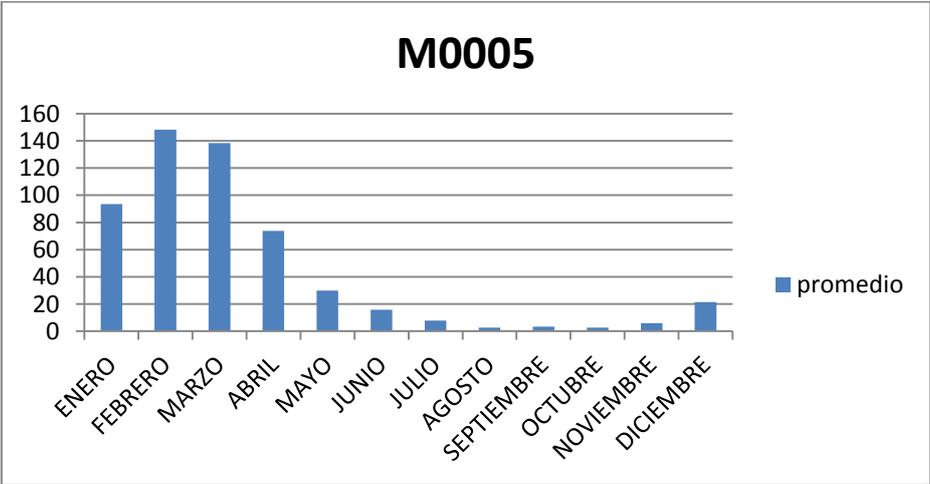


Gráfico 5. Estación «Portoviejo». Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.** Patrones climatológicos (Precipitaciones) Estación «Portoviejo-UTM».

COD	M0005											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
<b>Promedio</b>	93.39859	148.2873	138.3194	73.89178	30.03014	15.72113	7.964789	2.582857	3.304286	2.673239	5.905714	21.49286
<b>xmax</b>	298.9	378.5	460.2	269	271.5	338.9	231.6	65	68.5	55.1	157.4	292.1
<b>xmin</b>	0	7.3	11.9	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PERCENTIL 10</b>	24	44.2	29.01	20.2	0.22	0	0	0	0	0	0	0.2
<b>PERCENTIL90</b>	212.4	289.5	242.03	145.94	77.28	42.5	13.6	6.38	8.27	4.4	4.18	39.08
<b>DESV.STANDAR</b>	71.01663	91.64945	94.89155	58.54659	46.99818	44.65393	30.1909	8.691158	10.16916	8.037358	22.76891	43.65379

**Fuente:** Elaboración propia

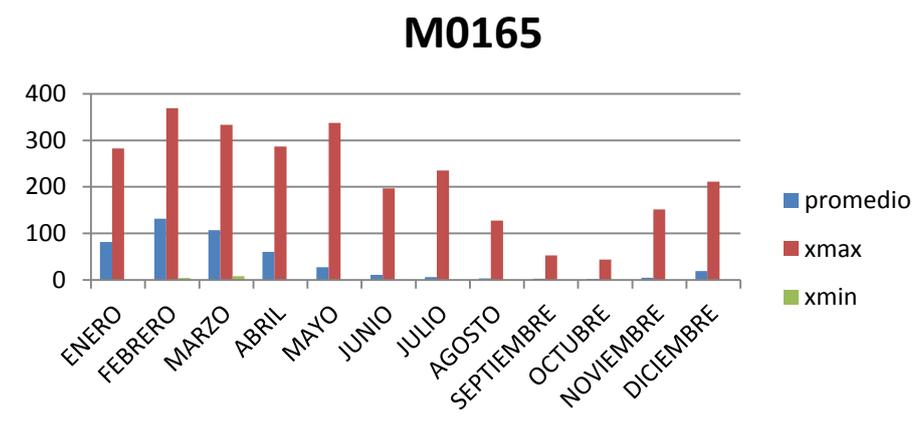
➤ Estación «Rocafuerte» (Manabi)

**Tabla 6.** Patrones climatológicos (Precipitaciones) Estación Rocafuert.

COD	M0165											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
<b>Promedio</b>	81.51765	131.794	107.1627	60.126	27.67647	10.75	6.017647	3.747917	2.772549	2.144	4.996078	19.03
<b>xmax</b>	282.8	368.7	333.5	286.6	337.4	196.9	235	127.8	52.8	44	151.3	211.4
<b>xmin</b>	0	4	8.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PERCENTIL 10</b>	24.7	32	17.9	10.33	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PERCENTIL90</b>	181	270.09	214.1	104.06	63.7	16.89	4	4.59	4.7	3.63	3.7	43.06
<b>DESV.STANDAR</b>	69.04441	89.63692	81.17526	62.25419	57.22163	31.19689	32.91065	18.48936	8.091207	7.289891	22.08258	38.44089

**Fuente:** Elaboración propia

La estación meteorológica «Rocafuerte», entre los años 1917-2013, presentó un promedio de variabilidad de 38,14459 mm, manteniendo la misma a lo largo de los años. En el mes de febrero las precipitaciones se encuentran por encima del promedio, lo que permite determinar que es una época muy lluviosa. Por el contrario, octubre presenta un mínimo de precipitación sobrentendiendo que tiene menos lluvias. El percentil 10 en las precipitaciones indica que el 10 % de los datos se encuentran por debajo de los 7,0775 mm y el 90 % sobre este. El percentil 90 expresa que el 90 % de los datos se encuentran por debajo de los 76,12667 mm y la tendencia a variar por encima o debajo de la precipitación 43,15282 mm.



**Gráfico 6.** Estación «Rocafuerte». **Fuente:** Elaboración propia.

## Conclusiones

En la región «Costa», tomando como referencia las estaciones de «La Concordia», «Muisne», «Pichilingue», «Milagro» (Ingenio Valdez), «Portoviejo- UTM» y «Rocafuerte», la temperatura promedio desde los años 1917 hasta el 2013 es de 24,97112 °C.

La temperatura máxima en estos años es de 26,82222 °C; es decir, hubo una variación de 2 °C sobre el promedio de temperatura y la temperatura mínima tuvo una variación de 4 °C por debajo de la temperatura promedio, y poseyó como mínimo de temperatura 20,75278 °C. El percentil 10 indica que el 10 % de las temperaturas analizadas se encuentran por debajo de los de los 24,26 °C y el 90 % sobre este. El percentil 90 expresa que el 90 % de los datos se encuentran sobre 25,80 °C y el 10 % de los datos debajo de este.

Las precipitaciones en la región «Costa», tomando como referencia las estaciones de «La Concordia», «Muisne», «Pichilingue», «Milagro» (Ingenio Valdez), «Portoviejo- UTM» y «Rocafuerte», tuvieron una precipitación promedio desde los años 1917 hasta el 2013 de 152,0116 mm. El promedio de precipitación máxima es de 1741,925 mm, que en relación con el promedio, sobrepasa en 1589,91 mm. Mostró un mínimo de precipitaciones de 53,325 mm teniendo una variación con el promedio de -98,6866 mm. El percentil 10 nos indica que el 10 % de los datos se encuentran por debajo de 126,6492 mm y el 90 % sobre este. El percentil 90 nos indica que el 90 % de los datos se encuentran debajo de 506,1317 mm y el 10 % sobre él.

La costa ecuatoriana en el periodo de estudio evidencia una variación ascendente de temperatura de hasta 2°C, esta irregularidad se debe relacionar con la ubicación geográfica continental y la influencia marina, es decir, la corriente cálida de Panamá que influye en el clima tropical húmedo hasta «Cabo Pasado» en «Manabí», lo cual provoca una mayor precipitación pluvial con la implicancia y variación

ambiental en la parte litoral como interna del continente. Por su parte, la costa ecuatoriana al sur de «Cabo Pasado» con un clima tropical seco, presenta una disminución en precipitación más constante y prolongada, lo cual ha provocado sequía en la región. Los datos evidencian que hay una relación directa con el cambio climático.

### Referencias bibliográficas

- Bernard, J. y Nebel, R. T. (1999). *Ciencias ambientales: ecología y desarrollo sostenible*. Mexico: Pearson, S.A.
- Cuesta, F., Muriel, P., Beck, S., Meneses, R.I., Halloy, S., Salgado, S., y Becerra, M.T. (2012). *Biodiversidad y cambio climático en los Andes Tropicales* (2012, CONDESAN ed.). Quito. M. Jarraud. (Edición 2011). Caracterización del clima a partir de conjuntos de datos. En P. Bessemoulin, *Guías de prácticas climatológicas* (págs. 60-79). Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.
- Greenpeace (2009, noviembre 30). *Cambio climático futuro negro para los páramos*. Recuperado de [http://www.greenpeace.org/colombia/Global/colombia/informes/informe\\_todo3.pdf](http://www.greenpeace.org/colombia/Global/colombia/informes/informe_todo3.pdf)
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a ed). México, D.F: McGraw-Hill.
- Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones, y A. Jarvis (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25, 1965-1978.
- Jarraud, M. Quito. (Edición 2011). Caracterización del clima a partir de conjuntos de datos. En P. Bessemoulin, *Guías de prácticas climatológicas* (págs. 60-79). Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial.
- Paguay, D. (26 de Diciembre de 2014). *Clima en el Ecuador 9 tipos*. Recuperado de <http://es.slideshare.net/DanielPaguay/clima-en-el-ecuador-9-tipos>
- Stornaolo, U. (1999). *Ecuador: anatomía de un país en transición*. Quito: ABYA-YALA. (no se referencia)



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Monitoreo de la calidad del agua del lago «Chinchaycocha – Junín» mediante técnicas de teledetección espacial.

**Autores:** Marco Antonio Herrera Díaz y Christian Ayala Jesús<sup>7</sup>

### RESUMEN

Las técnicas de teledetección o percepción remota se pueden usar para la estimación de variables de calidad del agua como clorofila, partículas suspendidas totales y transparencia de agua. Este artículo presenta algoritmos empíricos para su estimación que utilizan los datos del sensor *Operational Land Imager* (OLI, por sus siglas en inglés), del satélite Landsat 8/LCDM. Los datos se tomaron en el lago «Junín», pues el mismo presenta sustancias nutritivas que generan el aumento de la producción de algas y otras plantas acuáticas, las cuales deterioran la calidad del agua. Se obtuvieron ecuaciones empíricas para estimar la clorofila a partir de la relación en los valores de reflectividad, con la utilización del método de Chávez, entre las bandas 3 y 5 del sensor OLI; la transparencia mediante el *disco de secchi*, por la de la influencia en las bandas 3 y 4, y partículas totales suspendidas de la influencia en la banda 5; todo lo cual arrojó como resultado mapas del lago «Junín» donde se muestran los valores de estos parámetros de calidad del agua. La investigación valida la efectividad de las técnicas utilizadas.

**Palabras clave:** Lago, *operational land imager* (OLI), estado trófico, reflectividad.

---

<sup>7</sup> Esterd Consultores S.A.C., Perú. [christian996971191@gmail.com](mailto:christian996971191@gmail.com)

# MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA DEL LAGO «CHINCHAYCOCHA – JUNÍN» MEDIANTE TÉCNICAS DE TELEDETECCIÓN ESPACIAL

*Marco Antonio Herrera Díaz y Christian Ayala Jesús*

## Introducción

El estado eutrófico de las aguas es un problema fundamental, pues puede ocasionar el aumento de la turbidez y el cambio en el color del agua hacia el verde, debido a un aumento en la abundancia de fitoplancton, lo cual es perjudicial (Moncayo and Bueno, 2016). Según la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), la eutrofización se define como el enriquecimiento del agua por sustancias nutritivas que generalmente conduce a cambios, tales como el aumento de la producción de algas y otras plantas acuáticas, el deterioro de su calidad y ecosistema (OECD, 1982). Es por ello que resulta importante realizar un monitoreo de la calidad del agua, para así poder determinar posibles soluciones. Por otra parte, la teledetección es la técnica de poder obtener información sin estar en contacto físico con el medio; esto se realiza a través de sensores que se encuentran acoplados en las plataformas conocidas como satélites, los cuales giran alrededor de la tierra realizando tomas de información por medios de los mismos. El tiempo que un satélite demora en pasar por el mismo punto se llama periodo de revisita, y gracias a esto es posible realizar un seguimiento temporal.

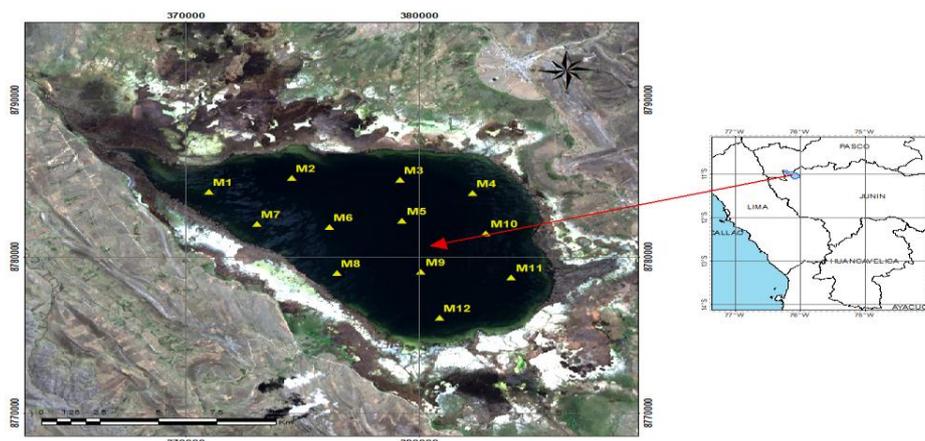
La resolución espacial del sensor OLI, del satélite Landsat 8 (30 metros/píxel), es apropiada para poder realizar el estudio de la calidad del agua y determinar algunas variables. La resolución espectral de otros sensores como MODIS, a bordo del Satélite AQUA y TERRA sería la más adecuada, pero su resolución espacial no es apropiada en este estudio que oscila de 250 a 1000 metros/píxel. La ventaja del sensor OLI es que permite monitorear variables de calidad del agua como transparencia, partículas suspendidas en el agua y clorofila-a (Doña *et al.*, 2014; Moncayo y Bueno, 2016).

El objetivo de este trabajo es realizar ecuaciones empíricas para poder estimar las tres variables de calidad del agua, con ayuda de muestras tomadas en el lago «Junín», pues el mismo posee características hipertróficas, debido a que parte de los desechos de la población y la actividad turística discurren en él afectándolo, igual que la actividad minera. Si se continúa sin preservar estas aguas se deteriorarían con el tiempo y será imposible recuperarlas (SERNANP, 2015).

## Materiales y métodos

### ***Área de Estudio.***

El lago «Chinchaycocha- Junín» está ubicado a 4200 msnm en los Andes centrales, distritos de «Ondores», «Carhuamayoc» y «Junín» de la región Junín; y distritos de «Ninacaca» y «Vicco» de la región Pasco. Se encuentra ubicado dentro de la reserva nacional, protegido por el Servicio Nacional de áreas Naturales Protegidas (SERNANP). El lago «Junín» es reconocido por la *Convención Ramsar* desde el año 1997 como un humedal de relevancia internacional, debido a su importante hábitat para las aves acuáticas.



**Figura 1.** Distribución de las muestras tomadas en campo. **Fuente:** Elaboración propia.

### **Datos basados en el campo.**

Los datos tomados en campo corresponden a clorofila-a (Ch-l en mg/L); transparencia del agua mediante el *disco de Secchi* en metros (SD en m); y la concentración de sólidos suspendidos totales (TSS en mg/L). Para ello se tomaron un total de 12 muestras en el lago (Ver *tabla 1*). La concentración de clorofila-a se utiliza para estimar la biomasa de algas, por ello se estimó extrayendo muestras en frascos de vidrio, llevados al laboratorio. La transparencia del agua se midió con el *disco de Secchi*, que también se utiliza para estimar el estado trófico de las aguas, debido a que esta se ve afectada por el color, las algas y las partículas suspendidas. La concentración de sólidos suspendidos totales, que incluye partículas muertas, inertes y degradadas, se valoró extrayendo muestras de agua en frascos de vidrio, enviados al laboratorio para su respectivo análisis.

**Tabla 1.**

*Muestras tomadas en el lago «Junín» en sistema de coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur.*

MUESTRAS	COORDENADAS UTM		CHL-A (MG/L)	TSS (MG/L)	DS (M)
	ESTE (X)	NORTE (Y)			
M1	370986	8784190	22.32	21.12	1.11
M2	374542	8785079	18.06	10.15	0.56
M3	379177	8784931	17.92	9.34	0.61
M4	382268	8784085	17.31	8.40	0.39
M5	379262	8782328	16.54	7.80	0.45
M6	376151	8781926	20.66	7.50	0.52
M7	373039	8782116	18.67	14.30	0.81
M8	376468	8778983	22.42	9.80	0.52
M9	380066	8779047	15.80	8.79	0.54
M10	382839	8781502	18.16	9.20	0.30
M11	383940	8778687	16.50	8.20	0.30
M12	380850	8776126	18.67	15.84	0.39

**Nota:** Los datos se tomaron en la fecha y hora de adquisición de la imagen Landsat 8 (01/10/2017 a las 15:00 horas UTC). **Fuente:** Elaboración propia.

### Datos Satelitales.

Las imágenes multiespectrales que se usaron corresponden al sensor OLI del satélite Landsat 8/LCDM, que se puede descargar libremente del Servicio Geológico de los Estados Unidos (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Los archivos de la USGS, de las imágenes OLI de Landsat 8/LCDM, permiten realizar un seguimiento temporal a partir del año 2013 hasta la actualidad, y determinar no solo el estado trófico de las aguas, sino también el monitoreo de la vegetación mediante índices, gracias a las características espectrales del sensor OLI/TIRs de Landsat 8/LCDM (Ariza A., 2013).

**Tabla 2.**  
Características del Satélite Landsat 8/LCDM.

Sensor	Banda	Resolución Espectral ( $\mu\text{m}$ )	Espacial (m)	Temporal (días)	Radiométrica (bits)	Área de cobertura ( $\text{km}^2$ )
Landsat 8 OLI/TIRs	1	0.43-0.45	30	16	12	183 x 170
	2	0.45-0.51	30			
	3	0.53-0.59	30			
	4	0.64-0.67	30			
	5	0.85-0.88	30			
	6	1.57-1.65	30			
	7	2.11-2.29	30			
	8	0.50-0.68	15			
	9	1.36-1.38	30			
	10	10.60-11.19	100			
	11	11.50-12.51	100			

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 3.**  
Sensor y escena utilizada en este trabajo.

IMAGEN	FECHA
Landsat 8/LCDM (Path/row: 067/008)	01-10-2017

**Fuente:** Elaboración propia.

### Pre-procesado de Landsat 8/LCDM.

El pre-procesado de las imágenes Landsat consistió en la calibración radiométrica y la corrección atmosférica. La calibración radiométrica se realiza para poder convertir los datos medidos por el sensor (CD) a radiancia  $L$  ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \mu\text{m}^{-1}$ ) para cada banda espectral "i" (Ariza A., 2013).

$$L_i = M_L \cdot DN_i + A_L \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde

- $L_i$ : Radiancia espectral del sensor
- $M_L$ : Multiplicativo para la banda i
- $A_L$ : Aditivo para la banda i.
- $DN_L$ : Número de cuenta digital de la imagen

Estos coeficientes de calibración se encuentran dentro del archivo metadato de la imagen. Se utilizaron diversos métodos de corrección atmosférica entre el FLASH, QUAC y el método de Chávez o del punto oscuro, utilizado solo este último para poder calcular la reflectividad de la superficie. El método de Chávez permite obtener directamente una imagen de reflectividad de la superficie a partir de una imagen de radiancias en el sensor, sin necesidad de calcular la reflectividad TOA (techo de la atmósfera) como paso intermedio. En dicho método se considera que la radiación solar difusa es cero y la transmisividad atmosférica entre la superficie y el sensor es la unidad (Brizuela *et al.*, 2007). Se calculó la reflectividad de superficie mediante la siguiente ecuación:

$$\rho_{sup} = \frac{d^2 \cdot \pi \cdot (L_i - L_{camino})}{t \cdot E_0 \cdot \cos\theta_z} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde

- $\rho_{sup}$ : Reflectividad de superficie
- $d$ : Distancia de la tierra al sol en unidades astronómicas
- $L_i$ : Radiancia espectral del sensor
- $L_{camino}$ : Radiancia camino
- $t$ : Transmisividad atmosférica
- $E_0$ : Irradiancia solar estratosférica
- $\cos\theta_z$ : Coseno del ángulo cenital solar

La radiancia camino se calculó a partir de la siguiente expresión (Lim J. y Choi C., 2015):

$$L_{camino} = L_{min} - L_{1\%} \quad \text{Ecuación (3)}$$

Donde

- $L_{min}$ : Es radiancia TOA correspondiente al número de cuentas digitales mínimo para cada banda.
- $L_{1\%}$ : Es el valor de radiancia que tiene al menos el 1% de los píxeles de la imagen.

El  $L_{1\%}$  se calcula como (Lim J. y Choi C., 2015):

$$L_{1\%} = \frac{0.01 \cdot t \cdot E_0 \cdot \cos\theta_z}{d^2 \cdot \pi} \quad \text{Ecuación (4)}$$

Donde

- $d$ : Distancia de la tierra al sol en unidades astronómicas
- $t$ : Transmisividad atmosférica
- $E_0$ : Irradiancia solar estratosférica
- $\cos\theta_z$ : Coseno del ángulo cenital solar.

### **Desarrollo de Algoritmos.**

Para poder realizar las comparaciones se realizaron regresiones lineales entre ecuaciones aplicadas a las bandas del sensor OLI de Landsat 8/LCDM. En el presente trabajo se abordará la reflectividad de la superficie de la banda 5 (infrarrojo cercano, "b5"), banda 4 (rojo, "b4") y banda 3 (azul, "b3"). Las mismas son indispensables para poder determinar variables de calidad del agua, debido a su respuesta espectral. Además, se tomaron ecuaciones propuestas por diferentes autores con la finalidad de ver su similitud entre la realidad de estudio y situación actual. Finalmente, se seleccionaron las regresiones que muestran el mejor rendimiento en función de los parámetros estadísticos (Duan *et al.*, 2006; López y Caselles, 1987).

**Tabla 4.**

Algoritmos para estimación de sólidos suspendidos totales con datos de reflectividad de superficie de Landsat 8/LCDM.

AUTOR	ALGORITMO	a	b	c	R <sup>2</sup>
Algoritmo propuesto	$a + b \cdot OLI5$	2.99	337	-	0.69

**Nota:** a y b son los coeficientes de regresión y R<sup>2</sup> es la correlación de los datos de campo con los datos obtenidos del sensor. **Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 5.**

Algoritmos para estimación de transparencia de agua con datos de reflectividad de superficie de Landsat 8/LCDM.

AUTOR	ALGORITMO	a	b	c	R <sup>2</sup>
Algoritmo propuesto	$a + b \cdot OLI3 + c \cdot OLI4$	1.16	-3.83	-2.77	0.81

**Nota:** a, b y c son los coeficientes de regresión y R<sup>2</sup> es la correlación de los datos de campo con los datos obtenidos del sensor. **Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 6.**

Algoritmos para estimación de clorofila-a con datos de reflectividad de superficie de Landsat 8/LCDM.

AUTOR	ALGORITMO	a	b	c	R <sup>2</sup>
Algoritmo propuesto	$a + b \cdot OLI3 + c \cdot OLI5$	2.05	132	197	0.77

**Nota:** a, b y c son los coeficientes de regresión y R<sup>2</sup> es la correlación de los datos de campo con los datos obtenidos del sensor. **Fuente:** Elaboración propia.

## Resultados y discusión

### Datos basados en campo.

Los datos de campo confirman que este lago posee una transparencia (DS) con un mínimo de 0.48 m, el valor máximo de concentración de clorofila-a es de 54.93 mg/L y los sólidos suspendidos totales son de 16.18 mg/L (ver *tabla 1* y *figura 3*).

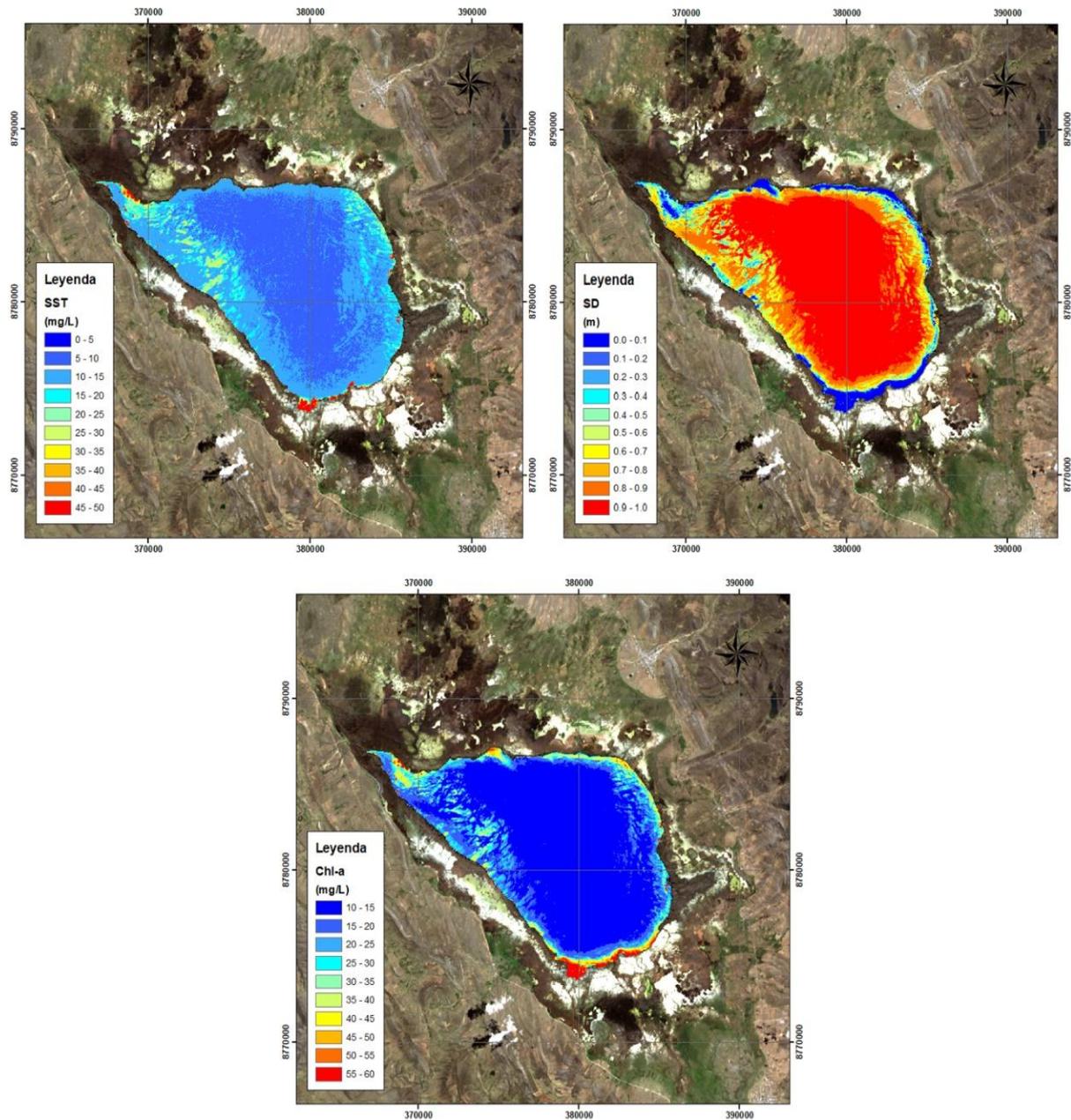
### Algoritmos propuestos.

1. *Transparencia (SD)*: Al utilizar la reflectividad de la banda 4 (banda roja) y la banda 3 (banda azul) del sensor OLI de Landsat 8, se obtuvo una correlación de 0.69 (ver *tabla 4* y *figura 3*) con los datos medidos en campo.

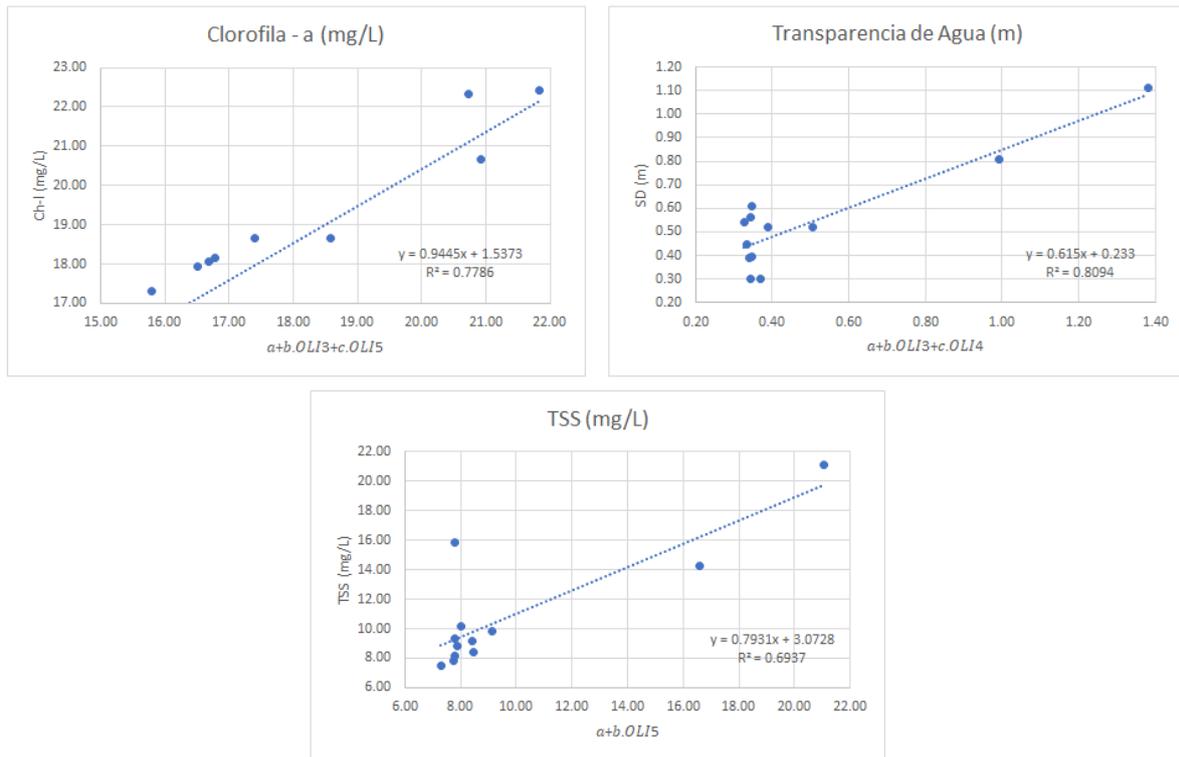
2. *Concentración sólidos suspendidos totales*: En este caso, la banda 5 del sensor OLI mostró los mejores resultados para la estimación de TSS. Con respecto a la comparación entre los valores modelados y medidos de TSS para el conjunto de datos de prueba, se tuvo en cuenta que el algoritmo propuesto muestra una correlación de 0.81 (ver *tabla 5* y *Figura 3*) con los datos medidos en campo.

3. *Concentración de clorofila-a*: En una primera parte, se intentó relacionar el nivel de clorofila-a directamente a OLI 3 (banda roja), propuesto por Domínguez *et al.* [12] a TM2 como una sola variable de entrada, donde solo utilizó la reflectividad de la banda 2 (banda roja) mediante el sensor

TM de Landsat 5, pero los resultados no fueron satisfactorios, debido al bajo valor de ajuste y los altos errores obtenidos. Finalmente, se obtuvo la ecuación utilizando la banda 3 y la banda 5 del satélite Landsat 8; en este caso se obtuvo un coeficiente de regresión de 0.77 (ver *tabla 6* y *Figura 3*). El algoritmo propuesto se aplicó a estos grupos de datos reservados para las pruebas, y los resultados se compararon con los datos medidos en el terreno.



**Figura 2.** Mapas elaborados a partir de las ecuaciones propuestas. En la parte superior derecha se obtuvieron los sólidos totales suspendidos, en la parte superior izquierda la transparencia de agua y en la parte inferior el nivel de clorofila-a. **Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 3.** Gráfica de las correlaciones obtenidas mediante los datos calculados con las ecuaciones propuestas para Landsat 8 y los datos obtenidos en campo. **Fuente:** Elaboración propia.

## Conclusiones

Los algoritmos utilizados fueron validados en el lago «Junín», respaldados por campañas adicionales de campo, y muestran resultados aceptables en términos de estimación de clorofila-a y sólidos suspendidos en correlaciones de 0.77 y 0.69 respectivamente. Sin embargo, algunas discrepancias se incrementaron al monitorear la transparencia del agua como consecuencia de los bajos valores de este parámetro y las condiciones de viento en la «Sierra de Junín», lo que ocasionó un gran error relativo en la determinación de este parámetro.

El uso de imágenes del sensor OLI es especialmente atractivo para estudiar la evolución de la calidad del agua del lago «Junín». Además, la similitud de las ecuaciones propuestas por diferentes autores mediante el sensor TM puede relacionarse con el sensor OLI, debido a su similitud en la respuesta espectral. Los usuarios tienen acceso gratuito a los archivos Landsat, disponible en línea de la USGS.

## Referencias bibliográficas

- Ariza, A. (2013). *Descripción y Corrección de Productos Landsat 8 LDCM (Landsat Data Continuity Mission)*. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico «Agustín Codazzi».
- Brizuela, A., Aguirre, C., y Velasco, I. (2007). *Aplicación de métodos de corrección atmosférica de datos Landsat 5 para seguir análisis multitemporal*. Buenos Aires, Argentina: CONICET.
- Domínguez, J.A., Chuvieco, E., y Sastre, A. (2009). Monitoring transparency in inland water bodies using multispectral images, *Int. J. Remote Sens.*, 30(6), 1567–1586.

- Doña, C., Sanchez, J., Caselles, V., Domínguez, J., y Camacho A. (2014). Empirical Relationships for Monitoring Water Quality of Lakes and Reservoirs Through Multispectral Images. *IEEE Journal of selected topics in applied earth observation and remote sensing*, Valencia, España.1632-1641.
- Duan, H., Zhang, Y., Zhang, B., Song, K., y Wang, Z. (2006). *Assessment of Chlorophyll-a concentration and trophic state for Lake Chagan using Landsat TM and field spectral data*” 129, 295–308,
- Lim, J., y Choi, C. (2015). *Assessment of water quality based on Landsat 8 operational land imager associated with human activities in Korea*, *Environ Monit*, Seúl, 1-17.
- López-García, M. J., y Caselles, V. (1987). Use of Thematic Mapper data to assess water quality in Albufera lagoon of Valencia (Spain).*Proc.13th Ann. Conf. of Remote Sensing Society. Nottingham*, 510-519.
- Moncayo, R., y Bueno M. (2016). *Evaluación Espacio-Temporal del estado trófico de un lago de grandes dimensiones usando imágenes MOD09GA*. Universidad Militar de Nueva Granada. España.
- OECD (1982).*Eutrophication des Eaux. Methodes de surveillance, d’évaluation et de lutte* (Eutrophication of water, monitoring, assessment and control).
- SERNANP (2015). *Humedales en Áreas Naturales Protegidas, fuentes de vida y desarrollo*. Ministerio del Ambiente del Perú, Lima.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio de 2019

**Título del trabajo:** Aplicación del modelo QSWAT para el estudio de la microcuenca del río «Chibunga».

**Autores:** Luis Miguel Santillán Quiroga<sup>8</sup>, Marcela Yolanda Brito Mancero y Adrián Alexander Chagalombo Trávez.

### RESUMEN

Se aplicó el modelo QSWAT1.7 a la cuenca montañosa del río «Chibunga», ubicada en la provincia «Chimborazo» en Ecuador, y cuya superficie es aproximadamente de 489,396 km<sup>2</sup>; para lo cual no se realizó ninguna calibración o ajuste alguno a los parámetros por defecto producidos en el software utilizado. El objetivo de esta investigación fue simular el cambio generado en la escorrentía, precipitación, evaporación, evapotranspiración, temperaturas máximas y mínimas, y volúmenes obtenidos para un periodo de 6 años. Se utilizaron varios datos de entrada como el manejo de DEM, uso y tipo de suelo, precipitación, humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento y temperatura, provenientes de la base de datos de *The National Centers for Environmental Prediction* (NCEP) de EEUU. El modelo QSWAT tuvo un desempeño eficiente en la simulación para el tiempo establecido: la escorrentía tuvo una correlación de Pearson de 0.99; la precipitación y la evaporación tuvieron una correlación de 1; el N. orgánico fue de 0.80; el P. orgánico de 0.79; la radiación solar de 0.99; las temperaturas máximas y mínimas tuvieron uniformidad hasta el año 2011, después de ese año tuvieron un incremento considerable del 25 %, mientras que el caudal se mantuvo con una correlación anual del 0.99. Estos resultados demuestran que, aun cuando el coeficiente de Pearson se acerca a 1, no ha existido una variación significativa en el patrón estudiado en el rango establecido de tiempo, caso particular en el parámetro de la temperatura, cuya variación hasta el año 2011 era uniforme, pero a partir del mismo sufrió un incremento en sus valores.

**Palabras clave:** Simulación hidrológica, modelos de cuencas, QSWAT, parámetros físicos.

---

<sup>8</sup>E escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. E-mail: [miguel\\_santillan85@hotmail.com](mailto:miguel_santillan85@hotmail.com)

## APLICACIÓN DEL MODELO QSWAT PARA EL ESTUDIO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO «CHIBUNGA»

Luis Miguel Santillán Quiroga, Marcela Yolanda Brito Mancero y  
Adrián Alexander Changelombo Travéz

### Introducción

La base del estudio de la Hidrología es la comprensión del ciclo hidrológico, de sus procesos e interrelaciones, tanto superficiales como subsuperficiales. Dicha comprensión implica *medir*. Si bien los métodos y técnicas de medición de caudales y precipitaciones han evolucionado en el tiempo, también es cierto que otros componentes del ciclo hidrológico no se han desarrollado de igual forma, pues se presentan bajo el suelo. La infiltración, la percolación profunda, el flujo subsuperficial, el flujo subterráneo, entre otros, son procesos que se miden usualmente de manera indirecta o remota, lo que conlleva a una fuerte incertidumbre respecto al funcionamiento del ciclo hidrológico (Cabrera, *et al.*, 2012).

Los *modelos de cuenca* son un reflejo de cómo se entiende ese sistema y su respuesta. Su capacidad predictiva depende del modo en el que se construyen y se aplican estos; la calidad de las predicciones es generalmente consistente con la calidad de su comprensión. Ello significa que no existe un modelo perfecto aplicable a todas las cuencas del planeta, cada una tiene condiciones muy particulares de clima, geografía, geología, etc., que incrementan la importancia de un proceso por encima de otros y condicionan la estructura del modelo (Cabrera, *et al.*, 2012).

El primer paso de toda modelación hidrológica es establecer un *modelo perceptual*, es decir, decidir cuáles son los principales procesos y variables que intervienen en la generación de caudales. Este proceso implica observar y analizar las características del suelo, subsuelo y clima, como elementos principales, y discriminar cuáles son los procesos más importantes que intervienen en la formación de escorrentía (evaporación, evapotranspiración, infiltración, humedad de suelo, flujo subterráneo, etc.) (Cabrera, *et al.*, 2012).

Los modelos hidrológicos basados en parámetros físicos y de naturaleza determinística, como los señalados anteriormente, tienen la ventaja de servir como herramientas para predecir los impactos ambientales, debidos a cambios de uso y manejo de la tierra; cuestión que no puede hacerse a partir de registros de escorrentía, por muy buenos que estos sean (Barrios, 2010).

El *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT, por sus siglas en inglés) es uno de los modelos paramétricos más utilizados en la actualidad, el cual se mantiene en continua revisión y expansión, tanto en su uso generalizado, como en la precisión y cantidad de procesos hidrológicos simulados. (Arnold *et al.*, 1998; Neitsch *et al.*, 2002a y 2002b).

Gassman *et al.* (2007) aseguran que:

El modelo SWAT es la continuación de cerca de 30 años de esfuerzos de simulación, llevados a cabo por el Servicio de Investigación Agrícola (ARS) del Departamento Agrícola de Estados Unidos (USDA). SWAT ha ganado la aceptación internacional como herramienta robusta e interdisciplinaria para el modelaje de cuencas, como se evidencia en conferencias internacionales sobre SWAT, los cientos de artículos relacionados con SWAT presentados en otros encuentros científicos y las docenas de artículos publicados

en 'Journals' por suscripción. El modelo también ha sido adoptado como parte del paquete informático BASINS (Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources) de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA), y está siendo utilizado por muchas agencias federales y estatales de Estados Unidos, incluyendo USDA, a través del proyecto CEAP (Conservation Effects Assessment Project). Hasta el presente, se han identificado más de 250 artículos publicados en revistas por suscripción que reportan aplicaciones de SWAT, revisiones de sus componentes, u otras investigaciones que incluyen a SWAT. (p. 1)

Con el actual software se pretende mostrar en la presente investigación la variación de los diferentes parámetros más sobresalientes de la microcuenca del río «Chibunga» para entender cuál ha sido su patrón en los últimos años.

## **Materiales y métodos**

### ***Breve descripción del Modelo SWAT.***

SWAT es un modelo a escala de cuencas que opera de manera continua en el tiempo a intervalos diarios, diseñado para predecir en cuencas sin mediciones, el impacto que tienen las actividades de manejo en la producción de agua, sedimentos y químicos de la agricultura. El modelo se fundamenta en procesos físicos; es computacionalmente eficiente con capacidad para realizar simulaciones sobre largos períodos de tiempo. Entre los principales componentes se incluyen el clima, hidrología, propiedades y temperatura del suelo, crecimiento de las plantas, nutrientes, biocidas, bacterias - patógenos y manejo de la tierra.

En SWAT una cuenca se divide en subcuencas, las cuales a su vez se subdividen en unidades de respuesta hidrológica (HRUs), que son unidades homogéneas en uso y manejo de la tierra y en las características del suelo. Las HRUs representan porcentajes del área de una subcuenca y no tienen identificación espacial dentro de una simulación SWAT. Alternativamente, una cuenca puede dividirse solamente en subcuencas caracterizadas por el tipo de suelo y por el uso y manejo de la tierra dominantes. SWAT requiere datos climáticos diarios de entrada, incluyendo precipitación, temperaturas máximas y mínimas del aire, radiación solar, humedad relativa y velocidad del viento, los cuales pueden ser registros medidos o generados por el mismo modelo; si tiene que generarlos, los calcula en una tabla que contiene 13 variables climáticas mensuales introducidas por el usuario, estimadas a partir de mediciones de largo plazo de los registros climáticos. SWAT realiza un balance hidrológico general para cada HRU, en el cual la precipitación, más riego y deshielo, se divide en escorrentía superficial e infiltración, redistribución del agua en el perfil del suelo, evapotranspiración, flujo subsuperficial lateral proveniente del perfil del suelo, y flujo de retorno desde los acuíferos superficiales. La recarga debajo del perfil del suelo se distribuye entre los acuíferos superficial y profundo. Desde el primero, además del flujo de retorno, también puede ocurrir evapotranspiración por plantas con raíces profundas (término llamado 'revap'); el agua que va al acuífero profundo, se asume que sale del sistema (Barrios, 2010).

### ***Área de estudio.***

El presente modelo se aplicó a la microcuenca del río «Chibunga», ubicada dentro de la subcuenca del «Chambo».

La microcuenca del río «Chibunga» se localiza en la provincia de «Chimborazo» que es parte de la subcuenca del «Chambo», la cual está formada por la unión del río «Chimborazo» y «Sicalpa». Este toma su nombre a partir de la Fábrica de Cemento de Chimborazo. El recorrido del río atraviesa la ciudad de «Riobamba» de noroeste a sureste, desembocando en el río «Chambo» (Garcés *et al.*, 2010). Este cauce representa un recurso hídrico con gran incidencia en el desarrollo del cantón «Riobamba»; la población que se encuentra cerca de las riveras utiliza sus aguas en agricultura y ganadería. Por otra parte, los ecosistemas alrededor del río están alterados producto de actividades antrópicas, esto provoca la disminución de la cantidad y la calidad hídrica, la fertilidad del terreno, la capacidad de retención de agua (Jaque y Potocí, 2015). Se trata de una microcuenca con altitudes entre 2600 a 6280 msnm, y con pendientes pronunciadas del 25 %. La precipitación promedio es 1.558 mm/año. Predominan los suelos franco-arenosos, bien drenados, principalmente por andosoles e histosoles (Ilambi *et al.*, 2012).

Los tipos predominantes de vegetación para la década del setenta eran los páramos, los pastos, los cultivos anuales, los cultivos permanentes y urbanos.

### ***Preparación de los datos de entrada al modelo.***

Los datos usados en el modelo siguen una secuencia determinada por el mismo software. Para ello se debe considerar un DEM<sup>9</sup>, el que permite tomar mediante el radiómetro ASTER datos en 14 bandas gracias a los sistemas VNIR, SWIR y TIR, con resoluciones de 15, 30 y 90 metros respectivamente. Después de eso, se seleccionó un archivo .shp con los ríos que serán destinados a grabar, información que fue considerada de la red hídrica de Ecuador<sup>10</sup>.

Para que el programa realice su parte y dibuje con la ayuda del DEM, la red hídrica a escala y definición seleccionada, se asume por cada 4000 celdas el área equivalente a 382.3 hectáreas. El punto de cierre seleccionado es el parteaguas con coordenadas 742950, 9837381. Una vez generada la cuenca se procede a seleccionar y generar las HRU's (Yihun, *et al.*, 2018).

El uso de suelo, de la tierra y la caracterización de la pendiente para una cuenca se realiza utilizando los comandos HRU's; esta herramienta permite al usuario cargar el uso del suelo y las capas del suelo en el proyecto actual, evaluar características de pendiente y determinar las combinaciones y las distribuciones existentes entre el uso/suelo/pendiente para la delimitación de la cuenca y las subcuencas.

Se han cargado las capas de *Soil mapreproyectado* en la versión actual (3.6) del Mapa de Suelos del Mundo, digitalizado. Las hojas de mapas originales que cubren Las Américas están en proyección conformal oblicua bipolar. Las otras hojas, que cubren Europa, África, Asia y Australasia, están basadas en el *Miller* proyección estereográfica oblada; un sistema que consta de tres proyecciones conformes centradas en cada continente, unidas de manera continua por las llamadas *proyecciones de relleno*. Esto permite una continuidad angular completa entre todas las hojas. El mapa del suelo utiliza la serie de mapas topográficos de la American Geographical Society de Nueva York como base, a una escala nominal de 1: 5 000 000. Así también se cargó la capa de *Landuse map reprojectado*; todos ellos disponibles en WaterBase (FAO/UNESCO, 1995).

Es así como se generaron las Unidades Hidrológicas de Referencia, demostrando el tipo y uso de suelo que tiene la microcuenca del río «Chibunga», contabilizando en total 208 HRU.

---

<sup>9</sup> Descargado de [www.earthdatasearch.com](http://www.earthdatasearch.com)

<sup>10</sup> Disponible en <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/geoinformacion-hidrometeorologica>

Por último, para la modelación de los parámetros considerados se compararon de la cuenca alta media y baja los siguientes: Precipitación, evapotranspiración, evaporación, nitrógeno orgánico, fósforo orgánico, radiación solar, temperatura máxima, temperatura mínima, y el volumen de agua anual, desde el 2008 hasta 2014.

**Criterios de evaluación del desempeño del modelo.**

Debido a la escases de datos a nivel de las estaciones meteorológicas del Ecuador, solo se tuvo en cuenta un registro de 6 años desde 2008 hasta el 2014, de la base de datos (<https://globalweather.tamu.edu/>) generada por la Universidad de Texas, Agrilife research, Cornell University, Virginia Tech, entre otras. Se hizo el respectivo análisis de la microcuenca alta media y baja del río «Chibunga», para después comparar la correlación de Pearson que arrojaron esos datos.

**Resultados y discusión**

Se realizó una comparación de la escorrentía anual promedio, simulada y observada, cuyo resultado se presenta a continuación. Las cifras son aceptables considerando que no hay ningún tipo de calibración o de ajustes de los parámetros iniciales. Se tiene un margen de error del 5 %, pues no ha habido calibración o ajuste de los parámetros iniciales utilizados.

**Tabla 1.**

*Promedios anuales de la escorrentía simulada y observada (2008-2014).*

	Escorrentía total (mm)	Flujo Base (mm)	Flujo superficial (mm)
Observada	680	520	150
QSWAT	750	600	117

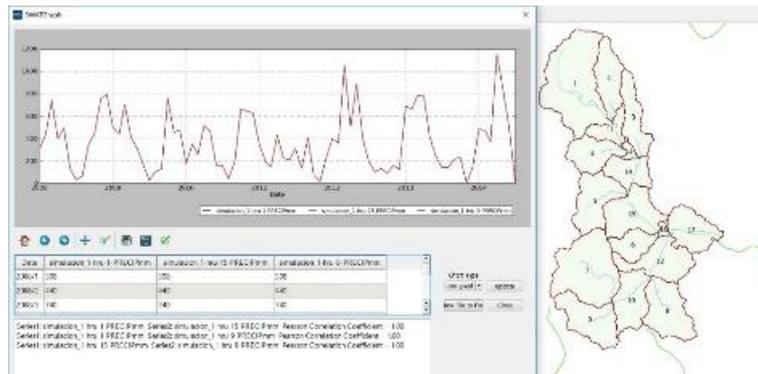
**Fuente:** Elaboración propia.

En la *figura 1* se observa una correlación de Pearson mayor entre la parte media y la parte alta de la microcuenca, con un valor de 0.99, lo que quiere decir que no hubo mayor variación en el patrón estudiado; así mismo, se observa que la evapotranspiración se incrementó desde los años 2011 a 2014 sobre la media del registro valorado en 80mm.



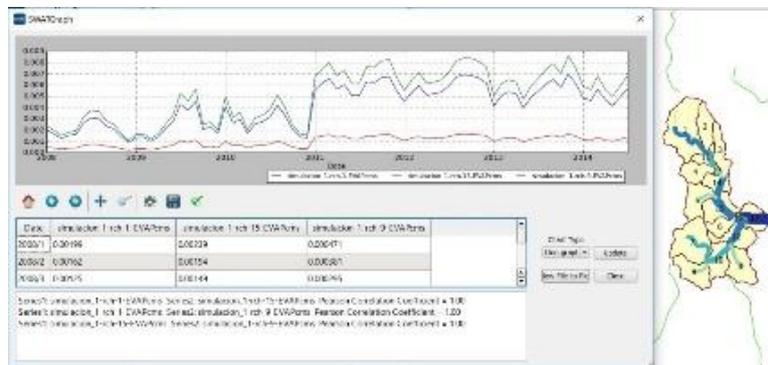
**Figura 1.** Evapotranspiración registrada en los años 2008-2014. **Fuente:** Elaboración propia.

La correlación de Pearson arrojó un valor preciso de 1; quiere decir que no existe mucha desviación en los datos de precipitación anual registrada (*figura 2*) a lo largo de toda la microcuenca. Se observa uniformidad en el patrón estudiado.



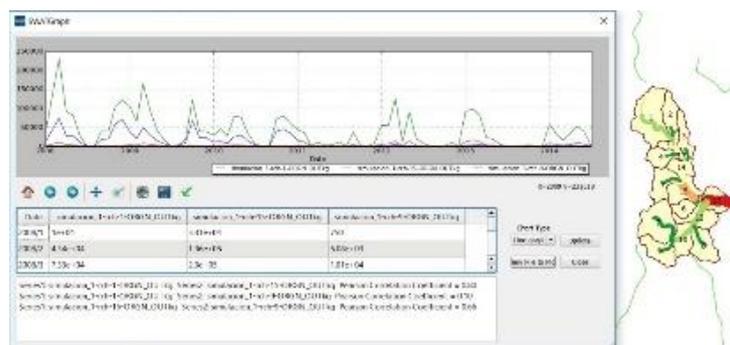
**Figura 2.** Precipitación registrada en los años 2008-2014. **Fuente:** Elaboración propia.

Según la correlación de Pearson la *evaporización* es 1, pero la *figura 3* muestra una evaporación mayor en la parte media de la microcuenca, seguida de la parte baja y por último la parte alta.



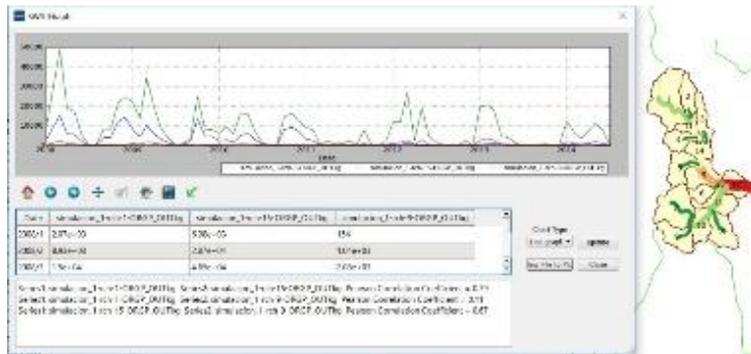
**Figura 3.** Evaporación registrada en los años 2008-2014. **Fuente:** Elaboración propia.

La *figura 4* evidencia que existe una buena correlación de 0.80 entre la parte baja y la parte media de la microcuenca; se observa gran cantidad de nitrógeno orgánico debido a la alta concentración de restos orgánicos existentes en la parte media de la microcuenca.



**Figura 4.** Nitrógeno orgánico registrado en los años 2008-2014. **Fuente:** Elaboración propia.

Los datos presentan una correlación de Pearson alta entre la parte baja y media de la microcuenca, que alcanza 0.79. Se presenta mayor concentración de fósforo en la parte media, debido a la alta concentración de cultivos en el sitio.



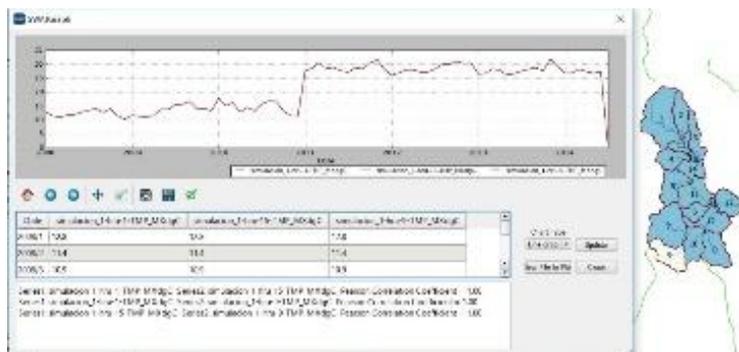
**Figura 5.** Fósforo orgánico registrado en los años 2008-2014. **Fuente:** Elaboración propia.

Con respecto a la radiación solar, se observan unos datos más correlacionados; se verifica una uniformidad menos sesgada en la recepción de esta en las 3 partes de la microcuenca. No obstante, se observa un incremento en la insolación a partir del año 2011.



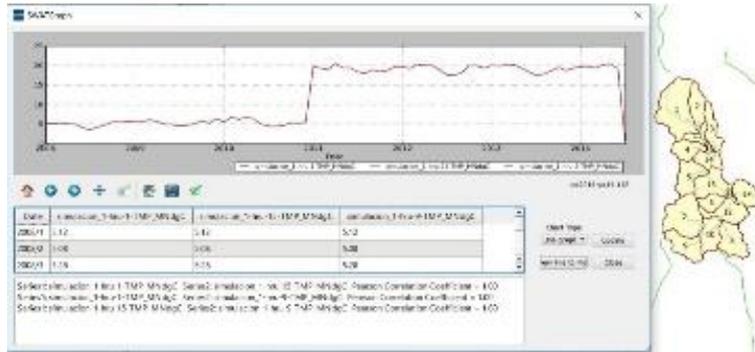
**Figura 6.** Radiación solar registrada en los años 2008-2014. **Fuente:** Elaboración propia.

Se nota una correlación uniforme entre las 3 partes de la microcuenca, pero un incremento de la temperatura a partir del año 2011, superando en algunos casos los 30 °C.



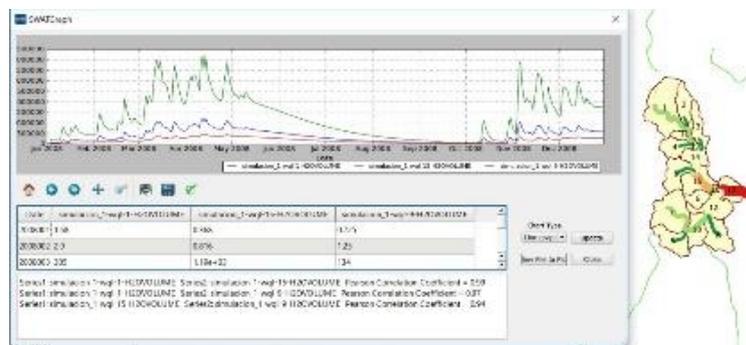
**Figura 7.** Temperatura máxima registrada en los años 2008-2014. **Fuente:** Elaboración propia.

Se verifica una correlación uniforme en las 3 partes de la microcuenca (alta, media y baja), pero se ve un incremento en la temperatura ecuatorial desde el año 2011, provocando temperaturas mínimas de entre 15 y 20 °C, no menos de eso.



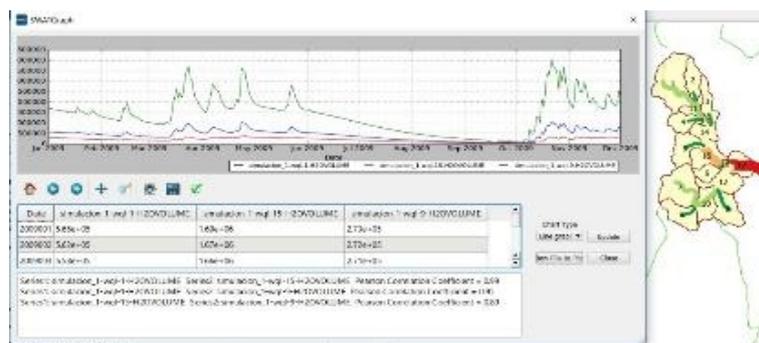
**Figura 8.** Temperatura mínima registrada en los años 2008-2014. **Fuente:** Elaboración propia.

Por su parte, en cuanto al volumen la correlación es mayor entre la parte media y baja de la microcuenca, con 0.99; se obtiene mayor volumen en la parte media en los meses de enero a mayo, undecremento de mayo a octubre y un incremento de octubre a diciembre.



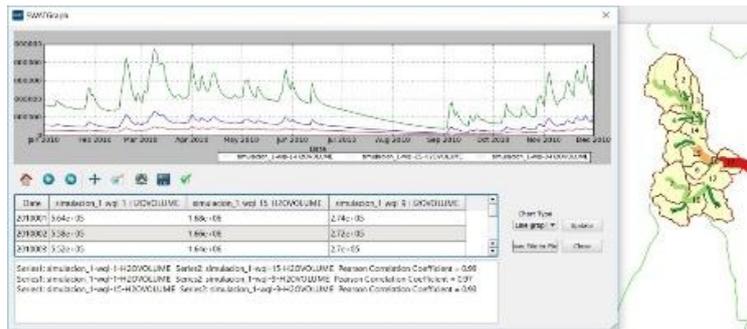
**Figura 9.** Volumen de agua registrado en el año 2008. **Fuente:** Elaboración propia.

La correlación es mayor entre la parte media y baja de la microcuenca, con 0.99; se obtiene mayor volumen en la parte media en los meses de enero a junio, un decremento de junio a septiembre y un incremento de septiembre a diciembre.



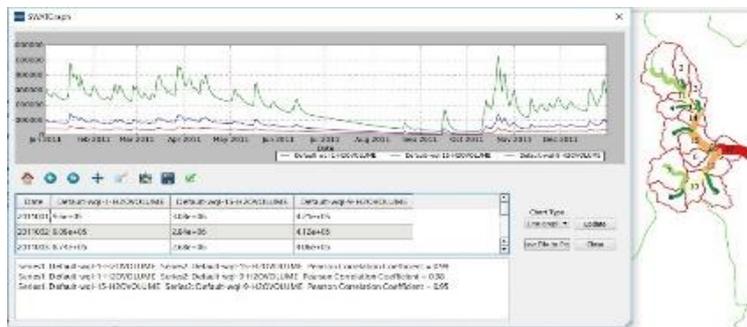
**Figura 10.** Volumen de agua registrado en el año 2009. **Fuente:** Elaboración propia.

La correlación es mayor entre a parte media y baja de la microcuenca, con 0.99, se obtiene mayor volumen en la parte media en los meses de enero a junio, un decremento de junio a septiembre y un incremento de septiembre a diciembre.



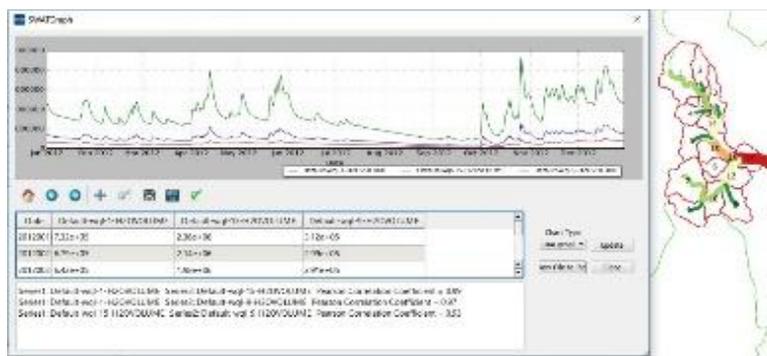
**Figura 11.** Volumen de agua registrado en el año 2010. **Fuente:** Elaboración propia.

La correlación es mayor entre a parte media y baja de la microcuenca, con 0.99, se obtiene mayor volumen en la parte media en los meses de enero a junio, un decremento de junio a octubre y un incremento de octubre a diciembre.



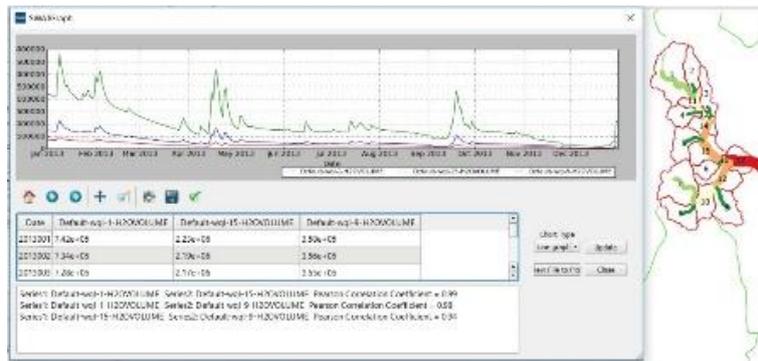
**Figura 12.** Volumen de agua registrado en el año 2011. **Fuente:** Elaboración propia.

La correlación es mayor entre a parte media y baja de la microcuenca, con 0.99, se obtiene mayor volumen en la parte media en los meses de enero a junio, un decremento de junio a octubre y un incremento de octubre a diciembre.



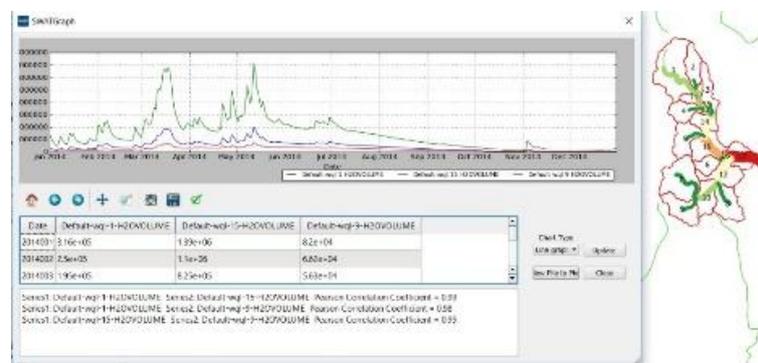
**Figura 13.** Volumen de agua registrado en el año 2012. **Fuente:** Elaboración propia.

La correlación es mayor entre a parte media y baja de la microcuenca, con 0.99; se obtiene mayor volumen en la parte media en los meses de enero a junio, con los meses de marzo y abril casi secos, un decremento mayor de mayo a septiembre y un incremento en el mes de octubre para luego decaer hasta el mes de diciembre.



**Figura 14.** Volumen de agua registrado en el año 2013. **Fuente:** Elaboración propia.

La correlación es mayor entre a parte media y baja de la microcuenca, con 0.99, se obtiene mayor volumen en la parte media en los meses de marzo y mayo, y el resto de año con volúmenes en decremento casi secos.



**Figura 15.** Volumen de agua registrado en el año 2014. **Fuente:** Elaboración propia.

## Conclusiones

La simulación mensual obtenida de QSWAT fue de NSE = 0,74; en una situación donde no hubo calibración ni se mejoró ningún parámetro (sólo valores por defecto de la interfaz), y en condiciones de escasez de información para una mejor estimación de parámetros de base física importantes, tales como el CN2 (número de curva), Ksat (conductividad hidráulica saturada del suelo), AWC (agua disponible en el suelo), entre otros.

En comparación a otros datos obtenidos en diferentes proyectos QSWAT, se obtuvo una simulación satisfactoria de la escorrentía de base.

Se observa que el cambio climático en la microcuenca del río «Chibunga» ha sido notorio en la misma, pues el parámetro de evaporación, temperaturas máximas y mínimas y evapotranspiración se ven incrementadas en un 50 % a partir del año 2011.

La cantidad de fósforo y nitrógeno orgánicos se ven elevadas en su concentración en la parte media de la microcuenca; ello se atribuye a las diferentes propiedades de cada compuesto que son fácilmente arrastrados por las precipitaciones, así como también a la alta actividad agrícola determinada en la parte media que genera concentraciones elevadas en estos compuestos por el uso de fertilizantes.

Los volúmenes siguen un patrón especial de enero a junio con altas cantidades y un decremento de junio a octubre, para luego volver a concentrar grandes volúmenes de agua; esto se debe a la estacionalidad del clima propio de la zona.

### Referencias bibliográficas

- Arnold, J. G.; Williams, J. R.; Nicks, A. D. y N. B. Sammons (1990). *SWRRB – A basin scale simulation model for soil and water resources management*. Texas A & M Univ. Press, College Station.
- Arnold, J. G.; Srinivasan, R.; Muttiah, R. S. & J. R. Williams (1998). Large-area hydrologic modeling and assessment: Part I. Model development. *J. American Water Resour. Assoc.* 34(1), 73-89.
- Barlund, I.; Kirkkala, T.; Malve, O. & J. Kamari (2007). Assessing SWAT model performance in the evaluation of management actions for the implementation of the Water Framework Directive in a Finnish catchment. *Environmental Modelling & Software*, 22, 719-724.
- Barrios, A. (1999). *Modelos de simulación hidrológica (basados en USLE) para manejo de cuencas, con énfasis en calidad de agua. Aplicación a la cuenca del río Burbusay, estado Trujillo*. Trabajo de Ascenso. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Barrios, G., Urribarri, A. (2010). Aplicación del modelo SWAT en los Andes venezolanos: Cuenca alta del río Chama. *Revista Geográfica Venezolana*, (51), enero-junio.
- Camacho, R., Córdova, J. R. y R. Pepín (2003). Montaje y aplicación del modelo hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool) en la cuenca del río Nizao en la República Dominicana para la evaluación de alternativas en manejo de cuencas. *3er Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Arequipa-Perú.
- Cabrera, J. (2012). *Calibración de modelos hidrológicos. Instituto para la Mitigación de los Efectos del Fenómeno El Niño*. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- Di Luzio, M., Arnold, J. G. y R. Srinivasan (2005). Effect of GIS data quality on small watershed stream flow and sediment simulations. *Hydrol. Process*, 19, 629- 650.
- Felicísimo, A. M. (2001). *Modelos Digitales del Terreno. Prácticas con ARCVIEW 3.1 con Spatial Analyst y 3D Analyst*. Recuperado de <http://www.etsimo.uniovi.es/~feli/pdf/libromdt.pdf>
- Jaque, E., y Potocí, C. (2015). *Calidad de agua (ICA) de la microcuenca del río Chibunga*. Recuperado de [http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/4077/1/236T0132%20UDCTF CI.pdf](http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/4077/1/236T0132%20UDCTF%20CI.pdf)
- Lim, K. J., Engel, B. A., Tang, Z., Choi, J., Kim, K., Muthukrishnan, S. y D. Tripathy (2005). Automated Web GIS Based Hydrograph Analysis Tool, WHAT. *Journal of the American Water Resources Association*, 41(6), 1407-1416. Recuperado de [http://cobweb.ecn.purdue.edu/~what/faq/Automated\\_Web\\_GIS\\_based\\_Hydrograph\\_Analysis\\_Tool\\_WHAT\\_JAWRA\\_Dec\\_2005.pdf](http://cobweb.ecn.purdue.edu/~what/faq/Automated_Web_GIS_based_Hydrograph_Analysis_Tool_WHAT_JAWRA_Dec_2005.pdf)
- Llambi, L. Soto, A. Celleri, R. (2012). *Ecología, Hidrología Y Suelos De Páramos Proyecto Páramo Andino*. Proyecto Paramo Andino Tomo I. Ecuador.
- Millan, J. Y J. Isaza (2002). *Aplicación del modelo hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool) para la evaluación del efecto de la cobertura del suelo sobre el comportamiento de la producción de caudales sólidos y líquidos en la subcuenca de la quebrada Aguamona, cuenca*

*alta del río Dagua, Valle del Cauca, Colombia.* Trabajo de diploma. Universidad del Valle. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. Recuperado de [www.fidar.org/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=14](http://www.fidar.org/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=14)

Moriasi, D. N., Arnold, J. G., Van Liew, M. W., Bingner, R. L., Harmel, R. D. y T. L. Veith (2007). *Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations.* *Transactions of the ASABE*, 50(3), 885-900.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Riesgos socio-ambientales de la cuenca alta del río «Anzú».

**Autores:** Ricardo Vinicio Abril Saltos<sup>11</sup>, Carlos Alfredo Bravo Medina, Betsy Yessenia Chango Salazar, Maritza Anabel Barragán Chicaiza, Shirma Esmeralda Aguinda Cerda, Cindy Indira Salazar Andy y María Beatriz Coro Mullo.

### RESUMEN

El presente trabajo se ejecutó en las provincias de «Pastaza» y «Napo», en las comunidades de «Simón Bolívar», «Boayacu», «Unión Bellandia», «Ila» y «Chucapi». En el mismo se recopiló la información a través de una encuesta sobre aspectos socioeconómicos, datos estructurales de las viviendas, servicios básicos, infraestructura comunitaria, campo de organización comunitario, memoria de desastres o eventos adversos, responsabilidad en la construcción de la vulnerabilidad, percepción del riesgo y preparación ante emergencias. Se realizó un análisis de riesgos bajo la normativa ISO UNE 150008. Se aplicaron 134 encuestas, se determinó el alfa de Cronbach y KMO (Kaiser-Meyer-Olkin), los cuales determinaron que la estructura de la encuesta y tamaño de la muestra eran idóneos. Las comunidades presentan viviendas de construcción de madera, mixtas y de hormigón, cuentan con servicio de luz eléctrica, agua entubada, y recolección de residuos con frecuencia semanal. En cada vivienda habita de una a varias familias. En las comunidades los principales riesgos fueron los deslizamientos por la ubicación de las viviendas y la construcción y ampliación de viviendas sin normas; inundaciones; mordeduras de serpientes; enfermedades o plagas en los cultivos; enfermedades en animales; epidemias humanas; destrucción de caminos y puentes; incendios; y conflictos dentro de las comunidades y fuera de las mismas. Los riesgos determinados estuvieron entre moderados a altos, debido a sus niveles de vulnerabilidad social y ambiental. Las encuestas presentan una percepción de riesgo baja; se detectó una falta de organización comunitaria, así como la falta de preparación ante eventos adversos.

**Palabras clave:** Amenazas, vulnerabilidad, probabilidad, población, desastres.

---

<sup>11</sup> Universidad Estatal Amazónica, Ecuador. E-mail: [rvabril@uea.edu.ec](mailto:rvabril@uea.edu.ec)

## RIESGOS SOCIO AMBIENTALES DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO «ANZU»

*Ricardo Vinicio Abril Saltos, Carlos Alfredo Bravo Medina, Betsy Yessenia Chango Salazar, Maritza Anabel Barragán Chicaiza, Shirma Esmeralda Aguinda Cerda, Cindy Indira Salazar Andy y María Beatriz Coro Mullo*

### Introducción

Las amenazas y recursos forman parte de nuestros sistemas naturales. Los desastres de este tipo causan grandes pérdidas materiales, lo cual afecta a la economía de las poblaciones (Domínguez y Domínguez, 2014).

El manejo de riesgos es una estrategia de desarrollo que atrae la preocupación creciente de decisores y hacedores de políticas públicas para lograr cierta seguridad humana y ambiental (Campos, Toscana y Campos, 2015). Actualmente se han impulsado diversos estudios que conciben los riesgos con diferentes enfoques, desde el análisis de la amenaza o fenómeno natural en sí mismo como sinónimo de riesgo o de desastre, hasta el análisis del riesgo como constructo social, como antesala del desastre y diferente de la amenaza; estos enfoques se han determinado con el fin de estudiar de forma más compleja los riesgos sociales, ambientales y culturales, a los cuales se ve expuesta la sociedad (Campos et al., 2015).

En Latinoamérica existe un constante deterioro de los ecosistemas fluviales por la explotación del recurso y contaminación de las aguas; pese a ello, la expansión de la frontera agrícola y el crecimiento de la población humana han elevado la presión sobre estos ecosistemas, donde los diferentes contextos histórico-sociales y el desarrollo económico originan escenarios de conflictos, al no hallar una igualdad entre el progreso económico y la preservación del Medio ambiente por la inexistencia de políticas estrictas de saneamiento (Acosta, Ríos, Rieradevall, y Prat, 2009).

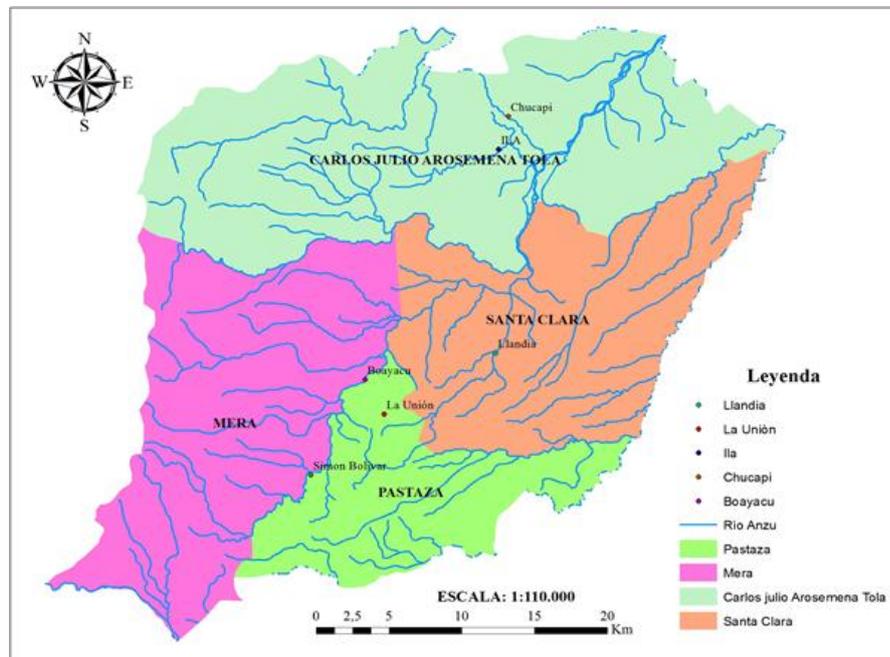
La cuenca alta del río «Anzu» cuenta con comunidades donde se desarrollan actividades agrícolas; al encontrarse cercanas a cursos hídricos, en años recientes se han presentado eventos hidrometeorológicos que han generado afectaciones en ellas, sobre todo en asentamientos de la provincia «Pastaza»: «Simón Bolívar», «La Unión» y «Boayacu», del cantón «Pastaza»; «San Francisco de Llandia», del cantón «Santa Clara», las cuales tienen entre sus ríos más importantes al «Rivadeneira», «Anzu», «Llandia» y «Posunyacu» (GADPPz, 2017). De igual forma se encuentran las comunidades de la provincia «Napo», tales como «Ila» y «Chukapi», del cantón «Arosemena Tola», que a su vez cuentan con los ríos «Ila» y «Chukapi».

La percepción de riesgos muestra un fenómeno de la realidad conscientemente de él, o sea, refleja el objeto o el fenómeno que representa una amenaza para el individuo, aun cuando esta puede estar influenciada por la cultura, el género y las experiencias de otros individuos (Ibarra, Inda, Fernández y Báez, 2000).

Esta investigación recrea una visión de las amenazas y riesgos a los cuales se ven expuestas las comunidades anteriormente mencionadas, desde un enfoque histórico y de la memoria de desastres, además de comprender la percepción del riesgo tanto natural como de origen antrópico que la población en su cosmovisión construye. Es por ello que la misma tuvo como objetivo determinar los principales riesgos de las comunidades en estudio.

## Materiales y métodos

La presente investigación se desarrolló en las provincias de «Pastaza» y «Napo», en las comunidades «Simón Bolívar», «La Unión», «Boayacu», «San Francisco de Llandia», de la primera; e «Ila» y «Chukapi», de la segunda (figura 1).



**Figura 1.** Ubicación de las comunidades. **Fuente:** Elaboración propia.

### **Elaboración del formato de encuestas.**

Para el formato de la encuesta se consideraron elementos de autoidentificación étnica, pues en la zona se presentan varios grupos étnicos, como bien citan Abril, Ruiz, Alonso y Vargas (2016 a); para los aspectos socioeconómicos se consideró lo planteado por Abril, Ruiz, Alonso, Torres y Cabrera (2016b). Se incluyeron las tipologías de vivienda, el acceso a servicios básicos, la infraestructura comunitaria, el campo de organización comunitario, la memoria de desastres o eventos adversos, la eficacia de respuesta durante eventos adversos, la responsabilidad en la construcción de la vulnerabilidad, la percepción del riesgo y la preparación ante potenciales eventos adversos.

### **Validación de la encuesta.**

El formato elaborado se sometió a revisión por los docentes de la Universidad Estatal Amazónica a cargo de las áreas de investigación del proyecto. Con las observaciones realizadas a su formato se desarrolló una prueba piloto para verificar si el cuestionario era entendido por los entrevistados, lo cual permitió mejorarlo para su posterior aplicación a un miembro por familia en cada comunidad.

Al ser pequeñas las comunidades, con aproximadamente 40 familias cada una, se consideró aplicar la encuesta, mínimo, al 50 % de las que las integran. En tal sentido, se aplicó a 21 familias en «Simón Bolívar»; 23 en «La Unión»; 20 en «Boayacu»; 31 en «Llandia»; 20 en «Chucapi»; y 20 en «Ila». Los datos fueron tabulados en una matriz de Excel y posteriormente se procesaron en el software estadístico SPSS, donde se aplicó el test de esfericidad de Bartlett, el índice KMO de

Keiser-Meyer-Olkin, en función de determinar si la estructura de la encuesta fue adecuada; y el alfa de Cronbach para comprobar si el tamaño de la muestra fue el adecuado.

Para el análisis de riesgo se aplicó la metodología planteada por la norma UNE 150008 Ex (AENOR, 2008). Por otra parte, teniendo en cuenta los criterios que aparecen en las *tablas 1, 2 y 3*; y la categorización de la gravedad de acuerdo a lo citado en la *tabla 4*; la estimación de la gravedad se calculó aplicando la fórmula:

$$\text{GRAVEDAD ENTORNO HUMANO} = \text{CANTIDAD} + 2 \text{ PELIGROSIDAD} + \text{EXTENSIÓN} + \text{POBLACIÓN AFECTADA}$$

**Tabla 1.**

*Estimación de la probabilidad.*

Valor	Probabilidad	
5	Muy probable	> una vez al mes
4	Altamente Probable	> una vez al año y < una vez al mes
3	Probable	> una vez cada 10 años y < una vez al año
2	Posible	> una vez cada 50 años y < una vez cada 10 años
1	Improbable	> una vez cada 50 años.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 2.**

*Sobre el entorno natural.*

Valor	Probabilidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad Del Medio
4	Muy alta	Muy Peligrosa	Muy Extenso	Muy Elevada
3	Alta	Peligrosa	Extenso	Elevada
2	Poca	Poco Peligrosa	Poco Extenso	Media
1	Muy Poca	No Peligrosa	Puntual	Baja

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 3.**

*Sobre el entorno humano y socioeconómico.*

Valor	Probabilidad	Peligrosidad	Extensión	Entorno humano Población afectada	Patrimonio y capital productivo
4	Muy alta	Muerte o efectos irreversibles	Muy Extenso	Más de 100	Muy Alto
3	Alta	Daños Graves	Extenso	Entre 25 y 100	Alto
2	Poca	Daños Leves	Poco Extenso	Entre 5 y 25	Bajo
1	Muy Poca	Daños Muy Leves	Puntual	< 5 personas	Muy Bajo

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 4.**  
Nivel de Gravedad.

Nivel de Gravedad	Valoración	Valor Asignado
Crítico	20-18	5
Grave	17-15	4
Moderado	14- 11	3
Leve	10-8	2
No relevante	7-5	1

**Fuente:** Elaboración propia.

Posteriormente, se procedió a realizar la evaluación del riesgo ambiental con la fórmula:

$$\text{RIESGO} = \text{PROBABILIDAD} * \text{CONSECUENCIA}$$

Donde:

- La *consecuencia* es valorada en función del entorno natural, humano y socioeconómico; y el *riesgo ambiental* es categorizado en función de los criterios establecidos en la *figura 2*:



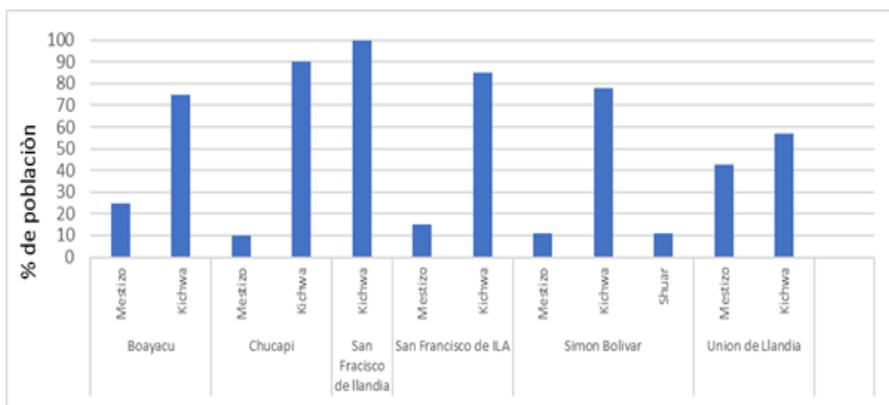
**Figura 2.** Evaluación del Riesgo ambiental. **Fuente:** Elaboración propia.

### **Identificación de los principales riesgos.**

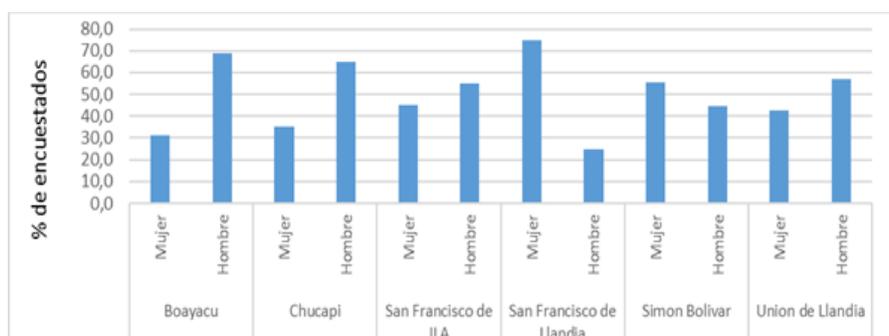
Con la información recolectada se identificaron las áreas de mayor y menor riesgo dentro de las comunidades. Luego se procedió a jerarquizar los riesgos según su frecuencia y peligrosidad, de acuerdo con la situación de cada comunidad.

### **Resultados y discusión**

En cuanto a la autoidentificación étnica (*figura 3*), la mayoría de los encuestados se autodefine como *Kichwa* en todas las comunidades, teniéndose en «Simón Bolívar» y «San Francisco de Llandia» el mayor porcentaje de encuestadas mujeres, y en el resto hombres (*figura 4*). Estudios anteriores en la zona, realizados por Abril *et al.* (2016a) en comunidades de los cantones «Pastaza», «Mera» y «Santa Clara», en la provincia «Pastaza», muestran la presencia de productores *Kichwa* y mestizos, y en algunos sectores una mayor población de etnia *Kichwa*.

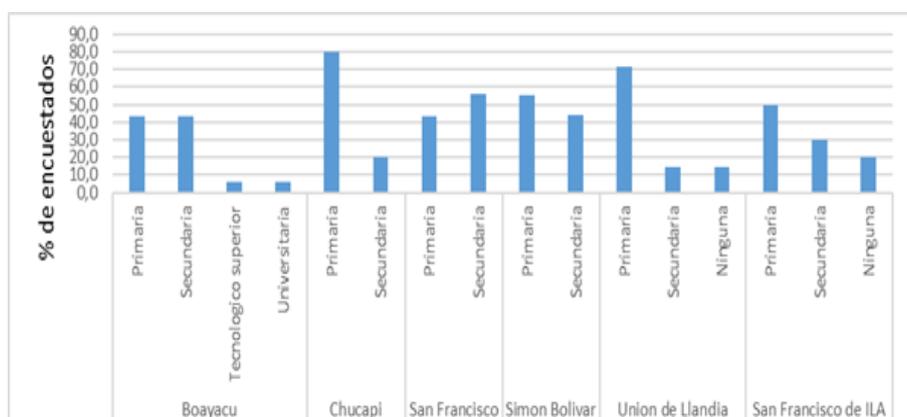


**Figura 3.** Autoidentificación étnica. **Fuente:** Elaboración propia.

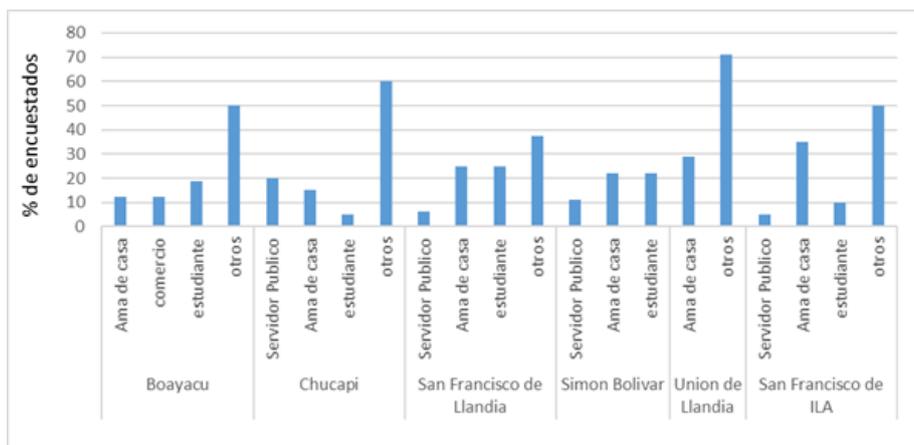


**Figura 4.** Sexo del encuestado. **Fuente:** Elaboración propia.

En cuanto al nivel de instrucción del encuestado (*figura 5*), a excepción de «San Francisco de Llandia», que muestra una mayor cantidad de encuestados con el nivel secundario, en el resto de comunidades predominan los que alcanzaron solo el nivel primario. En la actividad económica principal (*figura 6*), en todas las comunidades la mayoría respondió la opción *otros*, donde se incluye la actividad agropecuaria. Abril *et al.* (2016b) indican que, en productores de los cantones «Pastaza» y «Santa Clara», predomina como la principal fuente de ingresos la actividad agropecuaria, y el nivel predominante de instrucción es el primario.

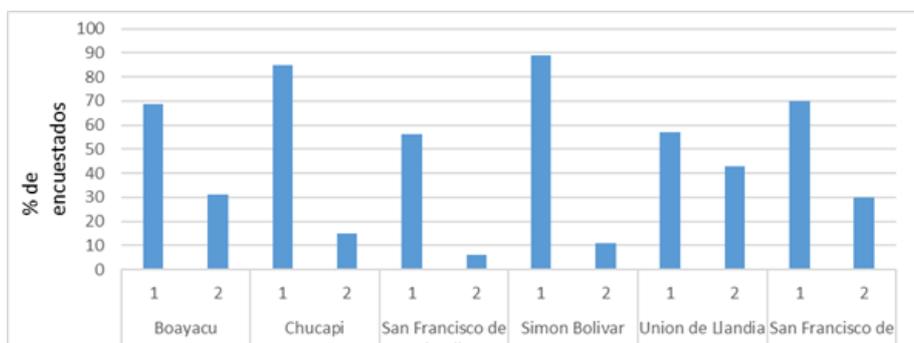


**Figura 5.** Nivel de instrucción. **Fuente:** Elaboración propia.

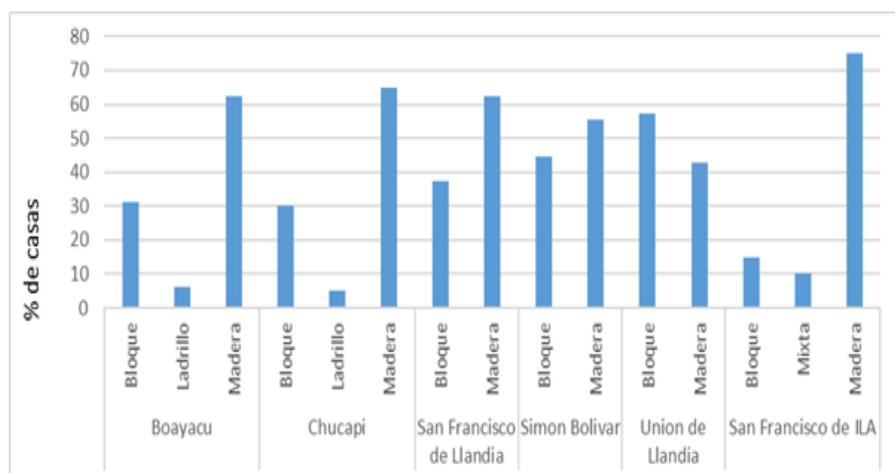


**Figura 6.** Actividad económica principal. **Fuente:** Elaboración propia.

En cuanto al número de pisos por vivienda (*figura 7*), la mayoría son de un piso, construidas en madera, a excepción de «Unión de Llandia», donde predomina como material de construcción el bloque (*figura 8*). En su totalidad el techo es de Zinc.



**Figura 7.** Número de pisos de la vivienda. **Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 8.** Material de Construcción. **Fuente:** Elaboración propia.

En la *tabla 4* se pueden observar los principales riesgos identificados en las comunidades, donde las inundaciones tienen un alto nivel de presencia en todas, a excepción de «Chucapi» con valoraciones

consideradas entre moderada a alta; otro riesgo recurrente es la mordedura de serpiente, la cual es reportada en la gran mayoría.

**Tabla 4.**  
*Riesgos identificados en las comunidades.*

Comunidad	Evento	Probabilidad	Gravedad	Total	Riesgo
Simón Bolívar	Terremoto	4	2	8	Moderado
	Incendios	4	2	8	Moderado
	Explosión de gas	4	2	8	Moderado
	Inundación	4	4	16	Alto
	Deslizamientos	4	2	8	Moderado
	Mordedura de serpiente	4	4	16	Alto
	Enfermedades de cultivos	4	4	16	Alto
	Enfermedades de animales	4	2	8	Moderado
	Enfermedades humanas	4	4	16	Alto
	Conflictos de uso del bosque	4	4	16	Alto
	Conflictos de tierras dentro de la comunidad	4	4	16	Alto
	Conflictos entre comunidades	4	4	16	Alto
	Destrucción de puentes y caminos	4	4	16	Alto
	Inundación	4	2	8	Moderado
La Unión	Deslizamientos	4	2	8	Moderado
	Mordedura de serpiente	4	2	8	Moderado
	Enfermedades de cultivos	4	3	12	Medio
	Conflictos de uso del bosque	4	4	16	Alto
	Conflictos de tierras dentro de la comunidad	3	1	3	Bajo
	Terremoto	2	2	4	Bajo
	Incendios	3	1	3	Bajo
Boayacu	Inundación	4	2	8	Moderado
	Deslizamientos	4	2	8	Moderado
	Conflictos de tierras dentro de la comunidad	4	2	8	Moderado
	Destrucción de puentes y caminos	4	2	8	Moderado
	Terremoto	3	6	8	Moderado
	Inundación	4	4	16	Alto
	Deslizamientos	4	1	4	Bajo
Llandia	Mordedura de serpiente	5	4	20	Alto
	Enfermedades de cultivos	5	2	10	Moderado
	Enfermedades de animales	5	2	10	Moderado
	Enfermedades humanas	4	2	8	Moderado
	Destrucción de puentes y caminos	5	2	10	Moderado
	Inundación	4	3	12	Medio
	Mordedura de serpiente	4	1	4	Bajo
Ila	Enfermedades de cultivos	4	3	12	Medio
	Enfermedades de animales	5	3	15	Medio
	Terremoto	4	2	8	Moderado
Chucapi	Mordedura de serpiente	5	3	15	Medio
	Enfermedades de cultivos	5	3	15	Medio
	Enfermedades de animales	5	3	15	Medio

**Fuente:** Elaboración propia.

La prueba de KMO reportó valores de 0,56; lo cual plantea una adecuación de la encuesta regular, de acuerdo a Cuadras (2014). El alfa de Cronbach es de 0,8; según Oviedo y Campo (2005), valores entre 0,7 y 0,9 muestran buena consistencia interna, mientras que los valores superiores a 0,9 denotan duplicidad en la información.

## Conclusiones

Las comunidades en estudio presentan en su mayoría una autoidentificación como *Kichwa*; sus viviendas están construidas con bloque y madera. Los niveles de instrucción con mayor porcentaje en la población son primarios y secundarios; la principal actividad económica es la agricultura.

La memoria de eventos recoge como los más recurrentes las inundaciones, deslizamientos, mordedura de serpientes y enfermedades en cultivos y animales; los riesgos se categorizan en su mayoría con niveles alto y moderado.

Estas características conllevan a que la comunidad se encuentre vulnerable ante la presencia de eventos, principalmente de origen natural.

## Referencias bibliográficas

- Abril, R.V. (2016). *Prospección y caracterización de plantas con diferentes usos en explotaciones agropecuarias de la provincia Pastaza, Ecuador*. Tesis doctoral. Instituto de Ciencia Animal, Universidad Agraria de La Habana, Cuba.
- Abril, R.V., Ruiz, T. E., Alonso, J., y Vargas, K. J. (2016a). Plantas utilizadas en alimentación humana por agricultores mestizos y kichwas en los cantones Santa Clara, Mera y Pastaza, provincia de Pastaza, Ecuador. *Cultivos Tropicales* 37 (1), 7-13.
- Abril, R.V., Ruiz, T.E., Alonso., Torres, V., y Cabrera, G.M. (2016 b). Prospecting of plant species in Pastaza province, Ecuador. *Prospección de especies vegetales en la provincia de Pastaza, Ecuador. Cuban Journal of Agricultural Science*50 (4).
- Asociación Española de Normalización (AENOR) (2008). *Análisis y Evaluación del Riesgo Ambiental UNE 150008*. Madrid, España: AENOR.
- Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M., y Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*,28 (1), 36-38.
- Campos, M., Toscano, A., y Campos, J. (2015). Riesgos siconaturales: vulnerabilidad socioeconomica, justicia ambiental y justicia espacial. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 24(2), 55.
- Cuadras, C. (2014). *Nuevos Métodos de Análisis Multivariante*. Barcelona, España: CMC Editions.
- Domínguez, N., y Domínguez, J. (2014). El impacto económico de los desastres naturales. *Extoikos* (15), 99-101.
- International Business Machine (2013). *SPSS Statistic Vers 22*.IBM.

- Ibarra, A.M., Inda, J., Fernández, N. y Báez, R.M. (2001). Percepción de riesgos en una comunidad insalubre. *Revista Cubana Medicina General Integral*,16(5), 436-441.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2015). *Anuario meteorológico 2013*. Quito, Ecuador: INAMHI.
- Gobierno Autónomo Descentralizado provincial de Pastaza (2017). *Parroquia Fátima*. Recuperado de <http://www.pastaza.gob.ec/pastaza/fatima>
- Gobierno Autónomo Descentralizado provincial de Pastaza (2017). *Parroquia Teniente Hugo Ortiz*. Recuperado de <http://www.pastaza.gob.ec/pastaza/tnte-hugo-ortiz>
- Gobierno Autónomo Descentralizado provincial de Pastaza (2017). *Cantón Santa Clara*. Recuperado de <http://www.pastaza.gob.ec/pastaza/santa-clara>
- Oviedo, H.C., y Campo, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*,34(4), 572-580.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Clasificación de lodos en la Planta de tratamiento de Aguas residuales, de la Procesadora de Harina de pescado «TADEL S.A.», Ecuador.

**Autores:** Julio Abel Loureiro Salabarría<sup>12</sup>, María Margarita Delgado Demera, Holanda Teresa Vivas Saltos, Ana María Aveiga Ortiz y Aida de La Cruz Balón.

### RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Procesadora industrial de Harina de pescado secada al Vapor «TADEL S.A.», Manta, Ecuador; y tuvo como objetivo clasificar los lodos procedentes de la Planta de tratamiento de Aguas residuales (PTAR) de dicha industria. Se caracterizó el lodo atendiendo a los parámetros: Humedad, densidad, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, metales pesados (cadmio, mercurio y plomo) y parámetros microbiológicos (coliformes totales y fecales). La clasificación se desarrolló comparando los resultados obtenidos con normas ambientales internacionales, y considerando las 40 CFR parte 503 de la *Agencia de Protección Ambiental* de los Estados Unidos (USEPA), la *Directiva Europea 86/278/CEE*, y la *Norma Oficial Mexicana (NOM-004-EMARNAT-2002)*, por ausencia de normativa ambiental ecuatoriana. Los valores reportados para los metales pesados fueron de 0,30 mg/kg para cadmio, <0,25 mg/kg mercurio y <0,25 mg/kg plomo, y se presentaron valores por debajo de los recomendados por las normativas. En cuanto a los resultados microbiológicos de coliformes totales y fecales, estos alcanzaron valores de  $(6,7 \times 10^4$  y  $2,4 \times 10^4$ ) NMP/g respectivamente, correspondientes a un lodo de clase B, según la USEPA, por contener más de 1000 NMP/g y un lodo de clase C, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana, por poseer menos de  $2 \times 10^6$  NMP/g. Los lodos residuales generados en la PTAR tienen un gran potencial para ser aprovechados en usos forestales y usos urbanos sin contacto público directo durante su aplicación, pero se limita su aprovechamiento a cultivos agrícolas por sus elevados indicadores de contaminación fecal.

**Palabras claves:** lodos residuales, normativa ambiental

---

<sup>12</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador. E-mail: [julioabelloureiro@gmail.com](mailto:julioabelloureiro@gmail.com)

# CLASIFICACIÓN DE LODOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, DE LA PROCESADORA DE HARINA DE PESCADO «TADEL S.A.», ECUADOR

*Julio Abel Loureiro Salabarría, María Margarita Delgado Demera, Holanda Teresa Vivas Saltos, Ana María Aveiga Ortiz y Aida de La Cruz Balón*

## Introducción

El tratamiento de aguas residuales, tanto municipales como industriales, según Cupe y Juscamaita, (2018) y Vera, Sánchez, Laura, Peña, y Ortega (2006), tiene como objetivo remover los contaminantes presentes en estas con el fin de reincorporarlas parcial o totalmente, evitando daños al Medio ambiente. Como consecuencia de esos tratamientos se producen subproductos llamados *lodos residuales*, que atendiendo a lo planteado por Feria y Martínez (2014), se caracterizan por presentar elevados contenidos de materia orgánica, sales solubles, organismos patógenos, macro y micro nutrientes, así como un amplio rango de metales pesados.

Entre las alternativas desarrolladas mundialmente para el aprovechamiento de este material, expuestas por Quinchía y Carmona (2004), se encuentran la ceramización, la vitrificación, la incineración, la utilización en monorrellenos y rellenos sanitarios, la valorización agrícola del biosólido por medio de procesos de compostaje y su aplicación directa en terrenos degradados de minería o en terrenos con actividades silvopastoriles y de paisajismo.

Sin embargo, Oropeza (2006) destaca que estos residuos se convierten en subproductos indeseables que deben ser caracterizados en cuanto a concentraciones de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, indispensables en la emisión de criterios para el aprovechamiento, manejo y disposición del mismo.

La Planta de tratamiento de Aguas residuales (PTAR), de la Procesadora de Harina de pescado secada al Vapor, «TADEL S.A.», emite como subproducto lodos que hasta la fecha no han sido clasificados por ausencia de normativa ambiental ecuatoriana y por ende, su disposición final es carente de criterios establecidos. La investigación se complementa con la adecuada elección del aprovechamiento de estos residuos, bajo fundamentos de normativas internacionales, con lo cual disminuyen los riesgos de contaminación para el ambiente y la salud pública.

Por lo anteriormente expuesto, la investigación tuvo como objetivo, clasificar los lodos residuales de la PTAR perteneciente a la Procesadora Industrial de Harina de pescado secada al Vapor, «TADEL S.A.», mediante el empleo de normativas internacionales, dado la ausencia a la regulación ambiental ecuatoriana.

## Materiales y métodos

### ***Ubicación.***

La presente investigación se desarrolló en Ecuador, provincia «Manabí», cantón «Manta», en la PTAR perteneciente a la Procesadora Industrial de Harina de pescado secada al Vapor, «TADEL S.A.».

El material de estudio fue el lodo residual procedente de dicha planta y se tomó la muestra en el proceso de extracción final en la operación de sedimentación. La metodología utilizada para la recolección fue la del cuarteo, recomendada por la *Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002*; esta consistió en dividir el material previamente colectado y homogenizado en cuatro partes iguales (A, B, C y D) en una superficie plana de 4 m x 4 m; se eliminaron las partes opuestas A y C y se

repitió la operación hasta dejar 10 kg de lodo aproximadamente, posteriormente, las muestras fueron transportadas al laboratorio en bolsas de polietileno selladas e identificadas respectivamente.

### **Caracterización de la muestra (Lodo).**

Se caracterizó el lodo en el Laboratorio de Química ambiental de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí «Manuel Félix López» (ESPAM MFL). Se analizaron indicadores fisicoquímicos y microbiológicos según lo planteado por Amador, Veliz, y Bataller (2015), teniéndose en cuenta los parámetros de: Humedad, densidad, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, metales pesados (cadmio, mercurio y plomo) y coliformes totales y fecales.

Los parámetros humedad, densidad, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica; se realizaron de acuerdo a las técnicas de la *Norma Oficial Mexicana (NOM-021-RECNAT-2000)*.

**Tabla 1.**

*Método de análisis y técnica utilizada para determinar parámetros Fisicoquímicos.*

<b>Parámetros Fisicoquímicos</b>	<b>U/M</b>	<b>Método de Análisis</b>	<b>Técnica utilizada</b>
Humedad	%	Gravimétrico	AS-05
Densidad real	gr/ml	Picnómetro	AS-04
pH	-	Potenciométrico	AS-02
CE	dS/m	Electrométrico	AS-18
MO	%	Volumétrico	AS-07

**Nota:** CE: Conductividad eléctrica; MO: Materia orgánica. **Fuente:** NOM-021-RECNAT-2000.

Las concentraciones de metales pesados (cadmio, mercurio y plomo) se determinaron por metodología propuesta por Quinchía y Carmona (2004) en el laboratorio acreditado *Wss World Survey Services Ecuador S.A.* La *tabla 2* muestra los métodos de análisis empleados para cada uno de ellos.

**Tabla 2.**

*Método de análisis empleados para determinación de concentraciones de metales pesados.*

<b>Metales Pesados</b>	<b>U/M (en base seca)</b>	<b>Método de Análisis</b>
Cadmio (Cd)	mg/kg	AA*.
Mercurio (Hg)	mg/kg	A.A*.VF*
Plomo (Pb)	mg/kg	AA*.

**Nota:** A.A\*: Absorción atómica VF\*: Técnica de vapor frío. **Fuente:** Quinchía y Carmona (2004).

Se determinó la carga bacteriológica según lo propuesto por APHA (1992) en el laboratorio antes mencionado, utilizando como Indicador los coliformes totales y fecales.

**Tabla 3.**

*Técnica para la determinación del Indicador bacteriológico (coliformes totales y fecales).*

Indicador bacteriológico	U/M (en base seca)	Técnica
Coliformes totales	NMP/g	Técnica de tubos de fermentación múltiple
Coliformes fecales	NMP/g	Técnica de tubos de fermentación múltiple

**Fuente:**APHA (1992).

### **Clasificación de la muestra (Lodo).**

La clasificación del lodo se desarrolló comparando los resultados de indicadores fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos en los análisis de laboratorio con las normas ambientales internacionales y considerando las *40 CFR parte 503 de la Agencia de Protección Ambiental* de los Estados Unidos (USEPA), la *Directiva Europea (86/278/CEE)* y la *Norma Oficial Mexicana (NOM-004-EMARNAT-2002)*, por ausencia de normativa ambiental ecuatoriana.

La clasificación del lodo en función de los metales pesados (cadmio, mercurio y plomo) se realizó comparando resultados de laboratorio con rangos fijados por las normativas *USEPA* y *Directiva Europea*. La *tabla 4* especifica los límites de concentraciones establecidas para estos metales en cada una de las normativas.

**Tabla 4.**

*Clasificación de lodos de acuerdo a concentraciones de metales pesados.*

Metales Pesados	U/M base seca	USEPA Excelente - Bueno	Directiva Europea Excelente - Bueno
Cadmio (Cd)	mg/kg	39 - 85	20 - 40
Mercurio (Hg)	mg/kg	17 - 57	16 - 25
Plomo (Pb)	mg/kg	300 - 850	750 -1200

**Fuente:**USEPA y Directiva Europea.

Se clasificó el lodo en clases (A, B o C)atendiendo a su calidad bacteriológica (coliformes fecales) y siguiendo las exigencias de las normativas *USEPA* y la *NOM-004-SEMARNAT-2002*. La *tabla 5* plantea la clasificación de lodos según los límites establecidos para coliformes fecales en las dos normativas.

**Tabla 5.**

*Clasificación de lodos de acuerdo a concentraciones permisibles de coliformes fecales (NMP/g base seca).*

Coliformes fecales (NMP/g en base seca)		
Clase	USEPA	NOM-004-SEMARNAT-2002
A	Menor de 1000	Menor de 1000
B	Menor de 200000	Menor de 1000
C	No normado	Menor de $2 \cdot 10^6$

**Fuente:** USEPA y NOM-004-SEMARNAT-2002.

Por último, se determinó el posible aprovechamiento de lodos bajo los criterios establecidos por USEPA y la NOM-004-SEMARNAT-2002 y siguiendo la clasificación de los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos. La *tabla 6* muestra los criterios de aprovechamiento de lodos por tipo y clase.

**Tabla 6.**

*Aprovechamiento de lodos según clasificación de la USEPA y la NOM-004-SEMARNAT-2002.*

Tipo	Clase	Aprovechamiento
Excelente	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos urbanos con contacto público directo durante su aplicación.</li> <li>• Los establecidos para las clases B y C</li> </ul>
Excelente o bueno	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos urbanos sin contacto público directo durante su aplicación</li> <li>• Los establecidos para la clase C</li> </ul>
Excelente o Bueno	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos forestales</li> <li>• Mejoramiento de suelos</li> <li>• Usos agrícolas</li> </ul>

**Fuente:** USEPA y NOM-004-SEMARNAT-2002

## Resultados y discusión

En la *tabla 7* se reflejan los resultados fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos en los laboratorios de los lodos provenientes de la PTAR TADEL S.A. y los rangos de comparación establecidos para cada norma.

**Tabla 7.**

*Resultados de análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los lodos de la PTAR, TADEL S.A.*

Parámetros	Criterios	UM	Cantidad	USEPA	Directiva Europea	NOM -004-SEMARNAT-2002
Fisicoquímicos	Humedad	%	89,98			
	Densidad real	gr/ml	1,118			
	pH		7,2			
	CE	dS/m	1,51			
	MO	%	3,8			
	Cadmio	mg/kg	0,3	39-85	20-40	
Microbiológicos	Mercurio	mg/kg	<0,25	17-57	16-25	
	Plomo	mg/kg	<0,25	300-850	750-1200	
	Coliformes totales	NMP/g	6,7x10 <sup>4</sup>			
	Coliformes fecales	NMP/g	2,4x10 <sup>4</sup>	Clase A: <1000 Clase B: <2x10 <sup>5</sup>		Clase A: <1000 Clase B: <1000 Clase C: <2x10 <sup>6</sup>

**Nota:** CE: conductividad eléctrica; MO: materia orgánica. **Fuente:** ESPAM MFL y Laboratorio Wss World Survey Services Ecuador S.A.

Tal como se muestra en la *tabla 7*, el porcentaje de *humedad* fue de 89,98 % y la densidad real de 1,118 gr/ml, esto coincide con lo obtenido por Martínez, Perez, Pinto, Gurrola, y Osorio (2011) para lodos residuales de una planta de tratamiento de aguas residuales. Según Quinchía y Carmona (2004), la humedad varía respecto al tiempo, pero es importante para el desarrollo de organismos e

intercambio de nutrientes. Asimismo, este lodo se ubica como suelo orgánico a partir de la clasificación de Das (1997) por tener una densidad real  $< 2$  gr/ml.

El *pH* alcanzó un valor de 7,2 encontrándose dentro del rango 6,6 - 7,3 y clasificándose en neutro según la NOM-021-RECNAT-2000. Este resultado permite la disponibilidad de aplicación sobre suelos con similares *pH* y asevera lo manifestado por Acosta *et al.* (2003), quien afirma no producir alteraciones sobre suelos con características parecidas. La conductividad eléctrica de la muestra de lodo fue de 1,51 dS/m demostrando ser muy ligeramente salinos por ubicarse entre (1,1 – 2,0) dS/m de la NOM-021-RECNAT-2000, lo cual coincide con lo determinado por Vera, Sánchez, Laura, Peña, y Ortega (2006) en lodos residuales municipales. Esto brinda la posibilidad de uso para suelos, basándose en lo expuesto por Otero *et al.* (2007), quien asegura que la elevada conductividad eléctrica es un indicador de la afectación de la fertilidad por la salinidad.

En cuanto a la *materia orgánica* se obtuvo un valor de 3,8 % siendo un valor bajo comparado con lo reportado por Salcedo *et al.* (2007) para lodos provenientes de aguas residuales sanitarias.

Los valores alcanzados para *metales pesados* fueron de 0,30 mg/kg Cd,  $<0,25$  mg/kg Hg y  $<0,25$  mg/kg Pb; ello coincide con resultados de Ortiz, Gutiérrez, y Enrique (1995), donde se obtuvieron bajas concentraciones de estos metales en lodos en PTAR domésticas e industriales. De esta forma se clasifican en la categoría de excelente por presentar valores por debajo de los límites inferiores recomendados en la *tabla 4*, por las normativas USEPA y NOM-004-SEMARNAT-2002.

Los resultados de *coliformes totales y fecales* fueron de  $(6,7 \times 10^4)$  y  $(2,4 \times 10^4)$  NMP/g respectivamente como se indica en la *tabla 7*, lo que concuerda con lo reportado por Lozada *et al.* (2005) para lodos espesados y deshidratados de PTAR. Los coliformes fecales se mantienen dentro de los criterios señalados en la *tabla 5* por la NOM-004-SEMARNAT-2002 para un lodo residual crudo clase C, mientras que para la USEPA se encuentra dentro de los criterios como un lodo de clase B, pues contienen una densidad de coliformes fecales inferiores a  $2 \times 10^6$  NMP/g.

Los resultados obtenidos por los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos posibilitan el aprovechamiento de estos lodos como acondicionador de suelos, de acuerdo a los criterios establecidos en el la *tabla 6* por USEPA y la NOM-004-SEMARNAT-2002, en: Usos urbanos sin contacto público directo durante su aplicación; usos forestales; mejoramiento de suelos; y usos agrícolas.

Los resultados obtenidos para Cd, Hg y Pb en los lodos permite que se califiquen para la clase A, B o C; estipulando los usos urbanos con contacto público directo durante su aplicación y los establecidos para las clases B y C. Lo anterior concuerda con lo planteado por Moreno, Colínb, y Gomeztagleb (2000), quienes explican que la concentración de metales pesados del lodo residual no pueden sobrepasar los límites máximos permisibles como acondicionadores de suelos y utilización agrícola.

Los valores de coliformes fecales restringe el uso a la clase B o C, y coincide con lo expresado por Oropeza (2006), al afirmar que las concentraciones de indicadores de contaminación fecal limitan su aprovechamiento por un tiempo en cultivos agrícolas de consumo, pero pueden ser utilizados en recuperación de suelos, plantaciones forestales y cobertura de rellenos sanitarios. Asimismo (Amador, Veliz, y Bataller (2015) exponen que los lodos clasificados en excelentes de clase B o C son aptos para la aplicación en el suelo, con restricciones sanitarias de aplicación, según tipo y localización de los suelos o cultivos.

## Conclusiones

Se caracterizó el lodo proveniente de la PTAR, perteneciente a la Procesadora industrial de Harina de pescado secada al Vapor, «TADEL S.A.», atendiendo a parámetros fisicoquímicos y microbiológicos donde los resultados fueron: Humedad, densidad real, pH, conductividad eléctrica y materia orgánica de (89,98 %; 1,118 gr/ml; 7,2; 1,51 dS/m; 3,8 %) respectivamente. Los valores reportados para los metales pesados fueron de 0,30 mg/kg Cd, <0,25 mg/kg Hg y <0,25 mg/kg Pb. Los coliformes totales y fecales fueron de ( $6,7 \times 10^4$  y  $2,4 \times 10^4$ ) NMP/g correspondientemente.

Los valores reportados para los metales pesados estuvieron por debajo de los límites mínimos recomendados, categorizándose como excelente por las normativas internacionales USEPA y Directiva Europea. Los resultados para coliformes fecales permitieron clasificar al lodo en clase B, según la USEPA, por contener más de 1000 NMP/g y un lodo de clase C de acuerdo a la NOM-004-SEMARNAT-2002, por poseer menos de  $2 \times 10^6$  NMP/g.

Los lodos residuales generados en la PTAR tienen un gran potencial para ser dispuestos en la recuperación de suelos al alcanzar valores de (Cd, Hg y Pb) por debajo de los recomendados por las normativas. Por otro lado, se limita su aprovechamiento directo a cultivos agrícolas por su elevado indicador de contaminación fecal, pero pueden ser aprovechados en usos forestales y usos urbanos sin contacto público directo durante su aplicación.

## Referencias bibliográficas

- A Plain English Guide to the EPA Part 503 Biosolids Rule. (september de 1994). Washington, DC, United State of American.
- Acosta, Y., Paolini, J., Flores, S., Benzo, Z., El Zauahreligia, M., y Senior, A. (2003). Evaluación de metales pesados en tres residuos orgánicos de diferente naturaleza. *Multiciencias*, 1-16.
- Amador, A., Veliz, E., y Bataller, M. (2015). Tratamiento de lodos, generalidades y aplicaciones. *CENIC. Ciencias Químicas*, 1-10.
- APHA, A. W. (1992). Standard Methods for the examination of water and wastewater. *17 edition*. Washington, USA.
- Cuevas, J., Seguel, O., Ellies, A., y Dörner, J. (2006). Efectos de las enmiendas orgánicas sobre las propiedades físicas del suelo con especial referencias a la adición de lodos urbanos. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 1-12.
- Cupe, B., y Juscamaita, J. (2018). Tratamiento de lodos residuales de una industria cervecera a través de fermentación homoláctica para la producción acelerada de abono orgánico. *Ecología Aplicada*, 107-118.
- Das, B. (1997). En B. Das, *Soil Mechanics Laboratory Manual*. Engineering Press (pág. 278). Austin, Texas, USA.
- Feria, J., y Martinez, L. (2014). Tratamiento de lodos de fondo de lagunas facultativas con estabilización en condiciones de laboratorio. *Revista EIA*, 113-122.

- Lozada, T., Escobar, P., Pérez, J., Imery, A., Nates, R., Sánchez, P., . . . Bermúdez, M. (2005). Influencia del material de enmienda en el compostaje de lodos de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales - PTAR. *Ingeniería e Investigación*, 54-61.
- Martínez, A., Perez, M. E., Pinto, J., Gurrola, B., y Osorio, A. (2011). Biorremediación de suelo contaminado con hidrocarburos empleando lodos residuales como fuente alterna de nutrientes. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 241-252.
- Medina, E., García, N., Velásquez, A., y García, M. (2009). Análisis básico del reuso de lodos residuales de una planta de tratamiento de aguas residuales en suelos de pradera del parque nacional nevado de toluca. *Quivera*, 35-51.
- Moreno, J., Colínb, A., y Gomeztagleb, M. (2000). Irradiación de lodos residuales y su uso en el cultivo de avena. *Revista de la Sociedad Química de México*, 219-223.
- Norma Oficial Mexicana (NOM)-004-SEMARNAT. (2002)*. Protección ambiental. Lodos y biosólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.
- Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. (31 de diciembre de 2002)*. especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreos y análisis. México.
- Oropeza, N. (2006). Lodos residuales: estabilización y manejo. *Caos Conciencia*, 51-58.
- Ortiz, M. L., Gutiérrez, M., y Enrique, S. (1995). Propuesta de manejo de los lodos residuales de la planta de tratamiento de la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca, Estado de Morelos, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 105-115.
- Otero, L., Francisco, A., Gálvez, V., Morales, R., Sánchez, I., Labau, M., . . . Rivero, L. (2007). Caracterización Y Evaluación De La Salinidad. *CENDA2007*.
- Quinchía, A., y Carmona, D. (2004). Factibilidad de disposición de los biosólidos generados en una planta de tratamiento de aguas residuales combinada. *Revista EIA*, 89-108.
- Salcedo, E., Vázquez, A., Krishnamurthy, L., Zamora, F., Hernández, E., y Rodríguez, R. (2007). Evaluación de lodos residuales como abono orgánico en suelos volcánicos de uso agrícola y forestal en Jalisco, México. *Interciencia*, 115-120.
- Vera, A., Sánchez, E. O., Laura, M., Peña, J., & Ortega, M. M. (2006). Estabilización de lodos residuales municipales por medio de la técnica de lombricompostaje. *Memorias V Congreso Internacional y el XI Congreso Nacional de Ciencias Ambientales*.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Sistema de tratamientos de aguas residuales a través de un biofiltro híbrido.337

**Autores:** Ana Delia Araneda Gómez<sup>13</sup>, Daniela Andrea López Leyton, Misky Henríquez Espinoza y Arturo Godoy Zúñiga.

### RESUMEN

Actualmente la escasez hídrica es un problema mundial que genera vulnerabilidad social, ambiental y económica. Grandes esfuerzos realizan las naciones para mitigar estos efectos adversos sobre la calidad de las personas y el Medio ambiente. Tal es el caso de la reutilización de las aguas residuales domésticas e industriales a través de distintas tecnologías que permiten su reuso para hidratación de suelos, riego en el sector productivo agrícola, entre otros. Los biofiltros son sistemas percoladores con base biológica y son una alternativa para el manejo y gestión de aguas residuales. Las tipologías de biofiltración híbrida son basadas en la interacción de dos componentes: El biótico; microorganismos, plantas, anélidos; y el abiótico, basado en material filtrante. El objetivo del presente estudio es la evaluación y comparación de un sistema de tratamientos de aguas residuales tipo domiciliarias híbrido, a través de la confección de un diseño piloto de un biofiltro híbrido, con la interacción directa entre macrófitas y anélidos seguido por sustratos minerales inertes. Para ello, se evaluó el comportamiento de las aguas residuales domiciliarias cuando ingresaban y salían del sistema, se analizaron parámetros fisicoquímicos asociados a la calidad del agua, cuyos resultados indicaron entre 80 % y 90 % de eficiencia de eliminación entre el efluente y el influente, evidenciándose una mayor eficiencia que otros sistemas de tratamientos basados solo en un tipo de componentes biológicos o minerales.

**Palabras clave:** Sistema de tratamiento, biofiltro híbrido, aguas residuales.

---

<sup>13</sup> Instituto Profesional «Virginio Gómez», Chile. [adearaneda@gmail.com](mailto:adearaneda@gmail.com)

## SISTEMA DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE UN BIOFILTRO HÍBRIDO

Ana Delia Araneda Gómez, Daniela Andrea López Leyton, Misky Henríquez Espinoza y Arturo Godoy Zúñiga

### Introducción

La escasez hídrica es un problema mundial importante. Las presiones existentes sobre los recursos hídricos se verán agravadas por el aumento de la población y también por el cambio climático (Gosling and Arnell, 2016). Hoy día, el agua está sometida a un uso intensivo por las distintas actividades que desarrollan las sociedades modernas. En Chile, más del 70 % del agua es utilizada por la agricultura, la minería y la industria comparten casi un 20 % del uso del recurso, mientras que el uso doméstico se reduce a mucho menos del 10 % (Neuenschwander, 2010). El acceso al agua para uso doméstico y productivo influyen directamente sobre la pobreza y la seguridad alimentaria, aumentando la vulnerabilidad en zonas rurales, proporcionándoles medios de vida menos seguros, y junto con ellos, el reducido sistema de tratamientos de las aguas residuales en el sector rural tiene riesgos ligados a enfermedades transmitidas por patógenos.

El servicio de tratamiento de aguas servidas en sectores rurales alcanza el número de 550 plantas operativas a lo largo de todo el país (SUBDERE, 2012), equivalente, según estimaciones, a un 11,13 % de las localidades. De estas el 66 % posee un buen funcionamiento mientras que el resto tiene un funcionamiento regular (21,27 %) y malo (18,73 %), según datos de la SUBDERE en 2012. Dentro de este universo de plantas se encuentran diversas metodologías de tratamiento de aguas, teniendo mayor presencia el tratamiento de lodos activados (72 %) y las fosas sépticas (9 %). Si bien se aplican sistemas no convencionales como los lombrifiltros (7 %), estos se encuentran mal ejecutados o bien con la necesidad de ser reparados (SUBDERE, 2012). Esta realidad plantea entonces, una búsqueda para lograr mejorar el sistema de tratamiento de aguas servidas en zonas rurales.

Dentro de los sistemas de tratamiento no convencionales se encuentra el lombrifiltro y los humedales construidos. El lombrifiltro corresponde a un sistema con biomasa microbiana fija tipo filtro percolador, constituido por varias capas de distintos materiales; básicamente una capa de sostén de material inerte grueso, y una capa de material orgánico de tamaño menor, normalmente mezcla de aserrín y viruta de madera nativa. En esta capa se incorpora una masiva población de anélidos (*Eisenia foetida*, por lo general), que utiliza el material celulósico y la materia orgánica adsorbida desde el efluente como sustrato (Quispe, 2018). Los humedales construidos están basados fundamentalmente en imitar la vegetación, suelo y asociaciones microbianas, tal cual como ocurre en los humedales naturales, pero en un ambiente más controlado (Vymazal, 2007). Se ha demostrado su capacidad en la remoción de materia orgánica, al transformar y asimilar nutrientes y retener o eliminar sustancias tóxicas (Arias y Brix, 2003).

Los biofiltros híbridos (Seo *et al.*, 2005; Kumar *et al.*, 2015; Saba *et al.*, 2015; Mohan *et al.*, 2014, Samal *et al.*, 2017), recientemente estudiados, son sistemas de tratamientos que permiten la interacción directa entre componentes biológicos e inertes, lo cual aumenta la eficiencia de reducción de parámetros críticos asociados a las aguas residuales como la demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno, fósforo, entre otros. Es así que se ha llamado al presente diseño de biofiltro híbrido *VERMIWET*, caracterizado por ser un sistema biológico de tratamiento de aguas residuales que nace de la fusión de dos tecnologías existentes, como lo son, los humedales construidos y lombrifiltros.

Consiste en un sistema percolador que cuenta con distintos filtros (sustratos) biológicos y minerales, donde el primero de ellos (superficie) es un sustrato compuesto de macrófitas especializadas, cuyas

raíces tienen la capacidad de absorber y transformar macro y micronutrientes; el segundo sustrato corresponde a anélidos de la especie *Eisenia foetida*, los que se alimentan y digieren la materia orgánica, transformándola en un potencial abono natural a través de las deyecciones de estos macroinvertebrados; este subproducto es conocido como “humus de lombriz de tierra” es altamente cotizado por el sector agrícola, al poseer características beneficiosas para los suelos productivos.

El objetivo de este estudio fue la evaluación del biofiltro híbrido, a través de los análisis de parámetros fisicoquímicos en la entrada y salida de las aguas residuales domiciliarias.

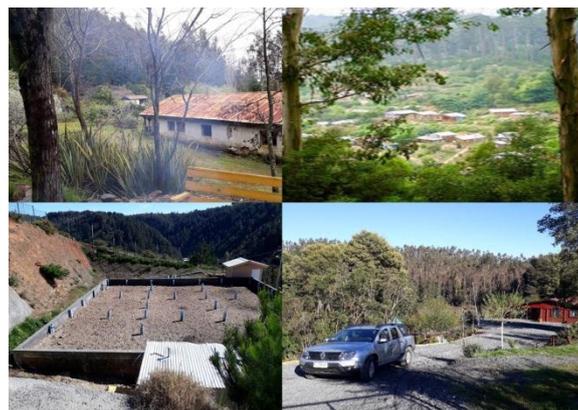
### **Materiales y métodos**

La metodología del estudio se estructuró en función de un diseño y habilitación de un sistema de tratamientos a través de un biofiltro híbrido, que permitió establecer las características fisicoquímicas y biológicas de los componentes del biofiltro híbrido; para ello se utilizaron técnicas analíticas e instrumentales para establecer la caracterización típica del componente biótico: Plantas, lombrices y biótico/abiótico: material filtrante. Además, se contempló la caracterización de las aguas residuales reales, obtenidos de una planta de tratamientos de aguas servidas (PTARs) (Villamar *et al.*, 2018) de una zona rural de la «Región del Biobío».

A continuación se desglosan las actividades asociadas a la implementación y el análisis del sistema de tratamientos a través de un biofiltro híbrido.

#### ***Visita a terreno.***

Se realizaron visitas al terreno para explorar posibles lugares donde habilitar el sistema de tratamiento *Vermiwet*, se realizaron visitas a terreno a «Caleta Tumbes» en la comuna de «Talcahuano» y al sector rural de «San Onofre», Sector «Quilacoya», «Hualqui», con el fin de encontrar hogares cuyos sistemas de tratamientos de aguas residuales no existieran o presentaran como sistema de disposición fosas sépticas. Además, en la comuna de «Hualqui», en la población Villa «Las Caletas» se visitó el sistema de lombrifiltro existente.



**Figura 1.** Visita a terreno a «Caleta Tumbes» (izquierda) y a la comuna de «Hualqui» (derecha).

**Fuente:** Elaboración propia.

#### ***Diseño del sistema.***

El diseño del sistema *Vermiwet* se realizó en conjunto con la empresa *Protoworkers*, quienes se encargaron en primera instancia de realizar un prototipo del sistema, el cual luego lo materializaron

de acuerdo a los requerimientos solicitados, y según las características de diseño que a continuación se detallan.

### **Características del sistema.**

Los parámetros de operación y características físicas del sistema de tratamiento *Vermiwet* se muestran en la *tabla 1*.

**Tabla 1.**  
*Parámetros de operación y características físicas Vermiwet.*

<b>Característica</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<i>Geometría</i>		
Área	m <sup>2</sup>	0,25
Relación largo/ancho		1
Altura	m	0,8
Volumen	m <sup>3</sup>	0,2
<i>Operación</i>		
Caudal	L/d	5
TRH	h	2
VCO	gDBO <sub>5</sub> /m <sup>2</sup> d	2,1

**Nota:** TRH: tiempo de residencia hidráulico, VCO: velocidad de carga orgánica.

**Fuente:** Elaboración propia.

Los diferentes sustratos utilizados en cada una de las divisiones del *Vermiwet* se describen en la *tabla 2*, los cuales se encuentran ordenados de forma descendente según el diseño del *Vermiwet* (*figura 4*). La primera división está formada por una capa de grava y viruta, donde se encuentran los anélidos o lombrices correspondientes a la especie *Eisenia foetida*; además está vegetada por la macrófita *Schoenoplectus californicus* (junco o totora), mientras que la quinta división corresponde al lugar de acopio del efluente (agua servida tratada).

**Tabla 2.**  
*Capas de sustrato en Vermiwet.*

<b>Sustrato</b>	<b>Unidad</b>	<b>Altura de la capa</b>
Grava + Viruta	m	0,05 + 0,35
Zeolita	m	0,12
Grava	m	0,12
Acopio	m	0,12

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Obtención del influente.**

El influente se obtuvo desde la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Hualqui. Las aguas servidas son extraídas a la salida del tratamiento preliminar, luego de haber sido pre-tratado por una cámara de rejillas (separación de 40 mm) y un desarenador (López *et al.*, 2015). El influente se almacenó en cámara de frío a una temperatura de 4°C.



**Figura 2.** Obtención de influente en PTAS de Hualqui. **Fuente:** Elaboración propia.

### **Monitoreo de parámetros fisicoquímicos.**

Las muestras para caracterizar el influente y efluente se filtraron a través de filtros Whatman de poro 0,45  $\mu\text{m}$ . Los parámetros se determinaron de acuerdo a los protocolos descritos en los métodos estándar (APHA, 1998).

Se evaluó en el influente y efluente el contenido de materia orgánica determinando el CT, COT y CI mediante la técnica de oxidación catalítica por combustión a 680°C, seguido de detección de CO<sub>2</sub> generado por la oxidación, para lo cual se utilizó un analizador de gases infrarrojo (NDIR) y se empleó el equipo TOC 28 L-CPH Shimadzu (APHA, 2005).

La DBO<sub>5</sub> se determinó por el método volumétrico Winkler (5210-B) haciendo uso de una incubadora Velp Scientifica (FTC 90E). La DQO fue medida por colorimetría (5210-B) mediante un espectrofotómetro UV-VIS Thermo spectronic (Genesis 10 UV) luego de una previa digestión con un termo reactor Hach (45600-02). Los análisis de SST y SSV se determinaron por el método gravimétrico 2540-D y 2540-E, respectivamente, usando una estufa Memmert (400F) y una mufla JSR (JSMF-30T). En cuanto a nutrientes, el nitrógeno total (NT), amonio (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), fósforo total (PT) y fosfato (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) se determinaron con un kit Merck spectroquant Nova 60.

En la *figura 3* se observa la determinación de parámetros fisicoquímicos de las muestras obtenidas en el influente y efluente del sistema de tratamiento *Vermiwet*.



**Figura 3.** Medición de parámetros fisicoquímicos. **Fuente:** Elaboración propia.

### **Caracterización de indicadores microbiológicos.**

La caracterización de parámetros microbiológicos se determinó al influente y efluente. Se determinaron coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF). Los CT se determinaron por lo establecido en la norma chilena *NCh 2313/22 Of 95*. Los CF por lo establecido en Standard Methods 9221, mediante el Número Más Probable (NMP).

### **Resultados y discusión**

#### **Diseño del sistema.**

En la *figura 4* se observa el prototipo y materialización del sistema de tratamiento *Vermiwet*. El soporte y las mallas de división del sistema fueron construidos en acero galvanizado y los cajones que dividen cada capa en acrílico negro.

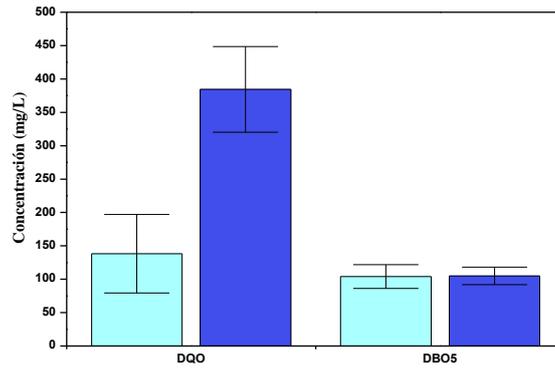


**Figura 4.** Diseño de sistema de tratamiento *Vermiwet*. Prototipo del sistema y sistema a escala real.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **Caracterización fisicoquímica.**

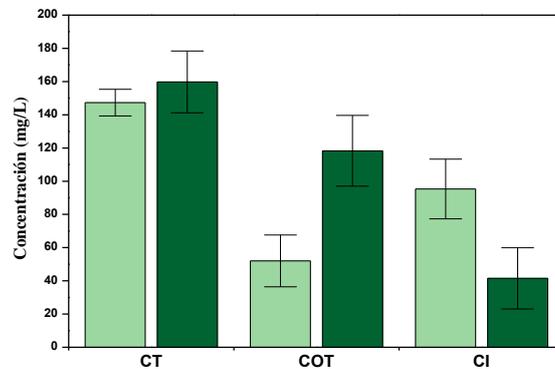
La *figura 5* muestra las concentraciones de materia orgánica medida como Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Biológica de Oxígeno ( $DBO_5$ ) a la entrada y salida del sistema *Vermiwet*. La concentración promedio de  $DBO_5$  en el influente fue  $104,0 \pm 17,8$  mg/L, lo cual está por debajo de la concentración de aguas servidas con pretratamiento en zonas urbanas (115,2-164,6 mg/L) y zonas rurales (230-470 mg/L) (Zurita *et al.*, 2009; Pedescoll *et al.*, 2011), clasificándose además, según Henze *et al.* (2012), como aguas servidas moderadas, pues la concentración de  $DBO_5$  es cercana a los 100 mg/L; mientras que la concentración de  $DBO_5$  en el efluente promedio fue de  $105,0 \pm 13,2$  mg/L. Por otra parte, la concentración de DQO promedio en el influente fue de  $138,2 \pm 58,8$  mg/L, lo cual aumentó luego del tratamiento a  $384,4 \pm 64,1$  mg/L, lo que representa un aumento de 178 %.



**Figura 5.** Concentración de materia orgánica en sistema *Vermiwet*. ■ Influyente y ■ Efluente.

**Fuente:** Elaboración propia.

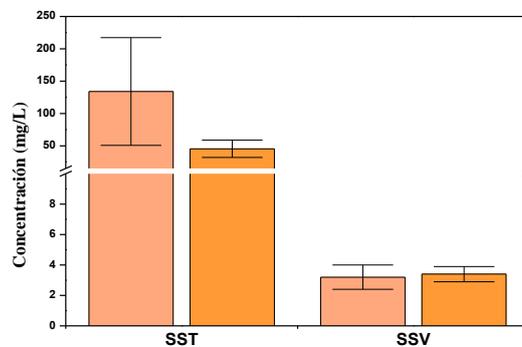
La *figura 6* muestra las concentraciones de carbono medida como Carbono Total (CT), Carbono Inorgánico (CI) y Carbono Orgánico Total (COT).



**Figura 6.** Concentración de carbono en sistema *Vermiwet*. ■ Influyente y ■ Efluente.

**Fuente:** Elaboración propia.

La *figura 7* muestra las concentraciones de sólidos a la entrada y salida de *Vermiwet*. Los SST disminuyeron en un 66 %, con una concentración de 134,0 83,4 mg/L y 45,4 13,3 mg/L en el influente y efluente, respectivamente, y los SSV con una concentración promedio de  $3,2 \pm 0,8$  mg/L en el influente y de  $3,4 \pm 0,5$  mg/L en el efluente, es decir, hubo un aumento promedio de un 7 %.



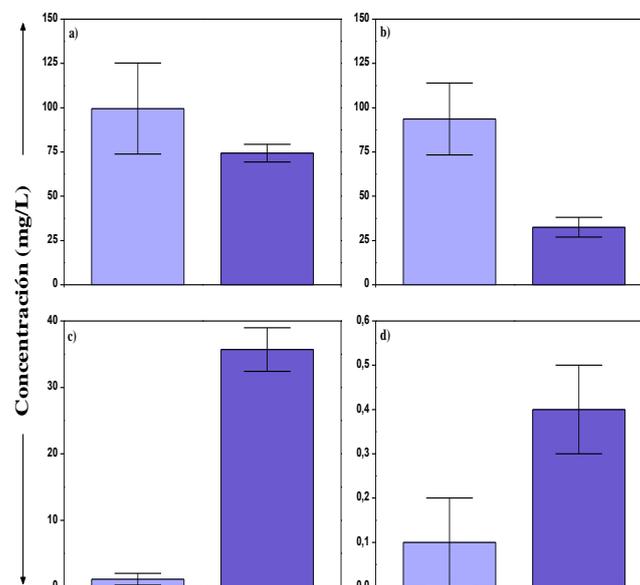
**Figura 7.** Concentración de sólidos en sistema *Vermiwet*. ■ Influyente y ■ Efluente.

**Fuente:** Elaboración propia.

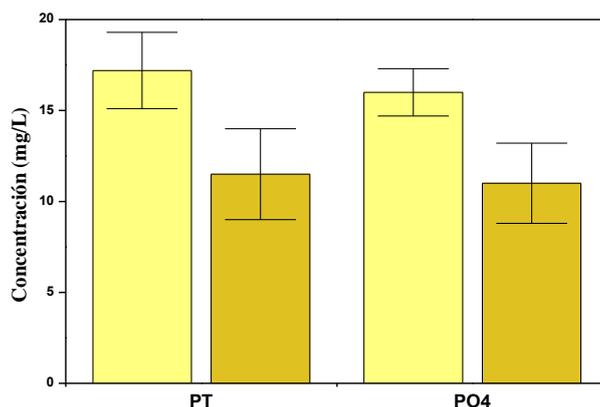
La *figura 8* muestra las concentraciones de nutrientes en el influente y efluente del sistema. La concentración de NT promedio en el influente fue de  $99,5 \pm 25,7$  mg/L durante toda la operación, los cuales se encuentran dentro del rango 35-100 mg/L para aguas servidas rurales reportadas por Vera *et al.* (2012), concentraciones atribuidas al contenido de urea y proteínas proveniente de las actividades productivas de la zona (Chartier *et al.*, 2013), el sistema logró una eficiencia de eliminación del 25 % de NT. El  $\text{NH}_4^+$  logró una eficiencia de eliminación promedio del 65 %, con una concentración en el influente de  $93,6 \pm 20,3$  mg/L. La oxidación del  $\text{N-NH}_4^+$ , o más bien conocida como nitrificación, es un mecanismo de eliminación de nitrógeno que está compuesto por dos etapas en las cuales el  $\text{N-NH}_4^+$  en presencia de oxígeno es en primer lugar convertido a  $\text{N-NO}_2^-$  y luego a  $\text{N-NO}_3^-$  (Saeed y Sun, 2012). En esta investigación se puede presumir que este mecanismo se está llevando a cabo, pues existe un aumento de 193 % de  $\text{N-NO}_2^-$  y un 3239 % de  $\text{N-NO}_3^-$ , como es posible observar en el aumento de concentración en las Figuras 8c y 8d.

En la *figura 9* se observan las concentraciones promedio de PT en el influente y efluente. La concentración promedio de PT en el influente fue de  $17,2 \pm 2,1$  mg/L, es decir 30 % superior que lo (11- 13 mg/L) reportado por Vera *et al.* (2012), mientras que en el efluente fue  $11,5 \pm 2,5$  mg/L. alcanzando una eficiencia de eliminación de 33 %. El  $\text{P-PO}_4^{3-}$  se comportó de manera similar alcanzando una eficiencia de 31 %.

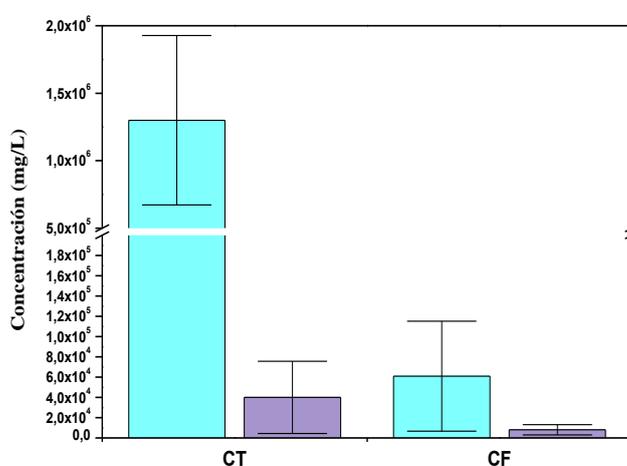
En la *figura 10* se muestran las concentraciones de coliformes totales y coliformes fecales en el influente y efluente del *vermiwet*. Las concentraciones en el influente encontradas en O/I fueron de 7,44; 7,09 y 4,61  $\mu\text{Log}/100$  mL de CT, CF y CS, respectivamente. Mientras que en P/V estas aumentaron con promedios de 7,82; 7,60 y 4,94  $\mu\text{Log}/100\text{mL}$ , de CT, CF y CS, respectivamente. La concentración en el efluente para todas las celdas es similar con un promedio de 5,58; 5,31 y 4,58  $\mu\text{Log}/100\text{mL}$  de CT, CF y CS, respectivamente. Por otra parte, celdas HFHSS-Phr y HFHSS-Sch presentaron concentraciones 3,2 (CT), 6,6 (CF) y 1,3 (CS) % superiores que HFHSS-Cyp y HFHSSCyp/Zant.



**Figura 8.** Concentración de nitrógeno en sistema *Vermiwet*. ■ Influyente y ■ Efluente, y a) Nitrógeno total, b) Amonio, c) Nitrato y d) Nitrito. **Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 9.** Concentraciones promedio de PT en el sistema *Vermiwet*. **Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 10.** Concentraciones de coliformes totales y coliformes fecales en el sistema *Vermiwet*.

**Fuente:** Elaboración propia.

### Referencias bibliográficas

- Arias I., Carl A., Brix, H. (2003). Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 13, 17-24.
- Gosling, S. N., y Arnell, N. W. (2016). A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. *Climatic Change*, 134(3), 371-385.
- Kumar, T., Bhargava, R., and Prasad, K. H. Pruthi, V. (2015). Evaluation of vermifiltration process using natural ingredients for effective wastewater treatment. *Ecological Engineering*, 75, 370-377.
- Mohan, D., Sarswat, A., Ok, Y.S., Pittman Jr, C.U. (2014). Organic and inorganic contaminants removal from water with biochar, a renewable, low cost and sustainable adsorbent- a critical review. *Bioresource technology*, 160, 191-202.
- Neuenschwander, A. (2010). *El Cambio Climático en el sector Silvoagropecuario de Chile*. Fundación para la innovación agraria, 298-311.

- Quispe A. (2018). Evaluación de la eficiencia entre dos sistemas de biofiltros para el tratamiento de las aguas residuales domesticas de la localidad de Carapongo, Lurigancho chosica.Universidad Nacional Federico Villarreal, 347-457.
- Saba, B., Jabeen, M., Khalid, A., Aziz, I., Christy, A. D. (2015). Effectiveness of rice agricultural waste, microbes and wetland plants in the removal of reactive black-5 azo dye in microcosm constructed wetlands. *International Journal of Phytoremediation*, 17(11), 1060-1067.
- Salaberry S. (2012). "Estudio de soluciones sanitarias para el sector rural. 2012, de Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo Sitio web:  
[http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/estudio\\_de\\_soluciones\\_sanitarias\\_para\\_el\\_sector\\_rural\\_1.pdf](http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/estudio_de_soluciones_sanitarias_para_el_sector_rural_1.pdf)
- Samal, K., Dash, R. R., y Bhunia, P. (2017). Performance assessment of *Canna indica* assisted vermifilter for synthetic dairy wastewater treatment. *Process Safety and Environmental Protection*, 111, 363-374.
- Seo, D.C., Cho, J.S., Lee, H.J., y Heo, J.S. (2005). Phosphorous retention capacity of filter media for estimating the longevity of constructed wetland. *Water Research*, 39(11), 2445-2457.
- Villamar, C.A., Vera, I., Rivera, D., de la Hoz, F. (2018). Resue and recycling of livestock and municipal wastewater in Chilean agriculture: a preliminary assessment. *Water*, 10(6), 817.
- Vymazal, J. (2007). Removal of nutrients in various types of constructed wetlands.*Science of the Total Environment*, 380(1), 48-65.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Influencia de las temperaturas sobre el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*L.) variedad Romano.

**Autores:** Yoangel Jesu Miranda Agüero<sup>14</sup>, Mailín Trujillo Rodríguez y Eric Pedro Forte Martínez.

### RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la influencia de las variaciones de las temperaturas en la producción de papa, variedad *Romano*, en la finca «Zenaida», de la Cooperativa de Producción Agropecuaria «Amistad Cubano Búlgara» del municipio «Güines», provincia «Mayabeque». Para ello, se realizó un estudio correlacional – explicativo mediante la recopilación de información meteorológica (temperaturas) y agrícola para las campañas 2016 – 2017 y 2017 – 2018, siguiendo un diseño no experimental de tipo longitudinal, pues las variables no fueron manipuladas y se analizaron los cambios a través del tiempo. La estadística descriptiva se empleó como herramienta en el procesamiento y análisis de los datos, para el periodo noviembre – febrero, que es el momento donde se desarrolla este cultivo en Cuba; posteriormente se hizo una regresión lineal simple. A partir de los resultados obtenidos se comprobó que los rendimientos del cultivo de papa se muestran susceptibles a la variabilidad de las temperaturas en la región de estudio. Las temperaturas se comportaron siempre por encima del rango óptimo durante casi todo el ciclo del cultivo, encontrándose las mayores variaciones entre una campaña y otra en el mes de diciembre (fase de inicio de crecimiento y tuberización), esto influyó en el desarrollo de los tubérculos, la acumulación de azúcares y de carbohidratos, lo cual dio al traste con los rendimientos obtenidos en cada una de ellas.

**Palabras clave:** Cultivo de la papa, temperatura media y diferencial térmico.

---

<sup>14</sup> Universidad Agraria de La Habana, Cuba. E-mail: [yoangel@unah.edu.cu](mailto:yoangel@unah.edu.cu)

## INFLUENCIA DE LAS TEMPERATURAS SOBRE EL CULTIVO DE LA PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM L.*), VARIEDAD ROMANO

Yoangel Jesu Miranda Agüero, Mailín Trujillo Rodríguez y Eric Pedro Forte Martínez

### Introducción

Originaria de la región andina de Perú y Bolivia en América del Sur, al decir de Avilés y Piedra (2016), en la actualidad la papa (*Solanum tuberosum, L.*) representa una de las contribuciones más importantes de la región andina al mundo entero, por ser uno de los cultivos alimenticios más consumidos y apreciados, y por colaborar con el fortalecimiento de la seguridad alimentaria de toda la humanidad (MINAG, 2012).

Según Álvarez *et al.*, (2013) y Hernández *et al.*, (2017), es un cultivo de mucho peso en la economía internacional, pues constituye el alimento de grandes poblaciones en diferentes regiones del planeta. El incremento de sus niveles productivos lo convierten en el tercer cultivo alimenticio más importante. Además, para Flores *et al.*, (2014), la principal ventaja está dada porque produce más alimento *per cápita* en tiempo y espacio (altos rendimientos por unidad de superficie) que el trigo, el arroz y el maíz.

Asociado a esas bondades y debido a la plasticidad ecológica que posee la papa, esta se planta en muchas zonas geográficas (Rojas, 2011). En Cuba se cultiva desde hace más de 34 años y constituye un cultivo de prioridad nacional (MINAG, 2016). Sin embargo, la papa es considerada una planta termoperiódica (Rojas, 2011), pues necesita una variación entre la temperatura máxima y mínima de al menos 10°C en todo su ciclo de vida. En este sentido, la ubicación geográfica de Cuba y el hecho de tener un clima muy cambiante con predominio de altas temperaturas y alta humedad relativa, hace que el país no posea las mejores condiciones para el desarrollo del tubérculo.

Según Hernández *et al.*, (2017) en países tropicales como Cuba, a pesar de no contar con un amplio período de condiciones climáticas idóneas para el desarrollo de aquella, se aprovecha este espacio temporal con temperaturas menos elevadas para su producción. Es por ello que su plantación se realiza en el período poco lluvioso, comprendido entre los meses de noviembre – abril, donde las temperaturas resultan ser más bajas por la entrada de frentes fríos que permiten lograr una buena tuberización, pues estas son las mejores condiciones para cultivarla (Martín y Jerez, 2017).

El sector agropecuario es extremadamente vulnerable a los efectos del cambio climático que se suscita en el planeta, y que provocan procesos de variabilidad climática en las diferentes regiones. Núñez *et al.*, (2018) aseguran que ello tendrá un impacto significativo en la agricultura, debido a que esta se debe en gran medida a la temperatura, las precipitaciones y la interacción entre estos elementos. Ya se encuentran evidencias en el aumento de las temperaturas y alteraciones en el comportamiento pluviométrico en el país, como refieren los trabajos realizados por Planos *et al.*, (2013) y Pérez *et al.*, (2016).

Por estas razones, el ciclo del cultivo se ve reducido teniendo en cuenta las exigencias edafoclimáticas que posee, dentro de las que tienen un peso mayor en la producción las variaciones en las temperaturas. Este efecto también se contrarresta en alguna medida al ubicar las áreas de producción en aquellos suelos más productivos y en las épocas más frías del año. No obstante, Estévez (2007) manifiesta que la mayoría de las variedades de papa que se utilizan en el territorio nacional son foráneas, por lo que no pueden expresar sus potencialidades óptimas de producción, al ser seleccionadas para condiciones de clima y suelos diferentes al de la Isla.

Es por ello que se trabaja en la producción de semillas nacionales buscando las adaptaciones apropiadas para las condiciones climáticas del país. Una de las variedades que se han ido modificando genéticamente es la *Romano*, a la cual se le dedican buena cantidad de hectáreas de tierra todos los años.

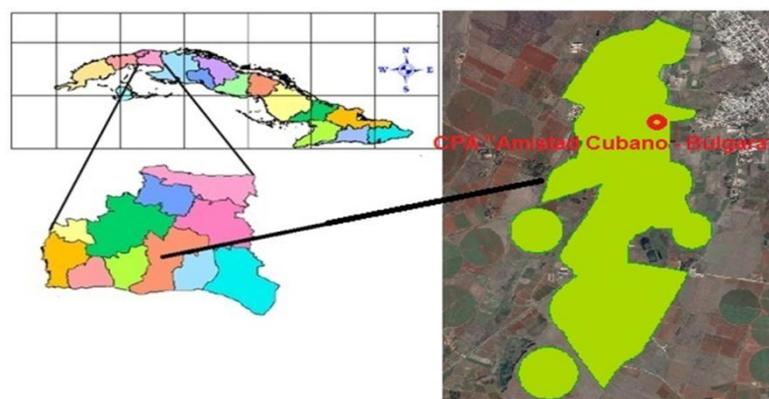
La provincia «Mayabeque» es una de las principales productoras de este tubérculo en la región occidental de Cuba, y es el municipio «Güines» uno de los que le dedica anualmente más áreas de sembrado a la misma. Los suelos de este territorio son altamente productivos con un microclima que los favorece, lo cual ha motivado la plantación de muchas variedades tanto nacionales como extranjeras; dentro de la nacional, la variedad *Romano* es una de las más plantadas. Sin embargo, en esta última década se perciben variaciones en las temperaturas que pudieran dar al traste con los bajos rendimientos que ha presentado el cultivo.

En este sentido, los rendimientos del tubérculo en Cuba oscilan entre las 18,35 y 25,9 t/ha según se registra en el instructivo técnico que para este cultivo se tiene en el país (MINAG, 2016). En Mayabeque estos rendimientos oscilan entre 17,1 t/ha en la semilla nacional y con las importadas 22,5 t/ha como reporta Walón (2014).

En el caso de la CPA «Amistad Cubano – Búlgara», se plantan al año un número considerable de semillas foráneas y nacionales; variedad *Romano* ha presentado una fluctuación en sus rendimientos durante los últimos años, variando desde buenos resultados con 26.8 t/ha a peores con 18.7 t/ha, lo cual coincide con los periodos de mayores fluctuaciones en las temperaturas máximas y mínimas. Por tal motivo, la presente investigación se propuso como objetivo evaluar la influencia de las variaciones de las temperaturas en los rendimientos de papa variedad *Romano* en la Finca «Zenaida».

## Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en la Finca «Zenaida» de la CPA «Amistad Cubano – Búlgara» localizada en las coordenadas geográficas, 22°50'47.04" N, 82°03'45.03" W, 22°48'1.53" N, 82°02'15.87" W, de acuerdo con el sistema de coordenadas *Cuba Norte* y *Proyección Cónica Conforme de Lambert* (PCCL) (figura 1). Esta se encuentra ubicada en el municipio «Güines», provincia «Mayabeque», y limita al Norte con la CCS «Miguel Camacho», al Sur con la UBPC «Restituto Alonso», al Este con el poblado de «Güines» y al Oeste con la UBPC «Sierra Maestra» perteneciente al municipio «Melena del Sur».



**Figura 1.** Localización geográfica de la Finca «Zenaida» de la CPA «Amistad Cubano – Búlgara».

**Fuente:** Elaboración propia.

La investigación siguió el camino de un estudio correlacional – explicativo mediante la recopilación de información meteorológica (temperaturas) y agrícola, para las campañas 2016 – 2017 y 2017 – 2018, siguiendo un diseño no experimental de tipo longitudinal, pues las variables no fueron manipuladas y se analizaron los cambios a través del tiempo. Se empleó un registro de datos climáticos de temperatura, el cual se obtuvo a partir de los datos recolectados por la estación meteorológica de «Güines», correspondiente a la red de estaciones del Instituto de Meteorología de Cuba (INSMET); mientras que la información de la producción proviene de los registros históricos por campaña que se guardan en la dirección económica de la CPA. Todos estos valores se tomaron en el período noviembre – febrero que es el lapso donde se desarrolla el cultivo y que se conoce como campaña de siembra.

En el procesamiento y análisis de los datos, se empleó como herramienta la estadística descriptiva, según el criterio empleado por Miranda *et al.*, (2016), para realizar la caracterización de los rendimientos y de las temperaturas mensuales por campañas de siembra. Posteriormente se realizó una regresión lineal simple siguiendo el criterio de Carrasquilla *et al.*, (2016) entre el rendimiento obtenido para el cultivo de la papa y las temperaturas en las campañas estudiadas, que permitiera determinar su influencia o no sobre el cultivo.

Según Rojas (2011) el conocimiento del diferencial térmico y la amplitud térmica a partir de los datos de temperatura máxima ( $T_{max}$ ) y mínima ( $T_{min}$ ), así como la temperatura diurna ( $T_{foto}$ ) y nocturna ( $T_{nicto}$ ) es de importancia para el cultivo de la papa. El cálculo de la temperatura diurna ( $T_{foto}$ ) y nocturna ( $T_{nicto}$ ) se realizó siguiendo la ecuación propuesta por Castillo y Castellvi (2001) que se muestra a continuación:

$$T_{foto} = T_x - \frac{(T_x - T_n)}{4} \qquad T_{nicto} = T_n - \frac{(T_x - T_n)}{4}$$

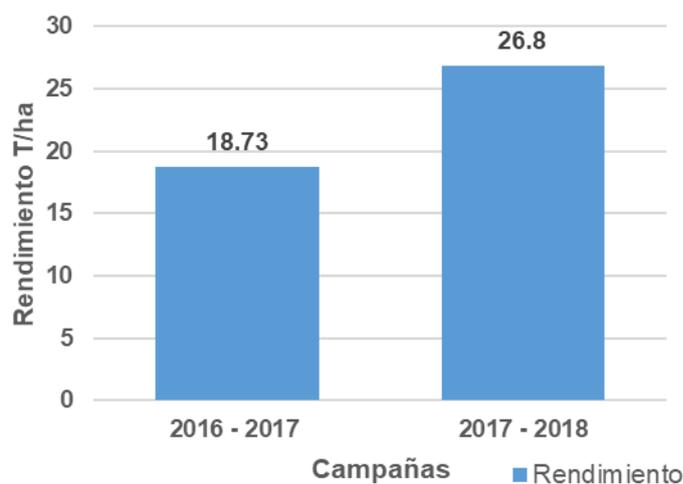
Donde:

- $T_{foto}$ : Temperatura diurna
- $T_{nicto}$ : Temperatura nocturna
- $T_x$ : Temperatura máxima
- $T_n$ : Temperatura mínima

Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico *InfoEstat* (Di Rienzo, 2011), además de trabajar con la hoja de cálculos de Microsoft Excel 2016.

## Resultados y discusión

En la *figura 2* se muestra el rendimiento de la papa variedad *Romano* en las campañas 2016 – 2017 y 2017 – 2018 en la Finca «Zenaida», pudiéndose observar cómo de una campaña a otra el rendimiento aumentó de 18.73 t/ha a 26.8 t/ha respectivamente. Estos rendimientos para esta variedad superan el alcanzado en la región el pasado año (18 t/ha), según Martín y Jerez (2017), quienes además en el área experimental del INCA obtuvieron un rendimiento de 12.5 t/ha.



**Figura 2.** Rendimiento del cultivo de la papa variedad Romano por campañas de siembra.

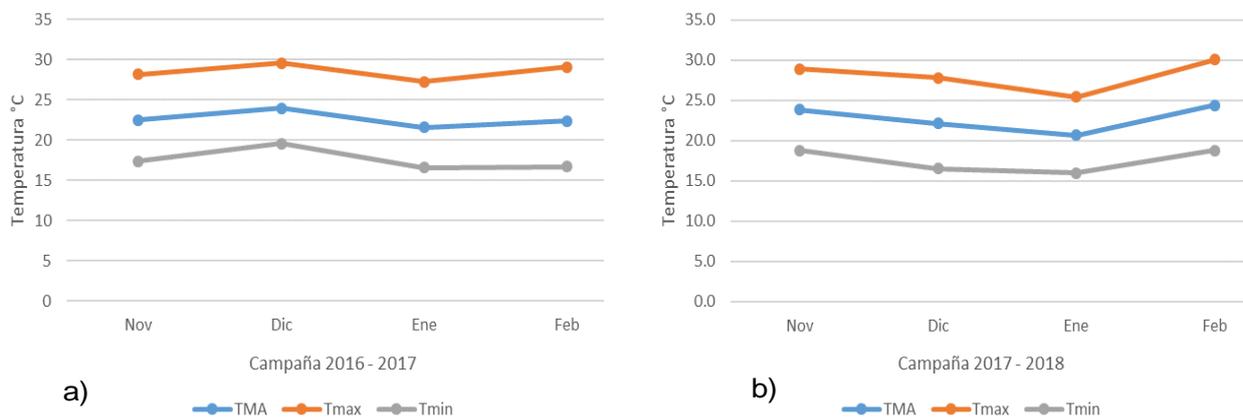
**Fuente:** Elaboración propia.

Según lo planteado por Estévez (2007), el rendimiento de esta variedad en condiciones de producción alcanza valores de 29,41 t/ha, que si se compara con los resultados obtenidos en la campaña 2016 – 2017, puede decirse que estos no son satisfactorios, pues en esta última campaña se pueden catalogar de adecuados. No obstante, estos autores consideran que de manera general el rendimiento de la campaña 2016 – 2017 es bueno, pues se encuentra por encima del promedio histórico obtenido en Cuba para este cultivo, si se tiene en consideración todas las variedades plantadas según el instructivo técnico del MINAG (2016).

Los factores que influyeron para que de una campaña a otra se obtuviera un aumento considerable en los rendimientos pueden ser muchos; entre ellos se encuentran la variedad y fecha de plantación, protección fitosanitaria, atenciones culturales, preparación de suelo y las condiciones edafoclimáticas de la región. La de mayor incidencia en la Isla es la variabilidad climática, en especial las temperaturas, debido a que las bajas precipitaciones se suplen con el riego que se le aplica al cultivo.

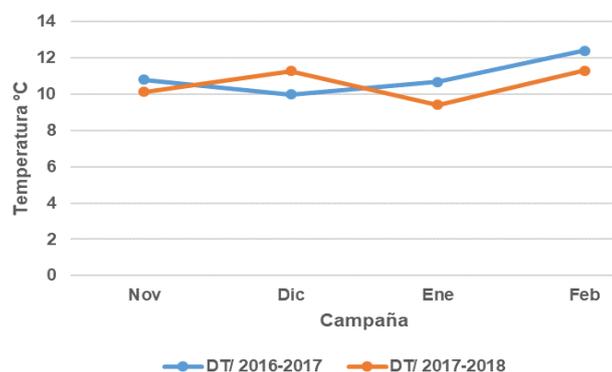
Como se puede observar en las *figuras 3a y 3b*, los valores de temperatura media se encuentran por encima del rango óptimo (10°C – 20 °C) para las dos campañas estudiadas, según el criterio de Sifuentes *et al.*, (2013) y Martín y Jerez (2015). La mayor diferencia entre ambas campañas se encuentra en el mes de diciembre, puesto a que en el año 2016 las temperaturas aumentaron en el mes de noviembre, sin embargo, en el 2017 estas descendieron.

Según Aldabe y Dogliotti (2006) y Martín y Jerez (2015), las altas temperaturas antes del inicio de la tuberización tienden a favorecer el crecimiento del follaje y retrasan el inicio de este proceso al afectar la acumulación de carbohidratos en los tubérculos, lo cual coincide en las dos campañas en el mes de diciembre y hace suponer que las altas temperaturas en el 2016 pudieron influir en los rendimientos obtenidos al final de la misma.



**Figura 3.** Comportamiento del promedio de las temperaturas por campañas: a) 2016 – 2017 y b) 2017 – 2018. **Fuente:** Elaboración propia.

La mayor influencia de esta variable meteorológica sobre el cultivo radica en el rango de amplitud que se produzca entre las temperaturas máximas y mínimas (al menos 10 °C) al decir de Rojas (2011) y Brackmann y Greb (2014), por lo cual es considerada una planta termoperiódica. Como se muestra en la *figura 4*, el diferencial térmico para las dos campañas durante todo el ciclo del cultivo es favorable, salvo en el mes de diciembre del 2016 que vuelve a ser el mes crítico al registrarse el valor más bajo justo en la etapa de inicio de tuberización.

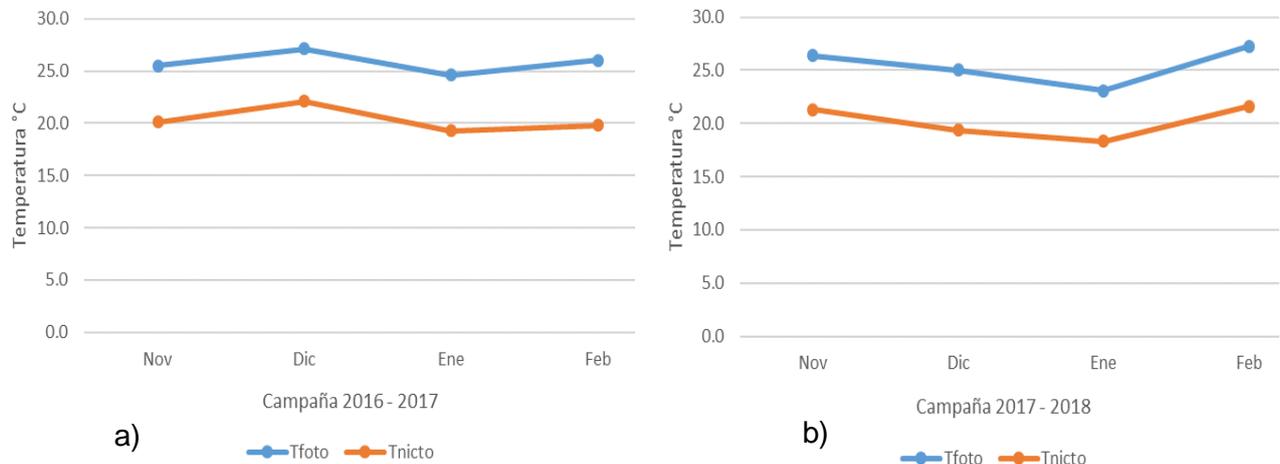


**Figura 4.** Comportamiento del diferencial térmico por campañas. **Fuente:** Elaboración propia.

Semejantes resultados obtuvieron Martín y Jerez (2017) para esta variedad, planteando que las mayores fluctuaciones durante los primeros estadios del crecimiento y desarrollo del tubérculo favorecen los rendimientos. Ello da al traste con la última campaña estudiada al obtenerse los mejores rendimientos y tener en el mes de diciembre un diferencial térmico adecuado para esta etapa del cultivo.

Otro factor que se debe analizar son las temperaturas diurnas (Tfoto) y nocturnas (Tnicto); según el criterio del Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José de Costa Rica (1991) y Rojas (2011), estas influyen directamente en el proceso de tuberización del cultivo de papa.

En la *figura 5* se puede ver cómo en ambas campañas los valores de temperatura diurna y nocturna, así como su diferencial térmico sobrepasan el rango óptimo en todo el ciclo del cultivo, lo cual según Kantolic *et al.*, (2004) influye en la tasa de desarrollo de los tubérculos y la acumulación de azúcares. Se puede observar cómo en el mes de diciembre del año 2016 tanto las temperaturas diurnas como nocturnas son muy elevadas, siendo más significativo el aumento de las nocturnas.



**Figura 5.** Comportamiento de las temperaturas diurnas (Tfoto) y nocturnas (Tnicto) por campaña: a) 2016 – 2017 y b) 2017 – 2018. **Fuente:** Elaboración propia.

Estas altas temperaturas diurnas y nocturnas en la etapa de llenado de tubérculos, provoca que los carbohidratos formados por el proceso fotosintético sean consumidos por el proceso de respiración, según Contreras (2009).

En el análisis de regresión lineal simple se comprobó que las temperaturas diurnas (Tfoto) y máximas fueron las variables que más influyeron en el rendimiento promedio de las campañas, con valores de significación de  $P=0.037$  y  $0.042$  respectivamente. En la ecuación de regresión realizada y que se muestra a continuación se puede observar cómo el mayor aporte fue de la temperatura máxima.

$$\text{Rendimiento} = 30.89 - 0.068 \text{ Tfoto} (\pm 0.013) - 2.82 \text{ Tnicto} (\pm 0.750) + 0.36 \text{ Tm} (\pm 0.963) + 5.78 \text{ Tmax} (\pm 1.225) + 2.42 \text{ Tmin} (\pm 0.743)$$

$$R^2=0.95 \quad R^2_{\text{ajust}}=0.83 \quad EE=\pm 1.31 \quad SC=66.70$$

## Conclusiones

Los resultados obtenidos demuestran que en el municipio «Güines», el cultivo de la papa se muestra considerablemente sensible a la variabilidad climática (con mayor influencia la temperatura) imperante. Las variaciones en las temperaturas (valores por encima de las óptimas) durante todo el ciclo del cultivo en las dos campañas estudiadas modifican los patrones de crecimiento y desarrollo de los tubérculos, influyendo en gran medida en los rendimientos que se alcanzaron.

La variación de las temperaturas (diferencial térmico y temperatura nocturna) en el mes de diciembre del año 2016 y 2017, que coincide con la fase de inicio de crecimiento y tuberización en ambas campañas, influyó en la tasa de desarrollo de los tubérculos, la acumulación de azúcares y carbohidratos; lo cual da al traste con la diferencia en los rendimientos obtenidos en cada una de ellas.

## Referencias bibliográficas

- Aldabe, L. y Dogliotti, S. (2006). *Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de papa* (*Solanum tuberosum* L.). Curso de fisiología de cultivos. Recuperado de <http://www.fagro.edu.uy/~cultivos/Materialesdecurso/Modulohort%EDcola/RepartidoFisiologiaPapa.pdf>.
- Álvarez, A.; Riverol, M.; González, F.; Soto, F.; Castillo, J.; Contreras, Y.; González, T.; Canet, R.; Villalón, A.; Andino, V.; Cuéllar, A.; Barbería, M.; Cruz, T.; Sosa, R.; Chao, R.; Abeledo, C.; Diéguez, F.; García, A.; Cruz, E.; Díaz, Y.; Rivero, R.; Roger, R.; Rodríguez, A.; y Carrera, F. (2013). Agricultura. En: Planos, E.; Rivero, R.; Guevara, V. *Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba*. La Habana, Cuba.: Editorial AMA.
- Avilés, J. y Piedra, R. (2016). *Cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.)*. San José, Costa Rica: INTA. ISBN: 978-9968-586-11-5
- Brackmann, K. y Greb, T. (2014). Long- and short-distance signaling in the regulation of lateral plant growth. *Physiologia Plantarum*, 151(2), 134 – 141. ISSN: 0031 – 9317.
- Carrasquilla, A; Chacón, A; Núñez, K; Gómez, O; Valverde, J; Guerrero, M. (2016). Regresión lineal simple y múltiple: aplicación en la predicción de variables naturales relacionadas con el crecimiento microalgal. *Revista Tecnología en Marcha. Encuentro de Investigación y Extensión*. pp. 33 – 45. DOI: 10.18845/tm.v29i8.2983
- Castillo, E. y Castellví, F. (2001). *Agrometeorología*. (2da Ed. Corregida). Argentina: Ediciones Mundi Prensa.
- Contreras, M. (2009). *Ecofisiología del rendimiento de la planta de papa*. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile. [Online] Recuperado de <http://www.argenpapa.com.ar/default.asp?id=679>.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini M.; Gonzalez, L.; Tablada, M. y Robledo, C. (2011). *Grupo InfoStat*. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar>
- Estévez, A. (2007). Origen, evolución y migración de la papa. En: *El cultivo de la papa en Cuba.*, La Habana, Cuba: Ediciones INCA.
- Flores, H.; Ojeda, W.; Flores, H.; Mejía, E. y Sifuentes, E. (2014) Predicción fenológica del cultivo de papa mediante tiempo térmico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 37(2), 149 – 157.
- Hernández, A.; Sorí, R.; González, D. y López, A. (2017). Escenarios bioclimáticos para el tizón tardío [*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary] y tizón temprano (*Alternaria solani* Sorauer.) de la papa en Cuba. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 21(1), 55 – 72. ISSN: 1853-4961.
- Kantolic, A.; Giménez, P. y De la Fuente, E. (2004). Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en soja. En: Satorre, E. *et al.*, (2004). *Producción de granos. Bases funcionales para su manejo*. Buenos Aires. Argentina: FAUBA. Orientación Gráfica Editora.

- Martín, R. y Jeréz, E. (2015). Evaluación del rendimiento en papa (*Solanum Tuberosum*, L.) a partir del comportamiento de las temperaturas. *Revista Cultivos Tropicales*, 36(1), 93 – 97.
- Martín, R. y Jerez, E. (2017). Efecto de las temperaturas en el rendimiento de la papa (*solanum tuberosum* l.) variedad Romano. *Revistas Cultivos Tropicales*, 38(1), 75 – 80.
- MINAG (2012). Instructivo técnico para la producción de papa en Cuba. Cuba – Santo Domingo. La Habana, Cuba: INIVIT.
- MINAG. (2016). *Instructivo técnico para la producción de papa en Cuba*. La Habana, Cuba: MINAG.
- Ministerio de la Agricultura y Ganadería (1991). *Técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica*. Recuperado de [www.infoagro.go.cr/Progrnacionales/Raicesytubér/colocasia.pdf](http://www.infoagro.go.cr/Progrnacionales/Raicesytubér/colocasia.pdf).
- Miranda, Y; Arozarena, N. y López, T. (2016). Extensión agraria en la percepción de profesores de la Universidad Agraria de la Habana «Fructuoso Rodríguez Pérez». *Revista de Gestión del Conocimiento y del Desarrollo Local*, 2(1), 34 – 39.
- Núñez, Y., Guerrero, Y., Estrada, E. y Viamonte, I. (2018). Influencia de las variables agroclimáticas en los procesos productivos agrícolas en la CPA “Asalto al Polvorín” en el municipio Puerto Padre. *Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda”*, 52, 25 – 35.
- Pérez, O.; Álvarez, A. y Gómez, Y. (2016). Cambio climático y vulnerabilidades en Cuba. En Conde, Cecilia y López, J. (Coord.) (2016). *Vulnerabilidad y Cambio Climático. Impactos, Vulnerabilidad y adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe. Propuestas para métodos de evaluación*. México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- Planos, O., Vega, R. y Guevara, A. (2013). *Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba*; Instituto de Meteorología. Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana, Cuba: Editorial AMA.
- Rojas, E. O. (2011). Evaluación del desarrollo del cultivo de papa bajo escenarios de variabilidad climática interanual y cambio climático, en el sur oeste de la Sabana de Bogotá. Trabajo de diploma. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia.
- Sifuentes, E.; Ojeda, W.; Mendoza, C.; Macías, J.; Rúelas, J. R. y Inzunza, M. A. (2013). Nutrición del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) considerando variabilidad climática en el “Valle del Fuerte” Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(4), 585 – 597.
- Walón, A. (3 de enero de 2014). Materializar sus compromisos. *Periódico Mayabeque*, p2.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Evaluación del uso de los residuos de cascarilla de arroz (*oryza sativa*) como agregado en bloques para la construcción.

**Autores:** Carlos Ricardo Delgado Villafuerte<sup>15</sup>, Patricio Javier Noles Aguilar, Enrique Richard, Carlos Andree Villafuerte Vélez y Bogar Johel Romero Rodríguez.

### RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el uso de los residuos de cascarilla de arroz como agregado para la elaboración de bloques en la construcción. Inicialmente se aplicó una encuesta a siete piladoras del cantón Rocafuerte para conocer la cantidad de cascarilla de arroz generada en una semana. Para la obtención de los bloques se establecieron tres tratamientos y un testigo en función de la dosificación de la cascarilla de arroz T<sub>1</sub> (25 % - 0,31 kg); T<sub>2</sub> (50 % - 0,61 kg); T<sub>3</sub> (75 % - 0,91 kg) y testigo (100 % - 0 kg). Los bloques fueron sometidos a ensayos de resistencia y esos resultados analizados a través del software InfosTat. Según la encuesta realizada los centros de acopio que generan mayor cantidad de cascarilla de arroz son San Vicente y Santa Mónica con 200 quintales/semana cada uno, Las Jaguas con una producción de 175 quintales/semana, mientras que la piladora que genera menor cantidad de cascarilla de arroz es San Juan con 100 quintales por semana. Se elaboraron un total de 48 bloques incluidos los ecológicos y los tradicionales o testigos. De acuerdo con los ensayos de compresión el bloque a los 28 días con una dosificación de cascarilla de arroz al 25% presentó la mayor resistencia (101 kg/cm<sup>2</sup>), valor que se acerca al bloque tradicional, lo que permitió concluir que el ecobloque cumple con los parámetros de resistencia mecánica vigentes en la norma INEN 3066 (2016), conforme al análisis estadístico existe diferencias estadísticas entre cada uno de los tratamientos.

**Palabras clave:** Ecobloque, arroz, piladora, resistencia mecánica.

---

<sup>15</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador. E-mail: [car\\_delgado@hotmail.com](mailto:car_delgado@hotmail.com)

## EVALUACIÓN DEL USO DE LOS RESIDUOS DE CASCARILLA DE ARROZ (*Oryza sativa*) COMO AGREGADO EN BLOQUES PARA LA CONSTRUCCIÓN

Carlos Ricardo Delgado Villafuerte, Patricio Javier Noles Aguilar, Enrique Richard y Carlos Andree Villafuerte Vélez y Bogar Johel Romero Rodríguez

### Introducción

La obtención de cemento para fabricar concreto implica un alto consumo energético y grandes emisiones de gases como el CO<sub>2</sub>, lo cual lo convierte en un material costoso y contaminante, pero brinda un amplio desarrollo a nivel ambiental, social y económico; en algunos casos se podría sustituir el cemento con adiciones de residuos agroindustriales (Vásquez y Bach, 2000). La industria del cemento, a escala mundial, tiene el 2 % del consumo global de energía y el 5 % del consumo global de energía industrial (Hendriks, 1998), lo que genera aproximadamente una tonelada de CO<sub>2</sub> por cada tonelada de *clinker* dependiendo de la eficiencia de la planta (Vanderley, 2002).

En algunos casos se podría sustituir el cemento por adiciones de residuos agropecuarios con muy buenos resultados (Méndez, 2010; Paya, 2003). El empleo de estas adiciones como sustituto de cierto porcentaje de cemento disminuye de forma significativa el costo medioambiental de la construcción, al reducir parte de la generación de CO<sub>2</sub> y explotación minera necesarias para la producción de cemento, además de mejorar la gestión de los residuos reutilizados y evitar su disposición en botaderos (Martirena, 2004).

Se han realizado investigaciones en diferentes países con residuos agroindustriales como sustituto parcial del cemento para la fabricación de mampuestos no estructurales (Fuentes *et al.*, 2015) morteros (Águila y Sosa, 2008; Serrano *et al.*, 2012) y bloques con resultados prometedores para la ingeniería de materiales.

Tal es el caso de la cascarilla de arroz, la cual muchas veces solo se acumula y no se emplea al ignorarse sus propiedades. Este desecho agroindustrial se puede utilizar como fuente de silicio para obtener silicato de calcio (Rodríguez, 2006). En el Ecuador se produce una gran cantidad de residuos agropecuarios dentro de los que se ubican alrededor de 2'106.695,86 toneladas de residuos de arroz por año; solo en la provincia «Manabí» la producción de este último es de aproximadamente 64.497,63 toneladas por año.

Por lo anterior, es objetivo de esta investigación evaluar el uso de los residuos de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) como agregado en bloques para la construcción; lo cual representa un gran beneficio para el Medio ambiente, al evitar la quema de la cascarilla de arroz lográndose disminuir la emisión de contaminantes.

### Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en la Fábrica de Bloques INZAM, ubicada en el cantón «Rocafuerte», perteneciente a la provincia «Manabí». Astronómicamente, «Rocafuerte» se sitúa sobre las coordenadas 0° 55' 6" latitud Sur y 80° 29' 10" longitud Oeste. El factor en estudio es la cantidad de cascarilla de arroz que se agregará en la fabricación del eco bloque, para la cual se aplicó un diseño completamente aleatorio con cuatro tratamientos y tres repeticiones. El análisis estadístico se realizó en el programa estadístico en InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2017) donde se efectuó la comparación con la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabla 1.***Tratamientos.*

Tratamientos	%	Cemento (Kg)	Arena (Kg)	Granulados Volcánicos (Kg)	Agua (Ltrs)	Cascarilla de arroz (Kg)
T <sub>1</sub>	25	0,61	0,91	6,11	0,9	0,31
T <sub>2</sub>	50	0,61	0,61	6,11	0,9	0,61
T <sub>3</sub>	75	0,61	0,31	6,11	0,9	0,91
<b>TESTIGO</b>	100	0,61	1,22	6,11	0,9	0,00

**Fuente:** Elaboración propia.

Para la ejecución del trabajo de investigación se desarrollaron las siguientes fases:

- *Fase I. Estimar la cantidad de residuos de cascarilla de arroz que se generan en los centros de acopio del cantón «Rocafuerte»*

Esto se realizó a través de la aplicación de encuestas.

- *Fase II. Obtención de un bloque utilizando como agregado los residuos de arroz provenientes del área de estudio*

El objeto de estudio (cascarilla de arroz) fue sometido a un pre-tratamiento para eliminar las impurezas, la cual consistió en lavar y secar al ambiente, para luego proceder al tratamiento químico con ácido muriático por un lapso de 5 horas. Por último, la cascarilla de arroz se dejó secar de nuevo al ambiente (Arcos *et al.*, 2007).

La mezcla para la realización de los bloques se realizó en una mezcladora espciar para concreto, la cual consistió en colocar el agregado grueso y las tres cuartas partes del agua a utilizar en esta para batirla por varios minutos, luego se adicionó el cemento y finalmente, se agregó el resto del agua y la arena para completar la mezcla; inmediatamente se realizó el moldeado de los bloques (Gombo, 2005).

Una vez fabricados los bloques, estos permanecieron en un lugar que les garantizó protección del sol y de los vientos, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse. El periodo de fraguado fue de cuatro a ocho horas, pero es recomendable dejar los bloques de un día para otro. Luego de ese tiempo, los fueron retirados y colocados en rumas para su curado. Allí se regaron periódicamente con agua durante cinco jornadas. Se continuó humedeciéndoseles al menos tres veces al día o lo necesario para que no se comenzaran a secar en los bordes. Se les cubrió con plásticos para evitar que se evapore fácilmente el agua.

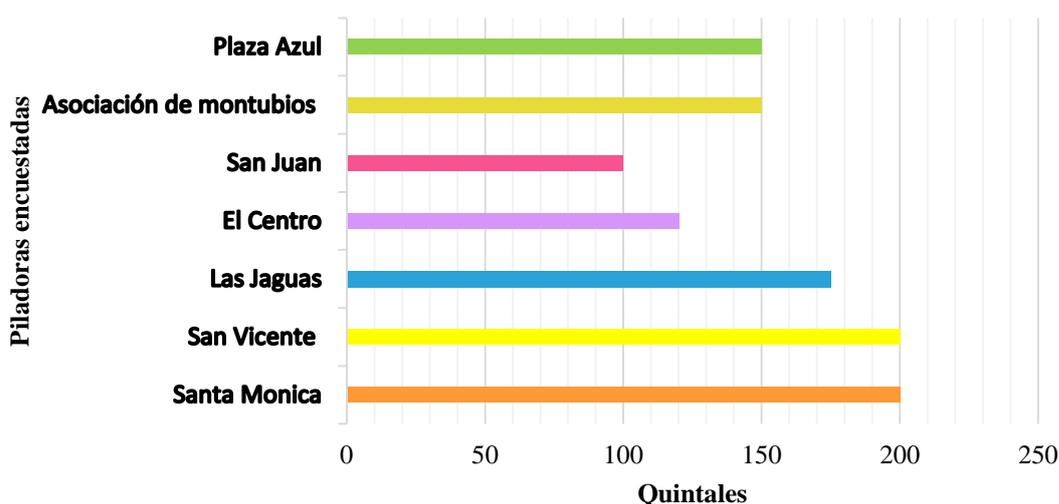
- *Fase III. Realización de los ensayos de resistencia mecánica en los bloques que contienen agregados de cascarilla de arroz*

La máquina de ensayos fue una prensa hidráulica que dispone de varias escalas apropiadas para el proceso y que se encuentra en las instalaciones del Laboratorio Lupconstruc S.A. Un resultado de prueba es el promedio de, por lo menos, dos pruebas de resistencia curadas de manera estándar o convencional, elaboradas con la misma muestra de concreto y sometidas a ensayo a la misma edad.

## Resultados y discusión

- *Fase I. Estimar la cantidad de residuos de cascarilla de arroz que se generan en los centros de acopio del cantón Rocafuerte*

Se visitaron distintos centros de acopio de cascarilla de arroz en el cantón «Rocafuerte» y se encuestaron a sus administradores; el propósito de la encuesta fue establecer información y estimar la cantidad de residuos.



**Gráfico 1.** Generación semanal de cascarilla de arroz. **Fuente:** Elaboración propia.

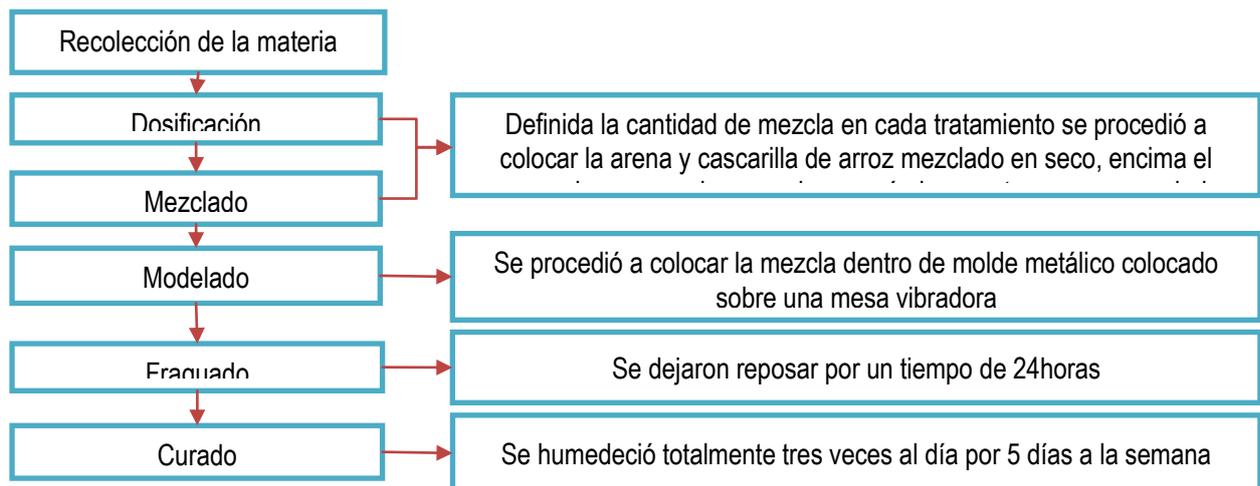
Como podemos observar en el *gráfico 1*, los cuatros de acopio que generan mayor cantidad de cascarilla de arroz son «San Vicente» y «Santa Mónica» con 200 quintales/semana cada uno. Seguido se encuentra «Las Jaguas» con una producción de 175 quintales/semana, mientras que la piladora que genera menor cantidad de cascarilla de arroz es «San Juan» con 100 quintales/semana.

La cascarilla de arroz representa, aproximadamente, una quinta parte en peso del producto recolectado, esta cantidad varía en función de las condiciones de cultivo y la variedad del arroz (Ordoñez, 2017); a su vez, es un desecho agroindustrial que constituye aproximadamente el 20 % de la producción mundial de arroz, con estimaciones cercanas a los  $7 \times 10^8$  toneladas anuales (Treviño y Gómez, 2002), siendo uno de los mayores residuos resultante de la producción agrícola de los países productores de ese cereal.

Por otra parte, Prada y Cortés (2011) mencionan que en los casos de utilizar la cascarilla como relleno en camas para la producción porcícola o avícola, en los que se logra reducir, de manera sensible, el consumo de agua, puesto que la cama no la exige para la limpieza, no se conocen datos sobre el uso posterior del residuo, después del contacto físico con los animales, su orina y excretas.

- *Fase II. Obtención de un bloque utilizando como agregado los residuos de arroz provenientes del área de estudio*

Para la elaboración de los eco-bloques con el empleo de la cascarilla de arroz se realizó el siguiente gráfico:



**Gráfico 2.** Diagrama de elaboración de los eco-bloques para la construcción con residuos de cascarilla de arroz.  
**Fuente:** Elaboración propia.

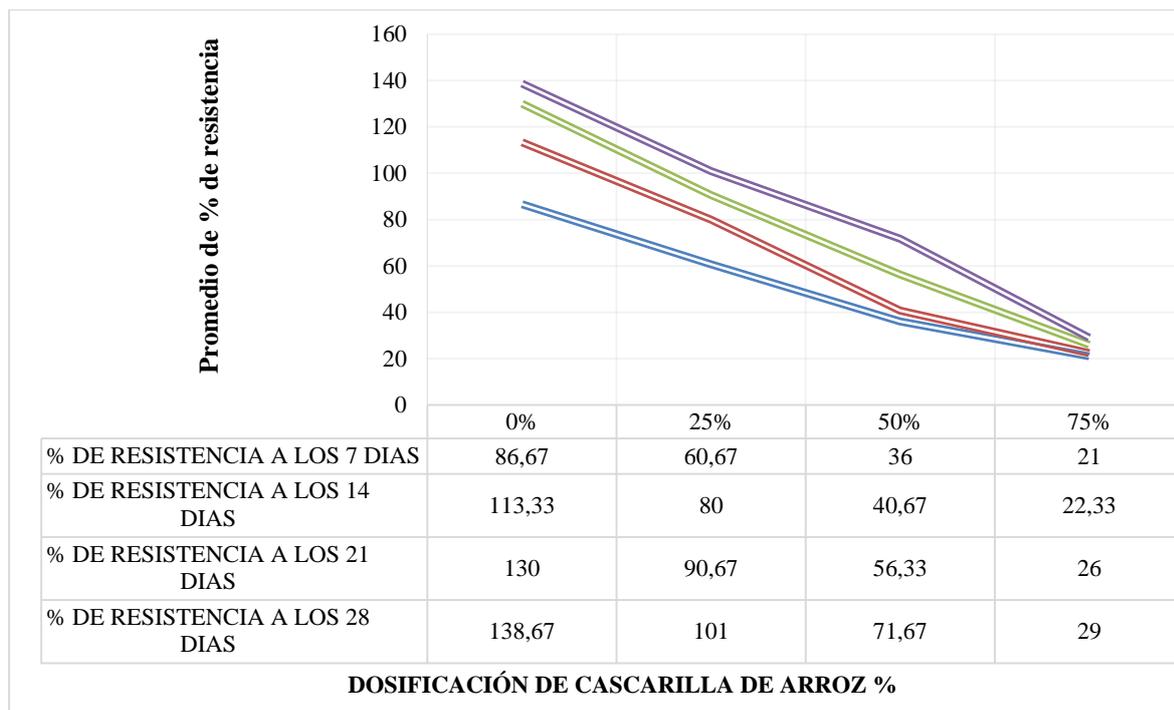
➤ *Fase III. Realización de los ensayos de resistencia mecánica en los bloques que contiene agregados de cascarilla de arroz*

Los ensayos de resistencia se realizaron mediante una máquina hidráulica, en esta máquina se alineó el bloque con platinas de acero para que recibiera la carga uniforme; luego se aplicó una fuerza hasta completar la ruptura de los bloques. La prueba se realizó a los siete días de edad, después a los 14 días, a los 21 días y al final a los 28 días después de su elaboración; para este ensayo se usaron a prueba 12 bloques, tres para cada cantidad de cascarilla de arroz respectivamente (0 %, 25 %, 50 %, 75 %).

En el *gráfico 3* se muestran los resultados de las pruebas de resistencia para las distintas dosificaciones de cascarilla de arroz. Al observar la compresión mecánica de los bloques ecológicos se evidencia que la resistencia es inversamente proporcional al porcentaje, teniendo en cuenta que al aumentar la cantidad de adición disminuye la resistencia. La resistencia de los bloques ecológicos con el 75 % de adición es inferior a la presentada por el bloque comercial o tradicional (dosificación del 0 %); los del 25 % son valores cercanos al bloque tradicional.

La mayor resistencia se registró a los 28 días, con 101 Kg/cm<sup>2</sup> a la dosificación del 25 %, valor que se acerca al bloque tradicional, lo cual cumple con los parámetros de resistencia mecánica vigentes en la norma *INEN 3066* (2016).

Estos resultados son similares a los obtenidos por Fuentes *et al.*, (2015), donde los bloques elaborados con cascarilla de arroz, con porcentajes del 15 y del 20 % a los siete, 28 y 45 días, en su mayoría, presentan menor resistencia a la compresión en comparación con el patrón; excepto los bloques con el 10 % de adición a los 7 y 45 días, con 1,084 y 0,573 MPa, que obtuvieron una mayor resistencia, similar al patrón. Quiceno y Mosquera (2010) afirman que esta tendencia puede ser explicada por la baja actividad de la cascarilla de arroz en cuanto a su estructura cristalina y al tamaño de la partícula.



**Gráfico 3.** Curva de porcentaje de resistencia versus dosificación. **Fuente:** Elaboración propia.

Por otro lado, Prada y Cortés (2010) manifiestan que el propósito de adicionar la cascarilla a otros materiales para obtener cementos, concreto, puzolanas o aglomerados, se encuentra con una importante dificultad relacionada con el hecho que esta es muy pobre en los elementos requeridos, por ejemplo, en la producción de cemento. Ese hecho se evidencia al comparar la composición de la cascarilla con la composición química de un cemento común, en especial en el contenido de óxido de calcio. Por tanto, los cementos y los materiales que se han obtenido con base en la adición de cascarilla no han recibido amplio uso, a pesar de ser más livianos que los tradicionales (Bizzotto *et al.*, 1998). De otro lado, para el caso de las puzolanas y materiales abrasivos, el contenido de silicio en la cascarilla es insuficiente (Peña 2001). De igual manera, el bajo contenido de carbono hace que la cascarilla se polimerice con mayor dificultad en comparación con materiales celulósicos como el bagazo. Por tanto, los productos que se han obtenido con base en la adición de cascarilla no han recibido amplio uso, a pesar de ser más livianos que los tradicionales (Labrada *et al.*, 1998).

Para entender los resultados se debe mencionar que, según Villarino (2016), los hormigones estructurales por su densidad se dividen en tres categorías: *Ligeros* (1200 – 2000 kg/m<sup>3</sup>), *normales* (2000 – 2800 kg/m<sup>3</sup>) y *pesados* (más de 2800 kg/m<sup>3</sup>). En consecuencia, se puede afirmar que el hormigón orgánico elaborado con cascarilla de arroz triturada se encuentra dentro de la categoría de hormigón estructural ligero.

Conforme se avanzó en las mezclas, la cantidad de cascarilla que sustituye el agregado fue aumentando gradualmente, esto con la intención de observar la injerencia que tendría en las características tanto de resistencia como de absorción en los bloques. Camargo y Higuera (2017) afirman que en estos ensayos se mide de manera cuantitativa la resistencia que presenta una muestra de concreto cilíndrica al ser comprimida por dos fuerzas iguales, ejercidas en sus dos caras transversales.

## Análisis estadístico de la resistencia de los bloques a los 28 días.

**Tabla 2.**

Análisis de la varianza.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% De resistencia	12	1,00	1,00	1,27

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 3.**

Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo.</b>	19349,58	3	6449,86	5528,45	<0,0001
<b>TRATAMIENTO</b>	19349,58	3	6449,86	5528,45	<0,0001
<b>Error</b>	9,33	8	1,17		
<b>Total</b>	19358,92	11			

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 4.**

Test: Tukey Alfa = 0, 05 DMS = 2, 82421. Error: 1, 1667 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
<b>TRADICIONAL</b>	138,67	3	0,62	A		
<b>T1</b>	101,00	3	0,62		B	
<b>T2</b>	71,67	3	0,62			C
<b>T3</b>	29,00	3	0,62			D

**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo a los análisis de resistencia mecánica se encontró que a los 28 días los bloques ecológicos elaborados de cáscara de arroz presentaron las mayores resistencias, con valores de 138,67 kg/cm<sup>2</sup> (testigo), 101 kg/cm<sup>2</sup>, 71,67 kg/cm<sup>2</sup> y 29 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, siendo el segundo valor el más alto; lo que implica que los bloques ecológicos con una dosificación del 25 % de cascarilla de arroz a los 28 días resultan ser los más resistentes. De igual forma que en los demás análisis experimentales, existe diferencias significativas entre cada tratamiento.

De acuerdo con la investigación realizadas por Serrano *et al.* (2012), se concluye que las principales propiedades físicas de estos materiales que los hacen interesantes, desde el punto de vista constructivo son: Baja densidad, aislamiento acústico, abundancia y precio reducido. Por el contrario, los principales inconvenientes que presenta el utilizar la cáscara de arroz como material de construcción son su porosidad, su higroscopía, y sus componentes orgánicos. Según Gatani *et al.*, (2010), el fraguado de mezclas de compuestos vegetales y cemento se retrasa con respecto a las mezclas de solo cemento, y esto ocurre probablemente, debido a la presencia de algunos azúcares solubles en agua. La presencia de hemicelulosas tiene un efecto de retardo en el inicio de fraguado y pérdida de resistencia, debido a su solubilidad parcial en agua. Además, se reconoce el efecto retardador en el fraguado del cemento *portland* por la presencia de lignina. Por ese motivo se han de desarrollar métodos para: a) reducir el movimiento de agua en sus poros; b) resolver cuestiones propias de la dosificación (relación agua/cemento, características del curado y del mezclado); c) conseguir la mineralización de la cáscara para asegurar su durabilidad.

## Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los centros de acopio del cantón «Rocafuerte» se generan 1095 quintales a la semana, distribuidos de la siguiente manera: «Santa Mónica» y «San Vicente» producen 200 quintales semanales cada uno, «Las Jagua» 175 quintales, «La Asociación de Montubios» y «Plaza Azul» generan 150 quintales cada uno, «El centro» 120 quintales, mientras que la menor producción de cascarilla de arroz se da en el centro de acopio «San Juan» con 100 quintales a la semana. Además, a través de la encuesta, se obtuvo información como el género del administrador del centro de acopio, dominando el masculino con un 57 %; de los siete centros de acopio, seis venden los sacos de cascarilla de arroz, todos los centros de acopio utilizan los demás residuos de arroz para alimentos de animales.

Para la obtención de los ecobloques se recolectó la materia prima en los centros de acopio y se sometió al tratamiento necesario, según el procedimiento establecido para la elaboración de los mismos. De acuerdo a los ensayos de resistencia mecánica, realizados a estos, se encuentran los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días con una dosificación de cascarilla de arroz al 25 %, encontrándose que la mayor resistencia es con  $101 \text{ Kg/cm}^2$ , valor que se acerca al bloque tradicional y cumple con los parámetros de resistencia mecánica vigentes en la norma *INEN 3066* (2016). Conforme al análisis estadístico existen diferencias estadísticas entre cada uno de los tratamientos.

## Referencias bibliográficas

- Águila, I., y Sosa, M. (2008). Evaluación físico químico de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 23, 55-66.
- Arcos, C., Macíaz, D., y Rodríguez, J. (2007). La cascarilla de arroz como fuente de  $\text{SiO}_2$ . *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (41), 7-20.
- Bizzotto, M., Natalini, B., y Gómez, G. (1998). *Minihormigones con cascarilla de arroz natural y tratada como agregado granular*. Buenos Aires: Congreso Internacional de Tecnología del Hormigón.
- Camargo, N., y Higuera, C. (2017). Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla del arroz. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(1), 12-19.
- Fuentes, N., Fragozo, O., y Vizcaino, L. (2015). Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2), 99-116.
- Gatani, M., Argüello, R., y Sesín, S. (2010). Materiales compuestos de cáscara de maní y cemento. *Materiales de Construcción*, 60(298), 137-147.
- Gomboá, O. (2005). *Optimización del proceso de fabricación de bloques de concreto del estándar 15x20x40 cm con grado de resistencia 28 kg/cm<sup>2</sup>, caso específico fuerte-block máquinas #1 y #2*. Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Hendriks, C. (1998). *Emission reduction of greenhouse gases from the cement industry*. Interlaken: Fourth International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) (2014). *Bloques huecos de hormigón. Definiciones, clasificación y condiciones generales*. Quito: INEN.
- Labrada, B., Lago, C., Marzal, N. y Salas, D. (1998). Estudio de la pirólisis discontinua del bagazo de caña. *Tecnología química*, 18(1), 1-2.
- Martirena, J. (2004). Una alternativa ambientalmente compatible para disminuir el consumo de aglomerantes de clinker de cemento Portland. Villa Clara, Cuba: Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas.
- Méndez, R. (2010). *De mezclas cal-puzolana destinadas a la construcción de materiales prefabricados no convencionales*. Valencia.
- Ordoñez, L. (2017). *Reutilización de la ceniza de cáscara de arroz como material de construcción: valoración y optimización de sus propiedades puzolánicas (tesis)*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Paya, J. (2003). Evaluation of the pozzolanic activity of fluid catalytic cracking residue (FCC). *Cement Concrete Research*(33), 603-609.
- Peña, S., y Zambrano, G. (2001). *Hormigón Celular con la Utilización de Materiales Locales*. Ecuador.
- Prada, A., y Cortés, C. (2011). Experiencias en la captura de los gases de combustión de la cascarilla de arroz con soluciones alcalinas. *Orinoquia*, 15(1), 16-30.
- Quiceno, D., y Mosquera, M. (2010). *Alternativas tecnológicas para el uso de la cascarilla de arroz como combustible*. Cali: Universidad Autónoma de Occidente.
- Serrano, T., Borrachero, V., Monzó, J., y Payá, J. (2012). Morteros aligerados con cascarilla de arroz: diseño de mezclas y evaluación de propiedades. *Revista DYNA, Facultad de Minas*,(175), 128-136.
- Treviño, B., y Gómez, I. (2002). Obtención de fases del cemento utilizando desechos agrícolas e industriales. *Ciencia*, 5(2), 190-196.
- Vanderley, M. (2002). On the sustainability of the Concrete. Extended version of the paper commissioned by UNEP. *Journal Industry and Environment*, 2, 15-19.
- Vásquez, R. y Bach, P. (2000). *Las cenizas de cáscara de arroz; adición puzolánica en cemento y concreto*. Perú: Universidad de Piura.
- Villarino, A. (2016). *Tecnología de materiales de construcción*. Escuela Politécnica Superior de Ávila.

*Cambio climático*



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** A 30 años del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.

**Autoras:** Yamila García León<sup>16</sup>, María Dolores Abad Cabrera y Amparo Osorio Abad.

### RESUMEN

En 1988 se crea el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático. Esta organización internacional tiene como misión proporcionar a los políticos y otros sectores interesados, información objetiva, clara, equitativa y justa sobre el estado de los conocimientos acerca del cambio climático. En 1991 se desarrolla la primera evaluación del cambio climático en Cuba y desde esa fecha a la actualidad se trabaja en el empleo eficaz de los recursos financieros y materiales de que dispone el país para continuar coadyuvando al desarrollo económico y social sobre bases sostenibles, elevar la calidad de vida de la población y fortalecer la protección del medio ambiente. El objetivo de este trabajo es realizar una sistematización sobre la evolución de la educación para el cambio climático desde el surgimiento del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático hasta la actualidad, tomando como referencias los eventos mundiales principales relacionados con el tema y lo que se ha hecho en Cuba al respecto. Se utilizó la metodología Investigación-Acción-Participativa y varios métodos entre ellos el histórico-lógico para conocer los antecedentes y tendencias actuales, tanto nacionales como internacionales de los estudios relacionados con el actual cambio climático, lo que permitió identificar las primeras aproximaciones al comportamiento del objeto de investigación y el método de sistematización para organizar los conocimientos a partir del comportamiento de la práctica educativa y la literatura consultada. Como resultado se presenta una sistematización teórico-práctica para ser utilizada en el proceso de formación de profesores de Geografía en la universidad.

**Palabras clave:** Cambio climático, desarrollo sostenible, educación.

---

<sup>16</sup> Universidad de Ciencias Pedagógicas «Enrique José Varona», Cuba. E-mail: [yamilagl@ucpejv.edu.cu](mailto:yamilagl@ucpejv.edu.cu)

## A 30 AÑOS DEL GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (Artículo de revisión)

*Yamila García León, María Dolores Abad Cabrera y Amparo Osorio Abad*

### Introducción

El más reciente período de calentamiento global viene ocurriendo desde hace unos 25 mil años, después de la última glaciación; con un incremento significativo en el período de la Revolución Industrial. Como resultado de las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero se ha producido un reforzamiento de este, que ha acelerado el proceso de aumento de la temperatura del aire atmosférico, a un ritmo nunca antes observado en la historia de la Tierra.

El incremento de la variabilidad climática ha provocado efectos negativos para los ecosistemas naturales y las actividades económicas donde el clima tiene una importancia significativa, entre ellas la agricultura y la ganadería. Frente al actual escenario climático es impostergable realizar acciones que contribuyan a la disminución de sus consecuencias. Desde los gobiernos e instituciones se conciben acciones dirigidas a la educación de los ciudadanos para lograr compromiso y participación activa.

A partir de la década del 70 del siglo XX se venían desarrollando acontecimientos que constituyen antecedentes importantes para el trabajo de educación ambiental a nivel mundial. Marcan los pronunciamientos más enfáticos sobre la necesidad de la educación ambiental la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano*, celebrada en Estocolmo en 1972, el Seminario de Belgrado en 1975 y la Conferencia Intergubernamental de Tbilisi en 1977.

Pero fue el decenio de 1980 al 90 el que marcó el salto de la conciencia sobre la problemática ambiental desde los grupos minoritarios a la ciudadanía en general, el avance de los ecologistas y el afianzamiento de experiencias de educación ambiental en el ámbito no formal. Se trata de una década en la que la crisis ecológica se acentúa y los problemas demográficos se unen a los fuertes desequilibrios Norte-Sur. Es el momento en que empieza a divulgarse más allá del mundo científico todo el problema de la capa de ozono y el cambio climático.

El objetivo de este trabajo es realizar una sistematización sobre la evolución de la educación para el cambio climático desde el surgimiento del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático hasta la actualidad, tomando como referencias los eventos mundiales principales relacionados con el tema y lo que se ha hecho en Cuba al respecto.

### Materiales y métodos

Se utilizó la metodología investigación acción participativa y varios métodos entre ellos el histórico-lógico y el análisis de documentos para conocer los antecedentes y tendencias actuales, tanto nacionales como internacionales de los estudios relacionados con el actual cambio climático, lo que permitió identificar las primeras aproximaciones al comportamiento del objeto de investigación y el método de sistematización para organizar los conocimientos a partir del comportamiento de la práctica educativa y la literatura consultada.

Desde un enfoque metodológico de los contenidos de cada asignatura que componen la disciplina Geografía Física, se contribuye a la educación de los futuros profesores y al compromiso de manifestarla en su desempeño profesional futuro. Este enfoque se considera sistémico, es decir se estudia el cambio climático, sus causas y sus consecuencias tratando no solo de modo aislado los

fenómenos y procesos que lo explican, sino que se ven como un todo, se establece la relación causa-efecto.

Se seleccionó cuidadosamente la forma de tratar los contenidos relacionados con el cambio climático para que no se convirtiera en algo esquemático y reproductivo sino que permitiera que los futuros profesores adquieran una adecuada percepción e interpretación del problema, en especial la vulnerabilidad de los seres vivos frente a este fenómeno, a fin de comprender cómo afrontarlo para lograr adaptarse a un clima cambiante y preparar a sus estudiantes de la enseñanza media para lograrlo.

## Resultados y discusión

Como resultado se presenta una sistematización teórico-práctica de la evolución de la educación para el cambio climático que se utiliza en el proceso de formación de profesores de Geografía en la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona (UCPEJV) así como un estudio de la contribución de los contenidos de cada asignatura que compone la disciplina Geografía Física a este fin.

En 1987 fue negociado un tratado internacional diseñado para proteger la capa de ozono, el *Protocolo de Montreal*, pero se hacía necesario crear una organización a nivel internacional que respondiera a la insuficiencia de conocimientos ante la evidencia de que el clima estaba cambiando aceleradamente, por lo que en 1988 la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* (PNUMA) acordaron crear el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático (IPCC), presidido por el meteorólogo sueco BertRickard Johannes Bolin.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático (IPCC) tiene como misión proporcionar a los políticos y otros sectores interesados, información objetiva, clara, equitativa y justa sobre el estado de los conocimientos acerca del cambio climático. Para cumplir con esta tarea, muchos son los expertos de todo el mundo que analizan los resultados de las investigaciones que se realizan sobre el clima y elaboran informes que son puestos a disposición de todos.

Los informes de evaluación constan de varios volúmenes, y proporcionan todo tipo de información científica, técnica y socio-económica sobre el cambio climático, sus causas, sus posibles efectos y las medidas de respuesta correspondientes. Desde 1990 a la fecha se han realizado 5 informes de evaluación por parte del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático.

Con relación a ellos el presidente del IPCC Dr. Rajendra Pachauri planteó: "(...) Los informes del IPCC son una de las empresas científicas más ambiciosas de la historia de la humanidad y me siento muy honrado y agradecido por las aportaciones de cuantos los hicieron posibles (...)" (IPCC- CP, 2014).

El *Primer Informe de Evaluación* (FAR) del IPCC se publicó en 1990, y confirmó los elementos científicos que suscitan preocupación acerca del cambio climático. A raíz de ello, la Asamblea General de las Naciones Unidas decidió preparar una Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), la cual fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992.

El *Informe complementario* de 1992 fue presentado en Río de Janeiro durante la *Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*, también conocida como la Cumbre de la Tierra, donde más de 150 países acudieron y se logró aprobar la *Convención Marco sobre el Cambio Climático* para tratar de estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero a un nivel aceptable. Los resultados más visibles de esta reunión se concretan en la *Declaración de Río* que tiene 27

principios en donde se establecen criterios para el desarrollo sostenible, se fijan responsabilidades individuales y colectivas.

En este evento el Comandante en Jefe de la Revolución Cubana planteó:

Los bosques desaparecen, los desiertos se extienden, miles de millones de toneladas de tierra fértil van a parar cada año al mar. Numerosas especies se extinguen. La presión poblacional y la pobreza conducen a esfuerzos desesperados para sobrevivir aun a costa de la naturaleza. No es posible culpar de esto a los países del Tercer Mundo, colonias ayer, naciones explotadas y saqueadas hoy por un orden económico mundial injusto.

(Castro, 1992, p.1)

Junto a ella se firma también el *Convenio de Biodiversidad y el de Cambio Climático*, estableciéndose a partir de aquí la llamada *Agenda 21*, un programa donde quedaron plasmados los compromisos derivados de dicha cumbre.

La *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (UNFCCC) entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Es un tratado internacional que reconoce las posibilidades de daño con el cambio climático y se plantea reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático. A partir de 1995 se reúne todos los años la Conferencia de las Partes (CP o COP) que es el órgano supremo de la convención. Desde esta primera conferencia realizada en Berlín en 1995, el cambio climático actual se enmarca en el calentamiento global y está relacionado a causas de origen antrópico.

El segundo informe de evaluación (SAR), *Cambio climático 1995*, se puso a disposición de la *Segunda Conferencia de las Partes* y proporcionó material para las negociaciones del *Protocolo de Kioto* derivado de la *Convención*. Consta de tres informes de grupos de trabajo y de una síntesis de información científica y técnica.

En 1997 se comenzó a redactar el *Protocolo de Kioto* sobre el cambio climático, cuyo objetivo era reducir las emisiones de los principales gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, el hexafluoruro de azufre, los hidrofluorocarbonos, y los perfluorocarbonos. Se justificó no incluir el vapor de agua entre los gases considerados como de efecto invernadero. Su redacción finalizó en 1998 aunque no entró en vigor hasta noviembre de 2004 cuando fue ratificado por Rusia.

El tercer informe de evaluación (TAR), *Cambio climático 2001*, consta también de tres informes de grupos de trabajo: «La base científica», «Efectos, adaptación y vulnerabilidad» y «Mitigación», así como un informe de síntesis en el que se abordan diversas cuestiones científicas y técnicas útiles para el diseño de políticas.

En 2002 se organizó en Johannesburgo la *Cumbre Mundial del Desarrollo Sostenible*. En ella se debatieron temas como el acceso al agua y el estrés hídrico. El excesivo consumo de energía, la producción agrícola y la biodiversidad de las especies animales. Como meta simbólica se pretendía demostrar la capacidad colectiva frente a los problemas globales, afirmando la necesidad de un crecimiento en conformidad con el medio ambiente, con el objetivo de la salud, la educación y la justicia.

Tras el tercer informe, se consideró la necesidad de un nuevo protocolo más severo y con la ratificación de más países aparte del G77. Por esta razón en 2005, se reunieron en Montreal todos los países que hasta el momento habían ratificado el *Protocolo de Kioto* y otros países responsables de la mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo Estados Unidos, China e India.

Para el cuarto informe de evaluación (AR4), en noviembre de 2003, el grupo aprobó en grandes líneas las aportaciones de los grupos de trabajo. Dicho informe se completaría en el año 2007, y fue publicado en febrero de ese año. La evaluación del IPCC, divulgada en el cuarto informe, señaló una tendencia creciente en los eventos extremos observados en los pasados cincuenta años y considera probable que las altas temperaturas, olas de calor y fuertes precipitaciones continuarán siendo más frecuentes en el futuro, por lo cual, los años posteriores pueden resultar desastrosos para la humanidad.

En Bali entre el 3 y el 13 de diciembre de 2007, se reanudaron las negociaciones y aunque no se fijaron límites para los gases de efecto invernadero, se alcanzó un acuerdo que incentivaba la distribución de energías renovables entre los países en vías de desarrollo para que estos no basaran su crecimiento económico en la quema de combustibles fósiles. La adopción de la «Hoja de ruta de Bali» inició negociaciones sobre un acuerdo global sobre el cambio climático y detalló un calendario para esas negociaciones con la promesa de una conclusión en 2009 con la Conferencia de Copenhague.

Del 1 al 12 de diciembre de 2008, se celebró la XIV COP en Poznan, Polonia, al mismo tiempo que la cuarta reunión del *Protocolo de Kioto*. Se trata de un foro para el debate político a propósito del problema del cambio climático. Después de la *Conferencia de Bali 2007*, la conferencia de Poznan marca el lanzamiento de un nuevo ciclo de negociaciones para preparar la conferencia de Copenhague 2009, en la que se deben fijar nuevos objetivos para reemplazar los del *Protocolo de Kioto*, que termina en 2012.

En Copenhague, Dinamarca, se celebró del 7 al 18 de diciembre de 2009 la 15a *Conferencia de las Partes* en la que se planteó como objetivo según los organizadores, la conclusión de un acuerdo jurídicamente vinculante sobre el clima, válido en todo el mundo, que se aplicaría a partir de 2012. Después de tantos años y reuniones de preparación para esta cumbre, la misma fue calificada como un fracaso por numerosos gobiernos participantes así como por los colectivos ecologistas, ya que no se alcanzaron acuerdos vinculantes.

En el 2010, se realiza en Cancún la décimo sexta *Conferencia de las Partes*. Entre los principales acuerdos que se lograron en México cabe destacar la creación del Fondo Verde Climático, mediante el cual se establece un monto de 100 mil millones de dólares cada año, a partir de 2020, y 30 mil millones de dólares para el período 2010-2012, con el objetivo de ayudar a los países de menores recursos a sufragar los costos de la lucha contra el cambio climático. El documento final establece adoptar tan pronto como sea posible una decisión sobre compromisos para una segunda fase del *Protocolo de Kioto*.

En el 2014 se presenta el quinto informe de evaluación del IPCC, el que se basa en la revisión y sistematización de la bibliografía especializada publicada desde el cuarto informe. Su elaboración parte de la contribución de sus tres grupos principales de trabajo. Esta evaluación abarca temas muy sensibles desde el punto de vista político.

En septiembre de 2015, se aprueban en la Asamblea General de las Naciones Unidas y se comprometen a cumplir los *17 Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)*, con metas a cumplir antes

del 2030. El objetivo número 13 «Acción por el clima», propone “adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”.

Entre el 6 y 17 de noviembre de 2017 se llevó a cabo en Bonn la vigésima tercera Conferencia de las Partes sobre el cambio climático. En la reunión se conoció que más de una veintena de países creó una alianza global mediante la cual se comprometen a eliminar el carbón de la generación eléctrica antes de 2030.

La COP24 se celebró en la ciudad polaca de Katowice del 2 al 14 de diciembre de 2018. Esta Cumbre ha resultado clave para diseñar los instrumentos que permitan abordar de forma efectiva y eficiente el cumplimiento de los objetivos climáticos. Los avances alcanzados en la Cumbre han puesto de manifiesto la capacidad de la comunidad internacional para alcanzar pactos y alianzas.

El 2019 será otro año importante para la diplomacia climática internacional, se espera que los países avancen en la implementación del Acuerdo de París sobre cambio climático. Cambiar los excedidos patrones de consumo es la prevención más efectiva para la mitigación del cambio climático y realizar de forma menos costosa la adaptación al mismo.

La República de Cuba respondió rápidamente, y en 1991 desarrolla la primera evaluación del cambio climático en su territorio. Para realizarla la Academia de Ciencias de Cuba estableció la Comisión sobre cambio climático contando con la participación de 70 especialistas de más de 15 instituciones y ministerios que evaluaron las repercusiones potenciales del cambio climático global en Cuba, las capacidades y necesidades en materia de datos e informaciones disponibles, y las limitaciones relacionadas con la observación del clima y la composición atmosférica.

En 1992 Cuba firma las *Convenciones de Diversidad Biológica y Cambio Climático*, así como la *Convención de Viena* sobre la protección de la capa de ozono y el protocolo de Montreal. En 1993 se elabora el *Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo* adaptándolo a los territorios, lo que constituye la adecuación cubana a la Agenda 21.

La creación en 1994 del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio ambiente (CITMA), tras la extinción de la Comisión Nacional para la Protección del Medio Ambiente y la Conservación de los Recursos Naturales (COMARNA), que había sido creada en 1976, dio un importante impulso a la política y la gestión ambiental en el ámbito nacional.

En 1997 se da un salto cuantitativo al aprobarse y ponerse en vigor la Estrategia Ambiental Nacional, la que constituyó un fundamento para el desarrollo de las estrategias territoriales. También la aprobación de la Ley 81 del Medio ambiente, la creación del Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas y la comisión nacional del Plan Turquino - Manatí, entre otras acciones de la instancia nacional. Significación especial reviste el perfeccionamiento de la Estrategia Nacional Ambiental (2007-2010), (2011-2015) y (2016-2020) cuyo objetivo es alcanzar un estadio superior en la protección del Medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales. Una de las tareas importantes de la estrategia nacional es contribuir a la prevención y a la solución de los principales problemas ambientales cubanos, entre los que se destaca el impacto del cambio climático.

Para el 2007 se daba a conocer el macroproyecto *Escenarios de peligro y vulnerabilidad de la zona costera cubana asociada al ascenso del nivel medio del mar para los años 2050 y 2100*, el que consta de 13 proyectos, con la participación de 150 profesionales y especialistas y numerosas instituciones.

Profundos cambios han ocurrido en la realidad del país en la última década, a partir de la reanimación de la economía y los programas impulsados por la Revolución, caracterizado en gran

medida por importantes transformaciones en sectores claves de la economía cubana, el reordenamiento de los enfoques para el trabajo en la montaña, la repoblación forestal, el fortalecimiento del manejo integrado de las cuencas hidrográficas y zonas costeras, coincidiendo con el perfeccionamiento institucional del CITMA y la actividad ambiental.

En el 2011 fueron redactados y aprobados por todo el pueblo los *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución*, los que fueron actualizados para el período 2016-2021; siendo aprobados en el 7mo Congreso del Partido, en abril de 2016 y por la Asamblea Nacional del Poder Popular, en julio del propio año.

Después de la publicación de su Comunicación Nacional inicial en 2001, la República de Cuba presenta la Segunda Comunicación Nacional (SCN) a la *Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático* (CMNUCC), en el 2015. La confección del documento se desarrolló bajo el amparo del proyecto GEF/PNUD «Actividades de apoyo para preparar la Segunda Comunicación Nacional de la República de Cuba con arreglo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático». Por la parte cubana, el Instituto de Meteorología (INSMET) coordinó de forma directa las actividades fundamentales.

El 25 de abril de 2018 fue aprobado por el Consejo de Ministro el *Plan de Estado cubano para el enfrentamiento al cambio climático*, «Tarea Vida», inspirados en el pensamiento del líder de la Revolución. La «Tarea Vida» está conformada por 5 acciones estratégicas y 11 tareas. Es una propuesta integral, en la que se identifican zonas y lugares priorizados, sus afectaciones y las acciones a acometer; estas serán enriquecidas durante su desarrollo e implementación. El llamado que hace el Estado cubano en la Tarea Vida a todas las instituciones y al pueblo está dirigido a intensificar las acciones e iniciativas para elevar la percepción de riesgo, ante este fenómeno.

En el caso particular de la educación para el cambio climático, en la educación superior cubana, se basa en tres documentos fundamentales: Los Objetivos de desarrollo sostenible, especialmente el 13; el *Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático* en Cuba, «Tarea Vida», y la Estrategia Ambiental Sectorial (17 - 20).

Actualmente en la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona (UCPEJV) existe un grupo gestor para la «Tarea Vida» del que forman parte el Centro de Estudio de Educación Ambiental (CEEA - GEA), representantes de cada carrera, de las organizaciones juveniles y de las áreas centrales de la universidad. Desde este se gestiona la preparación de toda la comunidad universitaria a diferentes niveles sobre mitigación, adaptación, peligro, vulnerabilidad, percepción de riesgo y otros temas relacionados con el cambio climático.

Desde el Centro de Estudio de Educación Ambiental (CEEA - GEA) se dirige la ejecución de la *Estrategia curricular de Educación ambiental* en la universidad que se orienta a todos los procesos, con énfasis en lo académico, lo laboral-investigativo y lo extensionista. Se desarrollan capacitaciones, ciclos de conferencias especializadas, se dirigen investigaciones de posgrado, se está impartiendo el curso Educación para el cambio climático dirigido a profesores de la universidad y de la dirección provincial de La Habana, así como se orienta el trabajo de los grupos científicos estudiantiles: Unigeo, Huellas, Caverna y Espelunca.

Con la elaboración de los Planes de Estudio E de cada carrera, se realizó el análisis de los currículos de las disciplinas y asignaturas para su actualización en estos contenidos. Las preparaciones metodológicas a todos los niveles han dedicado sesiones al tratamiento del cambio climático en los contenidos que así lo permitan. Se trabaja actualmente en la implementación de los programas de reciclaje de residuos sólidos urbanos, agricultura orgánica, reforestación y reanimación estético

ambiental de Ciudad Escolar Libertad. Se incluye la conmemoración de fechas ambientales en el contexto mundial, regional, nacional y local en matutinos, conferencias, y talleres.

En el modelo del profesional de la carrera Licenciado en Educación (Geografía) se hace referencia a contenidos geográficos esenciales que se constituyen en herramientas a utilizar para contribuir a la educación para el cambio climático de los futuros profesores, entre ellos, el conocimiento y la comprensión geográfica de las relaciones entre los componentes naturales y socioeconómicos del planeta, mediante conceptos espaciales como la localización, distribución, distancia, movimiento, región, escala, que ayudan a establecer relaciones esenciales del mundo actual.

En las ideas rectoras se expresa la relación entre la educación geográfica, la educación ambiental y la educación para el cambio climático, implícitas en la educación para el desarrollo sostenible. Se expresa también que debe tomarse en cuenta que el aprendizaje es un proceso de participación, colaboración e interacción del que aprende. Es la comunicación con los otros a fin de desarrollar el compromiso y la responsabilidad individual, grupal y social, elevar la capacidad de reflexión, de solucionar problemas geográficos y de tomar decisiones en los espacios inmediatos a la universidad y a su residencia; muy necesario cuando se trata de educación para el cambio climático.

Los contenidos (conocimiento, habilidades y valores) que aporta la disciplina Geografía Física constituyen la base conceptual para el resto de las disciplinas geográficas, son fundamentales para comprender los objetos, fenómenos y procesos geográficos asociados a la educación ambiental y la educación para el cambio climático que forman parte de la educación para el desarrollo sostenible.

Esta disciplina es indispensable para comprender la dinámica en cada una de las esferas del planeta, la integración entre ellas y el establecimiento de relaciones causa-efecto de los objetos, fenómenos y procesos físico-geográficos, contenidos estos fundamentales para entender el cambio climático.

La disciplina la constituyen las asignaturas Astronomía; Climatología; Geografía Física I, II, III; Cartografía; Geología; Suelos y Práctica de Campo. Desde los contenidos de cada una se contribuye a comprender las causas y consecuencias del cambio climático. Se tratan los beneficios personales, familiares y comunitarios que se derivan del conocimiento de las causas y consecuencias del cambio climático, no solo para los demás componentes del medioambiente sino para los seres humanos, por ejemplo los relacionados con la salud y la economía.

Se promueve desde el debate, la reflexión en los estudiantes de cuanto podemos hacer como ciudadanos por incrementar el reciclado, sembrar plantas (preferiblemente árboles), ahorrar agua, papel, electricidad, cuidar las áreas verdes, no contaminar el aire, el suelo y se realizan actividades en que sistematizan estas conductas tanto en las áreas de la universidad, como en las escuelas de práctica laboral-investigativa y en los lugares donde se realizan las prácticas de campo. Se ejemplifica como se puede reducir el riesgo de desastres a partir de la caracterización de los riesgos de las localidades donde están ubicadas las escuelas en que realizan la práctica laboral-investigativa.

La participación de los estudiantes en la sociedad científico estudiantil Unigeo, en el Museo Escolar de Historia Natural, en las actividades del Centro de Estudio de Educación Ambiental de la universidad, en los proyectos y en actividades de Extensión Universitaria ha resultado fundamental para la comprensión de todo lo relacionado con el cambio climático.

## **Conclusiones**

Son 30 años de arduo trabajo en función de informar y acometer acciones de adaptación y mitigación hacia el cambio climático, pero son muchos los ciudadanos, representantes de organizaciones e

instituciones que no se encuentran sensibilizados e involucrados en la toma de decisiones de forma correcta.

La educación para el cambio climático forma parte de la preparación de los ciudadanos para contribuir a solucionar problemas económicos, políticos y sociales, relacionados con las causas y consecuencias de este problema global actual.

Lograr la educación para el cambio climático permitirá actuar de manera individual y en interconexión con otros, en la transformación de la realidad de las localidades y países hacia el desarrollo sostenible a que aspira la humanidad.

La educación para el cambio climático es indispensable en los estudiantes que se forman como docentes, pues esta se reflejará en sus modos de actuación y favorecerá que las nuevas generaciones también contribuyan a la mitigación de sus efectos, por lo que se hace necesario realizar una revisión curricular en las demás disciplinas de manera que puedan contribuir a este propósito.

### Referencias bibliográficas

Abad, M. D. (2012). La Geografía como una herramienta para la vida. *Revista Ámbito Pedagógico*. Bogotá: Fundación Pedagógica Latinoamericana.

Amador, E. L., et al. (2011). La integración de la educación ambiental para el desarrollo sostenible al trabajo metodológico de la escuela cubana. *Pedagogía 2011*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Castro, F. (1992). *Discurso en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo*. La Habana: Oficina de Publicaciones del Consejo de Estado. Recuperado de <http://www.cubadebate.cu/opinion/1992/06/12/discurso-de-fidel-castro-en-conferencia-onu-sobre-medio-ambiente-y-desarrollo-1992/#.XREqgf7B IU>

Colantuano, M. R. (2001). *La enseñanza de la geografía: problemas y perspectivas*. (Soporte digital). Argentina. Universidad Nacional de Comahue.

Chacón, N., et al. (2015). *Educación en valores. Retos y perspectivas*. Centro Félix Varela La Habana: Publicaciones Acuario.

CITMA. (1997a). Estrategia Nacional de Educación Ambiental. La Habana: Gaceta Oficial de la República de Cuba.

CITMA. (1997b). *Ley 81 del medio ambiente*. La Habana: Gaceta Oficial de la República de Cuba.

CITMA. (2015). *Principales problemas medioambientales en Cuba*. La Habana: Editorial Dirección de Política Ambiental.

CITMA. (2016). *Estrategia Ambiental Nacional (2016-2020)*. La Habana: Editorial Dirección de Política Ambiental.

CITMA. (2017). *Enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba. Tarea Vida*. La Habana: Gaceta Oficial de la República de Cuba.

- Colectivo de autores. (2014). *Cambio climático y desarrollo sostenible. Bases conceptuales para la educación en Cuba*. La Habana: Educación cubana.
- García, Y. (2016). *Sistema de actividades didácticas para la educación ambiental de los estudiantes de séptimo grado desde las Ciencias Naturales*. (Tesis de maestría). Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba.
- González, A. (2016). El Medio Ambiente y los problemas ambientales. *Revista Energíay tú*, 14. Publicación trimestral de CUBASOLAR.
- Giral, A. (2017). *Programa de la asignatura Geografía Física*. (Soporte digital).
- IPCC – CP. (2007). *Informes de evaluación por parte del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático*. (Soporte digital).
- IPCC – CP. (2014). *Informes de evaluación por parte del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático*. (Soporte digital).
- Iturralde-Vinent, M. y serrano, H. (2015). *Peligros y vulnerabilidades de la zona marino – costera de Cuba: estado actual y perspectivas ante el cambio climático hasta el 2100*. La Habana: Editorial Academia.
- Jiménez, O. (2015). *La educación para la percepción de riesgos de desastres en estudiantes de secundaria básica*. (Tesis doctoral). Universidad de Sancti Spíritus «José Martí Pérez», Sancti Spíritus, Cuba.
- Mateo, J. y Apud, R. (2008). *La Enseñanza de la Geografía en América Latina, sus Paradigmas Temáticos y Orientaciones Disciplinarias: Un Acercamiento desde los Encuentros de Geógrafos de América Latina 1987-2007*. (Tesis de maestría). México.
- MES. (2016). *Plan de Estudio "E". Carrera de Licenciatura en Educación. Geografía*. (Soporte digital).
- ONU. (1994 al 2018). Documentos finales de las Conferencias de las Partes sobre el Cambio Climático.
- ONU. (2015). *Trasformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. RESOLUCIÓN (A/70/L.1)*. Recuperado de [www.http://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/ares70d1\\_es.pdf](http://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/ares70d1_es.pdf)
- Osorio, A. (2012). *Estrategia pedagógica para el mejoramiento del desempeño profesional pedagógico en la educación del valor responsabilidad ambiental en los profesores de Secundaria Básica*. (Tesis doctoral). Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba.
- PCC. (2011). *Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución. VI Congreso del Partido Comunista de Cuba*. La Habana: Editora Política.
- Plano, E., Vega, R. y Guevara, A. (Eds). (2013). *Impacto del Cambio climático y Medidas de Adaptación en Cuba*. La Habana: Editorial AMA.

- Relaño, L. (2010). *Estrategia pedagógica de educación ambiental comunitaria*. (Tesis doctoral). Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba.
- UNESCO. (1993). *Programa Internacional de Educación Ambiental UNESCO – PNUMA*. Recuperado de <http://worldcat.org/identities/nc-programa%20internacional%20de%20educacion%20ambiental%20unesco%20pnuma/>
- UNESCO. (2018). *Informe del Seguimiento de la Educación para Todos en el Mundo 2018*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura: Ediciones UNESCO.
- Unión Geográfica Internacional. (2011). *Comisión de educación geográfica de la U.G.I. Declaración Internacional sobre Educación Geográfica. Acápite dedicado a la Educación de Adultos*. Soporte digital. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/viewFile/46086/56892>
- Valdés, O. y Llivina, M. (2017). *Educación y cambio climático. Adaptación y mitigación desde las escuelas hacia las comunidades en Cuba*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Metodología de apoyo para la asistencia decisional en el proceso de gestión de riesgos tecnológicos.

**Autores:** Lissette Concepción Maure<sup>17</sup> y Gheisa Lucia Ferreira Lorenzo.

### RESUMEN

El interés académico y corporativo en la gestión de riesgos ha aumentado considerablemente en los últimos años. En este marco es necesario mejorar la presentación y uso de la información para la formulación de políticas en prevención, mitigación y recuperación de catástrofes, ante riesgos tecnológicos (explosión, incendio, derrame, escape tóxico). También resulta imprescindible proporcionar instrumentos de medida para la vulnerabilidad en el territorio que permitan la clasificación y priorización de las áreas de riesgos, con el objetivo de ejecutar acciones preventivas y evaluar los efectos de las políticas públicas desarrolladas. El presente trabajo tuvo como objetivo elaborar una metodología general para la gestión de riesgos tecnológicos en empresas que operan con sustancias peligrosas, como apoyo a la toma de decisiones en la priorización de la planificación de acciones preventivas. La propuesta integró diferentes herramientas estructuradas coherentemente, que permiten identificar y caracterizar los procesos de peligro mayor, evaluar las consecuencias probables ante un accidente, la frecuencia probabilística de ocurrencia, y la vulnerabilidad intrínseca del área en los distintos escenarios. La inclusión de un índice de riesgo tecnológico posibilitó la valoración de las variables condicionantes y el análisis comparado entre áreas de riesgo, instalaciones, rutas de distribución y territorios. La investigación ofrece una solución aplicable en el contexto de estudio, con resultados satisfactorios comprobados en el sector empresarial de Villa Clara, Cuba, específicamente en la Empresa de Combustibles de esa provincia, que pueden ser extendidos a otros territorios.

**Palabras clave:** accidentes, vulnerabilidad, índice, escenarios.

---

<sup>17</sup> Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas, Cuba. E-mail: [lissette@uclv.cu](mailto:lissette@uclv.cu)

# METODOLOGÍA DE APOYO PARA LA ASISTENCIA DECISIONAL EN EL PROCESO DE GESTIÓN DE RIESGOS TECNOLÓGICOS

*Lisette Concepción Maure y Gheisa Lucia Ferreira Lorenzo*

## Introducción

La industrialización ha incrementado la generación de condiciones de riesgos asociados a la complejidad y dinámica de los procesos. Ante esta realidad, el paradigma de la gestión del riesgo tecnológico y el enfoque conceptual – económico, social y ambiental– que lo subyace han evolucionado desde el punto de vista teórico notablemente (Cameron *et al.*, 2016).

A nivel mundial se consolida la preocupación por analizar el impacto de los procesos industriales; dentro de ellos se ha prestado una especial atención a los denominados *accidentes mayores*. En este sentido, el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente de Cuba (CITMA) define como *peligro mayor* la capacidad intrínseca de una sustancia o de una situación física para ser fuente potencial de accidentes mayores. El *riesgo tecnológico* es asociado, en primer lugar, a la probabilidad de que una fuente de peligro o amenaza en particular actúe sobre una debilidad del sistema, lo cual materializa un determinado escenario accidental (incendio, explosión, escape, derrame); y en segundo lugar, a las consecuencias resultantes. Estas últimas dependen de la magnitud del evento físico desencadenado, y de su localización espacial y temporal (CITMA, 2013).

Para lograr que una instalación industrial opere de forma segura y continuada es fundamental implantar un sistema que gestione el riesgo suscrito a sus procesos. Este análisis obedece a la precisión con que sean determinadas las variables dinámicas que lo condicionan. Al respecto, Carreño y *et al.* (2014) considera que es imprescindible que aquel sea medido y representado mediante modelos e índices que tengan significado para la sociedad y para los agentes decisores.

En la actualidad se evidencia la necesidad de una valoración integral que permita desagregar el riesgo tecnológico en componentes de diferente índole (Cardona, 2001); así como asegurar la asignación eficiente y óptima de los recursos limitados para los procesos de evaluación y manejo del mismo. En contradicción con esta percepción, desde el punto de vista técnico-científico, es un desafío medir el riesgo tecnológico presente en un área mediante un índice transparente, representativo y robusto, dado la complejidad de lo que se espera reflejar, el gran cúmulo de datos y el grado de incertidumbre y subjetividad relacionado con este tipo de estudio (Darbra y Casal, 2008; Kościelny, 2017).

Los estudios precedentes señalan un camino abierto a investigaciones, con énfasis en la correcta formulación y estructuración de la gestión de riesgos tecnológicos. Si bien ha sido reconocida esa situación problemática en la literatura, el abordaje teórico-práctico para su solución es aún insuficiente. En correspondencia se formula como objetivo general de la investigación: Elaborar una metodología general para la gestión de riesgos tecnológicos en empresas que operan con sustancias peligrosas, como apoyo a la toma de decisiones en la priorización de la planificación de acciones preventivas.

## Materiales y métodos

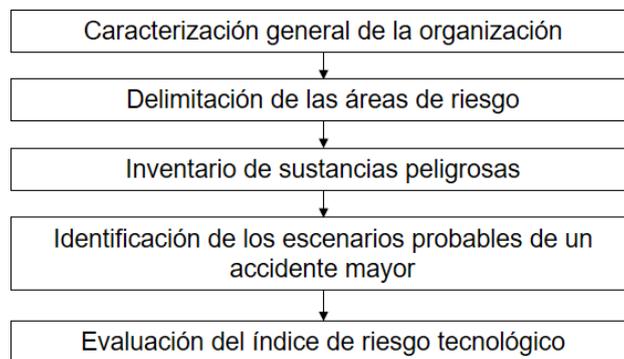
La investigación y el análisis de accidentes mayores no pueden estar aislados de la toma de decisiones que integran el conocimiento y el contexto de esa decisión (Hale *et al.*, 2007; Marvin *et al.*, 2014, Concepción *et al.*, 2019). Este enfoque provee a la gestión de riesgos con una comprensión de la dinámica de la seguridad de los procesos y la necesidad de que las partes interesadas

determinen los límites de aceptabilidad (Svedung y Rasmussen, 2002). Evaluar con precisión el riesgo de un sistema representa la base para una prevención efectiva (Marulandaet *et al.*, 2009; Tomasoni *et al.*, 2010; Abrahamsen *et al.*, 2018).

Las áreas industriales incluyen un gran número de fuentes generadoras de riesgo de diversas naturalezas y magnitud, tales como plantas operacionales de procesos, terminales de almacenamiento o actividades de transporte. Idealmente la evaluación acumulativa de tales riesgos considera el análisis minucioso de los peligros y la evaluación cuantificada de riesgos para todas las instalaciones, predios industriales y actividades asociadas. No obstante, en muchos casos se requiere una evaluación preliminar de estos con el fin de establecer qué actividades deberán ser el centro de la evaluación detallada y en dónde asignar los recursos de la evaluación para obtener el máximo beneficio.

### **Metodología para el análisis de riesgo tecnológico en el manejo de sustancias peligrosas.**

La metodología, representada en la *figura 1*, integra un conjunto de procedimientos específicos en las diferentes etapas. Ello posibilita su aplicación a nivel territorial y empresarial, alineada con las normas y marcos legales vigentes.



**Figura 1.** Metodología de apoyo para la asistencia decisional en el proceso de gestión de riesgos tecnológicos. **Fuente:** Elaboración propia.

- **Etapa 1. Caracterización general de la organización:** Documentación que ampara el funcionamiento de la instalación bajo los estándares de seguridad. Implica actualización del informe de seguridad y licencia ambiental para la explotación, política de prevención de accidentes graves y sistema de gestión de la seguridad para establecimientos afectados a nivel inferior. Por cada instalación se precisará: Área total, vías de acceso, distancia mínima a la zona poblada, densidad poblacional, fracción habitada dentro del sector circular y condiciones naturales y socioeconómicas del entorno.
- **Etapa 2. Delimitación de las áreas de riesgo:** En función de las sustancias peligrosas que se almacenan o reciben algún tipo de tratamiento en las diferentes unidades de análisis, cantidad de sustancia involucrada, procesos tecnológicos o actividades. Una misma área de riesgo puede estar distribuida por diferentes zonas de la instalación. Deben ser identificados sus límites, tipo de actividad, cantidad de trabajadores, estado físico de las instalaciones y medidas de seguridad.
- **Etapa 3. Inventario de sustancias peligrosas:** Requiere estimar conservadoramente la máxima cantidad de sustancia que en términos reales puede verse involucrada en un accidente. Cuando las fuentes de almacenamiento presentan una distancia adecuada entre los contenedores, fosos para tanques o válvulas automáticas de seguridad en los ductos que conectan los recipientes, entonces la cantidad a considerar será el contenido del medio de

mayor volumen (las demás unidades no ayudan a reforzar el término fuente). Las sustancias se analizarán por separado en caso de que intervengan más de una en la actividad y puedan causar daños independientes. Por el contrario, si un grupo de sustancias puede actuar de conjunto, se considera como una sustancia individual equivalente. Este inventario también incluye la formación de sustancias secundarias a través de reacciones químicas o de procesos físicos.

➤ *Etapa 4. Identificación de los escenarios probables de un accidente mayor:* Para ello es necesaria la caracterización de las sustancias (explosivos, líquidos inflamables/tóxicos, gases inflamables/tóxicos), formas de contención, carga tóxica (kg de sustancia/m<sup>2</sup>), carga combustible (kg de sustancia/m<sup>2</sup>), posibles eventos iniciadores, eventos de desastres que se pueden desencadenar y vías de propagación. La secuencia accidental considerada para este análisis es la siguiente:

- *Derrame de líquidos tóxicos:* Generalmente por pérdida de contención de los fluidos, puede generar efectos tóxicos, incendios o explosiones.
- *Escape de gases y vapores:* Mayormente por pérdida de contención, puede generar efectos tóxicos, incendios o explosiones.
- *Incendio:* Combustión de múltiples formas de los fluidos contenidos o emitidos, lo cual genera una radiación térmica dañina cuando las sustancias son inflamables.
- *Explosión:* Anterior a la emisión o posterior al incendio, la cual genera ondas de presión o de sobrepresión y pueden dar lugar a la propagación de proyectiles.

Es necesario como punto de partida la clasificación del tipo de sustancias a analizar y una descripción de sus características física-químicas y daño potencial (inflamabilidad, explosividad y toxicidad). El objetivo de este paso es determinar el radio y área de afectación al ocurrir un evento de riesgo por la pérdida de contención de las que han sido inventariadas.

La estimación de las variables implica tomar como base la metodología de clasificación y priorización de riesgos de accidentes graves (Agencia Internacional de Energía Atómica, 1996). La concepción y aplicación del procedimiento define como base conceptual que el cálculo de las consecuencias y la frecuencia de ocurrencia estén relacionados entre sí, lo cual se considera el peor de los escenarios ante el suceso de un accidente mayor. La estimación de las consecuencias se basa en las condiciones climáticas promedio, y el 100 % de muertes en un área, definidas por determinados criterios de los efectos (incendios, explosiones, escape tóxico y derrame), fuera de ella no se consideran fatalidades.

➤ *Etapa 5. Evaluación del índice de riesgo tecnológico:* La magnitud del riesgo tecnológico es consecuencia de la interacción de los siguientes factores: Características de peligrosidad de la actividad que se considera fuente de riesgo, probabilidad de ocurrencia de accidentes, localización y características del área expuesta a un accidente potencial, condiciones del medio físico para propagar sus efectos y grado de vulnerabilidad de los posibles receptores del daño.

El índice de riesgo tecnológico (IRT) considera: a) el riesgo físico ( $RF$ ) relacionado con los efectos directos potenciales de un evento de riesgo, expresado como la sumatoria para cada evento posible ( $e$ ) (incendio, explosión, escape, derrame) de su frecuencia probabilística de ocurrencia ( $p_{ei}$ ) por las consecuencias probables ( $C_{ei}$ ); b) el factor de impacto ( $1 + Cai_j$ ) incluye el coeficiente de agravamiento ( $Cai_j$ ) que caracteriza la fragilidad socioeconómica del área ( $j$ ). La relación establecida entre las diferentes variables se muestra en la ecuación 1:

$$IRT = (1 + Cai_j) * RF_i$$

$$IRT = (1 + Cai_j) \sum (p_{ei} * C_{ei})$$

$$IRT = (1 + Cai_j) \left[ \begin{array}{l} (p_{incendio\ i} * C_{incendio\ i}) + (p_{explosión\ i} * C_{explosión\ i}) + \\ (p_{escape\ i} * C_{escape\ i}) + (p_{derrame\ i} * C_{derrame\ i}) \end{array} \right]$$

El agravamiento del impacto se analiza en función de la vulnerabilidad territorial existente en la zona delimitada por el radio de afectación probable ante la ocurrencia de un accidente mayor. La vulnerabilidad territorial es independiente a la amenaza; considera la fragilidad socioeconómica que contribuye a aumentar el impacto potencial de un evento de riesgo. Su estimación está relacionada con la falta de homeostasis ( $X_{FHi}$ ) y falta de resiliencia ( $X_{FRj}$ ) de los sistemas propensos. Para cuantificar el valor del agravamiento del impacto en el área ( $i$ ), dado su vulnerabilidad territorial, puede ser utilizada la ecuación 2; donde ( $w_{XFHi}$ ;  $w_{XFRj}$ ) son los factores de ponderación de cada uno de los descriptores:

$$Cai = \sum_{i=1}^m (w_{XFHi} * X_{FHi}) + \sum_{i=1}^m (w_{XFRj} * X_{FRi})$$

El conjunto de descriptores de riesgo empleados en la evaluación multicriterio corresponden a datos cualitativos o cuantitativos que se derivan de estudios de escenarios de riesgos, información socioeconómica del contexto a analizar, recopilación bibliográfica y elementos de vulnerabilidad señalados por órganos gubernamentales.

El valor de los IRT permite establecer una jerarquización y categorización del nivel de riesgo existente dentro de una empresa. Este análisis facilita el manejo de los escenarios de aquel, de manera que se pueda emprender un proceso de evaluación minucioso con base a dicha prioridad, coherente con la necesidad de optimizar la asignación de recursos.

Las propuestas de mejora pueden examinarse comenzando por las variables de mayor contribución al nivel de riesgo, y a través de un proceso de simulación es posible apreciar cómo se reflejan las acciones de mejoramiento sobre las variables implicadas y el nivel de riesgo existente. Las mejoras a corto plazo tienen una influencia más probable en la disminución de la vulnerabilidad del área expuesta a un accidente mayor, expresada como el valor del coeficiente de agravamiento del impacto. Los cambios en el diseño de las áreas de riesgo, emplazamientos, rutas de distribución y variaciones en la estructura de los procesos constituyen mejoras probables al largo plazo, cuyo efecto puede ser apreciado en la estimación del riesgo físico o indistintamente en las diferentes variables que componen el modelo.

## Resultados y discusión

En esta sección se mostrarán los resultados según la metodología establecida en la sección anterior. El modelo utiliza la estrategia de múltiples casos de estudio en diferentes compañías que operan con sustancias peligrosas en la provincia «Villa Clara». La misma está situada en la región central de Cuba, entre los 22°16' y 23°09' de latitud norte y los 80°02' y 80°25' de longitud oeste. Limita al Norte con el océano Atlántico, al Este y Sur con las provincias «Sancti Spíritus», y al Oeste con las provincias «Matanzas» y «Cienfuegos». Posee una extensión territorial de 8 412,81 km<sup>2</sup>, incluidos 719,2 km<sup>2</sup> de cayos adyacentes, lo cual representa el 7,1 % del área total del país. Villa Clara tiene una población de 791 191 habitantes, con una densidad poblacional de 93,9 habitantes/km<sup>2</sup> y un índice de urbanización del 76,2 %. La división política administrativa de la provincia consta de 13 municipios y

122 consejos populares, que coinciden con las zonas de defensa, estructura organizativa básica para la respuesta en situaciones de desastres.

Se definió la población del sistema empresarial de Villa Clara a estudiar como: Las empresas estatales, instalaciones industriales y de servicios, empresas nacionales con unidades empresariales de base en la provincia, que procesen o almacenen sustancias peligrosas. Estos requisitos fueron cumplidos por un total de 167 organizaciones. De estas 124 son consideradas como instalaciones de peligro mayor por la cantidad total de sustancias peligrosas manipuladas, ubicación geográfica y distancia a zonas habitadas; las cuales conforman el tamaño de la población a estudiar. El inventario de sustancias peligrosas en la provincia y la evaluación de las actividades realizadas (almacenamiento, procesamiento y distribución) permitieron el análisis de 240 peligros potenciales. La *tabla 1* recoge dicho inventario.

**Tabla 1.**

*Escenarios probables de accidente mayor en Villa Clara.*

INSTALACIONES POR MUNICIPIOS Y PELIGROS EVALUADOS						
MUNICIPIO	INSTALACIONES SELECCIONADAS	Fuga Tóxica	Incendio	Explosión	Derrame	Total
Corralillo	8	2	6	6	0	14
Quemado de Güines	3	0	3	3	0	6
Sagua La Grande	11	4	8	8	7	27
Encrucijada	5	1	4	4	0	9
Camajuaní	5	2	3	3	0	8
Caibarién	9	4	5	5	1	15
Remedios	9	4	5	5	1	15
Placetas	9	3	5	5	1	14
Santa Clara	41	7	39	39	2	87
Cifuentes	3	1	2	2	0	5
Santo Domingo	12	4	9	9	2	24
Ranchuelo	4	1	3	3	0	7
Manicaragua	5	1	4	4	0	9
VILLA CLARA	<b>124</b>	<b>34</b>	<b>96</b>	<b>96</b>	<b>14</b>	<b>240</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Entre los 240 peligros potenciales de accidente mayor, sobresalen por su cantidad los municipios de «Santa Clara» (87), seguido por «Sagua la Grande» (27) y «Santo Domingo» (24). Estos tres municipios suman 138 peligros potenciales, lo que representa el 57,5 % del total. Como resultado de la delimitación de la categoría *efecto* de cada escenario de riesgo, se obtiene el área y radio de afectación probable, los cuales son señalados en los mapas que se muestran en la *figura 2* con una escala de trabajo de 1: 25 000. La evaluación del nivel de riesgo se expresa en escala baja, media y alta (verde, amarillo y rojo).

Por su parte, en la *figura 3* se muestra una evaluación de los escenarios de riesgo basada en las consecuencias y frecuencia probabilística. Para ello los eventos de incendio y explosión fueron contabilizados en conjunto.

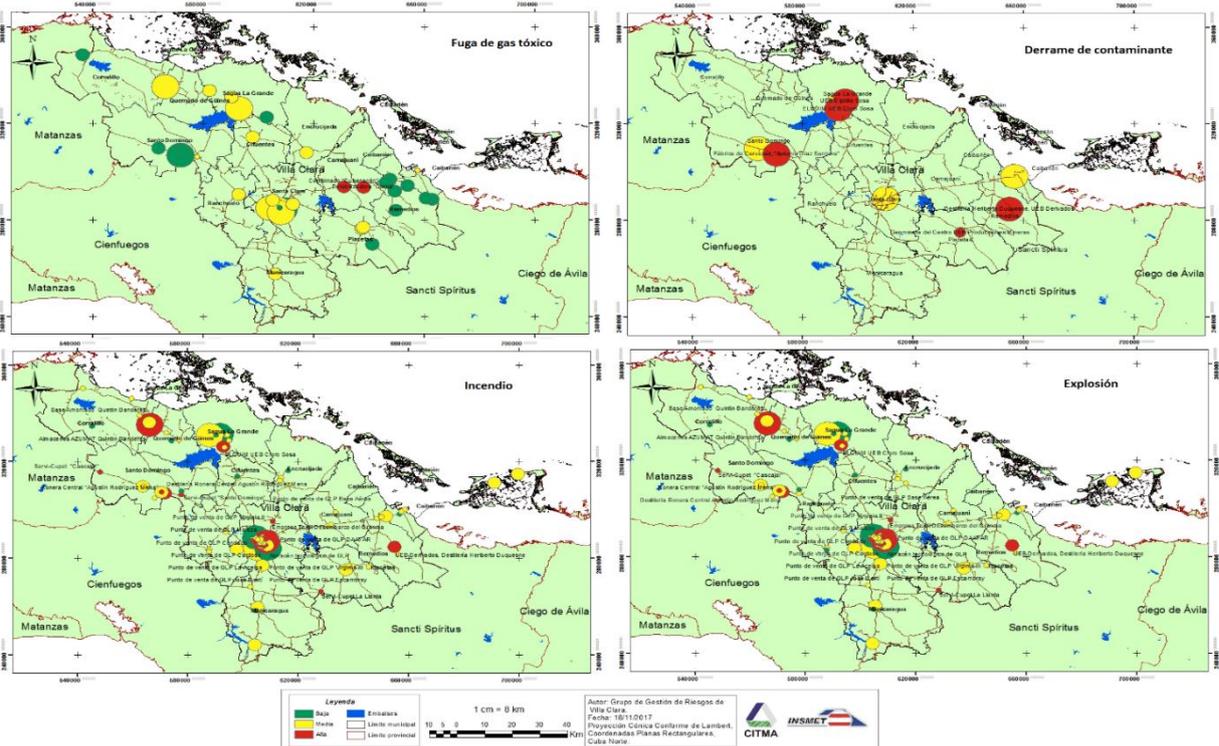


Figura 2. Radio de afectación de los escenarios de riesgo probables. Fuente: PVR Villa Clara 2017.

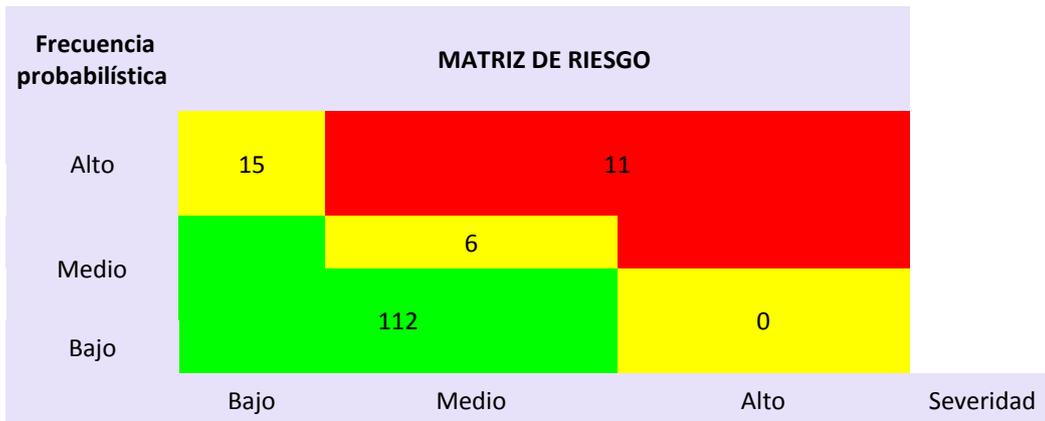


Figura 3. Matriz de riesgo para la evaluación cualitativa de los escenarios de riesgo tecnológicos.

Fuente: Elaboración propia.

Los escenarios de riesgo tecnológico clasificados como alto se desglosan: Cuatro riesgos de incendio y explosión en «Corralillo» y «Santa Clara»; dos fugas de gas tóxico en «Sagua la Grande»; y siete derrames de sustancias tóxicas y contaminantes en «Sagua la Grande», «Remedios» y «Santo Domingo». En la región media se clasificaron 21 riesgos con representación en todos los municipios, de ellos el 60 % localizados en «Santa Clara». Finalmente, clasificados como escenarios de riesgo bajo, se encuentran 112 eventos también con representación en todos los municipios. Es importante destacar que, con severidad alta, se clasificaron 26 escenarios de riesgo tecnológico, de ellos siete correspondientes a incendio y explosión, ocho fugas de gas tóxico y 11 derrames de contaminantes.

### Conclusiones

La gestión de riesgos tecnológicos en empresas que manejan sustancias peligrosas requiere que su estimación e intervención abarque la identificación de peligros, evaluación de riesgos, jerarquización

de los escenarios de accidentes probables, implementación de medidas y control. Las tres aristas fundamentales para la estimación del nivel de riesgo son las consecuencias, frecuencia de ocurrencia probable y vulnerabilidad territorial como fuente de agravamiento del impacto.

La metodología propuesta en esta investigación permite la evaluación y priorización de los diferentes escenarios de accidente mayor. Los procedimientos específicos garantizan el acercamiento sistémico y la puesta en práctica de un enfoque integrado de mejoramiento continuo para la gestión de riesgos tecnológicos; lo cual complementa la implementación de las legislaciones vigentes.

El índice de riesgo tecnológico desglosado por los distintos niveles de análisis permite orientar apropiadamente el enfoque de mejoramiento a seguir en una empresa y en un territorio. La cuantificación del nivel de riesgo permite establecer qué actividades deberán ser el centro de la evaluación detallada de riesgos y en dónde se deberían asignar los recursos de la evaluación para obtener el máximo beneficio de los esfuerzos.

En la aplicación de la metodología en 124 instalaciones que manipulan sustancias peligrosas en la provincia «Villa Clara» se identificaron los escenarios probables de accidentes mayores de alto riesgo, y se corroboró la factibilidad de aplicación de las herramientas propuestas.

### Referencias bibliográficas

- Abrahamsen, E. *et al.* (2018). Using the ALARP principle for safety management in the energy production sector of chemical industry. *Reliability Engineering and System Safety*, 169 (Supplement C), pp. 160–165. doi: <https://doi.org/10.1016/j.res.2017.08.014>.
- AIEA (1996). Manual para la clasificación y priorización de riesgos de accidentes graves en procesos e industrias relacionadas. *Programa inter-agencias para la evaluación y gestión de riesgos por el uso de la energía y otros sistemas industriales complejos*.
- Cameron, I., y Németh, E. (2016). New visualizations in the development of function and failure in process design and operations. *Chemical Engineering Transactions*, 48, pp. 661–666. doi: <http://dx.doi.org/10.3303/CET1648111>.
- Cardona, O., y Hurtado, J. (2001). Modelación numérica para la estimación holística del riesgo urbano, considerando variables técnicas, sociales y económicas. *Métodos Numéricos en Ciencias Sociales*, pp 44-57.
- Carreño, M. L., Barbat, A. H., y Cardona, O. D. (2014). Métodos numéricos para la evaluación holística del riesgo sísmico utilizando la teoría de conjuntos difusos. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 30(1), pp. 25–34.
- CITMA (2013). *Resolución 148: Reglamento sobre la gestión de los riesgos a la seguridad de procesos en instalaciones industriales con peligro mayor*. La Habana: CITMA.
- Concepción, L., Goya, F.A; Coello, N., y Glistau, E. (2019). Methodology for the management of risk in the storage and transport of hazardous substances. *Acta Technica Corviniensis. Bulletin of Enginnering*, t XII, Fascicule 1.
- Darbra, R. M., y Casal, J. (2008). *Environmental risk assessment of accidental releases in chemical plants through fuzzy logic*, Centre d'Estudis del Risc Tecnològic (CERTEC).Spain: Universitat Politècnica de Catalunya.

- Hale, A., y Kirwan, B.. (2007). Safe by design: where are we now? *Safety Science*, 45(1), pp. 305–327. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2006.08.007>.
- Kościelny, J. M. *et al.* (2017). The application of a graph of a process in HAZOP analysis in accident prevention system. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 50, pp. 55–66. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2017.09.003>.
- Marulanda, M., Cardona, O., y Barbat, A. (2009). Robustness of the holistic seismic risk evaluation in urban centers using the USRi. *Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Hazards*, 49, pp. 501–516.
- Marvin, R., y Johansen, L. (2014). Defining complexity for risk assessment of sociotechnical systems: A conceptual framework. *Journal of Risk and Reliability*, 228(3), pp. 272–290.
- Ruiz, N. (2017). Asociaciones público-privadas en la reducción de riesgo de desastres. El caso de la industria química de Coatzacoalcos, México. *Gestión y Política Pública*, XXVI (1).
- Svedung, I., y Rasmussen, J. (2002). Graphic representation of accidents scenarios: mapping system structure and the causation of accidents. *Safety Science*, 40(5), pp. 397–417.
- Tomasoni, A. M. *et al.* (2010). Risk evaluation of real-time accident scenarios in the transport of hazardous material on road. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 21(5), pp. 695–711.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Propuesta metodológica para la pre-selección de sitios de relleno sanitario a través de técnicas de geoprocесamiento, caso cantón Portoviejo.

**Autores:** Pablo Arturo Gallardo Armijos<sup>18</sup>, Carlos Francisco Ortega Ordóñez y Luis Samuel Zumárraga Ramos.

### RESUMEN

El presente trabajo pretende describir una metodología para la preselección de sitios de rellenos sanitarios con técnicas de geoprocесamiento. Consideró criterios excluyentes de tipo técnico, ambiental, económico y social predefinidos, haciendo una ponderación de variables en SIG. Los datos y criterios base guardan relación con el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente del Ecuador y otras fuentes técnicas relacionadas con el tema. La *geodatabase* utiliza la información digital existente en diversas fuentes del gobierno ecuatoriano: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, el Instituto Geográfico Militar, el Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología, el Instituto Espacial Ecuatoriano, la Secretaría Nacional del Agua y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Mediante el método Real Time Delphi (RTD) se pudo determinar pesos de importancia de cada criterio. Los mapas temáticos se procesaron de polígono a raster y se reclasificaron rangos mediante distancias euclidianas para cada criterio individual. La superposición ponderada de capas genera cuatro archivos *raster* para cada criterio, y un *raster* general con los pesos de importancia obtenidos en el método RTD. Los resultados se presentan en polígonos temáticos representativos para los sitios elegidos. La metodología fue aplicada en el cantón Portoviejo, Manabí, Ecuador. En estos límites se pudo encontrar una parcela con categoría «óptima», una parcela «buena» y siete parcelas «regulares», con superficies mayores a 30 hectáreas. Finalmente, se analizó el sitio denominado escombrera «La Solita», resultando características «regulares».

**Palabras clave:** Geoprocесamiento, preselección de sitios, relleno sanitario, SIG.

---

<sup>18</sup> Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. E-mail: [pablo.gallardo@unesum.edu.ec](mailto:pablo.gallardo@unesum.edu.ec)

## PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA PRE-SELECCIÓN DE SITIOS DE RELLENO SANITARIO A TRAVÉS DE TÉCNICAS DE GEOPROCESAMIENTO, CASO CANTÓN PORTOVIEJO

*Pablo Arturo Gallardo Armijos, Carlos Francisco Ortega Ordóñez y Luis Samuel Zumárraga Ramos*

### Introducción

La tarea de elegir un sitio adecuado es la etapa más importante de la planeación del relleno sanitario, porque en ella se asegura que el diseño, construcción, operación y clausura se adapten a un conjunto de requerimientos técnicos, ambientales, económicos, sociales y políticos preestablecidos, permitiendo así la sustentabilidad de sus instalaciones a largo plazo. Este trabajo presenta una metodología para encontrar un sitio donde el relleno sanitario pueda realizarse de forma económica y con la mínima afectación al ambiente y a la salud humana.

En el Ecuador, el *Catálogo de Categorización Ambiental Nacional* (CCAN) previsto en el TULSMA clasifica la construcción u operación de rellenos sanitarios como proyectos de categoría IV. Entre otros requisitos técnicos, este tipo de categoría solicita en los estudios de impacto ambiental, incluir la justificación de la localización del proyecto, el análisis de alternativas y la utilización de criterios para la definición de la zona de influencia del proyecto (SUIA, 2015a). La norma ecuatoriana vigente no establece valores y criterios específicos para la ubicación de rellenos sanitarios. Sin embargo, especifica el cumplimiento mínimo de los siguientes aspectos:

- No debe ubicarse en zonas que existan fallas geológicas activas o que estén expuestas a deslizamientos o derrumbes de terrenos o estén afectadas por actividad volcánica.
- No debe ser construida en zonas con riesgo de inundación.
- No debe estar ubicado dentro del radio urbano a menos que la zonificación u otro instrumento de ordenamiento territorial lo permitan.
- No deben estar ubicados en sitios que puedan afectar aguas superficiales y/o subterráneas destinadas al abastecimiento de agua potable, al riego o a la recreación.
- No deben ubicarse en suelos saturados, tales como riberas húmedas o el borde costero, a menos que el proyecto contemple un adecuado sistema de impermeabilización y una modificación permanente del flujo subterráneo.
- Las instalaciones de disposición final de desechos sanitarios deben tener acceso restringido. Solo podrán ingresar personas debidamente autorizadas por el responsable de la instalación. (SUIA, 2015b)

Este documento describe una metodología de evaluación para encontrar potenciales sitios de relleno sanitario en el cantón Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador, utilizando el análisis de criterios técnicos, ambientales, económicos y sociales significativos y técnicas de geoprocesamiento.

## Materiales y métodos

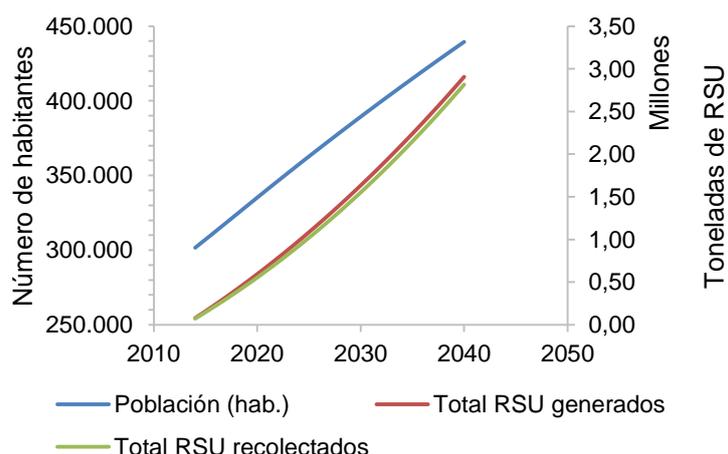
### Área de estudio.

El área del estudio es el cantón «Portoviejo», provincia «Manabí», en la República del Ecuador parte noroeste de América del Sur. Esta región de la costa del país se ubica en las coordenadas geográficas 1°03,2' de latitud sur y 80°27,2' de longitud oeste, y su capital es la ciudad de «Portoviejo», ubicada a 355 kilómetros de Quito y a 28,5 kilómetros del océano «Pacífico».

El cantón «Portoviejo» tiene una extensión de 960,73 km<sup>2</sup> en el 2010 representaba el 5,07% del área total de la provincia «Manabí». Limita al norte con los cantones de «Rocafuerte» y «Junín», al sur con el cantón «Santa Ana», al este con los cantones de «Pichincha» y «Bolívar»; y al oeste con los cantones de «Montecristi» y «Jaramijó». Este cantón está conformado por 16 parroquias, de las cuales 9 son urbanas: Portoviejo, Andrés de Vera, 12 de Marzo, Colón, Picoazá, San Pablo, Francisco Pacheco, 18 de Octubre y Simón Bolívar; y 7 son parroquias rurales: Alhajuela, Abdón Calderón, Río Chico, San Placido, Crucita, Chirijos, Pueblo Nuevo.

El VII Censo de Población y VI de Vivienda realizado por el INEC en el año 2010, determinaron que el cantón Portoviejo tiene una población de 280.029 habitantes, de los cuales 206.682 habitan en el área urbana y 73.347 en el área rural; población que representa el 20,44% del total de la provincia de Manabí, con un crecimiento en el último período intercensal 2001-2010 de 1,79% promedio anual. Para el año 2010 la población total del cantón estaba compuesta de un 50,7% de mujeres y un 49,3% de hombres. El cantón Portoviejo se proyecta tener una población de 439.496 habitantes en el año 2040 (GAD Municipal de Portoviejo, 2015).

Por otra parte, se ha estimado que la producción per cápita de residuos sólidos urbanos (RSU) en el cantón Portoviejo es de 0,713 Kg/hab/día (Gallardo, 2014), con un incremento de la generación de 0,2% cada año. La cobertura de recolección de RSU en la ciudad de Portoviejo es del 92%. Esto supone en el año 2040 un total aproximado de 2'906.604 toneladas de RSU, de los cuales, 2'816.660 toneladas requerirán ser tratados o depositados en un relleno sanitario. La evolución de la cantidad de RSU en 27 años (2014-2040) se observa en el *gráfico 1*.



**Gráfico 1.** Producción de RSU del cantón Portoviejo. **Fuente:** Proyecto.

En la actualidad el cantón Portoviejo deposita sus residuos sólidos mezclados sin tratamiento en una «celda emergente», ubicada en el sector «Las Cumbres» de la ciudad de «Portoviejo». Su vida útil

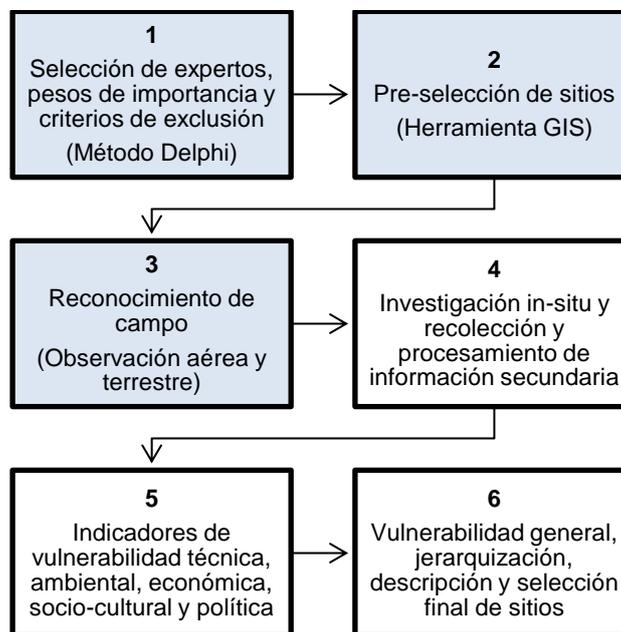
culmina en el año 2019 y se requiere conocer de nuevos sitios para ubicar instalaciones de similares condiciones.



**Imagen 1.** Celda emergente de la ciudad de Portoviejo. **Fuente:** Proyecto.

### **Metodología.**

El punto clave del presente análisis es la tecnología GIS, siendo una herramienta eficaz para importar, administrar y analizar datos de base espacial con el objeto de ubicación cualquier instalación de manejo o eliminación de residuos y planificar el territorio. La metodología utilizada consta de 3 pasos, de 6 requisitos generales para elegir un sitio adecuado. Estos pasos son: 1) Selección de expertos, pesos y criterios de exclusión; 2) Pre-selección de sitios mediante GIS; 3) Reconocimiento de campo (*figura 1*).



**Figura 1.** Esquemageneral de la metodología de selección de sitios para rellenos sanitarios.

**Fuente:** Proyecto.

Para analizar los posibles sitios de relleno sanitario se construyó una base de datos espacial (BDE) dentro de un marco GIS. Las principales fuentes de BDE fueron: a) Mapas analógicos y datos digitales de varios proveedores oficiales como: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Instituto Geográfico Militar (IGM), Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología

(INAMHI), Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) e Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC); y b) Datos derivados del trabajo de campo (captura de datos en los sitios con el uso de tecnología GPS).

Se ha tenido mucho cuidado para desarrollar la metodología, cumpliendo todos los requisitos expuestos en la normativa e investigaciones relacionadas a nivel local e internacional. La configuración de un modelo GIS logró definir las categorías y subcategorías de información espacial posibles que se requieren para la ubicación de rellenos sanitarios. El modelo se probó para el cantón Portoviejo, pero también se puede usar con éxito en otras regiones, siempre y cuando exista la información espacial necesaria (Despotakis y Economopoulos, 2007). El trabajo fue desarrollado en ArcGIS 10.3 y aplicativos en ArcMap, herramientas que clasifican y dividen en capas o partes comprensibles los criterios excluyentes ponderando su importancia para integrar de manera lógica las posibles soluciones del proceso de toma de decisiones. Finalizado el modelo GIS del paso 3 se realizó un ajuste de los pesos de importancia y criterios de exclusión, según la información preliminar generada y otras características específicas, demandadas por las autoridades locales, volviendo a realizar un nuevo análisis del paso 2.

Se identificaron varios candidatos del panel de expertos, entre técnicos municipales, académicos con experiencia en el campo de la gestión ambiental y rellenos sanitarios. La selección final de sus miembros tomó en cuenta los coeficientes de conocimiento y de argumentación según la metodología RTD (Real Time Delphi), para verificar su adaptación al tema de investigación. Se realizó una entrevista mediante un cuestionario a 8 expertos de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) permitiendo determinar el nivel o peso de importancia para cada criterio excluyente de la pre-selección de sitios.

La herramienta informática Arcgis cargó los shapefiles de acuerdo a cada uno de los criterios de exclusión, verificando en cada una de las capas, la escala y el sistema de coordenadas. Se elaboró el temático referente a cada valor de cada capa para convertirlas de tipo polígono en formato raster. Para ingresar los pesos de importancia se utilizó la herramienta weightedoverlay, dando valoraciones para cada una de las capas (porcentaje de influencia) y sumando un total de 100%. Las subcapas fueron valoradas del 1 al 9, de acuerdo al peso propuesto para cada caso. La interpretación final indica que, los valores más altos corresponden a los sitios más aptos para relleno sanitario. Se transformó de formato raster a polígono para analizar los datos finales. Para obtener salidas cartográficas profesionales se usó la herramienta eliminar restos de polígonos ubicada en Data Management Tools. Se realizó una clasificación de rangos por colores utilizando Quantities Valor GridCode, ingresando la calificación cualitativa de cada rango.

## **Resultados y discusión**

### ***Criterios de evaluación.***

Existen normas técnicas e investigaciones relacionadas con varios criterios de exclusión para ubicar sitios de rellenos sanitarios. Los principales criterios fueron tomados de referencias técnicas de la USEPA (United States Environmental Protection Agency), EPA-Victoria (Environment Protection Authority Victoria-Australia), SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México), TUSLMA-SUIA (Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental-Sistema Unificado de Información Ambiental del Ecuador) y otras investigaciones similares a nivel local, regional e internacional.

### Datos de entrada.

Formando una base de datos de acuerdo a los criterios incluidos en la metodología, el mapa de entrada está compuesto por 15 capas distancia a cuerpos hídricos, zonas de inundación, distancia a poblaciones cercanas, distancia a vías de circulación vehicular, seguridad aeroportuaria, riesgo a deslizamientos, barrera geológica natural, permeabilidad del suelo, nivel de precipitación, pendiente del terreno, distancia a zonas de protección y conservación ambiental, distancia desde el centroide de producción de residuos, distancia a sitios de recreación, distancia a zonas sensibles a la agricultura, distancia a centros educativos y/o centros de salud, se geoprocesaron en un entorno SIG. Todas las capas se transformaron a mapas raster mediante el criterio de distancia euclidiana.

Se tomaron en cuenta recomendaciones de ámbito tanto nacional como internacional en consideraciones según la distancia fue clasificada en óptima con el color verde oscuro, buena de color verde claro, regular de color amarillo, mala de color tomate, muy mala de color anaranjado y no apto de color rojo para cada uno de los criterios. La *tabla 1* muestra las capas de datos utilizados en el ArcGIS.

**Tabla 1.**

*Rangos de calificación para criterios técnicos, ambientales, económicos y sociales.*

Nº	PARÁMETRO	UNIDAD	CLASES	CALIFICACIÓN	PUNTAJE	VALORES ARCGIS
<b>Criterios técnicos</b>						
1	Distancia a cuerpos hídricos	m	> 1.000	óptimo	32	9
			901-1.000	bueno	26	7
			801-900	regular	19	5
			701-800	malo	13	4
			601-700	muy malo	6	2
			≤ 600	no apto	3	1
2	Zonas de inundación	m	> 500	óptimo	32	9
			401-500	bueno	26	7
			301-400	regular	19	5
			201-300	malo	13	4
			101-200	muy malo	6	2
			≤ 100	no apto	3	1
3	Distancia a poblaciones cercanas	m	> 8.000	óptimo	32	9
			6.001-8.000	bueno	26	7
			4.001-6.000	regular	19	5
			3.001-4.000	malo	13	4
			2.001-3.000	muy malo	6	2
			< 2.000	no apto	3	1
4	Distancia a vías de circulación vehicular	m	> 1.000	malo	32	9
			701-1.000	óptimo	26	7
			501-700	bueno	19	5
			301-500	regular	13	4
			101-300	malo	6	2
			≤ 100	no apto	3	1
5	Seguridad aeroportuaria	m	> 8.000	óptimo	32	9
			6.501-8.000	bueno	26	7
			5.001-6.500	regular	19	5
			3.501-5.000	malo	13	4
			2.001-3.500	muy malo	6	2
			< 2.000	no apto	3	1
6	Riesgo	a Zona	Nulo	óptimo	32	9

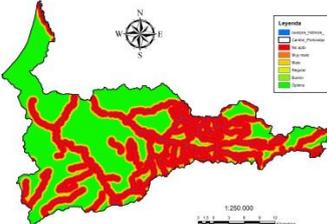
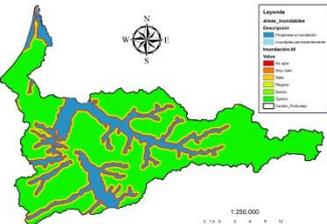
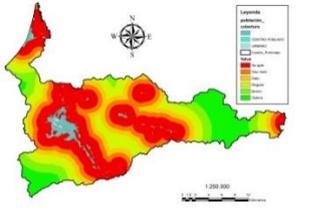
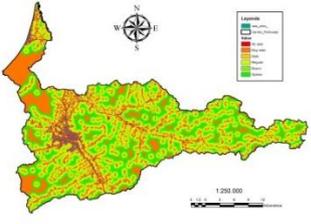
Nº	PARÁMETRO	UNIDAD	CLASES	CALIFICACIÓN	PUNTAJE	VALORES ARCGIS
	deslizamientos		Bajo	bueno	20	6
			Medio	regular	12	3
			Alto	malo	3	1
			Lutita Blanca	óptimo	32	9
			Margas Tobáceas	bueno	26	7
7	Barrera geológica natural (formaciones)	Litología	Arcilla, arenisca, lutita	regular	19	5
			Gabro, basalto	malo	13	4
			Aluviones modernos	muy malo	6	2
			Escombros antiguos	no apto	3	1
			Arcilloso	óptimo	32	9
			Franco arcilloso limoso	bueno	26	7
8	Permeabilidad del suelo	Textura de suelo	Franco limoso	regular	19	5
			Franco arenoso	malo	13	4
			Franco	no apto	3	1
			< 600	óptimo	32	9
			600-700	bueno	26	7
9	Nivel precipitación	de mm/año	701-800	regular	19	5
			801-900	malo	13	4
			901-1.000	muy malo	6	2
			> 1.000	no apto	3	1
			< 5	óptimo	32	9
			5-12	bueno	26	7
10	Pendiente terreno	del %	13-25	regular	19	5
			26-50	malo	13	4
			51-70	muy malo	6	2
			> 70	no apto	3	1
			> 50	óptimo	32	9
			41-50	bueno	26	7
11	Superficie requerida	hectárea	31-40	regular	19	5
			21-30	malo	13	4
			10-20	muy malo	6	2
			< 10	no apto	3	1
<b>Criterios ambientales</b>						
			> 900	óptimo	30	9
12	Distancia a zonas de conservación y protección ambiental	m	701-900	bueno	24	7
			501-700	regular	18	5
			401-500	malo	12	4
			301-400	muy malo	6	2
			≤ 300	no apto	2	1
<b>Criterios económicos</b>						
			> 10	muy malo	20	9
13	Distancia desde el centroide de producción de residuos	de Km	9-10	óptimo	17	8
			7-9	bueno	14	6
			5-7	regular	9	4
			3-5	malo	6	3
			< 3	no apto	2	1
<b>Criterios sociales</b>						
			> 1.000	óptimo	18	9
			701-1.000	bueno	15	8
14	Distancia a sitios de recreación	m	501-700	regular	11	6
			301-500	malo	7	4
			101-300	muy malo	4	2
			≤ 100	no apto	2	1
15	Distancia a zonas	m	> 1.000	óptimo	18	9

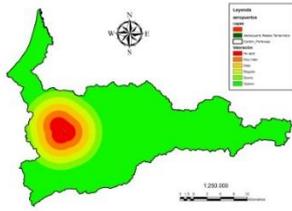
Nº	PARÁMETRO	UNIDAD	CLASES	CALIFICACIÓN	PUNTAJE	VALORES ARCGIS
16	sensibles de agricultura		701-1.000	bueno	15	8
			501-700	regular	11	6
			301-500	malo	7	4
			101-300	muy malo	4	2
			≤ 100	no apto	2	1
	Distancia a centros educativos y/o centros de salud	m	> 500	óptimo	18	9
			401-500	bueno	15	8
			301-400	regular	11	6
			201-300	malo	7	4
			101-200	muy malo	4	2
	≤ 100	no apto	2	1		

**Nota:** Valor máximo ArcGis = 9; Peso del criterio técnico = 32%; Peso del criterio ambiental = 30%; Peso del criterio económico = 20%; Peso del criterio social = 18%. **Fuente:** Proyecto.

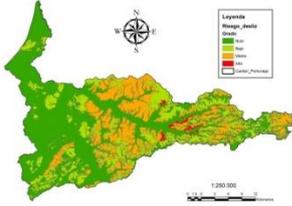
Los archivos *raster* resultantes del análisis multicriterio del modelo GIS, considerando los rangos y clasificaciones de la *tabla 1* dieron los resultados que se exponen en la *tabla 2*.

**Tabla 2.**  
*Resultados del análisis.*

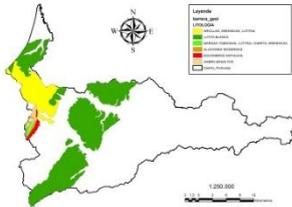
IMAGEN	DESCRIPCIÓN DEL PARÁMETRO
	<p>1. Distancia a cuerpos hídricos. Considera ríos, acequias, esteros, lagunas, quebradas, lagos, lagunas, acueductos y embalses. El mapa indica las zonas óptimas con distancias mayores a 1km representada con el color verde.</p>
	<p>2. Zonas de inundación. Considera zonas inundadas permanentemente y zonas propensas a inundaciones. El mapa indica las zonas óptimas con distancias mayores a 500m representada con el color verde.</p>
	<p>3. Distancia a poblaciones cercanas. Es la distancia entre el sitio y cualquier centro poblado, zonas edificadas y/o zona urbana. El mapa indica las zonas óptimas con distancias mayores a 8km representada con el color verde.</p>
	<p>4. Distancia a vías de circulación vehicular. Considera las vías principales cercanas al sitio de análisis y cualquier trayecto con superficie preparada para ser usada por vehículos a motor. El mapa indica las zonas óptimas con distancias en 701-1.000m representada con el color verde. Para distancias mayores a 1km la calificación es «mala» al incrementar los costos de infraestructura vial.</p>



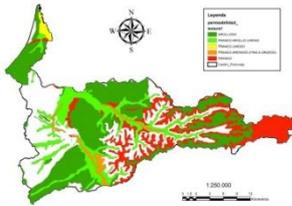
5. Seguridad aeroportuaria. Considera la distancia de la trayectoria de aproximación de la cabecera de una pista de aterrizaje. El mapa indica las zonas óptimas con distancias mayores a 8km representada con el color verde.



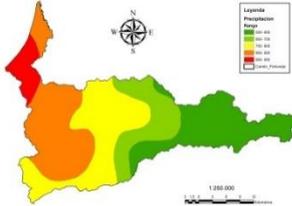
6. Riesgo a deslizamientos. Considera que los sitios escogidos para relleno sanitario tendrán niveles de deslizamiento nulo. En caso de existir estos se toma el riesgo bajo con las debidas precauciones y obras de estabilidad pertinentes. El mapa indica las zonas óptimas aquellas donde no existen riesgos de deslizamiento representada con el color verde. Este criterio se encuentra asociado con la estabilidad de taludes y sus parámetros geotécnicos.



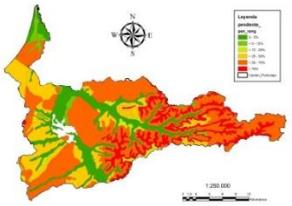
7. Zona geológica natural. Considera la clasificación litológica del suelo en la zona de estudio. El mapa indica las zonas óptimas como sitios ubicados en formaciones geológicas de Lutita Blanca representada con el color verde.



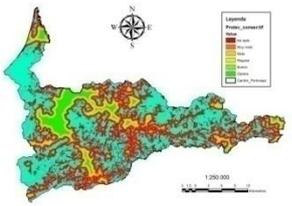
8. Permeabilidad. Considera la textura del suelo arcilloso, franco arcilloso limoso, franco limoso, franco arenoso y franco. El mapa indica las zonas óptimas como sitios ubicados en texturas de suelo Arcilloso representada con el color verde.



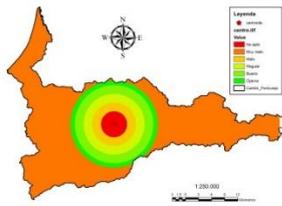
9. Precipitación. Este archivo shape fue procesado con base a la información de isoyetas del Ecuador, déficit hídrico. Este criterio se relaciona con la cantidad de agua disponible para la formación de lixiviados. El mapa indica las zonas óptimas con niveles de déficit hídrico menores a 600mm al año representada con el color verde.



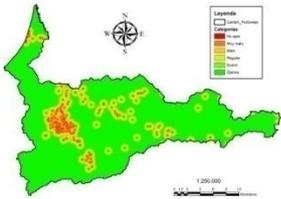
10. Pendiente del terreno. Este archivo shape fue procesado con base a la información contenida en el criterio de textura taxonómica, que considera diversos porcentajes de inclinación de pendiente asociados. El mapa indica las zonas óptimas con inclinaciones entre 0-5% representada con el color verde.



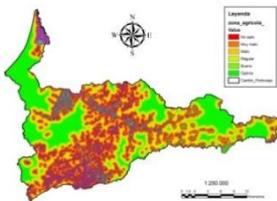
11. Protección y conservación. Considera bosques de conservación y protección, manglar, arbustos, fuentes naturales, causas artificiales, sitios poco profundos de ríos. El mapa indica las zonas óptimas con distancias mayores a 900m representada con el color verde.



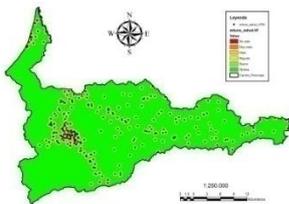
12. Centroide de producción de residuos. Supone un sitio geográfico hipotético o representativo donde se producen los residuos sólidos en el cantón Portoviejo. El mapa indica las zonas óptimas con distancias entre 9-10km medidos desde el centroide representada con el color verde. Mayor a esta distancia se incrementan los costos de transporte de residuos sólidos.



13. Distancia a sitios de recreación.- Considera la presencia de áreas utilizadas con propósitos recreacionales y ornamentales, campos deportivos, área donde existen instalaciones permanentes al aire libre para realizar ferias o exhibiciones, escenarios para eventos, lugares al aire libre para eventos deportivos, ejercicios o juegos. El mapa indica las zonas óptimas con distancias mayores a 1.000m medidos desde estos lugares.



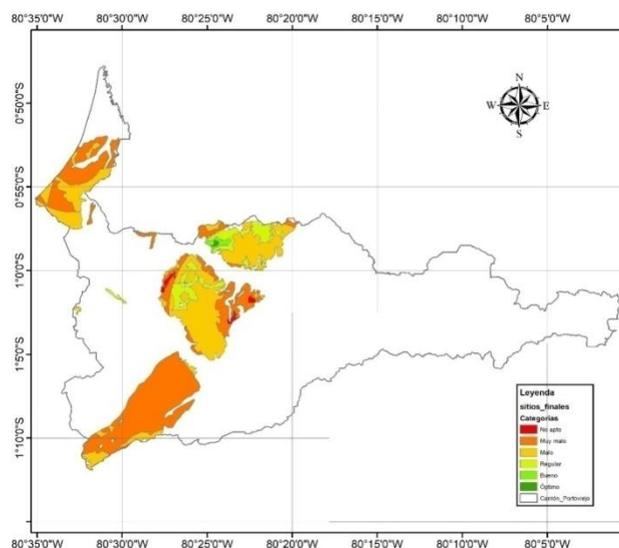
14. Zonas sensibles a la agricultura.- Considera el tamaño de parcelas de acuerdo al tipo de cobertura (cacao, café,achiote, arroz, badea, caña de azúcar artesanal, cebolla perla, frejol, haba, limón, maíz, entre otros). El mapa indica como zonas óptimas aquellas con distancias mayores a 1.000m medidos desde estos lugares.



15. Distancia a centros educativos y de salud.- Considera el nombre y tipo de institución para cada parroquia. El mapa indica como zonas óptimas aquellas con distancias mayores a 500m medidos desde cada institución.

**Fuente:** Proyecto.

El mapa resultante del análisis se presenta la *figura 2*. Las coordenadas geográficas de los sitios o parcelas finales para relleno sanitario en el cantón Portoviejo se detallan en la *tabla 3*.



**Figura 2.** Mapa de los sitios pre-seleccionados para relleno sanitario. **Fuente:** Proyecto.

**Tabla 3.**

*Ubicación geográfica de parcelas finales.*

PARCELA	SITIO	COORDENADAS X	COORDENADAS Y	ÁREA (HA)
1	Óptimo	565.796	9.892.415	33,20
2	Bueno	566.064	9.892.500	167,38
3	Regular	562.903	9.887.537	812,71
4	Regular	567.108	9.893.055	434,83
5	Regular	570.889	9.893.734	371,57
6	Regular	554.953	9.886.666	64,03
7	Regular	569.207	9.890.264	55,07
8	Regular	571.023	9.890.215	42,86
9	Regular	572.714	9.893.596	35,08

**Fuente:** Proyecto.

El reconocimiento de campopermitió la comprobación de coordenadas y el levantamiento de información no contenida en el modelo de datos espaciales. Se pudo comprobar características similares como topografía, condiciones ambientales y pluviométricas, tipo y uso de suelo, poblaciones cercanas, cuerpos de agua, entre otros.



**Imagen 2.** Sitios 1 y 2 para relleno sanitario, cantón «Portoviejo». **Fuente:** Proyecto.

Fue importante evaluar también las características de los sitios actualmente operativos por el GAD municipal de Portoviejo; el relleno sanitario denominado «Celda Emergente-CE» (17M, 563.447 m E, 9.885.491 m S) y la escombrera «La Solita-LS» (17M, 552.593 m E, 9.879.612 m S). El vertedero CE tiene una licencia ambiental categoría II, registrada con No. 00629-13-2015-FA-CGZ4-DPAM-MAE y emitida por la Dirección provincial de Manabí del Ministerio del Ambiente del Ecuador-MAE. El documento MAE-RA-CGZ4-DPAM-2015-02409 manifiesta que el vertedero CE, SI INTERSECTA con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Patrimonio Forestal del Estado (PFE), Bosques y Vegetación Protectora (BVP). García (2018) en su informe indica que “mediante oficio MAE-SUIA-RA-CGZ4-DPAM-2018-11449 el MAE establece que la escombrera «La Solita» NO INTERSECTA con el SNAP, PFE, BVP”. Por su parte, la metodología de la presente investigación plantea las características que se exponen en la *tabla 8*.

**Tabla 4.***Características de los vertederos del GAD Portoviejo.*

NO.	CRITERIO	UNIDAD	RANGO (REGULAR)	CUMPLE	
				CE	LS
1	Distancia a cuerpos hídricos	m	801-900	Si	Si
2	Zonas de inundación	m	301-400	Si	Si
3	Distancia a poblaciones cercanas	m	4.001-6.000	Si	Si
4	Distancia a vías de circulación vehicular	m	301-500	Si	Si
5	Seguridad aeroportuaria	m	5.001-6.500	No	Si
6	Riesgo a deslizamientos	-	medio	Si	Si
7	Zona geológica natural	-	Arcilla, arenisca, lutita	Si	No
8	Permeabilidad	-	Franco limoso	Si	Si
9	Precipitación	mm/año	701-800	Si	Si
10	Pendiente del terreno	%	13-25	No	No
11	Protección y conservación	m	501-700	No	Si
12	Centros de producción de residuos	Km	5-7	Si	No
13	Distancia a sitios de recreación	m	501-700	Si	Si
14	Zonas sensibles a la agricultura	m	501-700	Si	Si
15	Distancia a centros educativos y de salud	m	301-400	Si	Si

**Fuente:** Proyecto.

## Conclusiones

La metodología presentada puede ser aplicada en cualquier territorio, siendo un proceso de pre-selección práctico y a la vez detallado, ponderándola experiencia de expertos, regulaciones locales y normativa aplicable, a efectos de garantizar que los rellenos sanitarios no generen afectaciones sobre el entorno natural.

Luego de aplicar la metodología mediante la herramienta de análisis multicriterio del GIS de superposición ponderada de capas, se pudo identificar de manera satisfactoria los sitios más adecuados para ubicar un relleno sanitario. En el cantón Portoviejo existen nueve sitios con características entre óptimas y regulares que pueden ser aprovechadas para efectos de ubicar un relleno sanitario. De estas los sitios más recomendables son los de características óptimas y buenas, que suman un total de dos zonas, con un área de 33 ha y 167 ha respectivamente.

La selección final de sitios para relleno sanitario requiere del cálculo de índices de vulnerabilidad técnica, ambiental, económica y social. Entonces se deberá planificar y destinar los respectivos financiamientos de trabajos de investigación "in-situ" para topografía, geofísica, ecología, hidrología, aceptación social, entre otros.

La normativa ambiental nacional no tiene establecido valores, criterios estandarizados y especializados para la ubicación de rellenos sanitarios. Así mismo, existe una relativa limitación de información cartográfica en archivos shape para el análisis multicriterio. Esto sugiere el desarrollo de interpretación fotogramétrica, preparación de shapefiles por parte de entidades especializadas.

## Referencias bibliográficas

Despotakis, V., y Economopoulos, A. (2007). A GIS model for landfill siting. *Global Nest*, 30-34.

GAD Municipal de Portoviejo. (2015). PDOT - *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Portoviejo*. Proyecciones Demográficas del Cantón Portoviejo. Portoviejo.

- Gallardo, P. (2014). *Estudios de Diseño Definitivo para el Cierre Técnico del Botadero y Celda Emergente del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Portoviejo, Provincia de Manabí*. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- García, X. (2018). *Estudio de impacto ambiental ex post y plan de manejo ambiental de la escombrera La Solita del cantón Portoviejo, provincia de Manabí*. Portoviejo: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Portoviejo.
- SUIA. (2015a). *Guía General de Elaboración de Términos de Referencia para Estudios de Impacto Ambiental, Categoría IV. Sistema Único de Información Ambiental – SUIA*. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- SUIA. (2015b). *Términos de Referencia para Estudios de Impacto Ambiental de Proyectos de Gestión Integral de Residuos Sólidos No Peligrosos y Desechos Sanitarios*. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Maestría de investigación en agroecología y cambio climático de la Universidad Técnica de Manabí: Un aporte académico e investigativo.

**Autores:** Ezequiel Zamora Ledezma<sup>19</sup>, Emilio José Jarre Castro, Stephanie Marina Díaz López, Luis Alfonso Sandia Rondón, Ismael Enrique Hernández Valencia y Henry Antonio Pacheco Gil.

### RESUMEN

Ante la creciente demanda mundial de preservar los sistemas naturales y agroproductivos, que permitan ofrecerle a los seres humanos los servicios ecosistémicos y alimentos, es necesario desarrollar estudios e investigaciones que contribuyan al establecimiento de prácticas agrícolas productivas, rentables y que armonicen con el ambiente. Se plantea la *Maestría en Ingeniería Agrícola*, mención *Agroecología y Cambio Climático*, cuyo objetivo central es profundizar la formación avanzada de profesionales e investigadores, para incrementar la productividad de sistemas agrícolas sostenibles, si se tienen en cuenta las implicaciones sobre el funcionamiento planetario. El presente trabajo es documental y se basa en una aproximación deductiva y científica con un enfoque mixto que integra métodos cuantitativos y cualitativos. El diseño curricular se realizó en 3 fases: 1) diagnóstica, 2) preparatoria y 3) conceptual y de diseño, en la cual se aplicó una encuesta como herramienta complementaria de obtención de información. Los resultados demuestran que la *Maestría...* es una iniciativa académica inédita para el Ecuador, no solo por el enfoque integrador de las áreas objeto de estudio, sino por el corte investigativo, su gran pertinencia y la relevancia en el contexto territorial. La misma será un programa de carácter investigativo, multi-, inter y transdisciplinario, orientado a fortalecer técnica y académicamente a profesionales, con capacidades para generar nuevas propuestas y soluciones, que aumenten la eficiencia de sistemas agrícolas sostenibles y las contextualicen en el espectro climático. Con la implementación del programa se fortalecerán también las capacidades de desarrollo agroproductivo local y regional.

**Palabras clave:** Posgrado, agroecosistemas, sostenible, calentamiento global.

---

<sup>19</sup> Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. E-mail: [ezequielza24@gmail.com](mailto:ezequielza24@gmail.com)

## MAESTRÍA DE INVESTIGACIÓN EN AGROECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ: UN APORTE ACADÉMICO E INVESTIGATIVO

*Ezequiel Zamora Ledezma, Emilio José Jarre Castro, Stephanie Marina Díaz López, Luis Alfonso Sandia Rondón, Ismael Enrique Hernández Valencia y Henry Antonio Pacheco Gil*

### Introducción

A partir de septiembre de 2015, se estableció a nivel planetario un acuerdo para establecer prioridades comunes al concierto de países partes de la Organización de Naciones Unidas (ONU), para ello se adoptó un conjunto de objetivos globales que promueven erradicar la pobreza, proteger el planeta, generar sistemas de gobernanzas justos y equitativos, y en general, asegurar la prosperidad y calidad de vida de todas las personas. Este acuerdo fue enmarcado en lo que se conoce como la *Agenda de Desarrollo Sostenible al 2030* (CEPAL, 2018).

Ecuador como país miembro y firmante de los acuerdos de la *Agenda 2030*, tiene el compromiso y obligación, así como todos los países firmantes, de abordar, desarrollar y aplicar medidas nacionales y locales que fomenten el desarrollo de mecanismos o estrategias para medir y avanzar en los *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*, desde una escala nacional, provincial, cantonal y parroquial. Los 17 ODS tienen un carácter global, se orientan a la acción y son universalmente aplicables, concisos y fáciles de comunicar. Además, poseen un enfoque integral al contemplar en su elaboración las dimensiones económica, social, ambiental y cultural como eje transversal del desarrollo (CEPAL, 2018; Morris, 2017).

Vinculando entonces los ODS con el contexto mundial y local, se reconoce que entre los problemas ambientales que causan mayor preocupación a nivel mundial se encuentran los referidos a la degradación de las tierras. Los procesos de degradación del suelo suelen traducirse en una reducción de la productividad de los cultivos y los recursos hídricos asociados. Los efectos negativos de un suelo degradado sobre la economía de una región son más severos en las zonas que más dependen de la agricultura para obtener ingresos, tal como ocurre en la provincia «Manabí» y en varios de sus cantones. Por ello, la conservación y rehabilitación de tierras constituye una parte esencial del desarrollo agrícola sustentable.

Los efectos de la degradación de suelos por procesos climáticos o antrópicos están directamente relacionados con los procesos que ocurren en el subsuelo y en la parte superficial, en los componentes vegetal (macro y micro) y animal (macro y micro), e incluso ejerciendo presión sobre algunas de sus propiedades fisicoquímicas. Particularmente, los suelos de sistemas agrícolas tienen importante relevancia a escala local y planetaria por diversas razones: Relación con sistemas de cuencas hidrográficas, relación con el uso y vocación de las tierras, relación con pérdidas de nutrientes y generación de gases efecto invernadero, relación con actividades de deforestación o alteraciones en la cobertura vegetal, entre muchos otros (Smith *et al.*, 2008).

El sistema agroalimentario mundial atraviesa por una aguda crisis motivada no solo por la inseguridad alimentaria, la baja rentabilidad de la actividad agrícola, sino también por los impactos negativos que el actual modo de organizar dicho sistema está provocando en la salud de las personas y en el medio ambiente. Algunos organismos internacionales, especialmente la FAO y el Relator Especial de las Naciones Unidas para el Derecho a la Alimentación Adecuada, Olivier de Schutter, vienen reconociendo e impulsando la Agroecología como forma de manejo de los sistemas agrarios-pecuarios capaz de combatir el hambre, la pobreza rural, mejorar la seguridad alimentaria y mejorar las condiciones de vida de la población rural en general, especialmente en los países en desarrollo, tal como es el caso del Ecuador.

En este orden de ideas, los suelos son la mayor fuente de óxido nitroso ( $N_2O$ ) y una fuente importante de óxido nítrico (NO) (Denman *et al.*, 2007). Se conoce que el  $N_2O$  proveniente de suelos naturales ( $6,6 \text{ Tg N año}^{-1}$ ) y de los suelos agrícolas ( $2,8 \text{ Tg N año}^{-1}$ ) en conjunto representan el 53 % de las fuentes totales (IPCC, 2007), encontrando que los suelos tropicales son responsables de aproximadamente dos tercios del total que generan los suelos naturales. Las estimaciones globales de emisiones de NO provenientes del suelo también son significativas, reportándose entre  $1,6$  y  $8 \text{ Tg N año}^{-1}$ , o lo que supone un 17,1 % del total de las fuentes de NO (Denman *et al.*, 2007), por otro lado, al igual que ocurre con las emisiones de ( $N_2O$ ), las emisiones potenciales a escala global de NO se organizan en orden decreciente de acuerdo a su magnitud de la siguiente manera: Sistemas agrícolas > sabanas > bosques > otros sistemas naturales. En general, se ha reportado que los ecosistemas tropicales son los mayores emisores potenciales de NO (Yan *et al.*, 2005).

Es preciso señalar que, a nivel provincial, existe poca información e iniciativas que promuevan el estudio, investigaciones, la sistematización y socialización de información o datos experimentales que contribuyan con el desarrollo y conocimiento de los ODS o de aproximaciones metodológicas que permitan su monitoreo o medición, y además permitan conocer la estrecha relación que existe entre los sistemas agroproductivos y el fenómeno de cambio climático.

Todo lo expuesto previamente justifica entonces, la imperiosa necesidad de fortalecer y diversificar las capacidades formativas e investigativas de las instituciones de educación superior (IES) y sus correspondientes programas de posgrado (4to nivel), en el área de la agroecología, procesos agroproductivos responsables y sustentables, dentro de un contexto climático cambiante. Para lograr estos aspectos, desde la Universidad Técnica de Manabí se plantea una nueva propuesta formativa de 4to nivel, cuyo objetivo central es profundizar la formación avanzada de profesionales e investigadores para desarrollar un alto nivel de rigurosidad académica e investigativa, capacidad crítica, reflexiva y analítica, y con creatividad e innovación para generar nuevas propuestas y soluciones para incrementar la productividad de sistemas agrícolas de manera sostenible y respetuosa con el entorno, considerando las implicaciones que los sistemas agroproductivos ejercen sobre el funcionamiento planetario, que otorgará el grado académico de *Magister Scientiae en Ingeniería Agrícola, mención Agroecología y Cambio Climático*.

## **Materiales y métodos**

El presente trabajo es de tipo documental y se basa en una aproximación deductiva y científica, para partir de teorías generales hasta llegar a un resultado concreto y particular. El enfoque planteado es de naturaleza mixta ya que, integra los métodos cuantitativo y cualitativo, a partir de los elementos que integran la investigación (Pereira, 2019; Tovar y Sarmiento, 2011).

Para la construcción del diseño curricular de la propuesta de Maestría se realizaron 3 fases de trabajo: 1) fase diagnóstica, 2) fase preparatoria y 3) fase conceptual y de diseño.

### ➤ *Fase diagnóstica*

Para adelantar los aspectos académicos se conformó inicialmente un equipo multidisciplinario de varios docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola, cuya tarea fue levantar un diagnóstico de la situación actual de los estudios de 4to nivel en el país, a través de revisión y análisis de la oferta académica de todas las universidades, para identificar las fortalezas y vacíos existentes, y la distribución de los programas geográficamente y categorizado por cada institución de educación superior (IES).

Una vez culminada la fase diagnóstica de la formación de 4to nivel, se procedió a realizar un segundo diagnóstico donde se evaluaron características socioambientales, geográficas, económicas, productivas, poblacionales de la provincia «Manabí», apoyándose en literatura científica, informes y datos generados por entes del estado pertinentes (INEC, MAGAP, MAE, GAD, FAO, IPCC) (CISMIL-GPM, 2006; FAO, 2017; GPM, 2005; INEC, 2017; IPCC, 2007); considerando además opiniones y consultas a productores agrícolas.

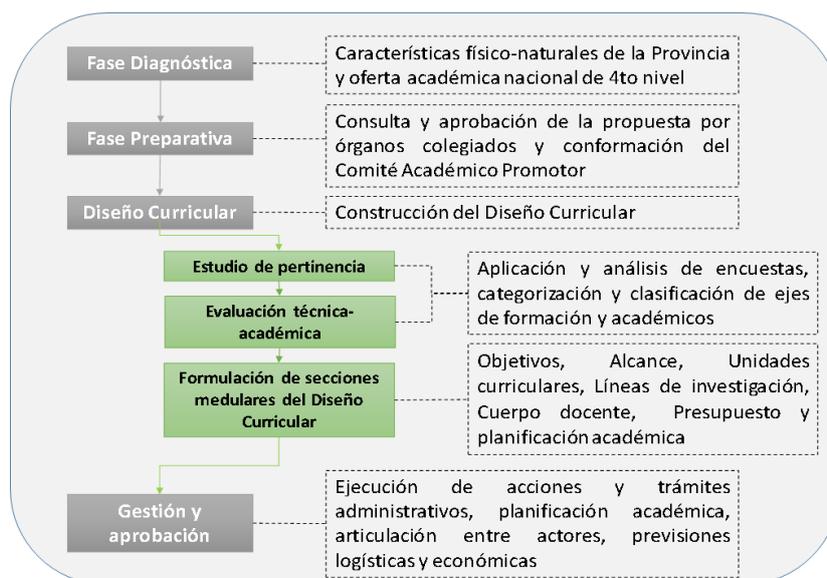
Al concluir ambos diagnósticos se logró establecer la necesidad, pertinencia y gran relevancia que supone la creación de un programa de formación académico de 4to nivel, de corte investigativo, que responda a las necesidades y características de la provincia «Manabí» y del país, no solo para optimizar la agroproducción ambientalmente responsable, sino también para vincular, analizar y discutir sobre los grandes retos planetarios en relación con las alteraciones climáticas.

➤ *Fase preparatoria*

Se construyó una propuesta preliminar del programa sobre la base de diagnósticos y valoraciones de especialistas en el área de reconocida trayectoria docente e investigativa, la cual fue sometida para su consideración y se obtuvo la correspondiente aprobación, ante las diferentes jerarquías de los órganos colegiados de la universidad: Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Agrícola y el Consejo Académico del Instituto de Posgrado. Con dicha autorización se procedió a conformar el Comité Académico Promotor de la propuesta que coordina las actividades, articula los actores vinculados al programa, y compila la documentación técnica necesaria para cumplir con los requisitos reglamentarios exigidos por la LOES (2018), la Universidad Técnica de Manabí y por el nuevo *Reglamento de Régimen Académico del Consejo de Educación Superior* (2019).

➤ *Fase conceptual y de diseño*

Para completar el diseño curricular de la *Maestría de Investigación en Ingeniería Agrícola*, mención *Agroecología y Cambio Climático*, se realizaron diferentes actividades, tal como se describe en la *figura 1*. Se pueden observar las distintas etapas en orden cronológico, con la descripción general de los hitos más importantes en cada una de ellas.



**Figura 1.** Esquema sinóptico de las actividades realizadas para completar el diseño curricular del Programa de Maestría propuesto. **Fuente:** Elaboración propia.

Entre los instrumentos aplicados durante la fase de diseño curricular se encuentran la encuesta (*figura 1*), técnica que es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, pues permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz (Casas *et al.*, 2002); adicionalmente, su uso como herramienta complementaria, en la construcción de programas académicos es bien conocido (Nardi, 2018). En esta fase se aplicó una encuesta *online* empleando la herramienta de uso libre de la plataforma google® (google survey), para evaluar la pertinencia y relevancia de la propuesta de maestría.

## Resultados y discusión

Dentro los resultados de la fase diagnóstica se resaltan varios hallazgos, entre los que destacan, en primer lugar, que en el Ecuador no existen hasta la fecha programas académicos de 4to nivel de tipo investigativo, en el área de las ciencias agronómicas o agrícolas; de igual manera, luego de la revisión de la oferta académica en las bases de datos del CES, se identificó que tampoco existe ningún programa de formación avanzada que considere y vincule las dos áreas temáticas que se proponen en el nuevo programa de maestría: Agroecología y Cambio Climático. Ambos aspectos mencionados previamente evidencian y justifican ampliamente su creación e implementación. Adicionalmente, esta oferta académica promueve el desarrollo de la provincia, la región y la nación, al diversificar y fortalecer las capacidades de investigación en la agricultura, lo cual se alinea con lo establecido en el *Artículo 107 de la LOES (2018)* y con lo establecido en el nuevo *Reglamento de Régimen Académico del Consejo de Educación Superior del Ecuador (CES, 2019)*.

En la fase de diseño, a partir de la encuesta aplicada, se logró conocer la percepción y evaluación de estudiantes, profesionales recién graduados, docentes e investigadores, funcionarios públicos de entes del estado, con competencia, interés o formación en las áreas temáticas del programa, tal como ha sido previamente sistematizado por otros autores (March *et al.*, 1999; Nardi, 2018).

Los resultados de la encuesta caracterizan al universo de la muestra (n=90) de la siguiente forma: la proporción de hombres y mujeres fue de 60:40; el 60 % de los encuestados labora en el sector público, 22 % independiente o no tienen relación laboral, y 18 % en el privado; el 73 % de los encuestados culminó sus estudios universitarios y un 27 % se encuentra aún cursando sus estudios. Estos resultados demuestran que hubo un buen equilibrio de género entre los encuestados, y que además se consultó la opinión de diferentes sectores productivos. De igual manera, se evidencia que existe un gran número de potenciales candidatos a cursar el programa tanto profesionales (recién graduados) como estudiantes universitarios de los últimos semestres.

Se resalta que el 93 % de los encuestados piensa que la agroecología y el cambio climático influyen positivamente sobre el desarrollo agrícola del país, de igual modo, más del 84% asegura tener interés en realizar el programa y más de 62 % está dispuesto a dedicarse exclusivamente a cursar el programa de estudio, incluso desplazándose desde otros Cantones y provincias vecinas a «Manabí»; pues más del 85 % manifiestan que cursar el programa tendría gran relevancia e interés para las instituciones en las cuales se encuentran laborando. Todos estos resultados evidencian las características generales del universo de personas potenciales que se quieren capacitar y de la pertinencia que tiene la creación de una maestría que proporcione a los estudiantes herramientas de apoyo profesional para su formación como investigador.

Al concluir el estudio de opinión y luego de la revisión técnica académica por especialistas, se procedió a construir el objetivo, alcance y justificación, que dieron lugar a un ejercicio de priorización, clasificación y definición de las líneas de investigación (*tabla 1*).

**Tabla 1.**

*Líneas de investigación. Maestría en Ingeniería Agrícola, Mención Agroecología y Cambio Climático.*

#	Línea de Investigación
1	Recuperación y preservación de sistemas agroproductivos y naturales
2	Prácticas agrícolas y metodologías sostenibles de producción
3	Ecología, cambio climático y biodiversidad en sistemas agrícolas y naturales
4	Cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas urbanos, agroproductivos y naturales
5	Empoderamiento ciudadano, enfoque socioambiental y de género en un contexto de cambio climático

**Fuente:** Elaboración propia.

En la *tabla 1* se describen las 5 líneas de investigación que recogen de mejor manera el amplio espectro de áreas, sub-áreas, temas y ejes de investigación o vinculación del programa, articulando cada una de ellas con las unidades curriculares de la malla formativa (*tabla 2*).

La *tabla 2* muestra la distribución de las unidades curriculares o asignaturas durante los cuatro periodos académicos (2 años). La malla curricular está construida de modo de cursar cerca del 70 % de las asignaturas (principalmente básicas e interdisciplinarias) durante el primer año del programa (períodos I y II). De tal manera, de que el segundo año (períodos III y IV) pueda haber una mayor dedicación y priorización al eje investigativo (revisión bibliográfica, ensayos, experimentos, salidas de campo, procesamiento de datos, elaboración de 1 artículo científico), que se concretará con la culminación del trabajo de titulación.

El programa de maestría establece que durante los dos primeros semestres el maestrante complete 10 asignaturas, cada una acompañada con horas prácticas, autónomas y colaborativas. Este primer año es un periodo de formación básica y formación profesional. En el primer año, el estudiante debe haber seleccionado el área de investigación para su trabajo de titulación, sostendrá entrevistas y reuniones con su tutor potencial a fin de definir y orientar el tema de trabajo de titulación y tener una revisión bibliográfica, objetivos, alcance, justificación e hipótesis que fundamente su investigación (metodología de investigación). Durante el segundo año, el estudiante abordará las etapas de consolidación y culminación, periodos III y IV respectivamente, en los cuales cursará asignaturas integradoras y de cierre curricular, y dará continuidad a todo el proceso de investigación con ayuda de las asignaturas de titulación (taller titulación I y II) (*tabla 2*).

El programa de *Maestría en Ingeniería Agrícola*, mención *Agroecología y Cambio Climático*, está fundamentado en tres unidades de organización: 1. Unidad de organización curricular básica: Con cuatro (04) asignaturas; 2. Unidad de organización interdisciplinaria: con siete (07) asignaturas; y 3. Unidad de organización de titulación: La unidad de titulación agrupa cuatro asignaturas (04). Estas unidades de organización garantizan un recorrido formativo e investigativo, en cada uno de los periodos, sobre la base de fundamentos teóricos-metodológicos orientados a una investigación teórica y aplicada que demuestre un aporte significativo en las áreas de conocimiento que abarca la maestría.

**Tabla 2.**

*Malla curricular del programa de Maestría en Ingeniería Agrícola, Mención Agroecología y Cambio Climático. Se incluyen los periodos y el total de unidades curriculares.*

<b>Período</b>	<b>Unidades curriculares o Asignaturas</b>
	Ecología aplicada a la agricultura
Período I: Conceptual básico	Estadística y diseño experimental aplicados a la investigación agrícola Agroecología y desarrollo sustentable Manejo de agroecosistemas y sistemas naturales Cambio climático y el antropoceno
<b>Total Período I</b>	<b>5</b>
Período II: Formación	Geomática aplicada a la agroecología y cambio climático Agroclimatología Agrotoxicología Calculo de emisiones de gases efecto invernadero Metodología de Investigación
<b>Total Período II</b>	<b>5</b>
Período Consolidación	III: Impacto y gestión ambiental en la agricultura Desarrollo social, género y marco legal en cambio climático Taller de Investigación I
<b>Total Período III</b>	<b>3</b>
Período Culminación	IV: Manejo de conflictos ambientales relacionados con el cambio climático Taller de Investigación II
<b>Total Período IV</b>	<b>2</b>
<b>Total Programa</b>	<b>15</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

La conservación del ambiente, el manejo racional de los recursos naturales, la producción agrícola eficiente y responsable, la conservación de las dinámicas y equilibrios planetarios, la adaptación y mitigación frente al cambio climático, constituyen a mediano y largo plazo, el mayor reto o desafío que se haya presentado jamás para la supervivencia de la vida en el planeta tierra, y que debe ser atendido con la magnitud e importancia necesaria, por la sociedad. En la provincia «Manabí» esta situación toma mayor importancia debido a que es una de las provincias de todo el Ecuador que cuenta con mayor extensión de agrícola y pecuaria, lo cual implica gran uso de agrotóxicos (pesticidas, fungicidas, abono sintético, biocidas, fertilizantes, etc.) (Castro, 2017; INEC, 2017); además, la provincia presenta condiciones particulares ecológicas, climáticas y topográficas que la catalogan como de alto riesgo frente al cambio climático (CISMIL, GPM, 2006; INEC, 2017). Por ejemplo, cuenta con una gran extensión de costas, la principal actividad económica es la pesca y cría de organismos marinos o acuáticos, y por supuesto la agricultura y ganadería, que suministran los medios de alimentación y supervivencia no solo a la provincia sino a buena parte de la población del país (GPM, 2005).

Durante el desarrollo del programa de maestría se analizarán con casos de estudios reales y algunas iniciativas agroecológicas satisfactorias, locales o mundiales, para obtener un mayor conocimiento y así contrarrestar el “mito” de que la agroecología no es eficiente, rentable ni técnicamente robusta,

tal como ha sido expresado o referido ampliamente por varios autores (Gutiérrez Cedillo *et al.*, 2008; Jackson, 2002). Este hecho, en algunos casos ocurre por desinformación o desconocimiento del tema, y la resultante es el mantenimiento de los esquemas de explotación de recursos naturales de manera intensiva, agresiva y sin considerar las graves e irreversibles consecuencias que se pudieran generar en corto, mediano y largo plazo; pudiendo llegar a ser incluso transgeneracionales (FAO, 2017; Jackson, 2002).

Desde la Universidad Técnica de Manabí se pretende diversificar el espectro formativo de 4to nivel con gran pertinencia no solo para la Provincia sino para el país, que garantice la formación de profesionales con capacidades para realizar proyectos de investigación y dar soluciones a problemas de la producción agrícola.

## **Conclusiones**

La *Maestría en Ingeniería Agrícola*, mención *Agroecología y Cambio Climático* de la Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad Técnica de Manabí, será un programa de 4to nivel de carácter investigativo, multi-, inter y transdisciplinario (de acuerdo a lo establecido en el *Artículo 10 del Reglamento de Régimen Académico*), orientado a la profundización de la formación de profesionales e investigadores con alto nivel de rigurosidad académica e investigativa, capacidad crítica, reflexiva y analítica, y con creatividad e innovación para generar nuevas propuestas y soluciones para incrementar la productividad de sistemas agrícolas de manera sostenible y respetuosa con el entorno, considerando las importantes implicaciones que los sistemas agroproductivos ejercen sobre el funcionamiento planetario, en especial el vínculo directo entre la explotación irracional de los recursos naturales y los cambios climáticos locales, regionales y mundiales.

La *Maestría...* se dictará bajo un esquema presencial, con una duración de cuatro periodos académicos o semestres, contará con 15 asignaturas incluyendo el trabajo de titulación, y tendrá una duración total de 2724 horas. El plan de estudio se conforma por asignaturas de formación profesional teórico- básica, profesional avanzada y de investigación avanzada.

Con la implementación del programa propuesto se fortalecerán las capacidades de desarrollo agroproductivo local y regional, y se generarán además nuevos profesionales con altas competencias técnicas-científicas para aportar en distintas áreas de sociedad como la academia, la investigación, la industria agropecuaria, y en la pequeña y mediana agricultura.

## **Referencias bibliográficas**

- Asamblea Nacional República del Ecuador. (2018). *Ley Orgánica Reformatoria A Ley Orgánica De Educación Superior*. Ecuador: ANRE
- Casas, J., Repullo, J.R., Donado, J. (2009). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Aten Primaria*, 31(8), 527-38.
- Castro, M. (2017). *Rendimientos de maíz duro seco en invierno 2017*. Informe. Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- CISMIL, GPM. (2006). *Objetivos de Desarrollo del Milenio, Estado de situación 2006, provincia de Manabí*. Quito: AECI/CONCOPE/ONU.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Publicación de las

- Naciones Unidas. LC/G.2681-P/Rev.3. ISBN: 978-92-1-058643-6. Impreso en Naciones Unidas, Santiago.
- Denman, K. L., *et al.* (2007). Couplings between changes in the climate system and biogeochemistry, In: *Climate Change 2007: The Physical Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [S. D. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., Chapter 7, 499–587.
- Gaceta Oficial del Consejo de Educación Superior. (2019). *Reglamento De Régimen Académico*. Ecuador: CES.
- Gobierno Provincial de Manabí (GPM) (2005). *Plan Estratégico de Desarrollo Provincial 2004-2024*. Manabí, Ecuador: GPM.
- Gutiérrez, J.G.; Aguilera, L.I., y González, C.E. (2008). Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia* 15 (46), 51-87.
- INEC. (2017). Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). Summary of policymakers. In : *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, edited by S. D. Solomon et al., pp. 1–18, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K.
- Jackson, W. (2002). Natural systems agriculture: a truly radical alternative. *Agricultural Ecosystems & Environment*, 88, 111-117.
- March, J.C., Prieto, M.A., Hernán, M., y Solas, O. (1999). Técnicas cualitativas para la investigación en salud pública y gestión de servicios de salud: algo más que otro tipo de técnicas. *Gac Sanit*, 13, 321-19.
- Morris, C. (2017). *Potenciando el uso de los registros administrativos con fines estadísticos para el seguimiento de la Agenda 2030*. Seminario Regional de la CEPAL.
- Nardi, P. M. (2018). *Doing Survey Research : A Guide to Quantitative Methods. Edition 4th Edition*. eBook ISBN 9781351697255. New York. Imprint Routledge Pages 272 Pp. doi: <https://doi.org/10.4324/978135172231>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2017). *Agroecología para la Seguridad Alimentaria y Nutrición*. Actas del Simposio Internacional de la FAO. ISBN 978-92-5-308807-2 FAO. Pp 466.
- Pereira, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, XV (1): 15-29.
- Smith, P., *et al.* (2008). Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Phil.Trans. R.Soc. B*. 363, 789-813.
- Tovar, M. C., y Sarmiento, P. (2011). El diseño curricular, una responsabilidad compartida. *Colombia Médica*, 42 (4) : 508-517.
- Yan, X., et al. (2005), *Statistical modeling of global soil NOx emissions*, *Global Biogeochem. Cycles*, 19, GB3019.doi: 10.1029/2004GB002276.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Centro de creación de capacidades para la reducción de riesgos de desastres y para la adaptación al cambio climático.

**Autora:** Lídice Castro Serrano<sup>20</sup>.

### RESUMEN

El Centro de Creación de Capacidades para la Reducción de Riesgos de Desastres y la Adaptación al Cambio Climático (CRDAC), surge en el contexto de un proyecto de colaboración entre Cuba y Noruega con el objetivo de fortalecer capacidades para la realización e implementación de los estudios de riesgos de desastres, la prevención y reducción de vulnerabilidades y propiciar la adopción de medidas de adaptación al cambio climático a partir de la capacitación de actores claves en todos los territorios cubanos, así como en países del área del Caribe. Para ello se planificaron 19 cursos-talleres para ser impartidos durante 3 años, y se ejecutaron un total de 24. Además, se realizaron estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo en Haití y República Dominicana. Actualmente el país y la región cuentan con un Centro debidamente equipado para el desarrollo de procesos de capacitación e investigación que contribuyan a brindar las herramientas necesarias para trabajar en función de la reducción de riesgo a escala nacional, territorial y local, así como preparar a líderes locales y comunicadores para la instrucción de comunidades en el enfrentamiento a los peligros, la reducción de vulnerabilidades y la adaptación al cambio climático.

**Palabras clave:** Adaptación al cambio climático, capacitación, reducción de riesgos de desastres, vulnerabilidad.

---

<sup>20</sup> Agencia de Medio Ambiente, Cuba. E-mail: [lidicecastro@gmail.com](mailto:lidicecastro@gmail.com)

## CENTRO DE CREACIÓN DE CAPACIDADES PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

*Lídice Castro Serrano*

### **Introducción**

El proyecto internacional *Creación de Capacidades para la Reducción de Riesgos de Desastres y la Adaptación al Cambio Climático* (CRDAC), se enmarca en el contexto de la colaboración entre Cuba y Noruega, con un período de duración de 3 años, desde el 9 de mayo de 2013 hasta el 30 de mayo de 2016.

Fue concebido con el objetivo de fortalecer capacidades para la realización e implementación de los estudios de riesgos de desastres, la prevención y reducción de vulnerabilidades y propiciar la adopción de medidas de adaptación al cambio climático a partir de la capacitación de actores claves en todos los territorios cubanos, así como en países del área del Caribe.

El personal vinculado al proyecto recibió preparación previa en cuanto a los principales peligros, con el apoyo de los especialistas noruegos a partir de sus experiencias con respecto a los estudios sobre deslizamientos, inundaciones costeras y tsunamis. A su vez, se capacitaron en Didáctica y Pedagogía para su desempeño como profesores en el Centro de Creación de Capacidades. Esto contribuyó a que los cursos-talleres planificados se desarrollaran con óptima calidad y cumplieran los objetivos propuestos.

Se concibió además, la realización de estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos (PVR), a partir de las experiencias de los estudios realizados en Cuba, en comunidades de tres países caribeños (Haití, República Dominicana y Jamaica), lográndose completar los mismos en dos de ellos. Esta experiencia fue de gran utilidad para los actores de la gestión de riesgos en estos países ya que se nutrieron de conocimientos y herramientas de manera práctica, lo cual les da la posibilidad de aplicarlos en función de la reducción de riesgos de desastres y la disminución de las vulnerabilidades en los diferentes territorios y comunidades.

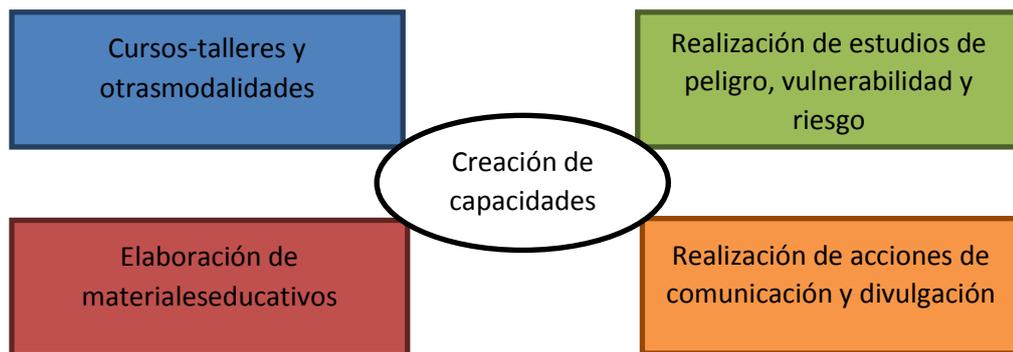
Se puede decir que este proyecto tiene un gran impacto tanto científico como social, puesto que actualmente Cuba y la región del Caribe cuentan con un Centro debidamente equipado para el desarrollo de procesos de capacitación e investigación que contribuyen a brindar las herramientas necesarias para trabajar con una visión integradora en función de la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático a escala nacional, territorial y local. De igual forma ha contribuido a la preparación de decisores, especialistas, así como líderes locales y comunicadores para la instrucción de comunidades en el enfrentamiento a los peligros, la reducción de vulnerabilidades y la adaptación al cambio climático.

Otro aspecto relevante lo constituye el hecho de que se ha garantizado la sostenibilidad del proyecto. Actualmente, el CRDAC continúa desarrollando las actividades de capacitación e investigación, las cuales adquieren ahora una connotación mayor en el contexto del Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático Tarea Vida, puesto que todas las acciones tributan al cumplimiento de los objetivos y tareas de dicho plan con vistas a garantizar la preparación de los diferentes actores de la sociedad cubana y, a su vez, ha permitido continuar colaborando con la capacitación y realización de estudios de PVR en los países del Caribe.

## Materiales y métodos

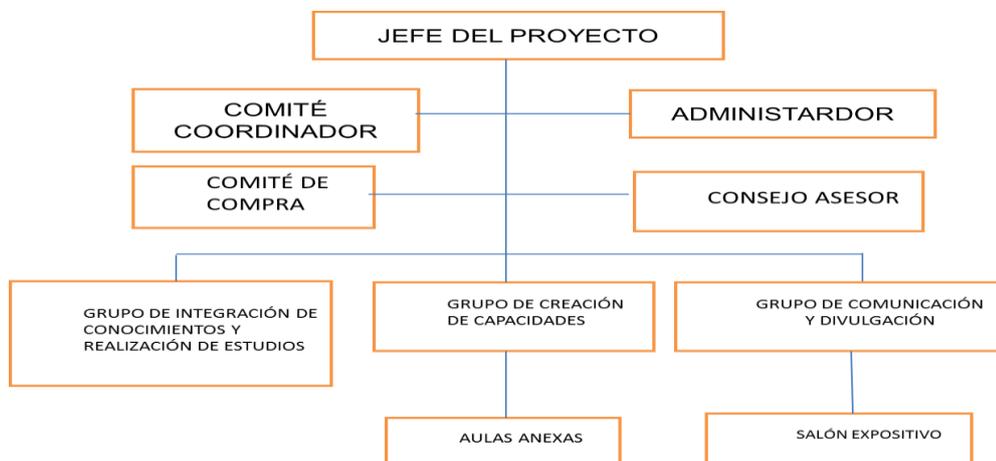
El Centro de Creación de Capacidades para la reducción de riesgos de desastres y la adaptación al cambio climático (CRDAC) fue inaugurado el 26 de junio de 2013. Está constituido por tres instalaciones, una sede central en La Habana y dos aulas anexas en las provincias de Camagüey y Holguín.

Para lograr el objetivo del proyecto se establecieron como componentes fundamentales para el desarrollo del trabajo, las que aparecen en la *figura 1*, utilizando como base metodológica la Investigación-Acción-Participación (IAP).



**Figura 1.** Principales componentes. **Fuente:** Elaboración propia.

Para la dirección y ejecución de las actividades del proyecto se estableció la estructura organizativa que aparece en la *figura 2*.



**Figura 2.** Estructura organizativa del CRDAC. **Fuente:** Elaboración propia.

Los tres grupos de trabajo son los encargados de ejecutar las actividades planificadas de manera integrada, teniendo en cuenta sus funciones específicas en el proyecto.

*Grupo de integración de conocimientos y realización de estudios:* Se encarga de realizar los estudios de peligros, vulnerabilidad y riesgo en los países del Caribe seleccionados a partir de la adecuación de las metodologías empleadas en Cuba, brindar los conocimientos que constituyen la base para los

contenidos de los cursos talleres así como colaborar en la elaboración de los materiales para la formación de capacidades y la comunicación.

*Grupo de Creación de Capacidades:* Se encarga de diseñar los cursos y elaborar los programas para su realización con una visión nacional y caribeña, elaborar y/o coordinar la elaboración de materiales docentes, organizar la superación del personal cubano involucrado en el Proyecto, organizar y conducir la ejecución de los cursos talleres.

*Grupo de Comunicación y Divulgación:* Se encarga de elaborar estrategias de divulgación y comunicación, elaborar y/o coordinar la realización de productos divulgativos y de comunicación, así como del montaje y actualización del salón expositivo.

Se concibieron además, los Talleres de Evaluación, en los que cada año se analizaron los principales resultados, impactos, dificultades y lecciones aprendidas teniendo en cuenta los cuatro componentes fundamentales del proyecto.

## **Resultados y discusión**

### ***Cursos-Talleres.***

El Grupo de Creación de Capacidades coordinó las acciones para el diseño y elaboración de los programas de los cursos talleres los cuales se diseñaron de manera tal que fueran asequibles a todo tipo de público, la conformación de la planta docente (integrada por todos los profesores que imparten clases en los cursos talleres), la evaluación y valoración de los resultados de los cursos talleres. Además, se realizó la compilación y edición de un folleto de «Técnicas para el trabajo en grupo», el cual se entregó en formato impreso y digital a los integrantes de la planta docente. Se compilaron varios artículos elaborados por especialistas reconocidos con el fin de utilizarlos en la conformación de un libro de texto que servirá de apoyo para los cursos futuros. También se hizo la revisión de los diferentes materiales que fueron entregados a los estudiantes en cada curso.

Como parte de la preparación para impartir los cursos talleres, se realizaron cuatro talleres didácticos pedagógicos dirigidos a los expertos que forman parte de la planta docente. Se realizaron, además, los talleres sobre metodologías: «Riesgos y peligros: deslizamientos e inundaciones costeras» y «Riesgos y prevención de peligros climáticos», los que fueron impartidos por parte de especialistas noruegos a los representantes de las instituciones cubanas que participan en el proyecto y a coordinadores de los estudios de PVR (*tabla 1*).

Durante los tres años del proyecto se llevaron a cabo tres entrenamientos en Noruega, los que además de la preparación que recibieron los especialistas, propiciaron un intercambio muy enriquecedor sobre las experiencias que ambos países tienen en materia de reducción de desastres, así como un amplio intercambio con diferentes instituciones de este país.

**Tabla 1.***Cursos para la preparación del personal vinculado al proyecto.*

NO.	TEMA DEL CURSO TALLER	FECHA	PARTICIPANTES
1.	Riesgos y prevención de peligros climáticos.	1- 3/noviembre/2012	35
2.	Riesgos y peligros: Deslizamientos e inundaciones costeras.	25-27/abril/2013	15
3.	Propuestas didácticas para la preparación de los cursos-talleres (I).	19-21/marzo/2014	20
4.	Propuestas didácticas para la preparación de los cursos-talleres (II).	17 -19/marzo/2015	14
5.	Propuestas didácticas para la preparación de los cursos-talleres (I).	23-25/marzo/2015 Holguín	14
6.	Propuestas didácticas para la preparación de los cursos-talleres (I).	21-23/julio/2015 Camagüey	14
7.	Curso de preparación del personal vinculado al Proyecto (Noruega).	mayo/2013	4
8.	Curso de preparación del personal vinculado al Proyecto (Noruega).	mayo/2014	4
9.	Curso de preparación del personal vinculado al Proyecto (Noruega).	junio/2015	4

**Fuente:** Elaboración propia.

Desde el año 2013 hasta el 2016 se realizaron 24 cursos talleres, los cuales estuvieron dirigidos a diferentes actores cubanos y caribeños vinculados a la gestión para la reducción del riesgo de desastre y adaptación al cambio climático. En la sede central se impartieron 13 cursos talleres a 35 extranjeros y 161 cubanos de todas las provincias del país (Tabla 2).

**Tabla 2.***Cursos talleres realizados en la sede central 2013-2016.*

NO.	TEMA DEL CURSO TALLER	FECHA	PARTICIPANTES	
			EXTRANJEROS	CUBANOS
1	Estimación de riesgos de desastres.	11 al 13/noviembre/2013	3	8
2	Estimación de riesgos de desastres.	24 al 26/marzo/2014	4	7
3	La problemática ambiental y la gestión de reducción de riesgos de desastres para el desarrollo sostenible.	3 al 5/abril/2014	--	11
4	Gestión de riesgos a nivel local.	14 al 16/julio/2014	4	7
5	Estudios de PVR. Su empleo y aplicación.	15 al 17/septiembre/2014	--	18
6	Estudios de PVR. Su empleo y aplicación.	19 al 21/mayo/2015	--	15
7	Estimación de riesgos de desastres.	10 al 12/junio/2015	7	5
8	Estudios de PVR. Su empleo y aplicación.	24 al 26/junio/2015	--	18
9	Estudios de PVR. Su empleo y aplicación.	14 al 16/octubre/2015	--	14
10	Estudios de PVR. Su empleo y aplicación.	20 al 22/enero/2016	--	16
11	Gestión de riesgos a nivel local.	23 al 25/marzo/2016	11	5
12	Comunicación y gestión de riesgos de desastres.	26 al 29/abril/2016	--	15
13	La gestión de riesgos de desastres ya adaptación al cambio climático.	24 al 26/mayo/2016	6 35	5 161

**Fuente:** Elaboración propia.

A partir del año 2015 se comenzaron a impartir cursos talleres en las aulas anexas, realizándose un total de 11, donde participaron 174 representantes de las provincias orientales y centrales (*Tabla 3*).

**Tabla 3.**

*Cursos talleres realizados en las aulas anexas de Camagüey y Holguín 2015-2016.*

No.	Tema del curso taller	Fecha	Participantes
<b>Camaguey</b>			
1.	Estimación de riesgos de desastres y adaptación al cambio climático.	5- 7/octubre/2015	19
2.	La problemática ambiental y la gestión de riesgos de desastres para el desarrollo sostenible.	14- 16/octubre/2015	15
3.	Gestión de riesgos a nivel local.	17- /diciembre/2015	19 15
4.	La problemática ambiental y la gestión de riesgos de desastres para el desarrollo sostenible.	19 -21/abril/2016	16
5.	Estudios de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos. Su empleo y aplicación.	4-6/mayo/2016	10
6.	Estimación de riesgos de desastres y adaptación al cambio climático.	10-12/mayo/2016	17
<b>Holguín</b>			
1.	Fundamentos de la gestión para la reducción de desastres desde los centros de gestión de riesgos.	6-8/abril/2015	15
2.	Problemas ambientales y la gestión de riesgos de desastre para el desarrollo sostenible.	16- 18/diciembre/2015	15
3.	Visión integradora en la gestión de riesgos de desastres.	21- 23/diciembre/2015	14
4.	Gestión de riesgos para administradores públicos.	29/febrero- marzo/2016	1 24
5.	Gestión de los peligros sísmicos en la región oriental de Cuba.	26-28/abril/2016	14 174

**Fuente:** Elaboración propia.

Como parte de las sinergias con otros proyectos ambientales e instituciones (Macroproyecto, Cruz Roja, FORSAT), se desarrollaron cursos con la participación de 92 personas (*tabla 4*). Se celebró un taller de intercambio con Belice sobre cambio climático en el Caribe y se participó en la preparación y ejecución de la primera y segunda edición del curso para los países miembros de CARICOM que se realizó en octubre de 2015 y 2016, orientado por el primer nivel de dirección del país (*tabla 5*).

**Tabla 4.***Cursos realizados en sinergias con otros proyectos e instituciones.*

NO.	TEMA DEL CURSO TALLER	FECHA	INSTITUCIÓN/PROYECTO	PARTICIPANTES
1.	Taller de la Cruz Roja sobre la gestión de riesgos de desastres.	14 y 16/octubre/2014	Cruz RojaCubana	19 (países del Caribe y Centro América)
2.	Procesamiento digital.	mayo/2015	Macroproyecto	13
3.	Taller sobre Macroproyecto.	9-13/mayo/2016	Macroproyecto	15
4.	Modelación Hidrológica.	27 junio-1 julio/ 2016	FORSAT	15
5.	Curso de Sistemas de Información Geográfica: SAGA.	4-8/julio/ 2016	Macroproyecto	15
6.	Curso de Sistemas de Información Geográfica: QGIS.	11-15/julio/ 2016	Macroproyecto	15

**Fuente:** Elaboración propia.**Tabla 5.***Cursos Talleres CUBA-CARICOM 2015 Y 2016.*

NO.	TEMA DEL CURSO TALLER	FECHA	PAÍSES CARICOM	PARTICIPANTES
1.	Enfoques y herramientas para la gestión de riesgos de desastres. Experienciacubana.	26-30/octubre/ 2015	Jamaica, Antigua y Barbuda, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Trinidad y Tobago, Haití, Barbados, Guyana, Surinam y Dominica.	13
2.	Enfoque y herramientas para la gestión de riesgos de desastres y la adaptación al cambio climático en función del Desarrollo Sostenible.	17- 21/octubre/2016	Antigua y Barbuda, Granada, Guyana, Haití, Jamaica, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Trinidad y Tobago, Bahamas, Dominica y Surinam.	15

**Fuente:** Elaboración propia.

Para evaluar el desarrollo de los cursos talleres y conocer los criterios de los participantes se elaboró un instrumento que contiene varios elementos esenciales, como son: los contenidos, la organización del proceso de aprendizaje, el desempeño del grupo docente, el ambiente emocional, el aseguramiento logístico y recomendaciones. Este instrumento permitió realizar un análisis sobre los aspectos positivos y con dificultades, así como el grado de satisfacción de los participantes, lo que nos permitió tomar medidas para perfeccionar el desarrollo de los cursos talleres, desde el punto de vista metodológico y organizativo. A su vez, se realizaron ejercicios prácticos, a través de los cuales evaluamos el nivel de comprensión y adquisición de los conocimientos relacionados con la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático.

Como aspectos relevantes derivados de las evaluaciones realizadas, podemos mencionar que estos cursos:

- Demostraron que existe un alto nivel de compromiso y preparación por parte del personal docente así como una adecuada concepción de los contenidos teóricos y los ejercicios prácticos.
- Propiciaron el intercambio de experiencias entre los participantes y una nueva visión sobre los estudios de PVR así como su utilidad para la gestión de riesgos de desastres, lo que se evidenció al tener la posibilidad de exponer sus experiencias a partir de la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en cursos anteriores, en los cuales ya habían participado.
- Ofrecieron herramientas valiosas que permitieron aprender cómo hacer la evaluación de los riesgos a nivel local, cómo desarrollar acciones preventivas y cómo propiciar el incremento de la percepción de riesgos, a partir de procesos de sensibilización y comunicación.
- Contribuyeron a garantizar la preparación de personas de los países del área del Caribe con una visión integradora de la gestión para la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático,
- Se evidenció la asimilación de los principales contenidos y la implementación de las herramientas que se brindaron en los cursos para la gestión de riesgo de desastre a través de la presentación en las sesiones docentes, de las experiencias que se llevan a cabo en aquellos países cuyos participantes son actores de organizaciones regionales para estos temas, como son: CDEMA y OECO; así como en varias comunidades de la mayoría de los países que participaron en los cursos.

En el caso de las aulas anexas, estas constituyen la sede para la realización de los talleres preparatorios de los grupos multidisciplinarios con vistas a realizar los estudios de PVR así como para las acciones de capacitación a decisores, en el marco del ejercicio Meteoro (preparación que se desarrolla cada año antes del inicio de la temporada ciclónica).

### ***Comunicación y divulgación.***

En el campo de la Comunicación se elaboró una Estrategia y el Manual de Identidad, lo que permitió incorporar en diferentes productos promocionales el logotipo y los colores que identifican el CRDAC. Se elaboró un suelto con la información sobre el CRDAC en español e inglés y un spot televisivo sobre el centro, por parte de la Defensa Civil. Se elaboró el diseño para la remodelación de los interiores en el CRDAC.

Durante la IX y X Convención de Medio ambiente y Desarrollo se presentaron varias ponencias relacionadas con el Proyecto y se preparó un stand para promocionar el trabajo desarrollado por el CRDAC. De igual forma tuvimos una representación en la COP XX sobre cambio climático realizada en Perú, en diciembre de 2014.

Se realizó el montaje de la Sala Expositiva «Cuba. Reducción de riesgo de desastre y adaptación al cambio climático» en el Museo Nacional de Historia Natural. Tomando como base el contenido de la exposición, se organizó un programa educativo para los diferentes públicos que visitan el museo, fundamentalmente para los estudiantes de las escuelas que radican en la comunidad de la Habana Vieja.

Se instaló la conexión de red en el Centro, lo que permitió un uso más adecuado de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en función de los cursos talleres, garantizando el acceso

a Internet por parte de los estudiantes y profesores. Se incorporaron los contenidos de comunicación para la gestión de riesgo de desastre y la adaptación al cambio climático en los cursos de capacitación que ha desarrollado el CRDAC, los que han tenido una gran aceptación y han sido de gran demanda por los participantes.

### ***Materiales educativos.***

Se elaboraron diferentes productos educativos para apoyar los cursos talleres, tales como:

- Materiales impresos y en formato digital que contienen la información de las conferencias y los ejercicios prácticos de cada curso.
- Compendio de bibliografía complementaria.
- Videos y documentales relacionados con las diferentes temáticas abordadas.
- Folleto de técnicas para el trabajo en grupo.

### ***Realización de estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR).***

Para el desarrollo de los estudios en Haití y República Dominicana se hizo una adecuación de las metodologías (inundaciones por intensas lluvias y por penetraciones del mar, fuertes vientos, sismos y deslizamientos de tierra) teniendo en cuenta las características y condiciones de esos países.

Los equipos participantes estuvieron conformados por especialistas cubanos de diferentes provincias, escogidos a partir de la experiencia acumulada por el trabajo realizado sobre todo en los últimos diez años, y por especialistas noruegos, los cuales tuvieron una preparación previa con información aportada por los países beneficiados y se mantuvo un intercambio permanente con los representantes de cada país de los ministerios de ambiente y otros organismos vinculados con los estudios a realizar, así como con representantes locales y pobladores de las comunidades estudiadas. Al finalizar los estudios, cada equipo elaboró un informe donde se reflejan los resultados obtenidos y se precisan las recomendaciones de acciones para cada etapa del ciclo de reducción de riesgos.

Entre los principales impactos de estos estudios debemos mencionar que se adecuó la metodología para la realización de los estudios de PVR de acuerdo a las características y condiciones de cada país, se crearon capacidades donde fundamentalmente el personal técnico que colaboró adquirió y se apropió de una nueva forma de hacer. Los estudios resultan de gran utilidad para los tomadores de decisión y planificadores del territorio, les brindan la posibilidad de mejorar sus sistemas de alerta temprana e ir transitando de una gestión de riesgo reactiva a una proactiva y cuentan en las comunidades con un personal preparado (43 capacitados) para realizar los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo.

### ***Sostenibilidad del proyecto.***

En el año 2017, una vez concluido el Proyecto de Colaboración, se continuó desarrollando el trabajo en el Centro de Creación de Capacidades para la Reducción de Riesgos de Desastres y la Adaptación al Cambio Climático (CRDAC), realizándose 9 cursos talleres a partir de sinergias con los proyectos internacionales e instituciones de la provincia La Habana. En este año fueron capacitados 160 representantes de nivel nacional, provincial y municipal correspondientes a diferentes sectores (Ciencia, Tecnología y Medio ambiente, Agricultura, Defensa civil, medios de comunicación, Educación, Recursos hidráulicos, cultura, gobiernos locales) (*tabla 6*).

**Tabla 6.***Cursos realizados en el año 2017.*

<b>NO.</b>	<b>CURSO TALLER</b>	<b>FECHA</b>	<b>PARTICIPANTES</b>
1	Estudios de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos. Su empleo y aplicación.	8, 9 y 10/febrero/2017	20 Especialistas del Grupo de Trabajo Estatal de la Bahía de La Habana.
2	La reducción de riesgos de desastres en función de la lucha contra la desertificación y la sequía.	21, 22 y 23/marzo/2017	17 -Representantes de los municipios de la provincia Guantánamo (Baracoa, Maisí, Imías y San Antonio del Sur): •Vice Presidentes de los Consejos de Administración Municipales que atienden la actividad de la Defensa •Jefes de los CGRR Municipales •Especialistas municipales del CITMA •Jefes de Órgano de la Defensa Civil -Delegado del CITMA en Guantánamo
3	La gestión de riesgos de desastres y adaptación al cambio climático en el sector agropecuario	10, 11, 12, 13/abril/2017	Técnicos y decisores de la agricultura local, recursos hidráulicos y CITMA, de los municipios Los palacios, Güira de Melena, Artemisa, Alquizar, Pinar del Río, Consolación del Sur, Batabanó, Güines, Nueva Paz.
4	Sistema estadístico matemático para el estudio de percepción de riesgo de desastre.	21/abril/2017	15 Miembros del Grupo de Expertos y especialistas de los territorios de la zona occidental del país.
5	Reducción de riesgos de desastres y A adaptación al cambio climático.	26 y 27/abril/2017	43 •Grupo de trabajo del Proyecto «Perfeccionamiento de la Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible en el Sistema Nacional de Educación» y funcionarios del MINED. •Miembros del Equipo Coordinador del Proyecto Manglar Vivo, que atienden el Componente 2: Educación y Comunicación y Sensibilización Pública.
6	Comunicación para la reducción de riesgos de desastres y la adaptación al cambio climático.	3, 4 y 5/mayo/2017	12 Comunicadores y periodistas de Mayabeque y Artemisa.
7	Enfoque y herramientas para la gestión	8,9 y 10/mayo/2017	17 funcionarios y

	de riesgos de desastres y la adaptación al cambio climático en función del desarrollo sostenible en la agricultura cubana.		empresarios del MINAG.
8	La percepción de riesgos y la dimensión sociocultural de la gestión de riesgos de desastres y la adaptación al cambio climático.	8/noviembre/2017	15 Especialistas de la Red de Museos de La Habana.
9	Estudios de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos. Su empleo y aplicación.	14/noviembre/2017	8 especialistas miembros del Comité Coordinador de OP15.
10	ASIGNATURA OPTATIVA: Gestión de riesgos y cambio climático. CARRERA: Licenciatura en Geografía FACULTAD: Geografía, Universidad de La Habana (UH).	9 sesiones de clases (febrero-junio 2017)	15 estudiantes de Licenciatura en Geografía, Universidad de La Habana.
<b>TOTAL DE PARTICIPANTES</b>			175

**Fuente:** Elaboración propia.

Se desarrolló la tercera edición del curso taller Cuba-CARICOM con la participación de 13 representantes de los países miembros (Trinidad y Tobago, Guyana, Antigua y Barbuda, St. Kitts and Nevis, San Vicente y las Granadinas, Bahamas, Santa Lucía, Jamaica, Haití, Belice, Granada) y México, entre los que se encontraban directivos de la Asociación de Estados del Caribe (AEC) y de la Organización de Estados del Caribe Oriental (OECO).

Como parte del fortalecimiento del trabajo con el Sistema Nacional de Educación y las Universidades, se desarrollaron importantes acciones, tales como:

- A partir de una colaboración con la Facultad de Geografía de la Universidad de La Habana, se impartió la asignatura optativa «Gestión de riesgos y cambio climático», lo que permitió preparar a 15 estudiantes.
- Se trabajó con más de 200 estudiantes de enseñanza primaria y secundaria a través de conferencias impartidas por expertos del Grupo Nacional de Evaluación de Riesgos, vinculadas a la exposición «Cuba: Reducción de riesgos de desastres y adaptación al cambio climático» que estuvo expuesta hasta el mes de junio en el Museo Nacional de Historia Natural.
- En colaboración con el Departamento de Información, Comunicación y Educación Ambiental de la Agencia de Medio ambiente, como parte de las acciones que tributan a la Tarea Vida, se realizó en el Palacio Central de Pioneros «Ernesto Guevara» una actividad de capacitación para los instructores sobre los objetivos del Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático Tarea Vida, los resultados de los estudios de PVR y el Macroproyecto, que incluyó la inauguración de la exposición en la Sala de Medio ambiente y la donación de un juego de *Riesgolandia* para el trabajo con los estudiantes.

Se participó en diferentes eventos nacionales e internacionales, tales como:

- Simposio de Riesgos de Desastres de la XI Convención de Medio ambiente y Desarrollo, La Habana, Cuba
- Seminario Latinoamericano «Educación Ambiental: El desafío de la construcción de una cultura del riesgo y de resiliencia comunitaria ante eventos locales extremos», Universidad del Cauca, Popayán, Colombia

- III Jornada Iberoamericana en saludo al día mundial del Medio ambiente – Ecuador 2017, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.
- III Taller de Administración Pública. Centro de Estudios de la Administración Pública, Universidad de La Habana, Cuba
- Se impartieron dos cursos sobre «Reducción de riesgos de desastres y adaptación al cambio climático» en la Universidad Estatal Amazónica de Ecuador y la Universidad del Cauca en Colombia.

En el año 2018 se realizaron 24 acciones de capacitación entre cursos talleres y otras modalidades, a partir de las sinergias con los proyectos internacionales y de las solicitudes realizadas por diferentes instituciones y organismos. Fueron capacitados 706 representantes de diferentes instituciones y organismos del estado (CITMA, MINAG, IPF, Defensa Civil, Medios de Comunicación, MINED, MES, INRH, Órganos Locales del PP, GTEBH, Grupos Comunitarios y actores locales de los municipios Habana del Este, Habana Vieja y Batabanó), de nivel nacional, provincial y municipal. Además, se capacitaron un total de 135 representantes de los países caribeños (Tabla 7).

**Tabla 7.**

*Acciones de capacitación año 2018.*

<b>Acciones de capacitación</b>	<b>Capacitados Nacionales</b>	<b>Extranjeros</b>	<b>Total</b>
24	706	135	841

*Fuente:* Elaboración propia.

Como parte de estas acciones, se iniciaron las actividades de capacitación en colaboración con el Grupo de Trabajo Estatal Bahía Habana para el cumplimiento del Plan Tarea Vida (incremento de la percepción del riesgo en la población) que esta entidad desarrolla en los municipios que forman parte de la cuenca tributaria a la bahía, lo que permitió que las acciones tuvieran una incidencia directa en actores locales del municipio Habana Vieja, como son: Decisores del gobierno municipal, directivos de las instituciones locales, multiplicadores, promotores ambientales, educadores y líderes comunitarios.

Como continuidad del trabajo iniciado en el año 2017, se realizaron encuentros y coordinaciones con la Dirección de Formación del Profesional del Ministerio de Educación Superior (MES), con el objetivo de incorporar los temas de reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en la capacitación de los funcionarios y directivos del ministerio y las universidades. Se continuaron las relaciones con las universidades, con el objetivo de incorporar estos temas como asignaturas optativas u otras modalidades en las diferentes carreras, entre las que se encuentran las Facultades de Geografía y Comunicación Social de la Universidad de La Habana, así como la Facultad de Psicología de la Universidad Central de Las Villas.

Se continuó el trabajo con el Ministerio de Educación para capacitar a sus funcionarios en los niveles nacional y provincial, así como en el asesoramiento a los participantes en el proceso de perfeccionamiento a través del «Proyecto Perfeccionamiento de la Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible en el Sistema Nacional de Educación». Se desarrollaron tres talleres de capacitación sobre «Metodología para la Evaluación de Desastres», en los cuales participaron 24 expertos seleccionados de las instituciones del área ambiental del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio ambiente, así como, el Ministerio de Educación Superior y los Gobiernos de Artemisa y Mayabeque.

Estos talleres se realizaron con la colaboración de la CEPAL y el Instituto de Hidrología de la Universidad de Cantabria a partir de los resultados exitosos ejecutados por esa institución, con el objetivo de dar a conocer la metodología para la evaluación de desastres de la CEPAL para la estimación de los efectos e impactos de un desastre, con la incorporación de dos elementos transversales: Medio ambiente y género. Como resultado, se derivó la identificación de puntos de interés comunes para iniciar la colaboración con vistas a estimar los riesgos actuales y futuros desde el punto de vista económico.

Como parte de la colaboración con los países del área del Caribe, el Centro tuvo la responsabilidad de organizar de conjunto con la Escuela Científica Internacional de la UNESCO, el curso «Construyendo sociedades resilientes mediante el vínculo de la investigación con la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático». En el mismo participaron representantes de 16 países (los 14 estados miembros de CARICOM más Cuba y Puerto Rico), para un total de 80 participantes (35 extranjeros y 45 cubanos).

En las sesiones de trabajo estuvieron representados 2 de los 5 grandes Programas de la UNESCO (Ciencias Naturales y Ciencias Sociales y Humanas). Los cuatro programas de ciencia de la UNESCO involucrados fueron: MOST (Programa de Gestión de las Transformaciones Sociales), MAB (Programa del Hombre y la Biosfera), COI (Comisión Oceanográfica Internacional) y PHI (Programa Hidrológico Internacional). Se efectuaron 12 sesiones de debate entre Paneles, Mesas Redondas y Talleres y una sesión final de Cooperación Internacional.

En estas, estuvieron representados tres tipos de actores: tomadores de decisión, academia y sociedad civil, lo cual permitió una mayor integralidad de los debates y propuestas. A partir de los intercambios y debates se derivaron dos acuerdos: Promover una organización juvenil que esté al alcance de otras instituciones o regiones del Caribe a partir de una red o proyecto conjunto con UNESCO y priorizar la atención en cuatro áreas de cooperación, a saber el trabajo comunitario como protagonista de la adaptación, los Sistemas de Alerta Temprana en beneficio de la reducción del riesgo de desastres, el desarrollo científico sobre la base de riesgos futuros y un sistema de capacitación, comunicación e información para la adaptación y la mitigación al cambio climático.

Como resultado del trabajo continuado del CRDAC durante cinco años, a partir de su creación en el año 2013, hemos logrado incrementar las acciones de capacitación así como el número de personas capacitadas que están vinculadas a la gestión del riesgo de desastres o que provienen de los sectores priorizados, así como educadores y comunicadores. Se han capacitado un total de 2677 actores, 2466 cubanos y 211 extranjeros.

El CRDAC también ha continuado la colaboración con los países del Caribe a partir de la aprobación del Plan de Colaboración CUBA- CARICOM 2018-2020, para realización de estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo y la capacitación en materia de reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático

## **Conclusiones**

En la actualidad Cuba cuenta con un Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático, el cual se sustenta en las investigaciones que se realizan en todo el país sobre los peligros, vulnerabilidades y riesgos (PVR), sobre las proyecciones del clima futuro y la aplicación de medidas de adaptación en las comunidades, territorios, sectores y ramas. Además, por su experiencia en materia de gestión para la reducción del riesgo de desastres, Cuba es de interés para muchos países de la región del Caribe y de América Latina por lo que ha realizado múltiples acciones de intercambio y cooperación de forma bilateral y otras en las que ha contado con el auspicio de las agencias del

Sistema de Naciones Unidas, organismos gubernamentales internacionales, y organizaciones no gubernamentales, entre otros actores de la cooperación.

Por ello, el proyecto CRDAC constituye actualmente un espacio de vital importancia para fortalecer las capacidades a nivel local acerca de la gestión de riesgos de desastres y la adaptación al cambio climático, teniendo en cuenta las características y peculiaridades de la región del Caribe y de cada localidad.

La concepción de las actividades previstas en el Proyecto tienen como fundamentación la política de gestión de riesgos de desastres, la cual se basa en:

- La visión integradora de la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático.
- La construcción social del riesgo y el carácter social de los desastres.
- El papel del conocimiento científico y su vinculación con los saberes populares.
- La necesidad de formar capacidades nacionales y locales.

Entre los principales impactos debemos mencionar que se adecuó la metodología para la realización de los estudios de PVR de acuerdo a las características y condiciones de los países del Caribe, se crearon capacidades donde fundamentalmente el personal técnico que colaboró adquirió y se apropió de una nueva forma de hacer, los que han resultado de gran utilidad para los tomadores de decisión y planificadores del territorio, para mejorar sus sistemas de alerta temprana e ir transitando de una gestión de riesgo reactiva a una proactiva. A su vez, cuentan en las comunidades con un personal preparado (43 capacitados) para realizar los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo.

Han sido incorporados los conocimientos obtenidos en los cursos talleres en los planes de acción para la gestión del riesgo de desastre, en algunas localidades de los países caribeños, según las consideraciones emitidas y exposiciones realizadas fundamentalmente por representantes de CDEMA, NEMO y OECO (organizaciones regionales del Caribe relacionadas con la gestión del riesgo).

De forma general puede afirmarse que el diseño de los cursos talleres y las herramientas que brindan estos, han influido notablemente en la elevación de los conocimientos y la conciencia de todos los participantes para la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático, por lo que se han generado nuevas acciones de colaboración con los países del área del Caribe.

### **Referencias bibliográficas**

Castro, L., y Bosque, R. (2018). *Algunas reflexiones sobre la educación de la prevención del riesgo, la educación ambiental comunitaria y la participación ciudadana en la gestión de reducción de desastres*. La Habana: GEMAS.

Grupo de Evaluación de Riesgos. (2015). *Informe de Colaboración de estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo en República de Haití (2015)*. Proyecto de Colaboración Cuba-Noruega. La Habana: AMA.

Grupo de Evaluación de Riesgos. (2016). *Informe de Colaboración de estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo en República Dominicana*. Proyecto de Colaboración Cuba-Noruega. La Habana: AMA.

- Grupo de Evaluación de Riesgos. (2016). *Informe Técnico: Centro de creación de capacidades para la reducción de riesgos de desastres y la adaptación al cambio climático. Proyecto de Colaboración Cuba-Noruega*. La Habana: AMA.
- Iturralde Vinent, M. A., y Serrano, H. (2015). *Peligros y vulnerabilidades de la zona marino-costera de Cuba: estado actual y perspectivas ante el cambio climático hasta el 2100*. La Habana: Academia.
- Iturralde Vinent, M. A., Saker, M., y Millán, M. (2015). *Cuba: El ABC de la prevención de los desastres*. La Habana: Oriente.
- ONU. (2009). *Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR)*. Recuperado de <http://www.unisdr.org/publications>
- Planos, E., Rivero, R. y Guevara, V. (2013). *Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba*. La Habana: AMA.
- Serrano, J. H. (2014). *Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial. Parte 1*. La Habana: PENUD-CUBA



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Actividades de protección contra incendios forestales como contribución a la seguridad ambiental.

**Autor:** Augusto Rafael Fienco Bacusoy<sup>21</sup>.

### RESUMEN

Las actividades de seguridad ambiental se realizan con la finalidad de mitigar los efectos de los incendios forestales sobre el Medio ambiente. El objetivo de este trabajo es identificar aquellas actividades de protección implementadas en varios países con este fin; para lo cual la metodología que se utilizó fue la de investigación documental, donde se exponen la importancia de aquellas mismas, los casos de estudio, basados en los proyectos que han sido creados en diversas naciones para minimizar las pérdidas económicas y reducir los impactos negativos en los ámbitos sociales y ambientales. Se obtuvo como resultados la implementación de actividades de protección contra incendios forestales como contribución a la seguridad ambiental, y la orientación hacia una conciencia general sobre las consecuencias que traen consigo los mismos.

**Palabras clave:** actividades, seguridad, incendios.

---

<sup>21</sup> Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. E-mail: [augusto.fienco@unesum.edu.ec](mailto:augusto.fienco@unesum.edu.ec)

## ACTIVIDADES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS FORESTALES COMO CONTRIBUCIÓN A LA SEGURIDAD AMBIENTAL

*Augusto Rafael Fienco Bacusoy*

### Introducción

A pesar de que las estrategias seguidas por el hombre para extinguir el fuego en los incendios han sido cada vez más eficientes en las últimas décadas, este se ha vuelto cada vez más complejo y mayor. La necesidad de renovar la manera de luchar contra él hace evidente la urgencia de trabajar antes, durante y después del mismo; por lo cual, se requieren más conocimientos y una mejor planificación de la emergencia para hacerle frente, a la par de que se hace más necesario el uso de aquel para la seguridad y ecología de los bosques. Esto implica un cambio de planteamiento tanto en la gestión de la emergencia como en la percepción social de los efectos y usos del fuego (Castellnou y Rifa, 2007).

Un nuevo concepto denominado *Wildland-urban interface* (WUI) (Stewart, V.C, Hammer, y Hawbaker, 2007) apareció en los países anglosajones a principios de la década de los 90's, para analizar la problemática de los incendios forestales. Dicha definición fue desarrollada inicialmente en Estados Unidos con el fin de identificar aquellas zonas con un alto riesgo de incendios, las cuales pudieran definirse aquellas áreas que combinan usos residenciales, productivos, recreativos, etc., en un ámbito con características rurales y con una vegetación forestal en su entorno. Los incendios llevan implícito no sólo la emergencia del incendio forestal en zonas de interface, sino su afectación a la población, las viviendas, las vías de comunicación, las zonas industriales, etc.

En la actualidad, la falta de protección de asentamientos humanos contra incendios forestales es apreciable; lo cual incrementa su vulnerabilidad ante los mismos, entendida esta como la exposición a fenómenos peligrosos: "estar en el lugar equivocado en el momento equivocado y no estar preparados para afrontar esta situación" (Badia, Tulla, y Vera, 2010, p. 4).

En España, el número de incendios forestales y su impacto territorial iniciaron un crecimiento importante a partir de la década de los setenta del siglo XX. Aunque dicha cifra sigue siendo muy elevada (entre 10.000 y 25.000 siniestros por año), la continua mejora de los recursos dedicados a la detección y extinción, desde la década de los noventa, ha permitido reducir significativamente la superficie forestal quemada anualmente (Ministerio de Medio Ambiente, 2007). Sin embargo, se siguen produciendo ocasionalmente grandes funestos forestales que resultan devastadores, y ante los que poco pueden hacer los medios de extinción (Ruiz, 2011).

En los países de América del Sur se entiende por *Manejo del Fuego* "a todas las actividades que involucran la prevención, la predicción de la ocurrencia, la detección, el control, el comportamiento, los usos y los efectos del fuego, como así también la toma de decisiones y las acciones adecuadas para cada una de estas actividades" (Casaza, 2006).

De acuerdo al *Global Forest resources assessment* de la FAO (FRA, 2005): *Thematic report on forest fires in the South American region*, en promedio para los años noventa, la superficie afectada por incendios forestales ha sido de 4.301.763 ha anuales en América del Sur.

En Ecuador, al igual que en muchos otros países, el fuego ha sido y es utilizado por los grupos de agricultores como una herramienta eficaz y económica para eliminar residuos de cosechas, limpiar terrenos y renovar los pastos. Muchas veces estas áreas se encuentran en la colindancia de los bosques, por lo cual al menor descuido, si no se tienen las medidas necesarias, aquel avanza hasta

estos. Esa costumbre ancestral no se puede eliminar con la prohibición del uso del fuego; en los lugares donde se ha hecho esto, no se han obtenido buenos resultados, es por ellos que resulta importante concientizar a la población en general y muy en particular a las poblaciones del bosque y sus colindancias (Ramos, Baque, Pionce, González, y Manrique, 2018).

Cada año, cuando llega el verano, existe el riesgo de que ocurran incendios forestales que pueden afectar grandes extensiones de bosques y la vegetación natural, causando daños de índole social, económico y ecológico (MAE, 2019).

Por esta razón, el Ministerio del Ambiente, como autoridad ambiental nacional, cuenta con un *Plan de Contingencia de Incendios Forestales* que tiene como objetivo implementar medidas que permitan prevenir, mitigar y controlar este fenómeno, sobre todo en zonas frágiles como el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, páramos y bosques.

El trabajo que se expone a continuación tiene el propósito de identificar las actividades de protección implementadas en varios países contra incendios forestales, como contribución a la seguridad ambiental.

### **Materiales y métodos**

En el presente trabajo se utilizó la investigación documental. La recopilación de la información se realizó en base a las lecturas de diferentes autores que tienen investigaciones sobre incendios forestales y actividades de protección con el fin de lograr una seguridad ambiental, las cuales se encontraron en revistas indexadas, libros y páginas *web*.

Asimismo, se evaluaron las propuestas para mitigar y controlar los incendios forestales realizadas no solo en Ecuador, sino también en varios países de la región y de Europa, que incluyeran variables medioambientales y sociales. Para ello fueron utilizados las experiencias adquiridas en la elaboración de propuestas y los daños ocasionados por los incendios forestales en el país, la región y el Viejo Continente; el criterio de expertos, y el conocimiento sobre los escenarios de los peligros causados por aquellos.

### **Resultados y discusión**

En Ecuador son varios los actores relacionados con la prevención de incendios forestales. Entre ellos pueden mencionarse a los cuerpos de bomberos de capitales provinciales, parroquiales y cantonales; los gobiernos municipales; los grupos propietarios de tierras; los medios de difusión masiva; el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, y el Ministerio del Ambiente. (Ramos, Baque, Pionce, González, y Manrique, 2018).

En la provincia «Manabí», cantón «Paján», Ramos, Baque, Pionce, González, y Manrique (2018) sentaron las bases para un programa de comunicación sobre prevención de incendios forestales, cuya visión consiste en que toda la población actúe responsablemente, con vistas a minimizar los efectos negativos provocados por el uso del fuego y los incendios forestales sobre el Medio ambiente.

Dichos autores se plantearon como objetivo: Contribuir a que la población en general oriente su comportamiento hacia estilos de vida en los cuales disminuyan las actividades que originan incendios forestales. Las propuestas fueron: Implementar el cálculo del peligro de incendios forestales; desarrollar actos de inicio de la campana de incendios en los cuales participen todos los actores

involucrados y se inviten personalidades locales, provinciales y nacionales; definir un lema para el programa; constituir en los centros de educación los grupos “Amigos de los bosques”.

Mediante la implementación de estos tipos de programas se logrará hacer conciencia y se educará a los pobladores con la finalidad de reducir los impactos negativos de los incendios forestales.

En el Ecuador, según el MAE (2019), la implementación de un plan de contingencia surge con la necesidad de promover acciones preventivas en la lucha contra incendios forestales; a través de la difusión y concientización en los sitios de mayor incidencia este ha tenido excelentes resultados. En el 2012, por ejemplo, los incendios afectaron a 21 570 ha, mientras que en el 2013 se redujeron a 4 216 ha, apenas el 19,55 % del total de 2012. Si bien estas cifras son alentadoras, la autoridad ambiental nacional continuará trabajando para reducir este fenómeno que afecta a los ecosistemas.

Este programa contempla tres etapas. La primera es un programa de prevención en el cual se ejecutan múltiples actividades como labores operativas preventivas, educación ambiental, vigilancia y alerta temprana en zonas de mayor susceptibilidad. La segunda es un plan de emergencia en el que colaboran varias instituciones como la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Cuerpo de Bomberos, Fuerzas Armadas y Gobiernos Autónomos Descentralizados provinciales, municipales y parroquiales, con el fin de controlar los incendios que se presenten de forma inmediata y eficaz. La tercera fase se refiere al plan de remediación que busca reparar la cobertura vegetal original afectada.

Además de esta estrategia para combatir los incendios, el MAE durante todo el año ejecuta varias acciones complementarias como capacitaciones, jornadas de educación ambiental, campañas digitales y campañas puerta a puerta; que buscan promover el cuidado y la protección de los bosques y áreas naturales.

Cabe señalar que la mayoría de incendios forestales presentados en el país se deben a causas antropogénicas. Por ejemplo, en varias zonas agrícolas el fuego es utilizado como herramienta de trabajo para preparar la tierra, eliminar rastrojos y limpiar el terreno, pero su mala utilización puede causar daños irreparables en los ecosistemas.

Según reportes de esta Cartera de Estado, el 70 % de incendios forestales son causados por el hombre, el 25 % son por negligencia o por quemas agrícolas y el 5 % por causas naturales (botellas de vidrio, rayos). Por ello, el MAE invita a la ciudadanía a que contribuya con la protección de estos espacios naturales.

En los países de América del Sur (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela) se implementaron estrategias de colaboración para el manejo del fuego, mediante el proyecto de la FAO, *TCP/RLA/3010 (C) Apoyo al desarrollo de la estrategia regional de cooperación para la prevención, control y combate de incendios forestales*, con la finalidad de crear un marco subregional político-técnico que permita guiar las acciones nacionales y subregionales para fortalecer de manera estructurada la cooperación, integración y el entendimiento mutuo de los países en el tema de manejo del fuego, a partir de la experiencia y las capacidades de los países miembros. (Casaza, 2006).

Según Casaza (2006), las metas planteadas fueron las siguientes:

- Promover la asistencia técnica entre los países para apoyar el desarrollo y fortalecimiento de políticas públicas y sectoriales en manejo del fuego; participar y facilitar el diálogo nacional entre políticas agrícolas, ambientales, mineras, viales y sociales en la materia.

- Sensibilizar al más alto nivel político sobre la problemática que los incendios generan en los ecosistemas naturales y artificiales, lo cual constituye un importante tema para las agendas económicas, ambientales y sociales.
- Disponer y difundir los resultados del análisis de los países y fomentar campañas de sensibilización a los decisores y al público en general.
- Fomentar, desarrollar e implementar alianzas estratégicas entre la sociedad civil organizada y las instituciones gubernamentales a nivel local y nacional relacionadas al manejo del fuego, para analizar y fortalecer las estrategias de prevención y control de este.
- Favorecer y facilitar el aumento de la cooperación internacional y subregional con instituciones a cargo del manejo del fuego en los países.
- Promover el desarrollo de programas estandarizados de formación, capacitación y perfeccionamiento en control de incendios, orientado a diferentes niveles y con fines de certificación.
- Fomentar la inclusión del manejo del fuego en los programas de investigación nacional.
- Difundir, promover y coordinar prácticas de silvicultura preventiva (manejo de combustibles) acorde a las condiciones de los diferentes tipos de ecosistemas.
- Facilitar la asistencia y promover la regulación de uso del fuego en áreas públicas y privadas.

En Europa se implementó proyecto *WARM (Wildland-Urban Area Fire Risk Management)*, que aborda la magnitud del problema y sus factores, cuyo objetivo general es caracterizar los riesgos directos e indirectos de los incendios en la interfase forestal - urbana (W-UI), y proporcionar una metodología y un sistema de información para minimizar las pérdidas de residencias y de otras estructuras, a la vez que se reducen los impactos sociales y ambientales mediante la asistencia en la elaboración de planes de lucha contra incendios forestales racionalizados y restringidos. Los países participantes son España, Francia, Italia, Grecia, República Eslovaca y República Checa, los cuales representan un número significativo de casos que constituyen una buena muestra del problema de las W-UI en ese continente (Caballero, 2004).

Según Caballero (2004), el proyecto WARM llegó a las siguientes conclusiones:

- Los incendios forestales en las W-UI en Europa constituyen un problema creciente y emergente, con consecuencias sociales y económicas.
- Especialmente en los países mediterráneos, estos afectan a las personas, a las propiedades y al entorno natural. Sin embargo, con frecuencia las viviendas se ven afectadas pero no son destruidas.
- Los problemas de las W-UI tienen, al menos, tres escalas distintas que deben abordarse de distinta manera, pero incluyen consistentemente: los niveles de paisaje, asentamiento y vivienda.
- La valoración de la vulnerabilidad de los asentamientos a los incendios forestales es una tarea compleja que puede abordarse a través de la identificación, medición y análisis espacial de variables concretas. Los asentamientos pueden considerarse una estructura en sí misma.
- La vulnerabilidad de los asentamientos se basa fuertemente en la vulnerabilidad de las viviendas, pero también en la progresión del incendio dentro del asentamiento, accesibilidad y exposición de la vivienda al fuego.
- Las densidades de viviendas / vegetación y el grado de agrupación son variables relacionadas con la progresión de los incendios dentro los asentamientos.

En España, una de las actividades que se realizaron para mitigar los efectos de los incendios fue la implementación de áreas pasto-cortafuegos. Ya que los pastos tienen una baja combustibilidad.

Otra actividad que ayuda a disminuir los incendios es la ganadería, pues mediante este tipo de técnicas se limita el aumento natural de la vegetación, lo que evitará que el fuego se propague. El pastoreo en áreas cortafuegos es una actividad positiva en la prevención de incendios, a la vez que ofrece beneficios ambientales y sociales, convirtiéndose en un valioso sistema de gestión.

En Cataluña se implementaron estas medidas de prevención ante grandes incendios:

**Tabla 1.**

*Medidas de prevención ante grandes incendios.*

Decisiones Dinámicas	Bomberos como decisores.	como	Son finalmente los que hacen el trabajo, extinguiendo o gestionando el fuego. Si queremos cambiar de una táctica de extinción total a una táctica de gestión, hace falta que los que ejecutan la gestión tengan un gran control sobre el comportamiento de fuego.
	Células autónomas.	semi-	Es necesaria también la creación de unidades especializadas, con gran poder de análisis y con suficiente libertad y logística como para poder moverse en el escenario del incendio con gran movilidad y velocidad.
	Mandos gestores.	como	La anticipación a gran escala y la definición de las estrategias a adoptar. La información cabe a ciudadanos y medios de comunicación y hacia las autoridades cívicas.
Anticipación	El confinamiento como estrategia de extinción		La acción de los nuevos bomberos busca confinar el fuego hacia un cierto comportamiento en un determinado espacio, basándose en el conocimiento del comportamiento, de los combustibles, de la meteorología, de las implicaciones ecológicas asociadas y en las decisiones de la interfaz urbano-forestal.
	Incendios de diseño como punto de confluencia y planificación y extinción	de como de entre y	Estos fuegos son los que se pueden esperar en cada zona, definida a partir del patrón de propagación y comportamiento. Estos incendios previamente conocidos señalan cuál es la ventana de comportamiento al alcance de la extinción, donde el fuego cumplirá unos determinados objetivos de gestión.
	Integrar la ecología del fuego en la gestión forestal	la	Los servicios de extinción tienen que tener una importante interrelación con el resto de agentes implicados con la planificación del ecosistema. En la planificación se tiene que asegurar la integración del fuego en la gestión forestal, de la fauna y del paisaje, y los bomberos son los mejores conocedores del comportamiento del fuego.
	Quemas de gestión herramienta de dinamización del paisaje	de como de del	El conocimiento del régimen de incendios y las estructuras vegetales relacionadas, junto con la capacidad de anticipación del comportamiento del fuego son herramientas imprescindibles para la gestión del fuego. Por eso es imprescindible que el mundo forestal y el mundo de los bomberos aprendan a trabajar juntos, en la gestión forestal, en la prevención, en la pre-extinción y en la extinción de los incendios
	Infraestructuras tolerantes		Las infraestructuras humanas tienen que ser tolerantes al patrón de GIF de la zona para disminuir los daños causados.
Cambio Cultural	Ecología del fuego		El fuego es una parte del ecosistema, parte de la ecología de muchas especies, estructuras y ecosistemas (Kimmins, 1987; Agee, 1993), por lo tanto, como sociedad tenemos que decidir cuáles son las necesidades y deseos sobre nuestros paisajes.

Autoprotección La autoprotección en interfaces urbanas ya preparadas para ser tolerantes al paso del fuego es el sistema más seguro para personas e infraestructuras (Cohen, 1999).

---

**Fuente:** Castellnou y Rifa (2007).

## Conclusiones

En el presente trabajo se identificaron las actividades de prevención en diferentes países, como los de América del Sur y de Europa, en los cuales se implementaron programas para disminuir y evitar los incendios forestales.

En Europa se creó el proyecto WARM, donde se caracterizaron los riesgos directos e indirectos debidos a incendios en la interfase forestal – urbana.

En América del Sur se implementó un programa de cooperación entre las 10 naciones donde se intercambian experiencias para lograr la integración y el entendimiento mutuo de los países en el tema de manejo del fuego.

En Ecuador, el *Plan de contingencia en la lucha contra incendios forestales*, a través de la difusión y concientización en los sitios de mayor incidencia, ha tenido excelentes resultados. Se logró pasar de 21 570 ha en el 2012 a 4 216 ha en el 2013.

La ganadería limita el aumento natural de la vegetación, lo cual evita que el fuego se propague.

## Referencias bibliográficas

- Badia, A., Tulla, A., & Vera, A. (2010). Los incendios en zonas de interfase urbano-forestal. La integración de nuevos elementos en el diseño de la prevención. *Scripta Nova. Revista electronica de Geografía y Ciencia Sociales*, 31, 6-7
- Caballero, D. (2004). *Gestión de los riesgos de incendios en la interfase forestal-urbana: Proyecto WARM*. In IIº Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas de Protección contra los incendios Forestales, 516-517
- Casaza, A. J. (2006 ). *Estrategia de cooperación de américa del sur para el manejo del fuego. Proyecto TCP/RLA/3010 (C) Apoyo al Desarrollo de la Estrategia Regional de Cooperación para la Prevención, Control y Combate de Incendios Forestales*.
- Castellnou, & Rifa. (2007). El modelo de extinción de incendios forestales catalán. *International Forest Fire News (IFFN)*, 35, 10,11
- MAE. (2019). *Plan de Contingencia de Incendios Forestales buscar prevenir, mitigar y controlar este fenómeno natural*. Quito, Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/plan-de-contingencia-de-incendios-forestales-buscar-prevenir-mitigar-y-controlar-este-fenomeno-natural/>
- Ramos, M., Baque, M., Pionce, G., González, A., y Manrique, T. (2018). Programa de comunicación sobre prevención de incendios forestales en el cantón Paján, Manabí, Ecuador. *Perspectivas Rurales Nueva Época*, 31, 10-11
- RIFà, A., y Castellnou, M. (2007). *El modelo de extinción de incendios forestales catalan*. Sevilla, España: In Proceedings of the IV International Wildfire Conference.

- Ruiz Mirazo, J. (2011). *Las áreas pasto-cortafuegos: un sistema silvopastoral para la prevención de incendios forestales* (Tesis maestría). Universidad de Granada, España.
- Stewart, S., V.C, R., Hammer, R., & Hawbaker, T. (2007). Defining the Wildland - urban Interface. *Journal of Forestry*, 201-207.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Resiliencia territorial como respuesta a las emergencias ambientales, casos: Baterías Record de El Salvador y Empresa Química Agrícola Internacional QUIMAGRO.

**Autores:** Walter Edgardo Sánchez Peña<sup>22</sup> y Rafael Cartagena Cruz.

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue: Analizar el manejo que el estado de El Salvador ha realizado a las emergencias ambientales y la resiliencia de los territorios afectados a nuevos desastres ambientales. Metodológicamente el análisis se realizó con un estudio comparativo de dos emergencias ambientales, caso Baterías Record de El Salvador y caso Empresa QUIMAGRO, así como se describen las actividades que las instituciones del estado salvadoreño realizaron para superar dichas emergencias ambientales. La información se solicitó a instituciones del Estado que participaron en los eventos y no se tomó en cuenta la participación ciudadana por la situación de violencia que se vive en el país, ya que uno de los casos aún está en proceso jurídico y la población afectada siente temor a participar; para ello se tomaron testimonios de investigaciones previas. Como resultado del análisis de la resiliencia de los territorios afectados, se determinó que la falta de una implantación de la gestión ambiental y del riesgo impidió una respuesta rápida en ambos casos; además no se han desarrollado nuevos instrumentos de gestión ante nuevos desastres. Para fortalecer la resiliencia territorial, los permisos ambientales de funcionamiento de las empresas deben estar vinculados a los planes de gestión del riesgo de la municipalidad los cuales deben estar articulados con los diferentes actores del territorio y construir perfiles territoriales con el involucramiento de las entidades privadas quienes deben aportar un presupuesto al plan.

**Palabras clave:** Gestión ambiental local, gestión del riesgo, perfil territorial, territorio.

---

<sup>22</sup> Instituto Salvadoreño del Seguro Social, El Salvador. E-mail: [soywaltersanchez@gmail.com](mailto:soywaltersanchez@gmail.com)

# RESILIENCIA TERRITORIAL COMO RESPUESTA A LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES, CASOS BATERÍAS DE EL SALVADOR RECORD Y EMPRESA QUÍMICA AGRÍCOLA INTERNACIONAL QUIMAGRO

(Artículo de revisión)

*Walter Edgardo Sánchez Peña y Rafael Cartagena Cruz*

## Introducción

Al hablar de desarrollo territorial es lógico pensar que el objetivo primordial de este es mejorar la calidad de vida; meta que se puede alcanzar al desarrollar los proyectos en armonía con el Medio ambiente, y esta armonía se logra respetando la vida del ecosistema. Sin dudas, al desarrollar actividades productivas se generan agentes contaminantes que al no estar controlados impactan de forma negativa en el Medio ambiente, deteriorándolo y con ello afectando la calidad de vida de sus habitantes. Las consecuencias de no controlar esos agentes contaminantes pueden llegar a ocasionar desastres ambientales, que además de afectar negativamente los recursos naturales impactan en los otros sistemas que conforman el territorio.

Estos desastres ambientales ocasionan mayor daño en aquellos territorios más vulnerables, es decir con menor capacidad estructural y organizativa para resistir los impactos o daños generados; por lo que cambian la dinámica de los territorios muchas veces por periodos muy prolongados, impidiendo que estos continúen sus procesos de desarrollo establecidos. Y obligándolo a modificar o adecuar sus dinámicas en función de proteger los sistemas que conforman el territorio.

Es por ello que se realizó un estudio comparativo de cómo las instituciones del estado salvadoreño intervienen para resolver los desastres ambientales a través de la herramienta «Declaratoria de emergencias ambientales» ya que así lo permite la Ley del Medio ambiente en su artículo 54<sup>23</sup>. Se consideró este tipo de estudio debido a que los desastres ambientales más conocidos en El Salvador se han atendido con diferentes estrategias o procedimientos y unas estrategias parecen más efectivos o rápidos que otras, impactando de diferentes maneras en el territorio.

El estudio da a conocer la importancia de sistematizar la atención los desastres ambientales, disminuyendo los tiempos de respuesta y los impactos en el territorio, construyendo así territorios más resilientes a los desastres ambientales.

## Materiales y métodos

El objeto de estudio son las estrategias utilizadas en las emergencias ambientales, para atender los desastres ambientales antropogénicos, y de cómo la selección e implementación de estas estrategias inciden en la eficacia de la respuesta al desastre; identificando acciones que mejoran u obstaculizan los procesos, conociendo además cómo impacta al territorio.

Para efectos de conocer cómo se atienden los desastres ambientales, se tomaron como base dos casos muy conocidos por el grado de complejidad y por tratarse de desastres ambientales antropogénicos. Uno es el caso: Baterías de El Salvador, en el cantón Sitio del Niño, municipio de San

---

<sup>23</sup> Art. 54.- Ante la inminencia u ocurrencia de un desastre ambiental, el Órgano Ejecutivo, declarará el estado de emergencia ambiental por el tiempo que persista la situación y sus consecuencias, abarcando toda la zona afectada, adoptando medidas de ayuda, asistencia, movilización de recursos humanos y financieros, entre otros, para apoyar a las poblaciones afectadas y procurar mitigar el deterioro ocasionado.

Juan Opico, conocido como «caso RECORD», y el otro es el caso de la Empresa Química Agrícola Internacional S.A. de C.V. conocido como «caso QUIMAGRO».

Para realizar la presente investigación, el punto de partida fue hacer indagaciones sobre la pertinencia del estudio, debido a que el «caso RECORD» aún está en manos de la Fiscalía General de la República. Por otra parte, el autor de esta investigación pertenece al Comité Interinstitucional que da seguimiento a la emergencia ambiental de Sitio del Niño, condición que facilitó el acceso a información sobre el seguimiento del caso.

Como segundo paso, se inició la revisión bibliográfica de documentos y otras fuentes de información, como por ejemplo el sitio web de Ministerio de Medio Ambiente, estudios ya realizados en los territorios y noticias de periódicos; posteriormente se procedió a elaborar los objetivos y el planteamiento del problema que inicialmente se pretendió analizar sobre los roles de los diferentes actores de los territorios y su aporte a la atención de emergencias ambientales y si la capacidad instalada del territorio incidió en la respuesta al desastre. Sin embargo, el estudio se orientó finalmente hacia cómo procedieron o participaron las instituciones del Estado en la emergencia ambiental y su impacto en el territorio. Fue la variable de la participación ciudadana la que se eliminó por la situación de inseguridad que se vive en el país, los actores locales específicamente de las comunidades prefieren estar en el anonimato.

Luego se realizó la búsqueda de la bibliografía, para elaborar el marco conceptual, además al revisar el marco normativo nacional mostró que la legislación de El Salvador está enfocada en las fases más reactivas y no preventivas, y el aporte que se pretendía dar con este al estudio es precisamente el enfoque preventivo y crear capacidades técnicas para prevenir desastres y no solo para mitigarlos. Otro reto fue ubicar un documento bibliográfico que permitiera analizar la capacidad de resiliencias de los territorios a este tipo de evento y la construcción misma del marco teórico.

Se procedió a elaborar los cuestionarios y a solicitar entrevistas a funcionarios del Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Gobernación y Desarrollo Territorial, Gobernaciones de La Libertad y de la Paz, Fiscalía General de la República, Cámara Ambiental, alcaldías de San Juan Opico, San Luis Talpa y de las gremiales empresariales, de las cuales solo la Cámara Ambiental concedió entrevista y la gerente de Medio ambiente de la Fundación Empresarial para la Acción FUNDEMÁS.

El resto de los funcionarios no respondieron la solicitud de entrevista y otros argumentaron sentir temor al brindar información por estar el «caso RECORD» aún en la Fiscalía. Por este escenario, fue necesario acudir a la Oficina de Información y Respuesta (OIR) de las instituciones de las cuales se escogieron el Ministerio de Medio Ambiente por tener la mayor parte de información y ser el coordinador de la emergencia ambiental, el Ministerio de Gobernación ente rector de la prevención de desastres, la alcaldía de San Luis Talpa por el «caso QUIMAGRO», y la Alcaldía de San Juan Opico por el «caso RECORD».

Estos cuestionarios están conformados para responder a las preguntas de este estudio y tienen grupos de preguntas orientados a obtener información sobre el rol de la entidad en la atención de desastres, su participación en las emergencias, el trabajo interinstitucional realizado, el presupuesto invertido o asignado para la emergencia, la relación entre instituciones del Estado, la municipalidad, la sociedad organizada y las empresas, y de cómo afectó el desastre al territorio.

El análisis de la información se realizó con cuadros comparativos de ambos casos y con un esquema de fases que comprende la respuesta a las emergencias ambientales. Los cuadros comparativos también permitieron responder la pregunta ¿cómo se atendieron las emergencias ambientales? Ya que describen las actividades realizadas en las fases antes, durante y después del desastre.

**Tabla 1.**

*Matriz de análisis.*

PREGUNTAS ESPECÍFICAS	CATEGORÍAS DE ANÁLISIS	DE	VARIABLES	INDICADORES	FUENTES DE INFORMACIÓN	DE
¿Cómo han participado las instituciones del estado salvadoreño, para solventar las emergencias ambientales de los casos RECORD y QUIMAGRO?	Participación de instituciones públicas y privadas.	de	Participación en las distintas fases de la emergencia ambiental.	Actividades realizadas, presupuesto asignado, instrumentos legales utilizados, compromisos adquiridos.	Entrevistas, memoria de labores, noticias de periódicos, páginas web de instituciones.	informes, de labores, de periódicos, de
	Emergencias ambientales.		Fases de la emergencia ambiental.	Actividades realizadas en cada fase.	Informes de análisis de laboratorios, entrevistas, informes médicos, noticias de periódicos, memorias de labores	
¿Porque el caso QUIMAGRO, se resolvió en menor tiempo que el caso RECORD?	Factores favorables y desfavorables a la solución.		Rol del gobierno local, decisiones jurídicas, costos, recursos materiales.	Existencia de documentos normativos. Informes, memoria de labores.	entrevistas, memoria de labores, noticias de periódicos, páginas web de instituciones.	informes, de labores, de periódicos, de
¿Cómo evolucionó la institucionalidad de los territorios afectados, en función de atender oportunamente las emergencias ambientales?	Evolución de la Institucionalidad.	de	Instrumentos para de gestión integral del riesgo.	Existencia de Leyes, ordenanzas, protocolos para la gestión integral del riesgo.	Entrevistas, memoria de labores, noticias de periódicos, páginas web de instituciones.	informes, de labores, de periódicos, de
			Estrategias para la prevención de desastres.	Existencia de acuerdos, convenios y la creación de entidades.	Informes, memoria de labores, noticias de periódicos, páginas web de instituciones.	de labores, de periódicos, de
	Territorio		Resiliencia Territorial	Existencia de relaciones sociales, existencias de relaciones poder.	Entrevistas, memoria de labores, noticias de periódicos, páginas web de instituciones, convenios, contratos y alianzas.	informes, de labores, de periódicos, de

**Fuente:** Elaboración propia.

## Resultados y discusión

Para la disposición final de 347 tm de escorias, el viceministro del Ministerio de Medio Ambiente el MARN necesita \$25 millones, los cuales no fueron aprobados en el presupuesto 2016 y 2017, a pesar de las solicitudes planteadas al Ministro de Hacienda. Por su parte personal de la Unidad Ambiental de la alcaldía de San Juan Opico manifiestan que el MARN ha

evaluado posibilidades para desalojar la escoria de la planta RECORD pero que la lista de los países que reciben este tipo de desechos peligrosos es muy reducida, lo cual incrementa los costos del desalojo. Y que aún no existe la aprobación de ninguno de los países considerados. Todas las ofertas superan los \$50.000.000.00 dólares. Para el «caso QUIMAGRO» el MARN como resultado de la inspección verificó la existencia en el interior de las bodegas de la ex Planta Formuladora QUIMAGRO el almacenamiento de alrededor de 35 toneladas de desechos de plaguicidas fosforados y clorinados, solventes usados en la formulación, así como tierras contaminadas, envases vacíos y otros desechos.

La ministra de Medio Ambiente Lina Pohl, declaró en una entrevista que los barriles serían trasladados entre la medianoche del miércoles 12 y la madrugada del jueves 13 de noviembre de 2014, los cinco furgones que almacenan los barriles con tóxicos y otros materiales contaminados de la ex planta QUIMAGRO hacia las instalaciones del puerto de Acajutla, en Sonsonante.

Al revisar las diferentes etapas de la fase “antes” del desastre, para el «caso RECORD» en la etapa prevención a pesar de que contaba con el permiso ambiental de funcionamiento, esta herramienta no fue suficiente para evitar que el daño ocurriera. El mismo permiso ambiental condicionó el funcionamiento sin embargo la empresa no cumplió con las medidas ambientales establecidas. Por su parte el gobierno local no realizó ninguna actividad preventiva ni de protección ambiental.

La población afectada fue atendida, escuchada e informada inicialmente por las organizaciones ambientalistas y de derechos humanos, a tal punto que la declaratoria de emergencia se da 10 años después de iniciados los daños y denuncias; esta declaratoria se emite en un contexto político histórico llega al poder el primer gobierno de izquierda en el país.

Para el «caso QUIMAGRO», debido al periodo en que ocurrió el incidente de abandono de los tóxicos (1980-1984) no estaba desarrollada la legislación ambiental en el país y el código salud que también regula el manejo de químicos se emitió en abril de 1988, condición que facilitó que al momento del abandono de los tóxicos no se tomaran acciones legales contra la empresa; aumentando la vulnerabilidad del territorio, poniendo en riesgo la vida de sus habitantes y el Medio ambiente.

Estos tóxicos abandonados no estaban almacenados de forma adecuada y lo más grave es que las instituciones inician con la movilización de los tóxicos debida a las denuncias de la población y gobierno local por la muerte de insuficiencia renal de varias personas y otro número importante de personas padecían de esa enfermedad.

En ambos casos los daños a la salud y al Medio ambiente se dan por el permanente contacto con los contaminantes, por tanto su impacto no es de inmediato sino a un corto plazo en el «caso RECORD» y a un mediano y largo plazo en el «caso QUIMAGRO»; por lo que se considera que para el «caso RECORD» el impacto se da cuando la empresa inicia operaciones de reciclaje, puesto que el sistema presentaba algunas deficiencias en cuanto al manejo de escorias y a las emisiones a la atmosfera, contaminantes que eran fácilmente conducidos hacia las familias a través del viento.

En el «caso QUIMAGRO», el impacto se da al momento del abandono de los químicos, ya que a pesar de que se dejaron en barriles y una bodega, estas no eran las condiciones adecuadas para evitar que los químicos contaminaran las fuentes de agua y el ambiente ya que el Toxafeno se descompone al calentarla intensamente o al arder y “bajo la influencia de álcalis, luz solar y catalizadores como el hierro, produciendo humos tóxicos” (INSHT España, 1994).

En cuanto a la duración de los desastres el «caso RECORD» dura desde que inicia operaciones en 2000 hasta la declaratoria de emergencia ambiental en agosto del 2010 siendo el periodo de espera de 10 años ya que con la declaratoria de emergencia interviene ya todas las instituciones del Estado

para resolver la problemática; el «caso QUIMAGRO» es más crítico aún ya que el aislamiento es de 1984 a 2013 que fueron retirados los químicos los habitantes del cantón Loma del Gallo esperaron 29 años para el retiro de los químicos y atención integral a sus padecimiento de salud que para el caso fue la insuficiencia renal crónica, la que les provocó la muerte a muchos de sus habitantes.

Estos tiempos prolongados de espera por parte de población, evidencia la ineficacia y falta de interés por parte de las instituciones del Estado en resolver los problemas de salud y ambientales de las familias afectado la calidad de vida del territorio.

En el «caso QUIMAGRO», las pocas acciones realizadas fueron más efectivas ya que se logró sacar los químicos de las bodegas mejorando considerablemente la calidad de vida de los habitantes, sin embargo no se han realizado acciones para restablecer o compensar las muertes ocasionadas a las familias que perdieron familiares a causa de la contaminación, ya que en algunos casos los personas afectadas pasaron de ser proveedores del sustento para sus familias a demandar grandes cantidades de dinero y tiempo para ser atendidos, incrementando el grado de vulnerabilidad de los grupos familiares.

### **Consideraciones finales**

En los casos de estudio las municipalidades y el Ministerio de Medio ambiente implementaron medidas para controlar los desastres ambientales más por la presión ciudadana que por la existencia de un sistema de gestión ambiental implantado, pues este último no está claramente cimentado en los territorios ni en las instituciones públicas.

El período de abordaje del desastre ambiental provocado por la fábrica QUIMAGRO, es el más largo en la historia de El Salvador, ya que fueron necesarios 29 años para solventar el problema que llevó enfermedades y muerte a muchas familias, este caso se alargó debido a la negligencia del Ministerio de Salud, quienes debieron dar el permiso de funcionamiento de la bodega donde estaban almacenados los químicos al entrar en vigor el código de salud en mayo de 1988.

Aunque el tiempo de espera para retirar los tóxicos a partir de su abandono fue largo, al MARN le tomó año y medio desde que inició las investigaciones de ese caso, tiempo que se considera corto por la cantidad de trámites y permisos que se debieron gestionar para contratar la empresa que retiro los químicos. La diferencia con el «caso RECORD» es la cantidad de residuos que se deben retirar lo que impacta en la inversión que se debe realizar para retirar las escorias.

En cuanto al «caso RECORD», la duración de la emergencia ambiental es ya extraordinario o fuera del marco de la emergencia, puesto que esta herramienta tiene el propósito de resolver el desastre ambiental en el menor tiempo posible, y en el «caso RECORD» se aprueban prórrogas de las emergencias, pero sin presupuesto para resolver la problemática. Esta práctica puede ser incluso cuestionada desde el punto de vista ético, ya que se irrespeta el derecho humano a la salud y a un Medio ambiente sano de las familias afectadas, aumentando la marginalidad y vulnerabilidad de ese territorio.

En relación a los territorio donde ocurrieron los desastres ambientales RECORD y QUIMAGRO y el tiempo que las instituciones tardaron en atender y resolver el impacto cabe preguntar, si el desastre hubiese ocurrido en una ciudad como San Salvador o en el plan de la laguna de Antiguo Cuscatlán, la respuesta de las autoridades al desastre ¿hubiese sido la misma? y si los niños afectados por plomo vivieran en zonas del país con un mayores condiciones económicas, ¿se habrían utilizado las mismas herramientas para resolver el problema?, ¿se habrían retirado ya las escorias?, estos municipios con más recursos económicos ¿están preparados para responder a ese tipo de desastres?.

Considero que si estas emergencias ambientales hubiesen ocurrido en territorios con mejores niveles de vida se habrían resuelto de forma expedita, pues habría más personas afectadas y de otras condiciones económicas, como si el número de personas o su condición social determinaran la importancia o diligencia de las instituciones del Estado.

En cuanto a la recuperación del impacto, el territorio no ha tenido la capacidad de recuperar o rehabilitar el espacio donde estaban almacenados los tóxicos; condición que es necesario superar para cerrar el proceso de atención de emergencia, acción que complementaría el Programa que implementara la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) denominado «Contribuir a un mejor uso y manejo de los pesticidas...» programa que se desarrollará con la municipalidad de San Luis Talpa y contribuirá a fortalecer capacidades de instituciones públicas y otros actores vinculados a agricultura sostenible.

Para mejorar los medios de vida en el «caso RECORD» no se evidenció alguna actividad implementada, condición que debería estar cubierta por tanto daño que causó la emergencia ambiental, ya que las familias que obtenían sus ingresos de la agricultura, se les prohibió el uso del suelo para la agricultura pues está contaminado, pero no se les apoyó con ninguna opción para sustituir sus medios de vida. Esta falta de apoyo hace más grave el problema ya que incrementó el desempleo y la pobreza en el territorio, obligando a las familias a buscar empleo en el comercio informal; es decir los afectados pasaron de ser agricultores a vendedores informales.

Otro aspecto que no se ha trabajado en los territorios afectados es el fortalecimiento del recurso humano, en cuanto a prepararse ante nuevas amenazas ambientales ya que en ambos territorios hay presencia de un gran número de empresas nacionales e internacionales lo que supone que están expuestos a gran cantidad de riesgos ambientales y no se ha preparado a la población para ello.

La declaratoria de emergencia ambiental, como instrumento de gestión ambiental representa una herramienta importante para el desarrollo territorial, ya que permite tomar decisiones que en condiciones ordinarias no se podrían abordar; en el caso del Sitio del Niño la aplicación de esta herramienta no obtuvo los resultados esperados, principalmente por que las escorias aún siguen en la ex fábrica generando desconfianza, y desaliento en la población, alejándose así de los objetivos de las intervenciones.

Que la declaratoria de emergencia ambiental, no haya alcanzado los objetivos esperados, no es error de la herramienta, si no de los diferentes actores que participan en la toma de decisiones, que sin lugar a dudas los actores con mayores cuotas de poder ejercen dominio sobre las decisiones a tomar; situación que ocurrió en «caso RECORD», debido a que se contaba con todas las instituciones públicas para presentar las pruebas necesarias y realizar condena de los responsables y en teoría se contó con los recursos financieros necesarios para realizar actividades como compensación económica por daños a la salud, asfaltado de carreteras, promoción de la agricultura familiar y el retiro de las escorias.

La coordinación interinstitucional y el cumplimiento de los roles de las instituciones de Estado, como estrategia territorial para la gestión del riesgo es fundamental, esto lo evidenciamos en el «caso QUIMAGRO» donde la municipalidad se empoderó de su rol administrador del territorio y logró coordinarse con el MARN para el retiro de los químicos, además participó otro actor externo como financiador del proceso de eliminación de los químicos.

Por tanto, el sistema de atención de emergencias ambientales debe ser construido para evitar la improvisación al momento que ocurren los desastres; el sistema que actualmente se implementa permite evadir responsabilidades con el propósito de evitar el pago de daños.

La prolongación de la emergencia ambiental por más de 9 años no se justifica, ya que no se han agotado todas las instancias legales, pues el caso no ha llegado a la Cámara Ambiental, tampoco se han agotado los medios para la obtención del presupuesto necesario para retirar las escorias.

La falta de identificación y evaluación de riesgos en los territorios es otra condición que dificulta la atención de desastres, ya que el desconocimiento de los riesgos por parte de la población y las autoridades hace ineficaz las acciones de respuesta y rehabilitación, generando que la reconstrucción del daño sea más onerosa.

El Ministerio de Medio Ambiente por su parte no considera necesario elaborar un protocolo de actuación o nuevas herramientas que aporten a un mejor abordaje de las emergencias ambientales, condición que dificulta la toma de decisiones y la pertinencia de las mismas llevando a reaccionar de forma improvisada a la ocurrencia de este tipo de eventos; en cambio las municipalidades visualizan como forma preventiva incorporar en los planes de emergencia municipal este tipo de eventos y realizar las respectivas coordinaciones con el MARN.

El MARN debe fortalecer sus capacidades e institucionalizar la coordinación con las instituciones del sistema de Justicia, Salud, Protección Civil, Gremiales Empresariales, la Academia, la Sociedad Civil Organizada y los Gobiernos locales para:

- La creación de un protocolo de actuación ante emergencias ambientales.
- La construcción de perfil de resiliencia de los territorios.
- La elaboración de Planes de Gestión Integral del Riesgo.
- La promoción en el sector empresarial de iniciativas medioambientales novedosas.
- Revisar el rol de las Unidades Ambientales de las instituciones del Estado, definiendo las funciones de las mismas mejorando así la vigilancia ambiental en los territorios.
- Fortalecer técnicamente las Unidades Ambientales de las instituciones del Estado, aumentando sus capacidades de gestión integral del riesgo.

Además, el MARN debe:

- Vincular los permisos ambientales de funcionamiento de las empresas, con los planes de Gestión del Riesgo de las Municipalidades, con el propósito de conocer los riesgos a los que están expuestos los territorios y de cómo deben estar preparados ante un posible desastre ambiental.

- Elaborar Plan nacional de Prevención y Contingencia ambiental en coordinación con el Ministerio de Gobernación, dando cumplimiento al artículo 55 de la Ley de Medio ambiente.
- Crear un sistema de vigilancia ambiental en coordinación con instituciones públicas y privadas, que permita dar seguimiento a las disposiciones establecidas en los permisos ambientales de funcionamiento de las empresas e industrias y promover aquellas que aún no cuentan con sus permisos ambientales. Lo anterior con el propósito de conocer las medidas preventivas a considerar en el territorio.
- Promover en coordinación con las Instituciones públicas y privadas mecanismos de respuesta ante desastres ambientales en la población que eventualmente puede ser afectada, actividades como dar a conocer a la población los planes de manejo ambiental, los riesgos existentes en el territorio, las rutas de evacuación y las alarmas existentes para cada tipo de emergencia entre otras actividades.

## Referencias bibliográficas

- Albuquerque, F. (2014). *Evolución del desarrollo territorial Situación actual, crisis y perspectivas*. Diputación de Barcelona. Recuperado de <https://www1.diba.cat/liblioteca/pdf/54057.pdf>
- Albuquerque, F., y Pérez Rozzi, S. (s/a). *El desarrollo territorial: Enfoque, contenido y políticas*. Recuperado de <http://www.conectadel.org/wp-content/uploads/downloads/2013/09/EL-ENFOQUE-SOBRE-EL-DESARROLLO-TERRITORIAL-doc-Mesa-de-Programas.pdf>
- Bello, B., et al. (2004). *Medicina de Desastres*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas.
- CEPAL. (2017). *Panorama del desarrollo territorial en América Latina y el Caribe*. Recuperado de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42721/1/S1701079\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42721/1/S1701079_es.pdf)
- CESTA. (2009). *Caso Contaminación por plomo ocasionado por la Empresa Baterías de El Salvador. S.A de C.V. y el proceso de lucha impulsado por la población afectada*. Recuperado de <http://www.cesta-foe.org.sv/home/Pubs/Investigacion%20completa.pdf>
- FAO. (2009). *Análisis de Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres. Una Guía*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i0304s.pdf>
- Franco, R. (2014). *Salud y Seguridad Social en el trabajo. Aportes para una cultura de la prevención*. Recuperado de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/@ilo-buenos\\_aires/documents/publication/wcms\\_248685.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/@ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_248685.pdf)
- GOAL. (2015). *Herramienta para medir la resiliencia comunitaria ante desastres. Guía metodológica*. Recuperado de <http://dipecholac.net/docs/herramientas-proyecto-dipecho/honduras/Guia-Medicion-de-Resiliencia.pdf>
- INSHT. (1994). *Hoja de Seguridad del Toxafeno*. Recuperado de <https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FISQ/Ficheros/801a900/nspn0843.pdf>
- MARN. (2017). *Informe de Labores junio 2016 a mayo 2017*. El Salvador. Recuperado de <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/marn/documents/199986/download>
- Méndez, R. (2016). *Del desarrollo a la resiliencia territorial: claves locales para la reactivación*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/306914662\\_Del\\_desarrollo\\_local\\_a\\_la\\_resiliencia\\_territorial\\_claves\\_locales\\_para\\_la\\_reactivacion/download](https://www.researchgate.net/publication/306914662_Del_desarrollo_local_a_la_resiliencia_territorial_claves_locales_para_la_reactivacion/download)
- MIGOBDT. (2005). *Ley de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres*. El Salvador. Recuperado de [https://www.gobernacion.gob.sv/?sdm\\_downloads=ley-de-proteccion-civil-prevencion-y-mitigacion-de-desastres](https://www.gobernacion.gob.sv/?sdm_downloads=ley-de-proteccion-civil-prevencion-y-mitigacion-de-desastres)
- MIGOBDT. (2016). *Plan Nacional de Protección Civil*. El Salvador. Recuperado de <https://proteccioncivil.gob.sv/plan-nacional-de-proteccion-civil/>
- MINAM. (2010). *Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales*. Lima, Perú. Recuperado de [http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia\\_riesgos\\_ambientales.pdf](http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia_riesgos_ambientales.pdf)

- Montañez, G., y Delgado, O. (1998). Espacio, territorio y región: Conceptos básicos para un proyecto nacional, Colombia. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 7(1-2), 120-134. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/70838>
- ONU. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Recuperado de [dipecholac.net/docs/herramientas-proyecto-dipecho/honduras/Guia-Medicion-de-Resiliencia.pdf](http://dipecholac.net/docs/herramientas-proyecto-dipecho/honduras/Guia-Medicion-de-Resiliencia.pdf)
- ONU. (2017). *Directrices para Emergencias Ambientales*. Recuperado de [https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/EE\\_guidelines\\_spanish.pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/EE_guidelines_spanish.pdf)
- PNUD. (2015). *Hacia la construcción de municipios resilientes: Recuperación post desastres*. Recuperado de <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Hacia%20la%20construccion%20de%20municipios%20resilientes.pdf>
- SACDEL. (2012). *Plan de competitividad municipal del Municipio de San Juan Opico La Libertad 2012-2016*. El Salvador. Recuperado de <http://sacdel.org.sv/phocadownload/planificacion/mcp/PCM%20San%20Juan%20Opico%20octubre%202012%20final.pdf>
- Sánchez-Zamora, P., Gallardo-Cobos, R. y Ceña, F. (2016) La noción de resiliencia en el análisis de las dinámicas territoriales rurales: Una aproximación al concepto mediante un enfoque territorial. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 13(77), 93-116. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-77.nrad>
- Ulloa, F. (2011). *Manual de gestión del riesgo de desastre para comunicadores sociales. Una guía práctica para el comunicador social comprometido en informar y formar para salvar vidas*. Lima: UNESCO. Recuperado de <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2344/doc2344-contenido.pdf>



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Estimación del riesgo de desastres en la provincia «Ferreñafe», Perú. Una propuesta metodológica.

**Autores:** Carlos Cabrera Carranza<sup>24</sup>, Gina Chambi E. y V. Espinel Pino.

### RESUMEN

La presente investigación se enfocó en el proceso de la reducción de riesgos en la provincia «Ferreñafe», partiendo de la identificación de peligros y el análisis de vulnerabilidades para la estimación de los riesgos de desastres correspondientes a su gestión prospectiva, para el desarrollo de acciones y medidas de prevención y/o mitigación frente a los eventos de origen natural que se presentan en la zona de estudio. La ubicación de la provincia «Ferreñafe», en la costa norte peruana en el ámbito del «Cinturón de Fuego del Pacífico», así como las manifestaciones climáticas provocadas por el fenómeno «El Niño», acentúan las condiciones de vulnerabilidad de ese territorio a lo cual se suma los bajos niveles de educación y concientización de la población y principales actores de la provincia respecto a estos temas. Todo ello posibilitó que se planteara como objetivo general: Determinar cómo la estimación del riesgo de desastres favorece la previsión y planificación para minimizar o mitigar los riesgos en la provincia «Ferreñafe», departamento de «Lambayeque». Un enfoque que contribuya al desarrollo de las capacidades y conocimientos de sus habitantes para el enfrentamiento a desastres naturales y la identificación de conflictos ambientales posibilitó la propuesta metodológica para la reducción de desastres que pretende articularse a la planificación y gestión para el desarrollo, para lo cual cuenta con la participación de docentes de la Universidad de San Marcos, Perú y de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

**Palabras claves:** Cambio climático, desastres, gestión de riesgos, vulnerabilidad.

---

<sup>24</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. E-mail: [ccabrerac@unmsm.edu](mailto:ccabrerac@unmsm.edu)

# ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN LA PROVINCIA DE FERREÑAFE, LAMBAYEQUE, PERÚ. UNA PROPUESTA METODOLÓGICA

*Carlos Cabrera Carranza, Gina Chambi E. y V. Espinel Pino*

## **Introducción**

Para poder impulsar el desarrollo, la reconstrucción, la atención ante los desastres, que cada vez son más frecuentes en el mundo, es necesario, tener un modelo que permita realizar un seguimiento permanente de los riesgos que se presentan en una determinada zona. Un desastre se produce cuando se dan estas tres condiciones al mismo tiempo:

Si la gente vive en lugares peligrosos como por ejemplo cerca de un volcán activo, en laderas con peligro de deslizamientos, o cerca de ríos caudalosos que se pueden inundar. Si se produce un fenómeno extremo, ya sea natural o causado por ciertas actividades humanas. Si, además, el fenómeno provoca muchos daños, particularmente en aquellos lugares en donde no se ha tomado ninguna medida preventiva. (ONU, 2009)

El presente estudio forma parte de la línea de investigación «Vulnerabilidad e impacto en áreas costeras litorales» y los integrantes que participan en este estudio son investigadores de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), tesisistas de pregrado y posgrado y profesionales externos, pertenecientes al grupo de investigación «Cambio climático y sostenibilidad ambiental de la UNMSM. Se abordó la identificación de los peligros, el análisis de las vulnerabilidades para determinar la caracterización y estimación de los riesgos, y se estimó el daño desde el componente prospectivo, se plantearon las acciones de prevención permitiendo de esta forma comprender la mejor manera de mitigar el desastre.

El caso peruano presenta como característica climática las escasas precipitaciones, por lo que las poblaciones en muchos casos se localizan en los bordes y lechos de los ríos. Sin embargo, en épocas de manifestación de El Niño (ENOS), se producen precipitaciones entre fines y comienzos de año en relación a la temporada de lluvias (octubre - mayo), y por ende las inundaciones.

La Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, tiene como objetivo identificar las vulnerabilidades y reducir los riesgos asociados a peligros, minimizar sus efectos y evitar la generación de nuevos riesgos. Debido al cambio climático, los eventos climatológicos se presentan con mayor frecuencia a nivel mundial, en especial el fenómeno de El Niño, por ello es que en Perú se promulgó el Decreto Supremo N°045 - 2015 -PCM, que dicta medidas para la ejecución de intervenciones ante el período de lluvias 2015-2016. Este decreto declaró el estado de emergencia en los distritos y provincias comprendidos en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Amazonas, San Martín, Ancash, Lima, Ica, Arequipa, Cusco, Puno y Junín, por peligro inminente ante el periodo de lluvias 2015-2016 y la ocurrencia del fenómeno El Niño, cuyas zonas afectadas a considerar se encuentran señaladas en el anexo 01 de dicho decreto, el cual se encuentra sustentado en los informes de estimación de riesgos presentados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el informe técnico del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), en los que se señalan que los efectos del próximo periodo de lluvias 2015-2016, así como la ocurrencia del fenómeno El Niño y su probable extensión hasta el próximo verano, puedan ocasionar inundaciones, entre otros, con consecuencias de pérdidas y daños a la vida, salud y medios de vida de la población, así como de la infraestructura productiva básica y social. Esto fue ampliado mediante el Decreto Supremo N° 054-2015-PCM.

Bajo estas directivas, los gobiernos locales, e instituciones como el INDECI y el CENEPRED, desarrollan estudios que permiten en primer lugar determinar escenarios de riesgo para la definición de acciones de preparación y mitigación para salvaguardar a las poblaciones y sus medios de vida. Entre estas medidas se encuentran las acciones de descolmatación de los cauces de los ríos que se han visto reducidos debido al crecimiento desordenado de las poblaciones mediante los procesos de urbanización, pero también por estar considerados como “botaderos”.

Entre 1990 y 1999, la ONU estableció la Década Internacional para la Reducción de Desastres Naturales (DIRDN). Se incluyeron temas de riesgos de desastres, peligro, amenaza, vulnerabilidad, y exposición. En el año 2015 la propia organización emitió el Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres (GAR), que es una evaluación bienal de la reducción del riesgo de desastres, al igual que una revisión y un análisis exhaustivo sobre las amenazas naturales que están perjudicando a los seres humanos. El GAR contribuye a la consecución del Marco de Acción de Hyogo (EIRD, 2005) a través del monitoreo de los patrones y las tendencias del riesgo, y del progreso alcanzado en la reducción del riesgo de desastres, mientras que también ofrece orientación sobre políticas estratégicas a los países y a la comunidad internacional.

Los eventos más recurrentes y de mayor impacto a nivel mundial vienen causando cada vez más pérdidas humanas, físicas y económicas que afectan considerablemente los procesos de desarrollo de las comunidades, ciudades, y países. Por tanto, es muy importante lograr la reducción sustancial de las pérdidas ocasionadas por los desastres, tanto las de vidas como las de bienes sociales, económicos y ambientales de las comunidades y las sociedades.(ONU, 2015)

El Perú está expuesto de manera permanente a fenómenos de origen natural que pueden desencadenar en desastres. Este escenario se debe principalmente a la ubicación geográfica del país en el borde sur oriental del océano Pacífico, área de gran actividad sísmica y que forma parte del denominado «Círculo de Fuego del Pacífico», su proximidad a la región tropical de Sudamérica (área donde el fenómeno «El Niño» se presenta de manera recurrente), y la «Cordillera de los Andes», todo lo cual genera una gran variedad de microclimas. Todos estos factores incrementan de manera considerable la vulnerabilidad del territorio peruano.

El territorio peruano es por consiguiente muy variable, siendo impactado por una multiplicidad de peligros. “Pueden identificarse condiciones particulares de riesgo en la costa, en la sierra y la selva. Zonas en las que interactúan también grupos sociales muy diferentes entre sí” (UNESCO, 2011).

El proceso de urbanización y la alta densidad poblacional han contribuido a una mayor exposición de la población a potenciales inundaciones en áreas periurbanas. En general, los más pobres son los más vulnerables a desastres al construir viviendas donde la tierra está amenazada por inundaciones, frecuentemente cerca de los cauces de los ríos. La carencia del control del uso de las tierras, la pobre calidad de la construcción de las viviendas los hace muy vulnerables al impacto de las inundaciones.

La gestión de riesgos de desastres es un proceso social que tiene por finalidad prevenir, reducir y controlar los factores de riesgo de desastre en la población, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastres, teniendo en cuenta la política nacional bajo la dimensión económica, social, jurídica, organizacional, tecnológica, económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible.

Así “la cuestionabilidad del riesgo, es un caso estudiado, seleccionado que está posibilitado a ilustrar el predominio de la visión dominante en la gestión de los riesgos ambientales y ejemplificar el concepto de incuestionabilidad del riesgo” (Aledo y Sulaiman, 2015).

Estudios recientes incorporan una nueva arista en el análisis, la vulnerabilidad social, “que ha ampliado la gestión de riesgos tradicionalmente direccionada a la amenaza natural y exposición del hombre. Sin embargo, la visión dominante se mantiene hegemónica sin un análisis adecuado de las causas que originan vulnerabilidad social” (Balvanera, Astier, y Zermeño, 2017).

Por su lado Ochoa (2012) sostiene el siguiente planteamiento:

En el Perú, a pesar de ser un país de gran actividad sísmica, muchas de sus ciudades carecen de estudios de riesgos que les permitan asumir medidas preventivas. Uno de los principales problemas para los estudios de gestión de riesgos, es la falta de una base de datos e información debidamente organizada y que considere variables físicas, sociales y económicas, necesarias para analizar y evaluar la vulnerabilidad de una determinada ciudad.

En cuanto a la identificación y análisis de las condiciones de vulnerabilidad de las edificaciones “las ciudades son el resultado material y cultural de un proceso de conformación intervenido-directa, activa y progresivamente por los seres humanos mediante la incorporación de distintas escalas de organización social y territorial” Acuña y Tapia (2011). Por lo que se planteó como objetivo general del presente artículo: Determinar cómo la estimación del riesgo de desastres favorece la previsión y planificación para minimizar o mitigar los riesgos en la provincia «Ferreñafe», departamento de «Lambayeque».

## **Materiales y métodos**

Para la presente investigación se consideraron tres momentos, el primero la construcción del marco conceptual sobre la base de las teorías y enfoques propuestos por las Naciones Unidas y los acuerdos internacionales, considerando para ello que se analizaran las distintas dimensiones desde un enfoque integral para determinar el grado de vulnerabilidad de las poblaciones expuesta a eventos de origen natural de mayor recurrencia en la zona de estudio.

Luego de identificada la zona, distrito «Ferreñafe», provincia «Ferreñafe», departamento de «Lambayeque», al haber sido una de las ciudades afectadas por el fenómeno de El Niño en el 2017, se realizaron las visitas de campo a fin de constatar los daños sufridos por las inundaciones y también para tomar contacto con las autoridades y los pobladores. La fase de campo estuvo dada a partir del viaje a la zona de estudio para la toma de muestras, registro de fotos y recopilación de información que se desarrolló durante el año 2018.

La tercera fase comprende los trabajos de gabinete para la elaboración del informe final según los resultados a partir de los datos obtenidos en campo que permite construir los escenarios de riesgo, y determinar las acciones de preparación y mitigación a eventos futuros. Así, mismo se consideró como parte de la metodología *Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en la Planificación para el desarrollo SNIP-2007* (2006), que permitió parte del financiamiento por el gobierno local para el financiamiento de las acciones que se puedan plantear. Esta metodología hace énfasis en la formulación de perfiles de proyectos.

El Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), que se creó con la finalidad de optimizar el uso de los recursos públicos destinados a la inversión. El sistema considera la aplicación del Ciclo del Proyecto: Pre inversión, Inversión y Post Inversión, que involucra la elaboración de estudios de Perfil, Prefactibilidad, Factibilidad, Expediente Técnico, Ejecución, Operación y Mantenimiento y Evaluación Ex Post, en todo proyecto que se realice con recursos públicos, se considere la gestión del Riesgo. (DGPM-MEF, 2006)

Esta metodología considera: Incorporar el AdR (análisis de riesgo) en los proyectos de inversión pública. El análisis del riesgo considera la identificación de los tipos de peligros en análisis de las condiciones de vulnerabilidad (exposición, fragilidad y resiliencia), en la fase de pre inversión. Así mismo el análisis debe tener en cuenta los probables daños y/o pérdidas que puede ocasionar el impacto de un peligro sobre un proyecto y, de esta manera, la posible interrupción en la provisión del servicio durante la vida útil de proyecto, como la evaluación de los costos y beneficios del proyecto.

La muestra dirigida y circunstancial, fue definida a partir de la aplicación de la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{Z^2 \alpha/2 PQN}{E^2(N - 1) + Z^2 PQ}$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra necesaria.
- Z<sup>2</sup> = 1.96 (tabla).
- P = Probabilidad de que el evento ocurra 0.50.
- Q = Probabilidad de que el evento no ocurra 0.50.
- E = 0.5 o 5%.
- N = Tamaño de la población N° 40 viviendas.

### **Localización**

La provincia «Ferrefa» se localiza en “la zona costera del norte del Perú, excepto los distritos de Cañaris, que se asientan en las elevaciones cordilleranas a una altitud superior a los 2000 m.s.n.m. e, Incahuasi que se ubica en la ceja de Selva flanco oriental de la cordillera” (INDECI, 2003).

Políticamente forma parte del departamento de Lambayeque, junto con las provincias de «Lambayeque» y «Chiclayo».

### **Entorno físico ambiental de la provincia «Ferrefa».**

«Ferrefa» se encuentra en el desierto del Pacífico, pero la provincia también ocupa el llamado bosque seco ecuatorial, el cual se encuentra ubicado al margen derecho del río «Taymi» donde los pobladores desarrollan sus actividades cotidianas, está conformado por seis distritos: «Ferrefa», «Pueblo Nuevo», «Pitipo», «Mesones Muro», «Incahuasi», y «Cañaris» (figura 2). A la zona de estudio se puede acceder solo por vía terrestre y vía aérea, a través de la ciudad de «Chiclayo».



**Figura 2.**Distritos de la provincia «Ferreñafe».

**Fuente:**<http://ferrenafesican.blogspot.com/2011/08/2.html> para

### **Aspectos climáticos e hidrometeorológicos.**

El clima del distrito de «Ferreñafe», por estar situado en una zona tropical, cerca del Ecuador, posee un clima caluroso, húmedo, y lluvioso en los meses de enero a abril; luego en los meses de mayo a diciembre sin lluvias, con fuertes vientos. Periódicamente cada 7, 10, 15, años se presentan temperaturas elevadas, con lluvias regulares y aumento extremo del agua de los ríos. De estas lluvias se tiene referencia desde épocas precolombinas, como las que refiere la leyenda de Naylamp, y se repiten desde 1720 en adelante, causando siempre destrozos en los cultivos, las viviendas, los caminos, los puentes, y han acabado con la vida de personas y animales.

La temperatura en verano fluctúa entre 20°C como mínimo y 30°C como máximo; cuando el clima se tropicaliza, la temperatura fluctúa entre 30-35°C. En invierno la temperatura mínima es de 15°C y máxima de 24°C. Por lo general a medida que se aleja de la orilla del mar avanzando hacia el este hasta los 500 m.s.n.m. la temperatura se va elevando, sintiéndose principalmente a medio día un calor sofocante (*tabla 1*), como en Pucalá, Zaña, Chongoyape, Oyotún, y Nueva Arica; este fenómeno se explica porque la tierra y los cerros áridos que rodean a estas zonas refractan el calor y porque los vientos que soplan del mar a la tierra llegan débiles. Entre los factores que influyen en la determinación del clima están: El mar, las corrientes peruanas de «El Niño», la atmósfera dominada por el anticiclón de Pacífico Sur, los vientos, y la cordillera de los Andes.

**Tabla 1.***Aspectos meteorológicos anuales.*

AÑO	T°ANUAL	T°MAX.	T°MIN	PP ANUAL MM	VEL. ANUAL VIENTO. KM/H	RA. TOTAL DÍAS LLUVIA
1999	26,60	30,70	20,30	2.75	10,60	3
2000	26,30	31,00	18,90	2.79	10,50	13
2001	26,20	31,20	19,10	3.00	8,90	10
2002	26,10	30,90	19,40	2.99	9,50	12
2003	25,90	31,00	19,40	2.86	8,90	19
2004	25,60	30,50	19,20	2.87	9,90	28
2005	25,90	30,50	18,80	2.77	11,00	24
2006	26,30	31,40	19,30	2.79	11,00	14
2007	25,70	30,70	18,80	2.76	12,30	18
2008	25,90	31,10	19,10	2.75	12,00	22
2009	26,20	31,40	19,60	2.81	11,20	21
2010	26,00	31,00	19,30	2.82	11,70	8
2011	26,00	31,60	19,00	2.79	11,40	7
2012	26,00	31,40	19,20	2.82	9,70	21
2013	25,80	31,10	19,10	2.84	11,30	22
2014	27,00	32,20	20,30	2.85	12,00	19
2015	26,40	31,00	20,60	2.93	11,60	38
2016	26,50	32,00	19,70	2.89	11,00	39
2017	26.60	32.00	19.80	2.85	11.00	30
2018	26.50	32.10	20.10	2.90	10.56	30
Promedios	26,13	31,15	19,39	2.84	10,81	19

**Fuente:** <https://www.senamhi.gob.pe> y <https://www.tutiempo.net/ferreñafe.html?datos=detallados>

Con respecto a aspectos como la temperatura, los valores suelen ser normales, pero con respecto a los milímetros de lluvia promedio por año son variables, con lo que se puede decir que la lluvia es una amenaza para el entorno, pues suelen variar significativamente, al igual que los días de lluvia, ello implica los días con más o menos lluvias y con qué problemas de inundaciones, de abundancia de agua y de estío.

### ***Hidrología.***

Dos ríos riegan las extensas tierras de «Ferreñafe»; el río «Taymi» y río «La Leche». En la ciudad de «Ferreñafe» la precipitación anual promedio es de un valor de 7.2mm, presentando valores elevados en períodos extraordinarios como en el año 1998, donde se dio «El Niño», alcanzando un promedio de 251.7mm en el mes de febrero y de 179.7mm en el mes de marzo del mismo año.

Durante el mes de febrero de 2019, a consecuencia de las fuertes precipitaciones pluviales que se registraron en la zona de estudio, se produjeron aniegos y el colapso del servicio de alcantarillado; los mismos que inundaron viviendas, vías de comunicación e instalaciones.

### ***Ambiente biológico.***

El área en estudio se encuentra entre el denominado desierto del «Pacífico» y el bosque seco ecuatorial que va hasta los 320m de altitud. La flora está compuesta principalmente por guarangos, algarrobos, álamos, guayacán, morera, frutos diversos, bananos, mangos, hortalizas y diversas flores.

Entre la fauna se tienen variedades de palomas (torcaza y cuculí), además garzas, gallaretas, golondrinas, arroceros; los peces de río son variados: Pejerreyes, lizas, camarones, mojarra, bagres, lifes. Entre los reptiles se encuentran las iguanas, y entre los animales mamíferos los roedores, los cánidos, los pumas, las comadreas, etc. Por último se pueden mencionar los variados insectos, principalmente mosquitos y zancudos, además de la fauna doméstica.

### ***Ambiente socio-económico cultural***

“La provincia de Ferreñafe posee una población de 107 699 habitantes. El distrito de Ferreñafe cuenta con 35645 habitantes, mientras que Cañaris, Incahuasi, Mesones Muro, Pitipo y Pueblo Nuevo tienen 14647, 15614, 4222, 24030 y 13515 habitantes respectivamente” (INEI, 2017).

La provincia de Ferreñafe presenta suelos aluviales, tiene recursos forestales que están representados por bosques secos semidensos de llanura, localizados en Batangrande, cuyas especies más representativas son Algarrobo (*Prosopispallida*), zapote (*Capparisangulata*); aquí existen recursos minerales como el cobre en la mina de Cañariaco en el distrito de Cañaris con reserva de 380 millones de TM, también existen minerales no metálicos que se emplean como materiales de construcción, como el granito, la arena y la caliza. (Chunga, 2017, p. 10)

Las principales ocupaciones laborales de «Ferreñafe», son: "servicios, peón, vendedor ambulante y afines, agricultura: trabajo agropecuario y pesquero, trabajo de servicio personal, vendedor de comercio y mercado y obreros de empresas de transformación" (Gobierno Regional Puno, 2008).

La actividad agrícola es la principal actividad económica de la provincia siendo los cultivos preponderantes el arroz (45 % del total del área), seguido del maíz amarillo y en menor medida la caña de azúcar. Los cultivos en menor cantidad son de haba, olluco, frijol seco, arveja, trigo, cebada y cebolla, predominando los cultivos andinos que representan alrededor de 3,800has. En esta provincia predomina la crianza de ganado vacuno, por su producción de leche y carne. Son aproximadamente 8,506 cabezas de ganado, con una producción de leche diaria de 18,151 litros. Presenta centros agroindustriales (molinos), además cuenta con el desarrollo de la artesanía (el 8.29 % de la población se dedica a esta actividad).

La actividad comercial se desarrolla a pequeña escala, pues sólo existen pequeños centros comerciales como bodegas, stands entre otros donde se expenden productos de primera necesidad. Esta provincia cuenta con dos mercados de abastos. Por la diversidad de sus recursos turísticos naturales, históricos y culturales, además del museo SICAN se viene potenciando el atractivo turístico.

### ***Diseño de la herramienta metodológica.***

De acuerdo a las *Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en la Planificación para el desarrollo SNIP-2007* (2006), se describe la herramienta a evaluar para la identificación del peligro y la herramienta para el análisis de la vulnerabilidad en el área de estudio del proyecto.

### **Identificación del peligro.**

Para realizar la identificación de los peligros en la zona del estudio se contrastó la información del mapa parlante y la información de los mapas de peligros del territorio nacional, dicha información proporcionó mayor detalle y sustento para desarrollar la identificación de peligros en la zona, las características del peligro, la generación de vulnerabilidades (*Anexo 1*).

### **Resultados y discusión**

Según la identificación de peligros y análisis de vulnerabilidad mediante la técnica de observación en campo y encuesta poblacional se estimó el nivel de riesgo para dichos peligros el cual se muestra en el *tabla 2*.

**Tabla 2.**

*Análisis de Riesgo según peligros identificados (Niveles).*

<b>Inundaciones (p1) 30 %</b>			<b>Lluvias intensas (p2) 85 %</b>			<b>Sismos (p3) 50 %</b>			<b>Incendios rurales (p4) 25 %</b>		
R.B	R.M	R.AA	R.B	R.M	R.A	R.B	R.M	R.A	R.B	R.M	R.A
	X				X		x		X		

**Fuente:** Elaboración propia.

El porcentaje del nivel de riesgo para cada peligro identificado de manera estadística simple es determinada por la metodología *Pautas metodológicas para la incorporación de análisis de riesgo en proyectos de inversión pública* (2006). Entre otros, considera a las inundaciones que constituyen un peligro por encontrarse en un nivel de riesgo medio frente al peligro, se tiene que tomar medidas en la población en cuanto a salvaguardar sus bienes e integridad física, y en cuanto a la afectación de la futura infraestructura de agua potable y alcantarillado se tiene que diseñar la infraestructura, siguiendo los parámetros de diseño del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). Se identificó el grado de vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia el cual se muestra en el *tabla 3*.

**Tabla 3.**

*Identificación del grado de vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia.*

<b>Factor vulnerabilidad</b>	<b>de</b>	<b>Variable</b>	<b>Grado de vulnerabilidad</b>		
			<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
Exposición		Localización del proyecto respecto de la condición de peligro		X	
		Características del terreno	X		
Fragilidad		Tipo de construcción		X	
		Aplicación de normas de construcción	X		
		Actividad económica de la zona		X	
		Situación de pobreza de la zona			X
Resiliencia		Integración institucional de la zona		X	
		Nivel de organización de la población		X	
		Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte de la población			X
		Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres		X	
	Existencia de recursos financieros para respuesta ante desastres		X		

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis de riesgo de desastre para el indicador productividad realizado fue de nivel medio en un 50 % de riesgo por la ejecución del proyecto de saneamiento rural. Se tomó como muestra el número de peligros identificados= 4, se determinó la media= 47.5% y una DS de= 27.23 %.

Neuhaus (2013) concluye que:

El presente estudio refiere considerar la Ley Nº 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, que en el artículo 5º del título II: «Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres» en el inciso b) señala: “Las entidades públicas deben priorizar la programación de recursos para la intervención en materia de Gestión del Riesgo de Desastres siguiendo el principio de gradualidad, establecido en la presente ley”, con respecto a ello los resultados. (p. 23)

El estudio precisa que la implementación de la herramienta de evaluación es necesaria para atender a la emergencia y prevenir los riesgos que se puedan materializar. Asimismo señala: “Para la parte reactiva de la gestión del riesgo existen reglas de juego generales, pero no se encuentran reforzados con ordenanzas a nivel local” (Neuhaus, 2013). La necesidad de la metodología propuesta es importante de considerar para la justificación de los resultados que han determinado que el análisis del riesgo de desastres establece la necesidad de la prevención. Por otra parte:

Una red sanitaria de primer nivel de atención la constituyen 21 de centros de salud en Mendoza, cada uno de ellos poseen características muy particulares, en cuanto a su recurso humano, físico, población o zona de influencia. Con índices dispares de riesgo. (González, 2011, p. 24)

Por lo tanto, en una ciudad como «Ferrenafe», el análisis del riesgo implica determinar que las condiciones sean favorables para la instalación de cualquier edificación en el marco del mismo sentido del riesgo de desastres.

## **Conclusiones**

Los riesgos ocasionados por peligros naturales tienen un impacto negativo en las condiciones de vida de la población. Con la identificación de peligros y la caracterización específica del peligro se determina el nivel de peligro asociado al proyecto, y con la lista de verificación sobre la generación de la vulnerabilidad por exposición, fragilidad o resiliencia y la identificación del grado de vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y resiliencia, se estableció el nivel de vulnerabilidad al que está expuesto el proyecto. De esta manera, se determinó que el nivel de riesgo es medio para inundaciones, de riesgo alto para lluvias intensas, de riesgo medio para sismos y de riesgo bajo para incendios rurales.

## **Referencias bibliográficas**

Acuña Delgadillo, D., y Tapia Zarricueta, R. (2011). *Gestión del riesgo de desastres. Propuesta metodológica para identificar y analizar condiciones de vulnerabilidad de las edificaciones en el centro histórico de La Serena*. (Tesis de maestría). Universidad de Chile, Santiago, Región

- Metropolitana. Recuperado de [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101170/aq-acuna\\_d.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101170/aq-acuna_d.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Aledo, A., y Sulaiman, S. (2015). La incuestionabilidad del riesgo: vulnerabilidad social y riesgo sísmico en municipios turísticos. *Cuadernos de turismo*, (36), 17-37. Recuperado de <https://revistas.um.es/turismo/article/view/230861/178691>
- Balvanera, P., Astier, M., y Zermeño, I. (2017). Resiliencia, vulnerabilidad y sustentabilidad de sistemas socioecológicos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(1), 141-149. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870345317301793>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED (Perú). Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión. Lima: [s.n.], 2014. 245 pp.
- Centro de Operaciones de Emergencia Nacional. COEN. 2019. Informe de Emergencia N° 257./COEN/INDECI. Precipitaciones pluviales en el departamento de Lambayeque.
- Chunga Espinoza, J. A. (2017). *Ferreñafe. Geografía e Historia*. Recuperado de [http://ferrenafesican.blogspot.com/2011/08/bienvenidos\\_20.html](http://ferrenafesican.blogspot.com/2011/08/bienvenidos_20.html)
- Congreso de la República. (8 de febrero de 2011). *Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres*. [Ley N° 29664]. Recuperado de <https://www.ifrc.org/docs/idrl/Ley%2029664%20Peu.pdf>
- DGPM-MEF. (2006). *Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en la Planificación para el desarrollo SNIP–2007*. Recuperado de <https://www.fitel.gob.pe/archivos/FI501769d0a4d78.pdf>
- Diario Oficial «EL Peruano». (2015). *Decreto Supremo N° 045-2015-PCM*. Recuperado de <https://www.mef.gob.pe/es/normatividad-sp-9867/por-instrumento/decretos-de-urgencia/13094-directiva001-2010ef9301/file>
- Diario Oficial «EL Peruano». (2015). *Decreto Supremo N° 054-2015-PCM*. Recuperado de <http://www.minedu.gob.pe/fenomeno-el-nino/pdf/normativas/decreto-supremo-054-2015-pcm.pdf>
- EIRD. (2005). *Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres*. Recuperado de <https://www.eird.org/cdmah/contenido/hyogo-framework-spanish.pdf>
- Gobierno Regional Puno. (2008). *Plan de Desarrollo Concertado al 2021*. Recuperado de [http://www.regionpuno.gob.pe/descargas/presupuestoparticipativo/consolidado\\_plan\\_conce rtado\\_2021.pdf](http://www.regionpuno.gob.pe/descargas/presupuestoparticipativo/consolidado_plan_conce rtado_2021.pdf)
- González, C. F. (2011). *Gestión del riesgo de desastres en el Área sanitaria de Guaymallen*. (Tesis de grado). Universidad del Aconcagua, Mendoza. Recuperado de [http://bibliotecadigital.uda.edu.ar/objetos\\_digitaes/474/tesis-3934-gestion.pdf](http://bibliotecadigital.uda.edu.ar/objetos_digitaes/474/tesis-3934-gestion.pdf)
- INDECI. (2003). *Proyecto INDECI–PNUD PER/02/051. Ciudades sostenibles. Mapa de peligros de la ciudad de Ferreñafe*. Recuperado de

[http://bvpad.indec.gov.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_lambayeque/ferrenafe/ferrenafe\\_mp.pdf](http://bvpad.indec.gov.pe/doc/estudios_CS/Region_lambayeque/ferrenafe/ferrenafe_mp.pdf)

INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017. XII de Población y VII de Vivienda. Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017.* Recuperado de [https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf)

Ministerio de Economía y Finanzas. (2005). *Sistema Nacional de Inversión Pública y Gestión del Riesgo de Desastre - Pautas Metodológicas Incorporación del Riesgo en proyecto.* Recuperado de [https://www.academia.edu/33354576/SERIE\\_SISTEMA\\_NACIONAL\\_DE\\_INVERSI%C3%93N\\_P%C3%9ABLICA\\_Y\\_LA\\_GESTI%C3%93N\\_DEL\\_RIESGO\\_DE\\_DESASTRES](https://www.academia.edu/33354576/SERIE_SISTEMA_NACIONAL_DE_INVERSI%C3%93N_P%C3%9ABLICA_Y_LA_GESTI%C3%93N_DEL_RIESGO_DE_DESASTRES)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones.* Recuperado de <http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>

Neuhaus Wilhelm, S. (2014). *Identificación de factores que limitan una implementación efectiva de la gestión del riesgo de desastres a nivel local, en distritos seleccionados de la Región Piura(PUCP).* (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5460>

Ochoa Zamalloa, A. J. (2012). *Aplicación de los sistemas de información geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana.* (Tesis de grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Recuperado de <http://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/1316>

ONU. (2009). *2009: UNISDR. Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres.* Recuperado de [https://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf) ONU. (2015). *Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres.* Recuperado de [www.preventionweb.net/gar](http://www.preventionweb.net/gar)

ONU-PCM. (2015). *Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres (GAR).* Recuperado de <https://www.eird.org/americas/gar.html>

UNESCO. (2011). *Manual de gestión de riesgos de desastres para comunicadores sociales: Una guía práctica para el comunicador social comprometido en informar y firmar para salvar vidas.* Recuperado de <https://www.unisdr.org/2004/campaign/booklet-spa/page5-spa.pdf>

## **ANEXO 1**

### **DISEÑO DE LA HERRAMIENTA**

Se describe la herramienta a evaluar para lo que es la identificación del peligro y la herramienta para el análisis de la vulnerabilidad en el área de estudio del proyecto.

#### ***Identificación del peligro***

Para realizar la identificación de los peligros en la zona del proyecto se contrastó la información del mapa parlante y la información de los mapas de peligros del territorio nacional, dichas informaciones nos proporcionaron mayor detalle y sustento para desarrollar los *formatos 1 y 2.*

## Formato 1.

### Identificación de peligros en la zona de estudio.

1. ¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretende ejecutar el proyecto?				2. ¿Existen antecedentes que pronostican la probable ocurrencia de peligros en la zona bajo análisis? ¿Qué tipo?			
Evento adverso	Si	No	Comentarios	Evento adverso	Si	No	Comentarios
Inundaciones				Inundaciones			
Lluvias intensas				Lluvias intensas			
Heladas				Heladas			
Friaje / Nevada				Friaje / Nevada			
Sismos				Sismos			
Sequías				Sequías			
Huaycos				Huaycos			
Derrumbes /				Derrumbes /			
Deslizamientos				Deslizamientos			
Tsunamis				Tsunamis			
Incendios urbanos				Incendios urbanos			
Derrames tóxicos				Derrames tóxicos			
Otros				Otros			
3. ¿Existe la probabilidad de ocurrencia de algunos de los peligros señalados en las preguntas anteriores durante la vida útil del proyecto?					Si	No	
4. ¿La información existente sobre la ocurrencia de peligros naturales en la zona es suficiente para tomar decisiones para la formulación y evaluación de proyectos?					Si	No	

**Fuente:** Sistema Nacional de Inversión Pública y Gestión del Riesgo de Desastre – Pautas metodológicas para la incorporación del riesgo en PIP, 2005.

- Preguntas sobre características específicas de peligro.

### **Instrucciones**

a) Para definir el grado de peligro se requiere utilizar los siguientes conceptos:

*Frecuencia:* se define de acuerdo con el periodo de recurrencia de cada uno de los peligros identificados, lo cual se puede realizar sobre la base de información histórica o en estudios de prospectiva.

*Severidad:* se define como el grado de impacto de un peligro específico: intensidad, área de impacto.

b) Para definir el grado de Frecuencia (a) y Severidad (b) utilizar la siguiente escala: Bajo (B) = 1, Medio (M) = 2, Alto (A) = 3 y Sin Información (SI) = 4.

### **Formato 2.**

*Preguntas sobre características específicas de peligro.*

PELIGROS	S	N	FRECUENCIA (A)				SEVERIDAD (B)				RESULTADO
											C = (A*B)
			B	M	A	S.I.	B	M	A	S.I.	
Inundación											
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Existen zonas con problemas de inundación?</li> <li>• Existe sedimentación en el río o quebrada</li> <li>• ¿Cambia el flujo del río cercano al proyecto?</li> </ul>											
Lluvias intensas											
Derrumbes / Deslizamientos											
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Existen procesos de erosión?</li> <li>• ¿Existe mal drenaje de suelos?</li> <li>• ¿Existen antecedentes de inestabilidad o fallas geológicas en las laderas?</li> <li>• ¿Existen antecedentes de deslizamientos?</li> <li>• ¿Existen antecedentes de derrumbes?</li> </ul>											
Heladas											
Friajes / Nevada											

Sismos  
Sequías  
Huaycos  
Derrumbes / Deslizamientos  
Tsunamis  
Incendios urbanos  
Derrames tóxicos  
Otros

---

**Fuente:** Sistema Nacional de Inversión Pública y Gestión del Riesgo de Desastre – Pautas metodológicas para la incorporación del riesgo en PIP, 2005.

➤ **Análisis de vulnerabilidad.**

Para realizar el análisis de vulnerabilidad en la zona del proyecto se utilizó una lista de verificación como herramienta de apoyo para determinar si se están incluyendo dichos conceptos, dichas informaciones nos proporcionaron mayor detalle y sustento para desarrollar los *formatos 3 y 4*.

**Formato 3.**

*Lista de verificación sobre la generación de Vulnerabilidades por Exposición, Fragilidad o Resiliencia en el proyecto.*

<b>PREGUNTA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>COMENTARIO</b>
<b>A. Análisis de vulnerabilidades por exposición (Localización)</b>			
1. ¿La localización escogida para la ubicación del proyecto evita su exposición a peligros?			
2. Si la localización prevista para el proyecto lo expone a situaciones de peligro ¿es posible, técnicamente, cambiar la ubicación del proyecto a una zona menos expuesta)			
<b>B. Análisis de Vulnerabilidad por fragilidad (tamaño, tecnología)</b>			
1. ¿La construcción de la infraestructura sigue la normativa vigente, de acuerdo con el tipo de infraestructura de que se trate? Ejemplo: Norma antisísmica.			
2. ¿Los materiales de construcción consideran las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: Si se va a utilizar madera en el proyecto ¿Se ha considerado el uso de preservantes y selladores para evitar el daño por humedad o lluvias intensas?			
3. ¿El diseño toma en cuenta las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: ¿EL diseño del puente ha tomado en cuenta el nivel de las avenidas cuando ocurre el Fenómeno El Niño, considerando sus distintos grados de intensidad?			
4. ¿La decisión de tamaño del proyecto considera las características			

geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: ¿La bocatoma ha sido diseñada considerando que hay épocas de abundantes lluvias y por ende de grandes volúmenes de agua?

5. ¿La tecnología propuesta para el proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: ¿La tecnología de construcción propuesta considera que la zona es propensa a movimientos telúricos?

6. ¿Las decisiones de fecha de inicio y de ejecución del proyecto toman en cuenta las características geográficas científicas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: ¿Se ha tomado en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: ¿Se ha tomado en cuenta que en época de lluvias es mucho más difícil construir la carretera, porque se dificulta la operación de la maquinaria?

#### C. Análisis de Vulnerabilidades por Resiliencia.

1. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos técnicos (por ejemplo, sistemas alternativos para la provisión del servicio) para hacer frente a la ocurrencia de desastres?

2. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos financieros (por ejemplo, fondos de atención de emergencias) para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de desastres?

3. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos organizativos (por ejemplo, planes de contingencia) para hacer frente a la ocurrencia de desastres?

4. ¿El proyecto incluye mecanismos técnicos, financieros y organizativos para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de desastres?

5. ¿La población beneficiaria del proyecto conoce los potenciales que se generarían se ve afectado por una situación de peligro?

---

**Fuente:** Sistema Nacional de Inversión Pública y Gestión del Riesgo de Desastre - Pautas metodológicas para la incorporación del riesgo en PIP, 2005.

Las preguntas 1, 2 y 3 de Análisis de vulnerabilidades por resiliencia se refirieron a la zona de ejecución del proyecto. Las preguntas 4 y 5 pretenden identificar si el proyecto, de manera específica, está incluyendo mecanismos para hacer frente a una situación de riesgo.

#### Formato 4.

*Identificación del Grado de Vulnerabilidad por Factores de Exposición, Fragilidad y Resiliencia.*

FACTOR VULNERABILIDAD	DE	VARIABLE	GRADO DE VULNERABILIDAD		
			BAJO	MEDIO	ALTO
Exposición		A) Localización de proyecto respecto de la condición de peligro.			
		B) Características del terreno.			
		C) Tipo de construcción.			
		D) Aplicación de normas de construcción.			
		E) Actividad económica de la zona.			
		F) Situación de pobreza de la zona.			
		G) Integración institucional de la zona.			
		H) Nivel de organización de la población			
Resiliencia		I) Conocimiento sobre ocurrencia de desastres por parte de la población.			
		J) Actitud de la población frente a la ocurrencia de desastres.			
		K) Existencia de recursos financieros para respuesta ante desastres.			

**Fuente:** Sistema Nacional de Inversión Pública y Gestión del Riesgo de Desastre – Pautas metodológicas para la incorporación del riesgo en PIP, 2005.

- Estimación del Riesgo.

Con los *formatos 1 y 2* se determina el nivel de peligro asociado al proyecto, y con los *formatos 3 y 4* se establece el nivel de vulnerabilidad al que está expuesto el proyecto. De esta manera, se puede determinar el nivel de riesgo al que estaría expuesto el proyecto, considerando la escala que se muestra en el *formato 5*.

#### Formato 5.

*Escala de Nivel de riesgo, considerando el Nivel de peligro y vulnerabilidad.*

DEFINICIÓN DE VULNERABILIDADES	PELIGROS	/NIVEL DE VULNERABILIDAD		
		ALTO	MEDIO	BAJO
Nivel de peligro	Alto	Alto	Bajo	Medio
	Medio	Alto	Medio	Bajo
	Bajo	Medio	Bajo	Bajo

**Fuente:** Sistema Nacional de Inversión Pública y Gestión del Riesgo de Desastre – Pautas metodológicas para la incorporación del riesgo en PIP, 2005.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Percepción de riesgos de desastres en el Consejo Popular «Tunas de Zaza».

**Autores:** Ronald Linares Acosta<sup>25</sup>, Damaris Valero Rivero y Ronald Linares Ortiz.

### RESUMEN

La percepción de riesgos de desastres dentro de la Educación Ambiental tiene un significado especial como parte de su encargo social. Investigaciones realizadas en Cuba manifiestan el bajo nivel que posee la población sobre este tema, por lo cual es necesario un adecuado vínculo de la comunidad y un aprovechamiento de sus potencialidades para elevar dicha educación. El trabajo que se presenta tiene por objetivo diseñar una propuesta de *Estrategia Educativa sobre la Percepción de Riesgos de Desastres* dirigida a la comunidad costera de «Tunas de Zaza». Se emplea para este estudio el enfoque cualitativo; así como métodos y técnicas para la recolección de datos tales como, la investigación-acción participativa, la observación participante, la entrevista en profundidad y los grupos de discusión. Dentro de los resultados preliminares obtenidos se presentan el diagnóstico del estado actual de la percepción de riesgo de desastres y el diseño de una propuesta de estrategia educativa sobre esta. El estudio revela el bajo nivel de percepción que tienen los habitantes de la comunidad costera «Tunas de Zaza», la cual está condicionada por la forma de pensar y actuar de esas personas. La percepción de riesgo de desastres permite trabajar en la reducción de las vulnerabilidades e incrementar la preparación de las comunidades al fortalecer sus capacidades y elevar la seguridad individual y colectiva; así como, en la preparación de la población y su participación en la toma de decisiones, lo cual constituye una fortaleza en el enfrentamiento a los desastres.

**Palabras clave:** Diseño de estrategia educativa, comunidad costera.

---

<sup>25</sup> Universidad de Sancti Spíritus «José Martí Pérez», Cuba. E-mail: [ronaldl@uniss.edu.cu](mailto:ronaldl@uniss.edu.cu)

## PERCEPCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES EN EL CONSEJO POPULAR «TUNAS DE ZAZA»

Ronald Linares Acosta, Damaris Valero Rivero y Ronald Linares Ortiz

### Introducción

La visión de los desastres como eventos naturales peligrosos, difíciles de prevenir y controlar, ha sido la concepción que ha prevalecido durante mucho tiempo debido al poco conocimiento de las amenazas que constituyen esos eventos y la susceptibilidad que presenta el entorno ante ellos (Rugiero y Wyndham, 2013). Las comunidades tienen que desempeñar un papel activo ante los fenómenos naturales y tecnológicos, que como manifestación de procesos dinámicos, ocurren en las localidades y pueden transformarse en desastres.

En Cuba el tema de *reducción de desastres* está incluido en el programa de la disciplina Preparación para la Defensa, mediante un riguroso proceso de organización, planificación y realización de las medidas establecidas en los distintos documentos sobre el manejo de desastres en el país. Sus acciones están presentes en los procesos formativos que se desarrollan por los distintos subsistemas educativos, mediante un conjunto de acciones curriculares y extracurriculares. Esto conduce a la necesidad de un cuidadoso análisis y selección de los contenidos de manera que se logre en los estudiantes una formación integral capaz de responder a las necesidades y características cambiantes del entorno social, dado al dinamismo para ir respondiendo a los cambios sociales y tecnológicos, que se reflejan en el ejercicio profesional y en la comunidad (Maldonado, Vidal y Retamal, 2011; Peña, Casas y Bermúdez, 2014).

Se considera que la salud y la educación están estrechamente relacionadas y que son esencialmente valores y procesos sociales dentro de la comunidad. Lo social reviste gran importancia para que los habitantes puedan desempeñarse acorde con las necesidades de la sociedad y en específico de la comunidad en que viven (Pupo, Pérez y Alfonso, 2013).

En consideración de Valdés (2010), para las actividades de prevención en la reducción de desastres es importante que se comprenda la vinculación que existe entre la realización de un adecuado trabajo educativo en la *percepción de riesgos de desastres*, como premisa para la preparación de los habitantes de la comunidad.

En tal sentido, es importante el conocimiento en las comunidades vulnerables de los aspectos principales de la planificación del manejo de desastres, con énfasis en la prevención para la reducción de estos, las medidas de protección y cada una de las etapas a ejecutar en dependencia del tipo de riesgo o amenaza; así como los medios a emplear para el desarrollo del sistema de preparación integral del país (Montalván, 2014); razón por la cual es necesario conocer que los desastres no son producto del azar, sino que ocurren por la manifestación de un fenómeno sobre una población vulnerable ocasionando pérdidas humanas, materiales y daños al medio ambiente.

Al respecto se hace necesario definir diferentes conceptos relacionados a la temática en estudio tales como *percepción*, *riesgo*, *desastre*, *percepción de riesgo de desastres* y *prevención de desastres*; a través de los cuales se intenta que la comunidad objeto de investigación comprenda la necesidad real del conocimiento de esta terminología.

El concepto o definición de *percepción* es abordado por varios autores desde diferentes dimensiones, sin embargo, para los fines de este estudio el autor considera tener en cuenta el ofrecido por Gibson (1979), el cual se manifiesta desde la dimensión ecologista donde defiende que la teoría de la percepción es un proceso simple; donde en el estímulo está la información, sin necesidad de

procesamientos mentales internos posteriores. Dicho planteamiento parte del supuesto de que en las leyes naturales subyacentes en cada organismo están las claves intelectuales de la percepción como mecanismo de supervivencia, por tanto, el organismo sólo percibe aquello que puede aprender y le es necesario para sobrevivir.

Autores como Bello, Cruz y Álvarez (2004) exponen que el *riesgo* es el factor esperado de daños, destrucciones o pérdidas determinados por la probabilidad de ocurrencia de fenómenos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales peligros o amenazas. Donde reducir riesgos significa reducir la potencialidad cuantitativa y cualitativa de futuros desastres. Por tanto, el riesgo está en función de la magnitud de la amenaza y del grado de vulnerabilidad, siendo directamente proporcional a ambas; de ahí la importancia de estudiarlos para obtener una estimación lo más precisa posible, así como las medidas para atenuarlo.

Desde la perspectiva de Quesada, Gálvez y Miranda (2013), se considera que el término *desastre* es resultado o consecuencia de un evento, un acontecimiento o serie de sucesos, que afectan gravemente las estructuras básicas y el funcionamiento normal de una sociedad, comunidad o territorio, ocasionando víctimas, daños o pérdidas de bienes materiales, infraestructura, servicios esenciales o medios de sustento, de tal magnitud, que la comunidad impactada necesita esfuerzos extraordinarios para hacerle frente, a menudo con ayuda externa o apoyo internacional, es decir, supera la capacidad normal de las comunidades o instituciones afectadas para enfrentarlas sin ayuda.

En su tesis doctoral Jiménez (2015) define la *percepción de riesgos de desastres* como un proceso que valora las probabilidades que tiene un peligro natural, sanitario o tecnológico para provocar un desastre en un determinado contexto espacio temporal, a partir de las vulnerabilidades existentes. Esto permite adoptar modos de actuación conducentes a minimizar los impactos y determinar las medidas preventivas necesarias.

En el texto básico *Preparación para la defensa para los estudiantes de la universalización de la Educación Superior* (2006), se expone de manera exhaustiva que la *prevención de desastres* es el conjunto de medidas que forman parte del proceso de reducción de desastres, en particular de la gestión de riesgos del mismo y que deben realizarse con el fin de evitar que se produzcan daños y pérdidas que conlleven a situaciones potenciales de desastre, lo que se logra mediante la eliminación del riesgo. Se canaliza mediante programas y políticas a largo plazo para prevenir o eliminar los efectos de la ocurrencia de estos (Quesada, Gálvez y Miranda, 2013).

Como resultado de la voluntad política del gobierno cubano se despliegan estrategias y medidas para la preparación comunitaria, que contribuyen de manera significativa a la reducción de la vulnerabilidad de las comunidades y de la economía; para ello es necesario identificar el nivel de conocimientos de la población en cuanto a la *percepción de riesgo de desastres*, con la finalidad de establecer los aspectos en los cuales se debe insistir para elevar y fortalecer la conciencia humana frente a estos fenómenos.

El Consejo Popular «Tunas de Zaza», zona rural ubicada en la costa sur de la provincia «Sancti Spiritus», se considera una de las comunidades altamente vulnerables a los principales peligros y riesgos de desastre naturales, debido a las inundaciones por penetración del mar provocadas por las intensas lluvias y fuertes vientos; lo cual constituye eventos muy peligrosos que pueden generar desastres con frecuencia en esa localidad. La misma cuenta con una de las mayores industrias pesquera del país dedicadas al cultivo del camarón y la langosta, donde existen objetivos económicos con peligro químico. Dicho lo anterior, se puede afirmar que esta comunidad se encuentra expuesta a los tres tipos de desastres: Naturales, Tecnológicos y Sanitarios.

Es conocido que, en el Consejo Popular «Tunas de Zaza», se han desarrollado diferentes *Programas de reducción de riesgo de desastres* para capacitar a los pobladores de esta comunidad, los cuales tienen algunos conocimientos en temáticas como la prevención y mitigación de desastres; sin embargo, aún resultan insuficientes las disímiles estrategias aplicadas a esta comunidad, razón por la cual se hace necesario continuar profundizando en el estudio de nuevas acciones o programas que incidan en el desarrollo de la *percepción de riesgo de desastres* con vistas a prevenir mayores daños en la población de esta localidad.

Estudios y programas realizados en dicho consejo popular evidencian la carencia de conocimientos en los pobladores sobre cómo actuar ante un desastre, ya sea de carácter natural, tecnológico o sanitario, para responder de manera organizada a los impactos que puedan causar estos. Para atenuar estas dificultades se propone como meta incrementar los conocimientos sobre la *percepción de riesgo de desastres* con el fin de dotar a su población de conocimientos sobre aspectos principales relacionados con la planificación del manejo de desastres, con énfasis de forma integral en aspectos preventivos y medidas de protección a ejecutar en dependencia del tipo de riesgo o amenaza. El trabajo que se presenta tiene por objetivo diseñar una propuesta de *Estrategia educativa sobre la Percepción de Riesgos de Desastres*, dirigida a la comunidad costera de «Tunas de Zaza».

### **Materiales y métodos**

Se diseñó una propuesta de estrategia educativa comunitaria con la participación de los facilitadores y habitantes del Consejo Popular «Tunas de Zaza». Se contó con el consentimiento de los miembros del mismo para participar en la investigación y la muestra se seleccionó de forma aleatoria simple. Este tipo de muestreo garantiza que cada elemento constituyente de la población tenga la misma probabilidad de ser muestreado, con independencia de cualquier otro elemento. De 2 339 habitantes se seleccionaron 350, muestra que representa un 15 % de la población total.

Para la recopilación de la información se utilizaron métodos tales como la investigación-acción participativa, la observación participante, la entrevista en profundidad y los grupos de discusión, los cuales permitieron determinar vulnerabilidades y necesidades de conocimientos sobre reducción de riesgo de desastres existente en cada familia de la comunidad. Razón por la cual el presente estudio está enfocado en el diseño de una propuesta de estrategia educativa sobre la Percepción de Riesgos de Desastres dirigida a la comunidad costera «Tunas de Zaza».

Las acciones en respuesta a la problemática planteada fueron elaboradas sobre la base de las dificultades detectadas en el diagnóstico y programadas en tres etapas:

#### ➤ *Etapa 1. Diagnóstico y planificación*

- Identificación de los riesgos que afectan a la comunidad, sus causas y consecuencias. Nivel de conocimientos de los pobladores sobre leyes de la Defensa Civil, así como elementos prácticos, entre ellos, respuesta ante sistemas de avisos, medidas de prevención ante desastres y práctica de primeros auxilios.
- Análisis de las vulnerabilidades y las necesidades de conocimientos sobre reducción de desastres.
- Observación a los consultorios buscando información propagandística sobre prevención de riesgo de desastres.
- Selección y preparación de los habitantes que participan en la aplicación de las acciones, para que profundicen en los contenidos a desarrollar, su preparación en función de la Defensa Civil, planes de reducción de desastres y *Directiva No. 1* del vicepresidente del Consejo de Defensa Nacional, entre otros.

- Elaboración de materiales sobre temas a tratar para facilitar esta labor.
- Elaboración de las acciones a realizar en cada etapa prevista, puntualizando el lugar, fecha y responsable de cada una de ellas.

➤ *Etapa 2. Ejecución*

- Evaluación observacional de las condiciones de las viviendas.
- Realización de visitas orientadoras y de consejería en las cuales se aplicaron técnicas participativas y se estimuló el debate y la reflexión.
- Conversatorios, charlas e intercambio de experiencias con los pobladores.
- Trabajo educativo, limpieza de microvertederos en la comunidad para el desarrollo de medidas de protección ante huracanes u otros fenómenos meteorológicos y la prevención de enfermedades.
- Demostración de técnicas de primeros auxilios para atender a un herido ante un enfrentamiento enemigo, un evento meteorológico o un desastre tecnológico.

✓ *Principales temas tratados:*

- Amenazas y vulnerabilidades existentes en el consejo popular y consejos populares vecinos.
- Prevención de los riesgos de los huracanes, inundaciones, derrame de sustancias contaminantes e incendios.
- Factores que pueden incidir en el surgimiento y propagación de enfermedades en la zona.
- Acciones a realizar durante el sistema de aviso en la comunidad ante una invasión, un fenómeno meteorológico o derrame de sustancias contaminantes.
- Las plantas medicinales como medicina alternativa y para la protección de la población ante situaciones excepcionales o de desastres.

➤ *Etapa 3. Evaluación y control*

- Ejecución de una visita en la que nuevamente se aplicaron los instrumentos, lo que permitió recoger información para compararla con la ofrecida antes de la aplicación de la estrategia educativa comunitaria.
- Balance de los resultados obtenidos durante el período.
- Valoración por parte de los estudiantes de las acciones desarrolladas y de los resultados.

## **Resultados y discusión**

Mediante la observación a las viviendas se constató que la mayor cantidad de ellas se encuentran con condiciones constructivas deficientes y próximas al mar; por lo cual son totalmente vulnerables a las inundaciones.

Con el diagnóstico se comprobó que el conocimiento sobre los desastres y sus efectos por parte los pobladores de la comunidad son aún insuficiente; a pesar de recibir la información sobre estos temas mediante la comunicación masiva y los ejercicios Meteoro.

El 87 % de los miembros seleccionados mostró un bajo dominio de las medidas para reducir o mitigar los efectos destructivos de los desastres, a pesar de reconocer la existencia de fases que se establecen para las situaciones excepcionales. Otros esbozan medidas adecuadas para huracanes y reconocen no poseer preparación para enfrentar desastres.

La entrevista aplicada permitió constatar que el total de los participantes en el estudio reconocieron que los desastres provocan efectos destructivos, lo que facilita el trabajo de prevención debido a que es necesario la toma de medidas que reduzcan o mitiguen los efectos de estos.

Las evidencias prácticas revelaron que poseen algún conocimiento relacionado con el tema de la reducción de desastres, principalmente sobre los daños que causan y reconocen a los ciclones como el principal evento que afectan al país; así como algunas medidas para mitigarlos. Sin embargo, no dominan que además de los ciclones tropicales la Isla puede ser afectada por otros fenómenos hidrometeorológicos extremos, conocidos como tormentas locales severas (tornados, granizos y vientos fuertes superiores a 95 Km/h). Ninguna región del país está exenta de la ocurrencia de estos fenómenos que se producen a escala local y causan grandes daños a la población y a los recursos económicos de los territorios que afectan (Castro, 2005).

La muestra reveló poseer menor dominio de los aspectos sobre los fenómenos tecnológicos y cómo actuar ante ellos; situación alarmante si se tiene en consideración que en el consejo popular se encuentra enclavado una zona industrial propensa a riesgos.

Es preocupación el escaso dominio que tienen estos pobladores sobre las medidas que se ejecutan en las distintas etapas del manejo de los desastres, con vista al *control de riesgos* y a las consecuencias de los mismos. Cuando se comparan estos datos con las indagaciones prácticas realizadas posterior a la estrategia educativa comunitaria, se aprecia un avance en cuanto al dominio de las medidas para la reducción de desastres con énfasis en la etapa preventiva.

Los datos obtenidos en el diagnóstico realizado a esta comunidad demuestran que los pobladores tienen conocimiento de los diferentes tipos de desastre, reconocen además que con la aplicación de las medidas preventivas se reducen y mitigan sus efectos.

Las situaciones vivenciales en las que se colocaron a los pobladores les permitieron reconocer cómo las conductas irresponsables aumentan los riesgos y la negligencia, por mínima que parezca, constituye un peligro potencial para la vida.

Las técnicas participativas lograron un impacto positivo pues contribuyeron a lograr avances en la esfera cognitiva y a la concientización de estos pobladores en la responsabilidad sobre el autocuidado de su vida y sus bienes materiales. Se les capacitó en la prevención del peligro de epidemias en el territorio y que deben prestar especial atención al estado higiénico sanitario de la comunidad, fundamentalmente al analizar los factores vulnerables en la misma que inciden en el surgimiento y propagación de enfermedades.

En los *Documentos básicos para el trabajo de los centros de gestión para la reducción del riesgo* (2011), se instruye la necesidad de considerar la situación higiénica epidemiológica de los territorios vecinos y la preparación al respecto, así como conocer las características de la comunidad para poder identificar las amenazas y las vulnerabilidades existentes e idear acciones para reducirlas.

La valoración económica y el aporte social se evidencian en que estos resultados repercuten no solo en el bienestar individual, sino social, con el dominio sobre el tema de reducción de desastres y las medidas en su manejo para mitigar sus efectos, al evitarse así las pérdidas de vidas humanas y numerosos daños materiales a la economía individual y del país.

## Conclusiones

El estudio realizado revela que la percepción de riesgo de desastres está condicionada por la forma de pensar y actuar del ser humano.

La percepción de riesgo de desastres permite trabajar en la reducción de las vulnerabilidades e incrementar la preparación del Consejo Popular «Tunas de Zaza», al fortalecer sus capacidades y contribuir a elevar la seguridad individual y colectiva.

La investigación demuestra que los esfuerzos para la prevención de los desastres deben ser multidisciplinarios y multisectoriales, pues resulta imposible que un solo sector se responsabilice con los preparativos comunitarios.

La organización para desastres o emergencias es tarea de todos, en lugares de trabajo, en la escuela, en la familia y con los vecinos; la reducción de la vulnerabilidad solo se puede conseguir con la total participación de la comunidad reforzando en esta la educación y capacitación en los temas de percepción de riesgo de desastres.

La preparación de la población y su participación en la toma de decisiones constituye una fortaleza en el enfrentamiento a los desastres.

## Referencias bibliográficas

Asamblea Provincial del Poder Popular (2011). *Documentos básicos para el trabajo de los centros de gestión para la reducción del riesgo*. Granma, Cuba. Recuperado de <http://www.undp.org/content/dam/cuba/docs/Manual%20Doc%20basicos%20par%20el%20trabajo%20de%20los%20CGRR.pdf>

Bello, B., Cruz, N. M. y Álvarez, M. (2004). *Medicina de desastres*. La Habana, Cuba: Editorial Ciencias Médicas. Recuperado de [http://www.bvs.sld.cu/libros\\_texto/medicina\\_desastre/autores.pdf](http://www.bvs.sld.cu/libros_texto/medicina_desastre/autores.pdf)

Castro, R. (2005). *Directiva no. 1 del vicepresidente del Consejo de Defensa Nacional para la planificación, organización y preparación del país para las situaciones de desastres; anexo no. 1. Apreciación de los peligros de desastres en Cuba*. La Habana, Cuba: Consejo de Estado.

Gibson, J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. S.R.E.

Jiménez, O. (2015). *La Educación para la Percepción de Riesgo de Desastres en Estudiantes de Secundaria Básica*. Tesis doctoral. Universidad de Sancti Spíritus «José Martí», Cuba.

Maldonado, M., Vidal, S. y Retamal, E. (2011). Estrategia metodológica para conocer la disciplina como orientación profesional. *Revista Educación Médica Superior*, 25(2). Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412011000200010&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412011000200010&lng=es)

MINSAP (2006). *Texto Básico preparación para la defensa para los estudiantes de la universalización de la Educación Superior*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas.

Montalván, R. (2014). *Sistema de actividades relacionadas con la temática de Defensa Civil para los estudiantes de la Universidad de Ciencias Pedagógicas José Martí en Camagüey*. Documento de trabajo. Universidad de Ciencias Pedagógicas «José Martí». Camagüey, Cuba.

- Peña, L. Y., Casas, L., y Bermúdez, O. (2014). Vínculo sociedad-universidad a través del programa de la disciplina Preparación para la Defensa. *Revista Humanidades Médicas*, 14(3), 728-741. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-81202014000300012&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202014000300012&lng=es)
- Pupo, N. L., Pérez, L. y Alfonso, A. (2013). Aspectos favorecedores y retos actuales para la misión de la Universidad de Ciencias Médicas Cubana. *Revista Educación Médica Superior*. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412013000100014&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412013000100014&lng=es)
- Quesada, R., Gálvez, L. G., y Miranda, E. H. (2013). *Seguridad Nacional y Defensa Nacional para los estudiantes de la Educación Superior*. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.
- Rugiero, V. y Wyndham, K. (2013). Identificación de capacidades para la reducción de riesgo de desastre: enfoque territorial de la participación ciudadana en la pre cordillera de comuna de La Florida. Santiago de Chile. *Revista Investigación Geográfica*, 46, 57-78. Recuperado de <http://www.investigacionesgeograficas.uchile.cl/index.php/IG/article/viewFile/30283/32044>
- Valdés, O. A. (2010). *Prepararnos y protegernos desde la escuela a la comunidad: Resultados, generalización, impactos y sostenibilidad. Manual 4*. La Habana: Editorial Científico-Técnica.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio de 2019

**Título del trabajo:** Estudio de peligros para la prevención de desastres al Sur de la provincia «Mayabeque».

**Autores:** Isabel Valdivia Fernández<sup>26</sup>, Maritza Marcia Tejeda, Elena García Ramo, Maikel Lorenzo Alonso y Alba Peralta.

### RESUMEN

En el presente trabajo se muestran los resultados de la investigación realizada por un grupo de especialistas multidisciplinarios a un territorio con vistas a evaluar su posible uso con fines turísticos. Al efectuarse la misma, ya este contaba con el ordenamiento, pues se había ejecutado un estudio de impacto ambiental, el cual planteaba, entre otros aspectos, que se aceptaba la ejecución de las obras propuestas en el proyecto. El problema radicaba en que, al ser una zona ambientalmente muy frágil, se precisaba además de un estudio de riesgo ambiental. Los métodos de investigación empleados se corresponden con lo aprobado en el país para tales fines, tanto por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente como por los Órganos de la Defensa Civil Nacional, instituciones que exigen su estricto cumplimiento; y al concluirse la investigación fue evaluada y aprobada por especialistas de estos organismos. Se empleó además un Sistema de Información Geográfica. Los resultados obtenidos fueron relevantes por cuanto, al realizarse el estudio de riesgo ambiental, se demostró que dicho proyecto no se debía ejecutar en dicha una zona al encontrarse la misma muy afectada por el cambio climático, específicamente por los aspectos relacionados con la elevación del nivel medio del mar y las inundaciones locales, debidas al incremento de las lluvias intensas en un área que hasta el momento de ejecutarse el estudio se había visto agobiada por un largo período de sequía extrema. Quedaron además plenamente confirmadas las afectaciones que el cambio climático está ocasionando a esta región.

**Palabras clave:** Riesgo, incertidumbre, peligro

---

<sup>26</sup> Universidad de La Habana, Cuba. E-mail: [ival@geo.uh.cu](mailto:ival@geo.uh.cu)

## ESTUDIO DE PELIGROS PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES AL SUR DE LA PROVINCIA «MAYABEQUE»

*Isabel Valdivia Fernández, Maritza Marcia Tejeda, Elena García Ramo, Maikel Lorenzo Alonso  
y Alba Peralta*

### Introducción

El *Plan de Acción de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible* indica que los grandes problemas que se deben resolver hoy son, entre otros, la modificación de las pautas insostenibles de producción y consumo, y la protección y ordenamiento de la base de los recursos naturales para el desarrollo social y económico. Este acuerdo, al igual que la concepción de la *Agenda 21* (1992) y el *Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible* (2002), brindan las bases para las acciones que se deben llevar a cabo en la región con el fin de alcanzar el desarrollo sostenible, en una alianza «*ambiente y desarrollo*», articulación que aún no es comprendida en toda su extensión por los diversos sectores de la sociedad.

El deterioro continuo del Medio ambiente mundial es ya evidente, sobre todo en la pérdida de la biodiversidad, el avance de la desertificación y la deforestación, la incidencia de desastres naturales y el aumento de la vulnerabilidad, en tanto que la contaminación del aire, el agua y los mares siguen afectando a millones de seres humanos. Dichos recursos constituyen la materia prima de un producto turístico. Los clientes son prioritariamente personas informadas, provenientes en su gran mayoría de países desarrollados, los cuales buscan ambientes conservados, pues su principal motivo de viaje es precisamente el encuentro con la naturaleza, con la sociedad, y con las costumbres de los pueblos. Es decir, cuando una persona decide visitar un destino turístico lo hace para evadirse de su cotidianidad, de las aglomeraciones urbanas, y del aire contaminado.

Como consecuencia de la enorme cantidad de problemas locales se han originado los problemas regionales y globales. El cambio climático es equivalente a problema mundial. Hay que tener en cuenta además la especie humana no está destruyendo el planeta, sino destruyendo los servicios ambientales que de forma gratuita brinda la naturaleza y sin los cuales no es posible su forma de vida.

La dimensión del problema requiere que se comprenda con claridad, tanto desde la perspectiva de las políticas públicas y del planeamiento como desde las conductas de los ciudadanos, la magnitud del desafío que el cambio climático implica para el hombre y la trascendencia de las transformaciones necesarias para resolver este problema (CTO, OMT, 1998). Los destinos turísticos se enfrentan hoy a un gran desafío, sobre todo si se tiene en cuenta la importancia de estos en el desarrollo económico.

El presente trabajo tiene como objetivo sintetizar la investigación que tuvo como nombre: *Estudio de Peligros para la prevención de desastres de la playa «Mayabeque»*, para el desarrollo del Plan Director de esta región con fines turísticos. Dicha playa se localiza al Sur de la provincia Mayabeque a 159 Km, de La Habana (Peralta, 2017).

Los temas fundamentales abordados fueron: Caracterización del Medio Natural: Establecimiento del Riesgo Sísmico, Geomorfología, Geología, Hidrogeología. Caracterización Meteorológica. Penetraciones del Mar. Caracterización Hidrológica e Inundaciones. Los aspectos económicos referidos al posible uso de la región con fines turísticos objeto fundamental del proyecto fueron los aportes tratados por la ponente, la que formó parte del grupo multidisciplinario.

## **Materiales y métodos**

Los métodos de investigación empleados se corresponden con lo aprobado en el país para tales fines, tanto por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente como por los Órganos de la Defensa Civil Nacional, con el empleo de un Sistema de Información Geográfica. En ellos primó el análisis y la síntesis los que permitieron caracterizar los enfoques, elementos y componentes que intervienen en el área y así llegara concluir y sintetizar los resultados. Los métodos histórico-lógicos que permitieron analizarla dinámica de desarrollo de dicha región, mientras que a través del análisis inductivo y deductivo se llegaron a desarrollar las teorías generales respecto a la situación actual del área y las conclusiones particulares a las que se arribaron. A nivel empírico los métodos utilizados permitieron revelar las relaciones con el objeto investigado, a través de la observación, la aplicación de encuestas, entrevistas, consulta de documentos, etc.

Para la realización de la investigación se tuvo en cuenta aspectos relacionados con el cambio climático y su incidencia en el área que se estudiaba. Para ello se contó con un grupo multidisciplinario de especialistas que utilizó como herramienta fundamental las técnicas de avanzada, como lo fue el sistema de posicionamiento global, la cartografía digital (para la obtención del modelo digital de elevación), entre otros.

El trabajo se efectuó por etapas. Primeramente se realizó un trabajo de gabinete en el que se compiló todo el material documental y bibliográfico referido al tema y en el que se ejecutó un proceso de fotointerpretación aerocósmica; se concibió la base cartográfica utilizando como referencia el mapa topográfico a escala 1:25 000 sobre la cual trabajaron todos los especialistas. En esta etapa además se recepcionó y analizó en destalles el proyecto de desarrollo propuesto y el estudio de impacto ambiental que recién se había terminado.

Posteriormente, se realizó un trabajo de campo, o sea, la instigación *in situ*, todo lo cual permitió el esclarecimiento de muchos aspectos detectados en el trabajo de gabinete. Se realizaron entrevistas a los que habían concebido el proyecto y los que habían realizado el estudio de impacto ambiental.

Finalmente se concluyó el trabajo de investigación en gabinete, emitiéndose los resultados, todo lo cual fue presentado documental y gráficamente a los interesados.

## **Resultados y discusión**

El empleo del Sistema de Información Geográfica permitió representar gráficamente los resultados obtenidos en la investigación para su mejor comprensión. A continuación se listan *los peligros* que prioritariamente se identificaron (Peralta, 2017):

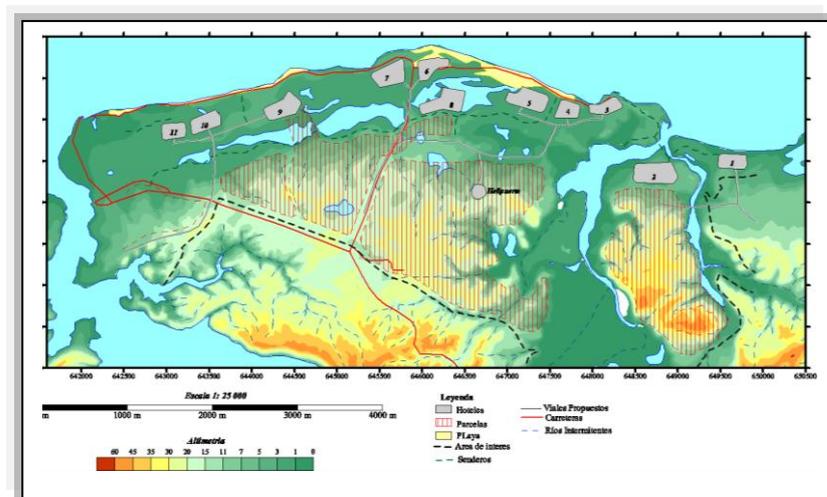
1. Dentro de los eventos meteorológicos peligrosos, los más significativos para la zona en estudio son los huracanes, las ondas tropicales, la subida del nivel medio del mar y los frentes fríos fuertes.
2. En la región se observa la máxima frecuencia de ondas tropicales en el mes de agosto.
3. Las mayores afectaciones a la zona por frentes fríos (tanto débiles, como moderados y fuertes) se producen en los meses de diciembre, enero y febrero.
4. El peligro de inundaciones por penetraciones del mar fuertes, provocadas por las surgencias, en las que el nivel de las aguas pudiera alcanzar los 5 m sobre el nivel medio del

mar, afectaría las instalaciones, debido a que la zona propuesta para el emplazamiento es baja, con cotas inferiores a los 3.0 m

5. Las zonas asociadas a los humedales y a la llanura costera con playas, dunas arenosas y carso, presentan un alto peligro de inundación, pues son bajas, están próximas al litoral y al río del propio nombre de la playa.
6. Sus rocas y depósitos terrígeno – turbosos de pantanos son impermeables y sus suelos hidromórficos muy inundables.
7. Se producen inundaciones por fuertes lluvias, sobre todo en la zona de la desembocadura del río, que pueden alcanzar cotas de hasta 3.70 m sobre el nivel medio del mar.
8. Los aumentos súbitos del nivel del río afectan con mayor fuerza toda la parte oeste de la playa, pues el agua busca evacuar por las zonas más bajas donde precisamente se encuentran los sistemas de lagunas que siguen toda la línea de costa.
9. La deposición de sedimentos en la desembocadura del río obstruye la salida del agua hacia la playa, y también se provocan remansos que afectan la margen izquierda del río; esta agua trata de evacuar por el sistema de lagunas que se encuentran en la parte oeste de la playa. (p. 6)

Se llega a definir que los riesgos principales están determinados por la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos, su sismicidad, el relieve, la ubicación geográfica, composición ingeniero-geológica, así como la geotectónica, la cual se caracteriza por diferentes eventos de carácter regional.

Se decretó que existe un conjunto de factores antropogénicos que se verán incrementados después de terminadas las instalaciones y que favorecen las inundaciones, tal es el caso de la disminución de la infiltración, por recubrimiento artificial de la superficie con asfalto. A continuación se muestra el mapa altimétrico del área en estudio.



**Figura 1.** Mapa altimétrico de la zona de estudio. **Fuente:** Elaboración propia.

La discusión se apoyó en los resultados de la investigación. Demostró que es importante tener en cuenta la naturaleza de los procesos implicados, y que la intervención del hombre es compleja y sus resultados en algunos casos aún no completamente conocidos. A ello deben agregarse su alcance espacial y la intensidad creciente de los impactos, con lo que la tarea de mitigación será mucha más difícil y comprometerá a varias generaciones.

Se trató de no llevar el objetivo económico al territorio, no obstante se tuvo en cuenta que la demanda turística actual es tan diversa que permite utilizar el territorio en función de sus características. Se demostró que es preciso profundizar en el conocimiento científico sobre todos los fenómenos involucrados, y que cuando se realiza una investigación es necesario partir de un estudio espacio – temporal, en el cual se tenga en cuenta prioritariamente los aspectos de cambio climático con los que se convive hoy. Por tanto, se precisa buscar conductas individuales y colectivas acordes con las condiciones inherentes a cada lugar en específico. Por ello se determinó siempre tener en cuenta que:

- La magnitud de los impactos que habrán de ocurrir dependerá por un lado de la evolución que se produzca en el nivel de las emisiones de gases de efecto invernadero en el planeta y, por otro, de las acciones que se desarrollen para su mitigación.
- El aumento del nivel del mar es una amenaza de mayor proporción para los pequeños Estados insulares, y en especial si no se puede prever la velocidad con que ocurrirán los cambios. Es por ello que los mismos encontrarán sus posibilidades de adaptación reducidas, debido a la escasez de recursos naturales, el alto crecimiento demográfico y la infraestructura insuficiente desarrollada.
- Las inundaciones provocan perturbaciones sociales y económicas, todo lo cual se ve agravado por el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, como tormentas, huracanes y tornados.
- El aumento de las precipitaciones y del nivel del mar incide además en el incremento de los desprendimientos y deslizamientos de tierras, todo lo cual aumenta debido a la vulnerabilidad de los destinos turísticos.
- El aumento de las temperaturas implica también una modificación en la demanda de energía, aumenta el uso de los ventiladores y acondicionadores de aire, encareciendo el gasto y por ende el precio de los destinos.
- El cambio climático provoca fundamentalmente impactos sobre la salud; si se incrementan las enfermedades los destinos serán totalmente despreciados.
- El cambio climático afecta gravemente los destinos turísticos, y de ello depende que los se tengan en cuenta o no.

## **Conclusiones**

La zona donde se propone construir los hoteles en la playa «Mayabeque» es propensa al desarrollo de procesos de empantanamiento. Desde su formación, en estas zonas predominan los procesos de deposición de sedimentos paluno – lacustres con muy baja resistencia, por lo tanto, se recomienda no construir hoteles sobre las lagunas ni en sus proximidades.

Las costas, donde se encuentra ubicada dicha playa está considerada dentro del grado de peligro Alto, pudiéndose esperar una sobre elevación del nivel del mar de 1 a 3 m en los próximos años y una sobre elevación del nivel del mar de 5 m en dependencia del incremento de este fenómeno.

Los viales de conexión de todos los objetos de obra deben ser estrechos sin superar las dos vías y con un correcto sistema de drenaje que permita el intercambio entre ambas cunetas.

Las tormentas locales severas deben ser consideradas como una de las causas probables de peligro de desastres y por lo tanto, han de tenerse en consideración en los Planes de Contingencia, para atenuar los efectos destructivos provocados por estos fenómenos naturales, y el incremento de estas en los últimos dos años, luego de haber tenido la región prolongados años de sequía.

Se recomienda tener en cuenta que la función natural de los mangles es la de retener, a partir de su sistema radicular, los sedimentos erosionados desde las zonas más altas, constituyendo, además, la fuente de alimentación de las aves y peces del lugar. La eliminación de los mismos provocaría que se desencadenaran los procesos de erosión en las márgenes del río, lo que provocaría una pérdida de la calidad visual en ambas márgenes, así como un aumento de los sedimentos en suspensión, que pudiera incidir en la disminución de la calidad de la playa, por lo que es importante conservar en lo posible el mangle del lugar.

La eliminación de las casuarinas debe realizarse de forma progresiva y no de manera radical, pues si bien su presencia es, en buena medida perjudicial para la calidad de las arenas de la playa, su ausencia total y repentina puede provocar que el efecto del viento resulte muy negativo sobre la línea de costa, específicamente sobre la propia arena, la cual pudiera ser transportada por el mismo y depositada en zonas inadecuadas (erosión en un sitio y acumulación en otro). De igual forma debe procederse con lo tocones de casuarinas. Para ello resultaría conveniente establecer un programa para la eliminación de la casuarina, con las recomendaciones de los especialistas específicos de dinámica litoral.

Se demostró que hoy es imprescindible identificar los peligros a los que se expone el hombre, por lo cual es preciso incrementar las investigaciones científicas que permitan la actualización sobre la incidencia de todos los efectos del cambio climático, para así poder considerar su mitigación, y educar y asesorar a todos los implicados en la búsqueda de soluciones.

### **Referencias bibliográficas**

CTO, OMT, Cubanacan, Statistics Canadá 1998.

Peralta, A., Valdivia, I., Tejeda M., *et al.* (2017). *Estudio de Riesgo Ambiental*. Provincia Mayabeque. Cuba.

Serie de NC ISO 9001:2015, ISO 14001:2015.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** La problemática ambiental en los barrios de la ciudad del Puyo.

**Autores:** Angélica María Tasambay Salazar<sup>27</sup>, Steven Fernando Montero Vega, Carla Stephany Molina Cedeño y Carlos Mejía Quinteros.

### RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo realizar un diagnóstico de la problemática ambiental de los barrios de la ciudad de Puyo, con el fin de identificar las actividades de mayor incidencia para el entorno natural, debido a la presencia de sustancias contaminantes en algunas de sus áreas; por lo cual tuvo un carácter descriptivo y de campo, que contó con el apoyo del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Municipalidad del cantón «Pastaza» (GADMCP), y también de representantes barriales como informantes. Los barrios en estudio fueron 10: Libertad; Palmas; Miraflores; Intipungo; Amazonas; Obrero; Cumandá; Vicentino; Dorado; y el Chofer. La línea base se obtuvo mediante una ficha ambiental y la valoración de aspectos ambientales e impactos, además de una encuesta a generadores de sustancias peligrosas. Los resultados estadísticos indicaron que la presencia de locales expendedores de productos alimenticios o comedores y establecimientos de servicios, están generando afectaciones al Medio ambiente: El Dorado con un 37,31 % por lavadoras y lubricadoras mecánicas, y 13,43 % por restaurantes; las Palmas con 11,29 % por mecánicas, y 4,83 % por lubricadoras. El Obrero, conocido como la “zona rosa”, se caracteriza por centros de diversión nocturna con problemas por ruido, mecánicas con 4,23 %, lavadoras 2,64 %, restaurantes 21,69 %. Siguen en incidencia los barrios Intipungo, Libertad y el Chofer. En general, se concluye que los problemas detectados tienen un impacto directo en el agua debido a los residuos de lubricadoras, lavadoras y materia orgánica presente; en los recursos suelo y aire, por un manejo no adecuado de residuos sólidos tanto domiciliarios como peligrosos.

**Palabras clave:** Diagnóstico ambiental, residuos peligrosos, línea base, residuos sólidos, ruido.

---

<sup>27</sup> Universidad Estatal Amazónica, Ecuador. Email: [atasambay@uea.edu.ec](mailto:atasambay@uea.edu.ec)

## LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN LOS BARRIOS DE LA CIUDAD DEL PUYO

*Angélica María Tasambay Salazar, Steven Fernando Montero Vega, Carla Stephany Molina Cedeño y Carlos Mejía Quinteros.*

### Introducción

La contaminación ambiental a nivel mundial es una preocupación actual. El desarrollo industrial y tecnológico a través del tiempo ha generado graves problemas al ambiente y ha provocado una disminución de la calidad de vida de las áreas de influencia. Las actividades antropogénicas ocasionan impactos que ponen en riesgo la integridad de los ecosistemas, los cuales son indispensables para asegurar el bienestar de la humanidad y de la vida misma en el planeta, con consecuencias muy notorias como el calentamiento global (Becerra, 2009), causado fundamentalmente por la sobreexplotación indiscriminada de recursos naturales y la eliminación incontrolada de grandes volúmenes de sustancias contaminantes (Gómez, 2002).

Al ser considerada una ciudad como símbolo de modernidad y de progreso, no es inusual que esta se convierta también en sinónimo de fractura social y de deterioro ambiental. El medio urbano es un sitio donde millones de personas se asientan en virtud de establecer relaciones sociales, culturales y laborales (Lipietz, 1998); por lo cual se hace necesario mantener un equilibrio ecológico armónico entre la población y su entorno, si se quiere tener y mantener una buena calidad de vida (Sarrade, 2013).

El Ecuador es un país que no es ajeno a esta realidad; todas las modificaciones ocasionadas al medio natural como consecuencia del desarrollo y el modernismo están generando un deterioro ambiental a nivel de las diferentes regiones que lo conforman, lo cual ha generado la necesidad de proteger y preservar sus recursos naturales, especialmente la biodiversidad de la Amazonía ecuatoriana, única en el mundo, mediante la aplicación de políticas de desarrollo en un adecuado marco legal (Alvarez, 2002).

En el centro de esta última región se encuentra «Puyo», capital de la provincia «Pastaza» y una de las provincias más grandes del Ecuador, objeto de estudio de la presente investigación. Es una ciudad muy importante al ser uno de los destinos turísticos más atractivos del país por la Amazonía, y por ser el mayor potencial hídrico del Ecuador. Tiene una exuberante biodiversidad en flora y fauna endémica, y es una de las ciudades cuya dinámica impulsa el comercio y otras actividades productivas de otras localidades, aspectos que determinan la existencia de factores ambientales negativos que están modificando su entorno natural de manera no controlada, por lo cual surge el interés de identificar las actividades que están repercutiendo en ello.

En los últimos años la ciudad de «Puyo» ha crecido de una manera vertiginosa y la población urbana, en su afán de conseguir un sustento económico, se ha dedicado a diferentes labores productivas; esto hace que exista una demanda de locales expendedores de productos alimenticios en diferentes barrios, así como la existencia de diferentes establecimientos que brindan servicios especializados a los pobladores. Dichas actividades están generando afectaciones al Medio ambiente de tal manera que la Universidad Estatal Amazónica (UEA), con el apoyo del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Municipalidad del cantón «Pastaza» (GADMCP), emprendió la investigación que se presenta con el objetivo de realizar un diagnóstico ambiental en los barrios más importantes de la ciudad, con el fin de identificar las actividades de mayor incidencia para el entorno natural, debido a la presencia de sustancias contaminantes en algunas de sus áreas.

## Materiales y métodos

La ciudad de «Puyo» se encuentra ubicada en la parte occidental de la provincia «Pastaza», a 940 msnm, latitud de 0° 59' 1" S y longitud de 77° 49' 0" W. Se caracteriza por su riqueza hidrológica: el río «Puyo»; el río «Pambay»; el río «Pindo Grande»; el río «Pindo Chico», el río «Sandalias», y el estero «La Talanga» (GADMP, 2012). Tiene un clima muy agradable sub tropical húmedo, y una temperatura que fluctúa entre los 17°C y 24°C, con promedio anual de 20 °C. Su extensión es de 104 Km<sup>2</sup>.

Cuenta con 36.659 habitantes, que representa el 0,60 % del área del cantón «Pastaza» (INEC, 2010), el cual tiene un total de 62.016 habitantes, de ellos el 35,2 % identificados como indígenas y el 58,5% como mestizos. Se ha observado un alto grado de inmigración procedente de otras provincias en un 46,5 %, entre las más importantes Tungurahua (8,42 %), Morona Santiago (5,38 %), Chimborazo (5,36 %), Pichincha (3,10 %) y Napo (3,02 %) (PDyOT GADMP, 2015).

Al poseer muchos atractivos turísticos, es una de las ciudades más comerciales de la región que impulsan el comercio y otras actividades productivas, las cuales están generando afectaciones al Medio ambiente. De allí que resulte de suma importancia identificarlas y establecer las áreas de incidencia, que requerirán una atención especial para preservar los recursos existentes. «Puyo» está conformado por los barrios: Obrero; Pambay; Vicentino; Cumandá; Intipungo, Miraflores; El Dorado; Las Palmas; El Recreo; Santo Domingo; La Merced; La Unión; Mariscal; Central 12 de Mayo; Amazonas; Libertad; Nuevos Horizontes; Juan Montalvo; México, y Las Américas (GADMP, 2017).

El presente estudio se realizó en los 10 principales barrios de la urbe, donde se ha determinado que existe la mayor cantidad de locales comerciales y de servicios, así como emplazamientos generadores de residuos peligrosos. Según los datos proporcionados por el GAD Pastaza, en el año 2017, se registraron en el «Puyo» 43 establecimientos, los cuales están ubicados en diferentes zonas.

Se empleó una investigación de carácter descriptivo y de campo para realizar el diagnóstico ambiental, así como una investigación bibliográfica para profundizar los conocimientos del tema en estudio y sustentar la información obtenida. La información secundaria actualizada sobre emplazamientos registrados de lubricadoras y lavadoras se obtuvo del GADMCP del cantón «Pastaza», Dirección del Departamento de Gestión Ambiental y Riesgos.

Se efectuó la recopilación de la información de línea, base de las condiciones ambientales más relevantes en cada uno de los barrios, mediante el uso de una ficha ambiental que reúne los aspectos más importantes observados *in situ*, con un efecto negativo en los recursos naturales, y de los representantes barriales. La información de la ficha ambiental incluye: Información general del barrio; características del sector; ubicación; servicios de impacto económico; características ambientales en los recursos agua, suelo y aire; características ambientales del manejo de residuos sólidos; tratamiento de aguas residuales; tratamiento de emisiones gaseosas; condiciones de seguridad y salubridad; y otros problemas detectados. Se realizó además una valoración de los aspectos ambientales observados hacia el Medio ambiente con una calificación de alto (3), medio (2) y bajo (1), que indican la prioridad del impacto; se consideró la afectación a los recursos agua, suelo y aire, según el formato (Garrido, 1998).

Se identificaron 43 emplazamientos en toda la ciudad como generadores de sustancias peligrosas, con un nivel de confianza  $Z= 1.96$ ; o el 95 % de los casos; se realizó también la evaluación de aspectos ambientales en 4 de ellas (Manzanares, 2014) y se efectuó la compilación de la ficha de inspección de lubricadoras y lavadoras, mecánicas y talleres, aplicadas por el GAD Municipal del cantón «Pastaza»

(GADMCP), para determinar el nivel de cumplimiento sobre los requerimientos necesarios para su normal funcionamiento.

La aplicación de la encuesta y la observación directa en los establecimientos permitió verificar su actividad y obtener información relevante sobre: Tipo de actividad y ubicación del emplazamiento; residuos generados en emplazamiento: sólidos, líquidos; condiciones de las instalaciones de servicio; condiciones de almacenamiento de residuos generados; disposición final de residuos líquidos y sólidos; conocimiento de la peligrosidad de residuos líquidos y sólidos generados; conocimientos de la Normativa ambiental aplicables a la actividad. La visita *in situ* a cada emplazamiento permitió determinar con exactitud en qué sitios exactamente hay generación de residuos de aceites lubricantes.

La información recolectada contiene las variables principales de estudio. Asimismo, se realizó una clasificación y agrupación de la información para determinar los barrios con mayor incidencia ambiental, y se efectuó un análisis estadístico utilizando frecuencias y porcentajes para los aspectos más relevantes del estudio, con el fin de determinar cuáles son las principales actividades o emplazamientos que generan efectos negativos en el Medio ambiente, debido a un manejo no adecuado de los residuos, ya sean de origen doméstico o productivo, que se generen en las actividades que se desarrollan en los principales barrios de la ciudad.

### **Resultados y discusión**

Los resultados obtenidos de los principales barrios de la ciudad de «Puyo», mediante el uso de la ficha ambiental, se resumen en la *tabla 1*, la *tabla 2* y la *tabla 3*; donde se observan las diferentes actividades que predominan y que tienen incidencia en el ambiente. Se ha determinado la existencia de un total de 839 locales en los 10 barrios seleccionados, que brindan diferentes actividades de servicios en cada uno de ellos. Se han reportado únicamente los que tienen incidencia en cada uno de los sectores.

La población del cantón «Pastaza» tiene definida tres tipos de ocupaciones: Actividades primarias, dentro de las cuales están la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la pesca en área rural con un 26,53 %; en el sector industrial, la manufactura en un 6,49 %; y en el sector de servicios con un 66,98 %, dentro del cual se encuentran la construcción, el comercio, las actividades de alojamiento y de gastronomía, el transporte, la información y las comunicaciones, la salud, la enseñanza y otros servicios, que concuerdan con INEC (2010).

En la ciudad están dispersas las actividades industriales y de servicios como lubricadoras y lavadoras, comedores, mecánicas, lavanderías, talleres industriales, lavadoras, aserraderos, vulcanizadoras, gasolineras, las cuales tienen incidencia en cada uno de los barrios, debido a que durante el desarrollo de ellas se generan residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas, perjudiciales para el desarrollo de especies animales y vegetales en sitios aledaños, e incluso con efectos negativos para el hombre, cuando no se toman las medidas de seguridad adecuadas en los diferentes emplazamientos donde se manipulan sustancias o residuos peligrosos.

**Tabla 1.**

*Incidencia de actividades en los barrios de la ciudad de «Puyo».*

Barrio	No. locales comerciales y servicios	Total	No. actividades relevantes	De	Tratamiento de aguas residuales	Manejo de residuos sólidos	de Ruido	Otros problemas
Amazonas	186		19 comedores, 4 lavanderías, lavadora y lubricadora.	4	Ni domésticas, ni actividades productivas.	No, se mezclan todos los residuos en restaurantes.	No	4 descargas determinadas en diferentes puntos al estero «Citayacu». Problemas con residuos de basura en calles, falta de basureros, problemas con fauna canina.
Cumanda	16		1 lubricadora y lavadora, comedor, tiendas abarrotes.	1 y 4	Ni domésticas, ni actividades productivas.	No clasificación de basura.	No	Mecánicas presentan derrames de hidrocarburos y aceites lubricantes al suelo y agua.
El Dorado	67		8 lubricadoras y lavadoras, comedores, taller de mecánica, enderezada pintura, lavanderías, lubricadoras, mecánicas, taller industrial.	9 y 1	Ni domésticas, ni actividades productivas.	No; incineración de guardachoques al aire libre.	Sí, en mecánica.	Problemas de fauna canina, con residuos sólidos en las calles.
Intipungo	73		2 lubricadoras, comedores, Talleres de mecánica, lavanderías, mecánicas, aserraderos.	8 de 1 6 6	No, descargas de agua con residuos de aceites lubricantes.	No, residuos de guaipes de lubricadora en basura común; acumulación de basura en terreno baldío, calle González Suárez.	Sí, compresor y aspiradora en lubricadora y lavadora; en aserradero, sierras, compresores, cepilladoras	Problemas de fauna canina, con residuos sólidos en las calles.

**Fuente:** Elaboración propia.

La observación de las sustancias referidas, contaminantes en el recurso agua, da indicios de que existen modificaciones en sus características físicas, químicas y microbiológicas, lo cual concuerda con la afirmación de Abril *et al.*, (2017) con relación a la calidad del agua del río «Puyo» y sus afluentes, que indica que existen variaciones en el pH y coliformes fecales que sobrepasan los límites permisibles establecidos en la legislación ecuatoriana, con una concentración mayor de contaminantes en las zonas urbanas, debido a las descargas directas a los ríos sin ningún sistema de tratamiento. Los contaminantes observados tanto en el agua y en el recurso suelo como aceites y grasas lubricantes, residuos de comida, basuras, plásticos, chatarra, entre otros; existen en mayor cantidad en las zonas de mayor desarrollo comercial o productivo de la población, encontrándose sus receptores finales en el Estadio «Víctor Hugo Georgis» y «Puente vía Macas». Se ha determinado que

las características del barrio o zona incide directamente sobre la calidad de agua (Johnston *et al.*, 1990).

**Tabla 2.**  
*Incidencia de actividades en los Barrios de la ciudad de Puyo.*

Barrio	No. Total locales comerciales y servicios	No. De actividades relevantes	Tratamiento de aguas residuales	Manejo de residuos sólidos	Ruido	Otros problemas
Palmas	124	4 lubricadoras y lavadoras, 8 comedores, 2 lavanderías, 2 lubricadoras, 14 mecánicas, 5 talleres de enderezado y pintura, 1 taller industrial, 3 vulcanizadoras, 3 lavadoras, 2 gasolineras.	No, descargas de agua con residuos de aceites lubricantes, en lubricadoras y lavadoras; residuos de pintura en agua que va sistema de alcantarillado.	Residuos sólidos esparcidos en las calles, residuos domésticos en calles Ceslao Marín y Manuel Santos.	Problemas de ruido por compresores, pintado a soplete al aire libre.	1. Descarga doméstica «Pindo Grande», calle Jaime Roldós Aguilera 2. Descarga doméstica, calle Ceslao Marín. 3. Descarga doméstica, calle Ceslao Marín y Manuel Santos. 4. Descarga doméstica, calle Ceslao Marín.
Libertad	100	3 lubricadoras y lavadoras, 22 comedores, 3 lavanderías, 2 lubricadoras, 7 mecánicas, 2 soldadura, 1 taller industrial.	No, descargas de agua con residuos de aceites lubricantes, en lubricadoras y lavadoras; sin trampas de grasas.	No, clasificación de residuos, acumulación de plásticos en terreno baldío en calle Cumandá.	No, pero presencia de olores de actividades productivas.	1. Descarga al río «Pindo Chico» 2. Descarga a estero S/N.
Vicentino	45	1 lubricadora y lavadora, 6 comedores, 1 lavanderías, 2 soldadura, 1 taller industrial, 1 taller eléctrico de autos.	No, existe.	Mala disposición de residuos y falta de cultura y educación ambiental por parte de los moradores y transeúntes.	Ruido de talleres por compresores.	Estero «Citayacu» afectado por residuos de basura.

**Fuente:** Elaboración propia

La ausencia de plantas de tratamiento de aguas residuales evidencia, en los diferentes barrios según la *tabla 2* y la *tabla 3*, la presencia de sustancias sólidas y líquidas peligrosas en el recurso hídrico: ríos «Pindo Grande», «Pindo Chico»; estero «Citayacu», esteros existentes S/N que desembocan en el río «Puyo», por lo cual se requiere un manejo responsable. Los aceites residuales de motores en el agua o en el suelo es preocupante, debido a que contienen diversos compuestos químicos como metales pesados (cromo, plomo, cadmio, arsénico, entre otros), hidrocarburos aromáticos polinucleares, benceno y algunas veces solventes clorados, PCBs, que según Hamawand (2013, citado

en Fong *et al.*, 2017) tienen un efecto directo sobre la salud humana, y muchos de ellos están catalogados como cancerígenos.

Como se puede observar en las *tablas 1, tabla 2 y tabla 3*, la presencia de contaminación a los cuerpos de agua superficial o del suelo en los diferentes barrios en análisis, no solamente es perjudicial para el hombre, sino para todas las formas de vida existentes, debido a que la presencia de residuos de aceite lubricantes modifican negativamente los procesos naturales y provoca un desequilibrio de los ecosistemas, según estudios reportados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA).

Los resultados de la calificación de los aspectos ambientales por actividad, que tienen incidencia en los barrios de la ciudad de «Puyo», indican que las lubricadoras y lavadoras son las que poseen un impacto alto, con una calificación de 3, por la presencia de residuos peligrosos; le siguen los comedores, con una calificación de 2, debido a la generación de residuos sólidos y líquidos que no son manejados adecuadamente, basura, aceites comestibles, aguas residuales, desperdicios, etc., - solamente una pequeña parte de residuos tiene una disposición final adecuada, lo cual indica un impacto medio-; continúan las mecánicas con un impacto de 3, considerado alto por la presencia de residuos de aceites y lubricantes en el suelo, el agua e incluso en el aire, pues muchas veces son reutilizado con atomizadores en actividades de limpieza.

No se implementan medidas de seguridad para el manejo y almacenamiento de dichos contaminantes, a lo cual se suma el hecho de que algunos emplazamientos generan ruido sobre los niveles permisibles 85-90 dB, en locales de mecánicas o lavadoras y lubricadoras.

Los resultados obtenidos sobre la incidencia del número de emplazamientos y la actividad indican que el Dorado tiene la mayor incidencia ambiental con un 37,31 % por lavadoras y lubricadoras, mecánicas, y talleres industriales; 13,43 % por restaurantes; le sigue el barrio las Palmas con 11, 29 % por mecánicas y 4,83 % por lubricadoras. El barrio Obrero, conocido como la “zona rosa”, se caracteriza por centros de diversión nocturna con problemas por ruido en áreas residenciales con valores de 75 a 90 dB, mecánicas con 4,23 %, lavadoras 2,64 %, restaurantes 21,69 %; siguen en incidencia los barrios Intipungo, Libertad y el Chofer; los de menor incidencia son los barrios Amazonas, Cumandá y Miraflores.

**Tabla 3.**

*Incidencia de actividades en los Barrios de la ciudad de «Puyo».*

Barrio	No. Total locales comerciales y servicios	No. actividades relevantes	De Tratamiento de aguas residuales	Manejo de residuos sólidos	de Ruido	Otros problemas
Miraflores	23	2 comedores, 1 taller industrial, 1 taller eléctrico de autos, 1 centro de diversión nocturna, 1 lubricadora.	No, existe.	Mala disposición de residuos, presencia de lixiviados, malos olores, recolección incompleta de residuos en contenedores.	Ruido de actividades productivas de taller y mecánica, el personal no dispone de protección física.	Descarga al «Pindo», color gris con un fondo lodoso oscuro, un olor desagradable, presencia de restos de basura.

<b>Obrero</b>	189	2 lubricadoras, 41 comedores, 5 lavanderías, 8 mecánicas, 1 vulcanizadora, 2 lavadoras, 1 gasolinera, 6 bares karaokes, 3 suelda autógena.	No, existe.	Mala disposición de residuos, presencia de lixiviados, malos olores, recolección incompleta de residuos en contenedores.	Ruido de actividades productivas.	6 descargas al estero «Citayacu», calle 20 de julio y Chimborazo. 2 en calle Chimborazo, 2 en calle Loja y calle Citayacu. 3 descargas al estero «Citayacu», 2 en calle Guayaquil y una en la calle Manabí y el Oro.
<b>Chofer</b>	16	1 lubricadoras, 4 comedores, 1 lavanderías, 4 mecánicas, 1 vulcanizadora, 1 lavandería.	No, existe.	No hay contenedores para la basura.	Ruido de mecánicas y lubricadoras.	

**Fuente:** Elaboración propia

## Conclusiones

Las principales causas de la contaminación ambiental en la ciudad de «Puyo» se deben a las actividades comerciales y productivas que generan residuos sólidos, líquidos y gaseosos, las cuales incorporan contaminantes a los ríos, al suelo y al aire, debido a la falta de un manejo adecuado de los mismos.

La falta de plantas de tratamiento de aguas residuales afecta la calidad del agua, principalmente por residuos de lavadoras y lubricadoras, mecánicas y talles industriales; los locales de comedores que involucran a restaurantes o locales de expendio de comida por un manejo no adecuado de residuos sólidos, y líquidos orgánicos, generan problemas de acumulación de basura con afectaciones al paisaje, y malos olores. La presencia de locales de diversión nocturna, principalmente en el barrio Obrero, trae consigo problemas de ruido en áreas residenciales.

Los resultados determinados permiten evidenciar que existen barrios de la ciudad que requieren inmediata atención para el cuidado y preservación de los recursos naturales, que permitan garantizar un ambiente libre de perturbaciones y mejorar la calidad ambiental en los diferentes sectores de la ciudad. El cumplimiento de la normativa ambiental vigente en las diferentes actividades es indispensable para la protección del medio ambiente de la localidad.

## Referencias bibliográficas

Abril, R., Rodríguez L., Sucoshaña y V., y Bucaram E., (2017). Caracterización preliminar de calidad de aguas en subcuenca media del río Puyo. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(2), 59-72.

Alvarez, W., (2002). *El Turismo Integral, Una Alternativa para el desarrollo de la Provincia de Pastaza*. Secretaría General del Consejo de Seguridad Nacional, Instituto de Altos Estudios Nacionales Quito, 30-55.

Becerra, M., (2009). Ingeniería y Medio Ambiente. *Revista de Ingeniería, Dossier*, 56-60.

- E.P.A. U.S., (2015, 12 de agosto). *Environmental Protection Agency. Office of Solid Waste and Emergency Response. (Desechos Sólidos y Respuesta a Emergencias)*. Recuperado de <http://www2.epa.gov/aboutepa/about-office-solid-waste-and-emergency-response-oswer>.
- Fong,W., Quiñonez, E., y Tejada, C. (2017). Caracterización físico-química de aceites usados de motores para su reciclaje. *Prospectiva*, 15(2), 135-144. <https://dx.doi.org/10.15665/rp.v15i2.782>
- Garrido, S., (1998). *Regulación Básica de la Producción y Gestión de Residuos*. Fundación Confemetal. ISBN: 84-89786-45-3, DI M-32073.
- GADM, (2012). *Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pastaza, Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial 2012-2015*. Puyo, Ecuador.
- GADMP, (2017). *Ordenanza Ambiental para el manejo, disposición y tratamiento adecuado de aceites, grasas, lubricantes usados y/o solventes hidrocarburoados saturados*. Pastaza, Ecuador: GADMP.
- Gómez C., A. (2002). El conflicto ambiental: "realidad que debe abordarse integralmente". *Latreia*, 15(1), 43-49. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-07932002000100005&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-07932002000100005&lng=en&tlng=es).
- Hamawand, T. Yusaf, S., Rafat, (2013). Recycling of waste engine oils using a new washing agent. *Energies*, 6(2), 1023-1049.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, (2010). *Censo de Población y Vivienda*. Quito, Ecuador: INEC.
- Johnston C., Detenbeck N. and Gerald J.(1990). "The cumulative effect of wetlands on stream water quality and quantity, a landscape approach". *Biogeochemistry*, 10 (2), 105-141. ISSN 01682563. Springer, Van Godewijckstraat, Netherlands
- Lipietz, A., (1998). *Qu'est-ce que l'écologiepolitique ? La grande transformation duXXIesiècle*. Paris: La Découverte, 18-23.
- Manzanarez, A., e Ibarra, G., (2012). Diagnóstico del Uso y Manejo de los Residuos de Aceite Automotriz en el municipio del fuerte, Sinaloa. *Ra Ximhai*, (8), 129-137.
- PDyOT, GADMP, (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Pastaza, 2015-2020*. Ecuador.
- Serrade, D. (2013) Relaciones entre la Saud, Educación y Ambiente en Quito: El Rol de la Educación Sanitaria y Ambiental. Letras Verdes. *Programa de Estudios Socio Ambientales FLACSO Ecuador*, (13), 2-18.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Evaluación de los peligros, vulnerabilidades y riesgos por deslizamientos de tierra en la provincia «Sancti Spíritus», Cuba.

**Autores:** Ignacio González Ramírez<sup>28</sup>, Félix J. Pentón Hernández, Osmany Ceballo Meléndres, Yeneisy Medinilla Cruz y Omaidá Romeu Torres.

### RESUMEN

En Cuba los desastres causados por fenómenos naturales constituyen un peligro recurrente, especialmente aquellos provocados por eventos hidrometeorológicos y sísmicos que originan deslizamientos de tierra. Específicamente, la provincia «Sancti Spíritus» ha sufrido históricamente el impacto de fenómenos meteorológicos peligrosos como los huracanes y precipitaciones intensas en los últimos 30 años, los cuales han traído el desplazamiento de tierras en varias localidades. Los daños económicos, sociales y ambientales generados son considerables. Este trabajo presenta los resultados alcanzados en la identificación de los peligros, vulnerabilidades y riesgos de desastres originados por ese tipo de eventos. De ese modo, el objetivo general del estudio consistió en identificar y caracterizar el peligro, la vulnerabilidad y el riesgo de la provincia ante desastres asociados a deslizamientos.

**Palabras clave:** eventos naturales, identificación de vulnerabilidades, riesgos.

---

<sup>28</sup> Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí, Ecuador. E-mail: [igramirez3@gmail.com](mailto:igramirez3@gmail.com)

## EVALUACIÓN DE LOS PELIGROS, VULNERABILIDADES Y RIESGOS POR DESLIZAMIENTOS DE TIERRA EN LA PROVINCIA DE SANCTI SPIRITUS, CUBA

*Ignacio González Ramírez, Félix J. Pentón Hernández, Osmany Ceballo Meléndres, Yeneisy Medinilla Cruz y Omaidá Romeu Torres*

### Introducción

Una de las provincias donde mayormente ocurren eventos de deslizamientos es «Sancti Spíritus», en cuyos ocho municipios se distribuyen 85 consejos populares, estructura organizativa básica para la respuesta en casos de ocurrencia de situaciones de desastres. Este territorio ha sufrido históricamente el impacto de fenómenos meteorológicos peligrosos como los huracanes «Kate» (noviembre de 1985), «Lily» (octubre de 1996), «Michelle» (noviembre de 2001), «Denis» (julio de 2005), «Ike» (septiembre de 2008) y precipitaciones intensas en los últimos 30 años como las registradas en los años 1988, 1995, 2002 y 2012; todos los cuales generaron importantes daños al sistema económico, social y ambiental de la provincia.

Cuenta con una extensión superficial de 6 736.51 km<sup>2</sup>; limita al Norte con el océano «Atlántico», al Sur con el mar «Caribe», al Este con la provincia «Ciego de Ávila» y al Oeste con las de «Villa Clara» y «Cienfuegos». Su gran diversidad geológica y alta variabilidad del relieve y del clima determinaron la formación de un verdadero mosaico de suelos y vegetación. El clima predominante es tropical estacionalmente húmedo, con influencia marítima y rasgos de semicontinentalidad. La temperatura promedio anual en la provincia oscila entre 24 °C y 26 °C. Los máximos valores se registran en la zona sur del territorio, oscilando entre 30.5 °C y 31 °C. En cambio, los mínimos se localizan en las zonas montañosas, oscilando entre 21.5 °C y 22.5 °C. El mes más cálido es agosto, con valores entre 31 °C a 33 °C y el mes más frío es enero, con 21 °C a 23.5 °C.

Su precipitación media anual es de 1 410-1 430 mm, distribuida en dos periodos: El lluvioso (de mayo a octubre, concentrando el 84 % del volumen anual) y el poco lluvioso (de noviembre a abril, con 210-230 mm); diciembre es el mes menos lluvioso (media de 15-25 mm) y junio el más lluvioso, con 250-260 mm. La distribución espacial de las precipitaciones es también irregular, con un incremento del volumen anual desde las costas (con medias de 1 000-1 200 mm), hacia el interior, de Este a Oeste y con la altitud (llegando a 1 600-1 700 mm en Montañas de Guamuha).

Esas características climáticas condicionan el régimen hídrico de los ríos (estiajes y crecidas coincidentes con las épocas menos lluviosa y lluviosa, respectivamente), donde además, el substrato litológico y el relieve determinan la formación de una densa red de drenaje superficial, con 17 cuencas hidrográficas principales (entre ellas una de interés nacional y cuatro de interés provincial). Todo esto explica que la provincia cuente con un potencial hídrico total de 2 860.4 millones de m<sup>3</sup> de agua dulce (superficial y subterránea), de los cuales 2 541.5 millones corresponden a las aguas superficiales (una de las reservas más ricas del país).

Las costas alcanzan 237 km de extensión (66 km en la costa norte y 171 km en la sur). La costa norte forma un litoral esencialmente acumulativo-biogénico (de manglares) con pequeños sectores abrasivo-acumulativos en «Caguanes», «Judas» y los «Cayos de Piedra» (13 islotes formados a partir de colinas de roca caliza). Por su parte, en la costa sur se distinguen dos tipos generales de costas: Abrasivas o abrasivo-acumulativas, con terrazas marinas y playas (desde el río «Cabagán» hasta «Punta Ancón»); y acumulativo-biogénicas y deltaicas con manglares y lagunas (desde «Punta Ancón» a «Palo Alto»).

En este contexto, el objetivo general del estudio que se presenta consistió en identificar y caracterizar el peligro, la vulnerabilidad y el riesgo de la provincia ante desastres asociados a deslizamientos.

## **Materiales y métodos**

La base conceptual para los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgos por deslizamientos de tierras es la descrita en la *Directiva No.1/2010* y en el glosario de términos elaborado por el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil de Cuba (2002). Para la realización de este estudio en la provincia «Sancti Spíritus» se utilizó la *Guía metodológica para el estudio de peligros, vulnerabilidad y riesgos por deslizamientos del terreno a nivel municipal, versión 4-ENE/12* (AMA, 2012).

Se utilizaron las siguientes fuentes cartográficas:

- Modelo digital del terreno en formato raster (MDT) 1: 25 000. Elaborado a partir del relieve del *Mapa Topográfico digital 1: 25 000* del Grupo Empresarial Geocuba.
- Mapa de la red fluvial (polilíneas). Escala. 1: 25 000. Se utilizó la misma fuente.
- Mapa de la red vial 1: 25 000 (polilíneas). Se utilizó la misma fuente.
- Mapa geológico 1: 100 000 (polígonos). Se utilizó el mapa geológico de Cuba digital a esa escala
- Mapa de suelos 1: 25 000 (polígonos). Se utilizó el mapa a esa escala del Instituto de Suelos y Fertilizantes.
- Mapa de uso de la tierra 1: 25 000 (polígonos). Construido con la información disponible a partir de la actualización del uso de la tierra por la ONHG.
- Mapa de intensidad de la lluvia a escala 1: 25 000 (raster). Se obtuvo mediante la elaboración de mapas de lluvias máximas por interpolación, con cubrimiento de las áreas límites de la provincia mediante el uso de los valores límites de las otras provincias existentes en un mapa de Cuba a menor escala.
- Mapa de aceleración sísmica (raster). Se utilizó el mapa del CENAISS.

Se utilizaron los software Mapinfo Profesional Versión 9.3 y Arc Gis Versión 9.2. La cartografía temática fue referenciada en el Sistema Conforme Cónico Lambert Cuba Norte. También se utilizó para el manejo de bases de datos hojas de cálculo Excel de Microsoft Office (2007). Se generaron a partir del MDT los mapas de *Ángulo de la pendiente*, *Orientación de la pendiente* y *disección vertical*. El ángulo de la pendiente se calculó en grados y se clasificó en 5 clases, la orientación de la pendiente también se clasificó en 10 clases y la disección vertical determinada fue el promedio, todo de acuerdo a las orientaciones metodológicas.

Asimismo, se empleó la evaluación multicriterio con la aplicación de álgebra de mapas sobre SIG. Esta variante considera la determinación de la susceptibilidad por factores que en combinación con factores disparadores permiten determinar el peligro. La evaluación multicriterio utilizada, de acuerdo a la metodología, consideró varios criterios con un peso determinado que lo ponderan de acuerdo a los demás criterios. Además, estos tienen uno o varios indicadores que distribuyen el valor unitario del criterio, de acuerdo a su peso y la ponderación del indicador en varias clases. Se realizó la estandarización de los mapas del criterio mediante *mapas raster* con coeficientes unitarios mediante procedimientos establecidos en la guía y se aplicó álgebra de mapas para determinar el mapa de susceptibilidad de la provincia.

Posteriormente, se reclasificó el mapa en 3 clases de susceptibilidad y se obtuvo un segundo mapa con los resultados de estas.

El peligro se determinó siempre de acuerdo a la variante A, a partir de la estandarización de los resultados de la susceptibilidad a un rango entre 0 y 0.8, atribuyéndole a los factores disparadores el 0.2 restante. En esta medida estadística, la lluvia se pondera como 0.9 y la sismicidad como 0.1.

La estimación del riesgo fue el producto obtenido de los peligros y las vulnerabilidades mediante álgebra de mapas para el estudio general, y a través de tablas Excel para facilitar la toma posterior de decisiones por los usuarios del trabajo.

## Resultados y discusión

### ➤ Calidad de la información

La información utilizada para determinar el peligro es la más actualizada existente en el país, no hubo una fuente de información conocida por los autores que no fuera incorporada. Con excepción del mapa de uso de la tierra elaborado por los autores a partir de diferentes fuentes, en todos los casos la información fue certificada por las fuentes autorizadas para ello.

### ➤ Determinación de la susceptibilidad a deslizamientos

La geología expresa una mayor susceptibilidad en las zonas llanas costeras, con los valores más bajos hacia la parte central de la provincia. La litología y tectónica predominantes en las montañas y alturas no son muy susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos. Los factores geomorfológicos tampoco expresan un alto grado de susceptibilidad, pero en este caso sí son las montañas las regiones donde predominan los valores más altos. Las características edafológicas basadas en la profundidad y el tipo de suelos presentan la mayor susceptibilidad en las áreas costeras. Como en el caso de la geología, en las montañas y llanuras los valores no son altos. Sin embargo, en la parte central del territorio predominan los valores altos a medios. Respecto al uso de la tierra, la mayor parte de «Sancti Spíritus» es altamente susceptible, pero en las montañas predominan los valores bajos.

Como resultado de la suma de estas susceptibilidades y de la susceptibilidad calculada para las vías de comunicaciones, se determinó la susceptibilidad a deslizamientos de tierras (figura 1). Las áreas más susceptibles fueron la premontaña en «Guamuhaya», las «Alturas del Nordeste de Las Villas» y otras áreas montañosas de la provincia.

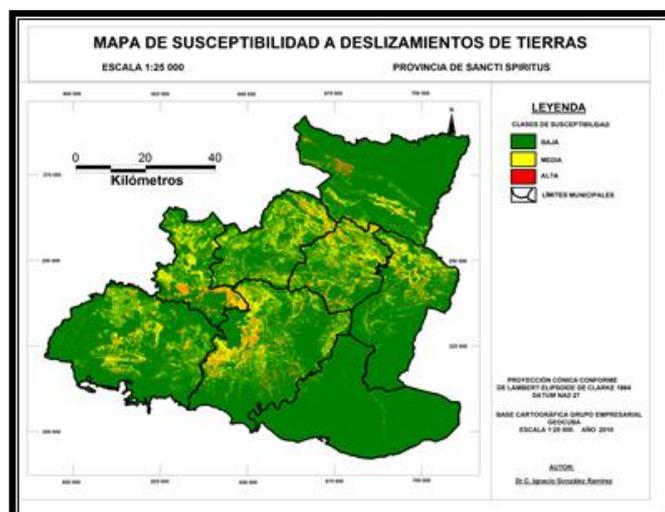


Figura 1. Susceptibilidad de deslizamientos de tierras.

Fuente: González, 2018.

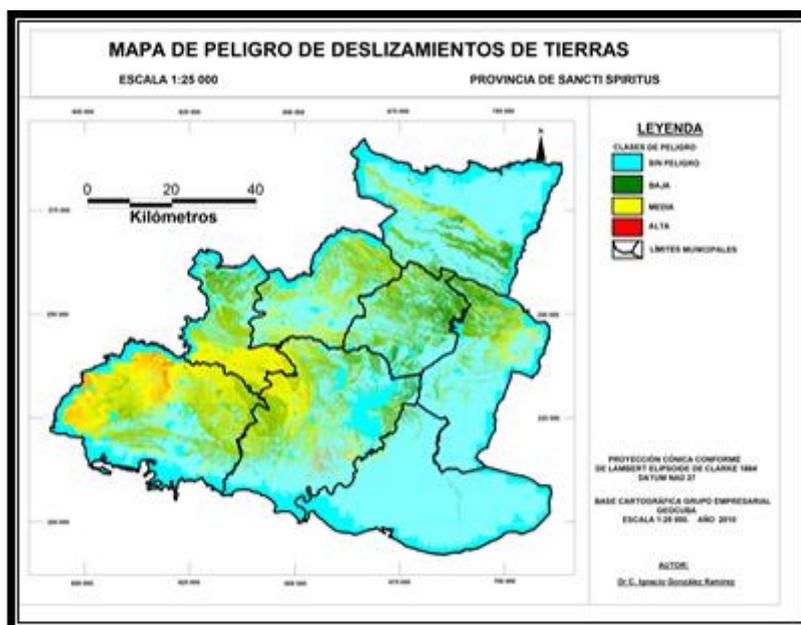
➤ *Determinación del peligro de deslizamientos*

En el caso de la lluvia, los valores más altos de aguaceros intensos ocurren en áreas planas del municipio «La Sierpe», donde las pendientes son inferiores a 3 %, por lo que son áreas no proclives a deslizamientos de tierras. En el resto de la provincia, las lluvias más intensas se localizan en la montaña, la premontaña y las llanuras del centro, al Norte y en la costa las lluvias máximas son menos intensas a pesar de la mayor influencia de los huracanes.

La aceleración sísmica tiene sus valores máximos asociadas a dos fallas señaladas en la región central de Cuba como las más activas, atraviesan el municipio «Yaguajay», desde «Villa Clara» a «Ciego de Ávila» la más septentrional y se extiende con rumbo Este Oeste al Sur de las montañas de «Guamuhaya» la más meridional.

El peligro de deslizamientos de tierras en la provincia «Sancti Spíritus» (figura 2) se manifiesta con mayor intensidad en las montañas de «Guamuhaya», estrechamente asociado a las cúpulas «Trinidad» y «Sancti Spíritus». Las llanuras costeras y otras llanuras poco onduladas no tienen peligros de deslizamientos por su pendiente menor de tres grados.

Las alturas del nordeste expresan peligro medio de deslizamientos de tierras. En «Guamuhaya» predomina el peligro medio, aunque en determinados sectores llega a ser alto, vinculado a las pendientes altas sobre todo porque se observa que se asocia a las laderas más abruptas.



**Figura 2.** Peligro de deslizamientos de tierras.

**Fuente:** González, 2018.

➤ *Cálculo de la vulnerabilidad*

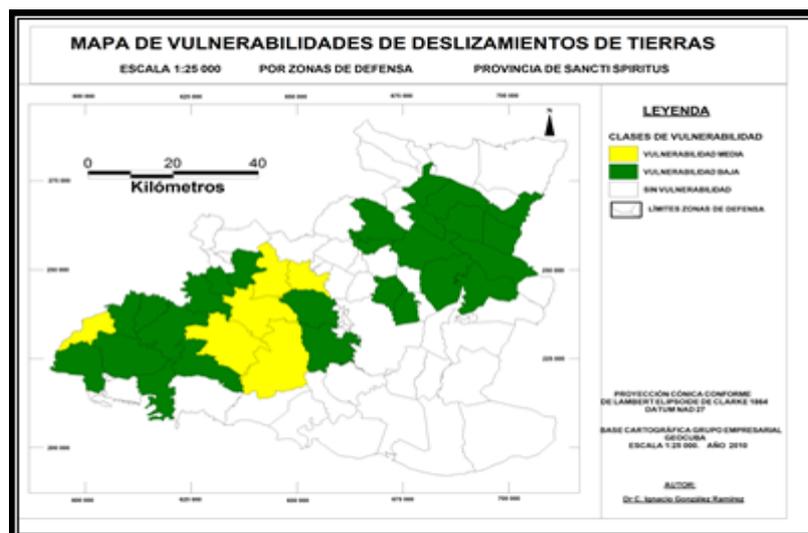
La vulnerabilidad con valores más altos para la provincia «Sancti Spíritus» se encuentra en la vulnerabilidad social, por lo que es esta la que tiene mayor incidencia en la vulnerabilidad total. Los municipios con mayores valores de vulnerabilidad total en sus consejos populares son: «Trinidad», «Fomento», «Cabaiguán», «Yaguajay» y «Sancti Spíritus»; es éste último es el único que presenta un consejo popular con mayor vulnerabilidad total: «Banao».

Es de destacar que los municipios con mayor afectación por deslizamiento –anteriormente mencionados- son los que presentan mayor pendiente y elevaciones del terreno. En el municipio «Cabaiguán» esto se debe al tipo de suelos predominante y su intenso uso y manejo, lo cual provoca en eventos de intensas lluvias que se produzca este peligro asociado a proyectos hidráulicos de tranques y micropresas sin estar certificadas por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), cuyos diques ante el deslizamiento impacta negativamente en los cultivos, la infraestructura de caminos, carreteras, puentes y los asentamientos humanos.

La provincia «Sancti Spíritus» presenta una alta densidad de corrientes superficiales que repercute en las cuencas hidrográficas de interés provincial «Zaza», «Agabama», «Jatibonico del Sur» y «Jatibonico del Norte». En eventos de intensas lluvias ocurren fuertes avenidas y, asociados al nivel máximo de las aguas en el cauce de los ríos, intensos procesos erosivos y deslizamientos, los cuales tienen sus mayores impactos en las zonas ecológicas sensibles y áreas protegidas, en lo fundamental en las franjas hidrorreguladoras de los ríos «Zaza», «Tuinucú», «Agabama», «Caracusey», «Calabaza», «Jatibonico del Norte» y «Jatibonico del Sur».

El peligro por sismos en la provincia está asociado a fallas de interior de placa, las cuales pueden generar terremotos de hasta siete grados de intensidad en la escala MSK en los municipios «Yaguajay» y «Trinidad», y eventos relativamente fuertes para los municipios de «Sancti Spíritus» y «La Sierpe», en los cuales estaría presente el fenómeno de licuefacción en rocas con altos contenidos de humedad, que provocarían el fallo de estructuras hidráulicas al deslizarse, tales como el dique del embalse «Zaza», canales y sistemas hidráulicos, y grandes afectaciones al fondo habitacional y empresarial en ambos territorios.

La vulnerabilidad total presenta valores de vulnerabilidad baja y media en los 33 consejos populares donde aparece el peligro de deslizamiento. En la provincia predominan los que no presentan vulnerabilidades ante este evento, un total de 52. Los municipios que presentan vulnerabilidad media en algunos de sus asentamientos están estrechamente ligados a paisajes rurales con fuertes pendientes y elevaciones del terreno: «Trinidad», consejos populares «Pitajones», «Condado» y «Topes de Collantes»; «Sancti Spíritus», Consejo Popular «Banao»; «Fomento», Consejo Popular «El Pedrero»; y «Cabaiguán», consejos populares «4 Esquina de Santa Lucía» y «Santa Lucía» (figura 3).

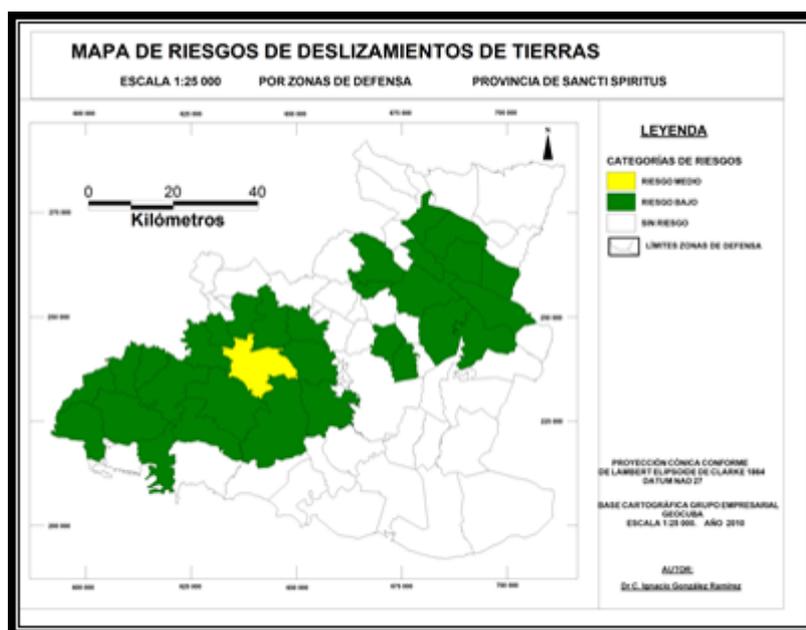


**Figura 3.** Vulnerabilidad ecológica por Consejos Populares.

**Fuente:** González, 2018.

### ➤ Determinación del riesgo

Como se aprecia en la *figura 4*, solo existe un consejo popular de riesgo medio, que es «El Pedrero» en el municipio «Fomento», mientras los riesgos bajos se distribuyen en dos regiones de la provincia: las montañas de «Guamuhaya» y áreas colindantes; y la vertiente sur de las «Alturas del Nordeste de Las Villas». Se manifiesta la pendiente como factor natural de mayor influencia, pues es el único que se mantiene completamente correlacionado con el riesgo. El municipio «Trinidad» es el que tiene mayor cantidad de consejos populares con alto riesgo, seis de sus 14 están entre las 10 primeras en este indicador.



**Figura 4.** Mapa de riesgos de la provincia «Sancti Spiritus».

**Fuente:** González, 2018.

En la provincia en general, los riesgos de deslizamientos de tierras no pueden considerarse entre los riesgos más frecuentes entre aquellos asociados a peligros naturales. Sin embargo, las vulnerabilidades pueden aumentar conjuntamente con el desarrollo económico si no se tienen en cuenta la distribución de los peligros. También se debe señalar que si no se realiza una correcta gestión y regulación ambiental, algunas de las susceptibilidades no podrán ser corregidas o se degradarán determinadas condicionantes naturales que pueden intensificar los riesgos. Entre las acciones a ejecutar para impedir estos probables escenarios están la recuperación de bosques de galería, fajas hidrorreguladoras y la prohibición al establecimiento de infraestructuras en riberas de ríos y laderas o piedemontes, porque los fenómenos asociados a las zonas con estas características no se han evidenciado totalmente en este estudio de acuerdo a la escala de trabajo.

### Conclusiones

Los riesgos de deslizamientos de tierras en «Sancti Spiritus», de acuerdo a los resultados de este trabajo, son predominantemente bajos, debido a la combinación de peligro y baja vulnerabilidad.

En el caso de los peligros, la estabilidad tectónica predominante, la abundancia de rocas duras y semiduras, y los procesos exógenos intensos como primer factor morfodinámico, expresado en el modelado del relieve, han estabilizado a través del tiempo geológico las laderas de mayor susceptibilidad en el territorio.

Las áreas de peligro por lo general tienen baja vulnerabilidad. La existencia de amplias áreas de calidad óptima para el emplazamiento de asentamientos y obras socioeconómicas ha permitido la no ocupación de las zonas de mayor peligro. Los mayores valores de vulnerabilidad se asocian a la vulnerabilidad social, sobre todo en la percepción social.

Los presupuestos no se ejecutan para disminuir vulnerabilidades asociadas a los factores de peligro que generan los deslizamientos como son las intensas lluvias y los sismos.

Por la escala de los trabajos 1: 25 000, pueden existir procesos locales no visualizados en este trabajo. Se identifican como casos probables las riberas fluviales desnudas y las zonas de piedemonte.

### **Referencias bibliográficas**

Agencia de Medio Ambiente (2012). *Guía metodológica para el estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgo por deslizamientos del terreno a nivel municipal.*

CENAISS (2011). *Mapa de aceleración sísmica de la provincia de Sancti Spiritus.*

Geocuba (1985). *Mapa topográfico de la República de Cuba. Escala 1:25 000.*

IGP (1988). *Mapa geológico de Cuba. Escala 1: 100 000.*

Instituto de Suelos y Fertilizantes (1988). *Mapa de suelos de la República de Cuba. Escala 1:25 000.*



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Impactos ambientales producidos por un terremoto en la provincia «Manabí».

**Autores:** Carlos Gustavo Villacreses Viteri<sup>29</sup>, Antonio Vázquez Pérez, Mónica del Rosío Veliz Pincay y Yadira del Pilar Chavez Loor.

### RESUMEN

La provincia «Manabí» se encuentra sometida a diferentes riesgos, uno de ellos es el sísmico. Cuando este fenómeno se produce no solo pone en peligro a todos los elementos de la sociedad, sino que sus consecuencias llegan más lejos y pueden comprometer la situación ambiental de una localidad, cuando son capaces de producir cambios en la orografía del terreno, modificando el paisaje. Muchas construcciones colapsan y otras quedan afectadas transformando de manera importante el ambiente. La investigación tiene como objetivo mostrar algunos riesgos ambientales que se produjeron al ocurrir este tipo de fenómeno natural; para lo cual se empleó como método la revisión bibliográfica a partir de las experiencias derivadas de los efectos del terremoto en la ciudad de «Portoviejo», el 16 de abril de 2016, donde se pudieron apreciar zonas abandonadas, las cuales anteriormente poseían un alto valor funcional y social; así como suelos que han adquirido otros tipos de valores producto a los diferentes impactos ambientales y cambios del paisaje afectado por fenómeno natural.

**Palabras clave:** suelos, terremotos, riesgos ambientales, valor funcional, valor social.

---

<sup>29</sup> Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. E-mail: [cvillacreses@utm.edu.ec](mailto:cvillacreses@utm.edu.ec)

## IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS POR UN TERREMOTO EN LA PROVINCIA «MANABÍ»

*Carlos Gustavo Villacreses Viterí, Antonio Vázquez Pérez, Mónica del Rosío Veliz Pincay y  
Yadira del Pilar Chavez Loor*

### Introducción

Los terremotos en su mayoría provocan impactos ambientales desde el momento en el que se produce el fenómeno. Aun cuando la acción antrópica del hombre reconstruye lo destruido, los primeros impactos quedan grabados en el paisaje. El comportamiento de estos eventos es diferente según el tipo de zona donde se producen.

Estudios realizados por Pérez (2017) demuestran que los terremotos tienen un alto índice de impacto ambiental no sólo en lugares poblados, sino también en la naturaleza, pues la biodiversidad que abunda en el sector puede verse gravemente afectada pese a que los cambios a nivel del paisaje sean los más evidentes como las secuelas en la tierra. No obstante, sigue siendo lo más traumático la pérdida de vidas humanas, la cual tiene un comportamiento diferenciado de un terremoto a otro, en dependencia de la preparación de la ciudadanía para enfrentar este tipo de calamidad (Negrete, 2018).

Según la investigación llevada a cabo por Calvo (1984), la *teoría de riesgos*, en cuanto a geografía, trata acerca de la dificultad que presenta el ser humano al estar sometido dentro de un medio natural que puede traer consigo dificultades como peligros y amenazas, las cuales podrían afectar incluso a la supervivencia de los mismos ante la ocurrencia de un fenómeno natural.

Para que las acciones del hombre como especie dentro de un ecosistema sean óptimas y ayuden a mantener y mejorar su calidad de vida, es necesario que se desarrollen diversas formas de adaptación dentro del territorio, de manera que le permita optimizar y obtener los recursos requeridos para satisfacer sus necesidades y desechar otros aspectos que puedan ser perjudiciales (García-Tornel, 1984); ello contribuye a que, ante cualquier tipo de riesgo, existan las mínimas condiciones de sostenibilidad.

La degradación del medio, que lleva incorporada determinados procesos económicos, es otro factor que se tiene presente ante diferentes catástrofes como son la deforestación, el éxodo rural, las roturaciones y expansión incontrolada de las áreas en cultivo, muchas de ellas con incidencia en la erosión. En la provincia «Manabí» existen varios factores que se han observado luego del sismo ocurrido el 16 de abril de 2016 en diferentes lugares.

Uno de los aspectos que se ha valorado en función de tener territorios resilientes ante la ocurrencia de impactos ambientales provocados por los desastres naturales, son los planes de ordenamiento territorial, la planificación participativa y la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. La intervención de múltiples actores según sus roles y competencias (sector público, privado y sociedad civil) garantizan que las comunidades sean más seguras y que desde nivel local se pueda reducir la vulnerabilidad a riesgos futuros (González, 2017).

Actualmente, a nivel mundial se aplican varias técnicas de gestión adaptativa de los recursos hídricos como elementos básico en caso de riesgos sísmicos, una de esas técnicas es la planificación de escenarios, con enfoques basados en el aprendizaje y las soluciones flexibles y de bajo riesgo, que puedan contribuir a la adaptación a los cambios hidrológicos inciertos (IPCC, 2014); las estrategias comprenden la adopción de una gestión integrada de los recursos locales, el aumento del abastecimiento, la reducción del desajuste entre la oferta y la demanda de agua y otros productos

perecederos, la disminución de los factores de estrés, el refuerzo de las capacidades institucionales y la introducción de tecnologías eficientes que permitan el abastecimiento no solo del agua, sino de otros componentes necesarios como es la energía.

A partir de los estudios realizados se propuso como estrategia metodológica, buscar información de los impactos que fueron provocados por el fenómeno natural para ganar claridad en lo relacionado con la planificación prevista para disminuir los riesgos ambientales ante un sismo; y se hizo énfasis en aquella relacionada con las fábricas e industrias que pueden afectar el ambiente al derramarse material tóxico que impacta en la salud de las personas, el suelo y el aire.

El objetivo de la investigación consiste en ofrecer un análisis relacionado con los efectos negativos que puede provocar un terremoto al ambiente y, por ende, a las personas que se encuentran en los territorios afectados.

### **Materiales y métodos**

Se tomó como territorio para el estudio la provincia «Manabí», que fue una de las más afectadas por el terremoto del 16 de abril de 2016, al valorarse que las principales actividades económicas y sociales de las cuales depende la vida de la sociedad, pueden verse afectadas de manera importante y representativa por la ocurrencia de un sismo, entre las que se pueden mencionar el turismo de costa y rural, la agricultura, la industria y el comercio, pues es este territorio una de las provincias que más aporta al sector turístico, no solo por sus playas, sino también por sus platos típicos.

La investigación pretende ofrecer una panorámica del recurso endógeno que existe, lo que le permite ser una provincia con potencialidad de resiliencia en función del enfrentamiento de un terremoto, donde se destaca el amplio potencial de las fuentes renovables de energía.

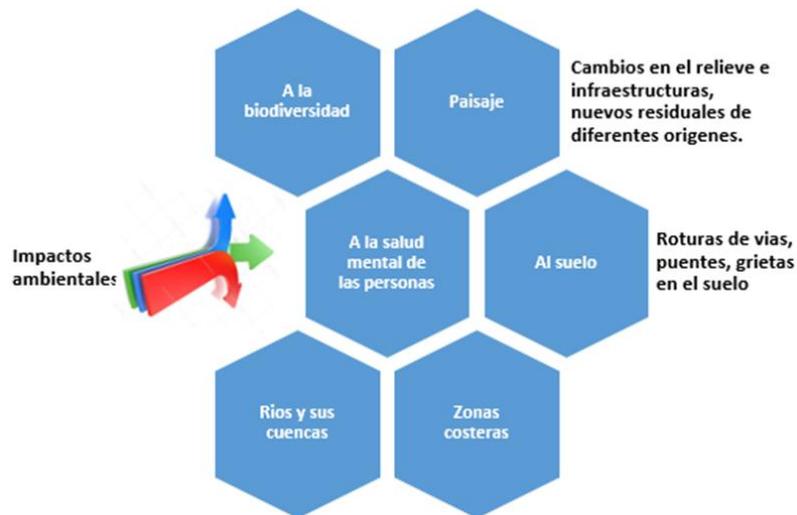
Se utilizó el método deductivo para interpretar los riesgos a los que se encuentra sometida la provincia y el impacto de la ocurrencia de un sismo en el Medio ambiente. Todo ello en función de establecer las conclusiones relacionadas con el estudio del tema.

### **Resultados y discusión**

#### ***Principales impactos ambientales de un sismo.***

Los sismos producen efectos catastróficos en diferentes partes del mundo, la mayoría afectan la biodiversidad partiendo del hombre como ente fundamental en la cadena trófica; afectan al paisaje, modifican cauces de ríos, carreteras y con ello los efectos de la flora y la fauna, pues en el caso de esta última, en muchos casos se ve obligada a cambiar de hábitat.

En la *figura 1* se muestran algunos de estos impactos ambientales provocados por la ocurrencia del terremoto en la provincia «Manabí»: muchos de ellos expresados en las carreteras, las viviendas e infraestructuras constructivas (en edificios fundamentalmente).



**Figura 1.** Algunos impactos ambientales provocados por un terremoto. **Fuente:** Elaboración propia.

En la *figura 2* se muestran fotos con impactos reales derivados de la ocurrencia de un terremoto. En A se observan los efectos de la licuefacción en el terreno y en B otros impactos en el terreno.



**Figura 2.** Impactos ambientales provocados por terremoto. **Fuente:** Elaboración propia.

En la *figura 2a* (A), se observan los árboles inclinados y como el suelo ha cedido hundiéndose por su propio peso. Durante el proceso de rehabilitación muchos árboles tendrán que ser talados, en la *figura 2b* (B) se observan grietas y volcanes de arena producto de licuefacción (Instituto Geofísico, 2016). También se pueden ver cambios de relieve en el entorno.

En el caso de los terremotos ocurridos en Chile, donde se produjo uno de los sismos de mayor magnitud registrado en la historia, se debatió sobre la bioética, con conflictos y dilemas entre valores y principios éticos que se plantean de forma diferente a la atención de salud ordinaria. Según León (2012), estos tienen siempre un gran impacto en la salud pública; hacen que se replantee la distribución de recursos sanitarios; cuestionan las políticas actuales en materia de educación sanitaria, prevención y gestión de emergencias, que analizan las prioridades, los enfoques amplios e interdisciplinarios, y revelan la importancia de la cooperación mundial en la investigación y obtención de datos fiables.

En muchos casos ocurre la depresión psicológica de las personas; esta se relaciona con la pérdida de un pariente, propiedad o trabajo, en personas que sobrevivieron a desastres naturales. Según estudios realizados por Álvarez (2018), en el sismo de México se notó el aumento del riesgo de la población a trastornos mentales. En Perú, que también es un país afectado muy frecuentemente por los sismos, se han investigado los impactos a la salud que han provocado daños económicos (Barberan, 2009), haciendo más traumática las consecuencias de estos eventos para los seres humanos.

Uno de los impactos más sobresalientes en la provincia «Manabí» después del sismo del 16 de abril de 2016 fueron las afectaciones al servicio de agua potable; las condiciones de saneamiento, los escombros y la exposición climática de la población debido a la pérdida de sus viviendas; los cuales generaron un riesgo potencial de enfermedades transmitidas por agua, vectores y alimentos contaminados (OMS, 2016); además de personas afectadas mentalmente. Se realizó un estudio sobre la resiliencia en personas evacuadas en la ciudad de «Portoviejo» por ser entre las más afectadas (Tarazona, 2018).

### ***Impactos al suelo en el sismo en Manabí.***

En el caso de los suelos en la ciudad de «Portoviejo» se presentaron fenómenos de licuefacción, debido a que se produjeron condiciones especiales para la amplificación de las ondas sísmicas, provocados fundamentalmente por la composición geológica del suelo. En la *figura 3* se puede mostrar parte del centro de la ciudad en la mañana del 17 de abril de 2016 (Bravo, 2017), donde se observan edificios colapsados como consecuencia de las altas vibraciones de las ondas sísmicas.



***Figura 3.*** Edificios colapsados en la ciudad de «Portoviejo». ***Fuente:*** Bravo, 2017.

Hubo un cambio dramático en el paisaje urbano provocado por el terremoto; la contaminación del aire se produjo por el polvo generado en las edificaciones destruidas, creando un aspecto difuso en el clima urbano; se acumuló una gran cantidad de escombros que contaminan el ambiente de la ciudad y que sirven de hospedero a las ratas y otros insectos infecciosos. En la *figura 4* se muestra una de las consecuencias del sismo que provocaron el enrarecimiento del paisaje urbano.



**Figura 4.** Enrrecimiento del paisaje urbano después del sismo del 16 de abril de 2016.

**Fuente:** Bravo, 2017.

En cuanto a infraestructura se refiere, alrededor de 80 kilómetros de vías resultaron afectadas al igual que 35.264 viviendas, de las cuales 13.962 colapsaron de manera total. También sufrieron daños 51 puestos de salud, 875 escuelas y 11 universidades.

En el sector productivo se perdieron 21.823 puestos de trabajo entre formales e informales, con la misma cantidad de seres humanos que quedaron desempleados. Además, 80.000 personas se desplazaron a causa del terremoto de los cuales 28.775 se albergaron en refugios y albergues; 15.000 se alojaron en casas de acogida y el resto optó por la migración, describiendo un panorama social muy complejo para el territorio.

En acciones de atención se activaron 251 albergues con el fin de reubicar a las personas en zonas seguras, con 600 familias reubicadas en terrenos urbanizados por el Estado o construcción en terreno propio. Concretamente, en la localidad de «Portoviejo» se ejecutó el reasentamiento de «El Guabito».

Se estima que el costo para la reconstrucción de las zonas afectadas por el terremoto del 16 de abril de 2016 asciende a 3.343 millones, según los cálculos realizados por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES). En esta inversión para el sector social se desembolsarán 1.368 millones; en infraestructura, 862 millones; mientras que en el sector productivo se invertirán 1.032 millones.

Algunos estudiosos de Ecología política (Bravo, 2017) plantean que su fundamental rol como ciencia es la interrelación de las sociedades humanas con la naturaleza; además de analizar cómo se da el acceso, control y uso de los recursos naturales y del territorio en una sociedad conformada por distintos grupos de poder. Esta ciencia surge como una crítica a la modernidad, y queda comprobada al poder apreciar que un grupo importante de las edificaciones modernas colapsaron, no siendo así con las viviendas típicas del entorno manabita.

Muchas de ellas resistieron en embate del terremoto como se muestra en la *figura 5*, donde se observa una vivienda que se calcula entre 80 y 100 años de antigüedad, construida en dos plantas con materiales endógenos que forman parte de la cultura constructiva ancestral del territorio, y que se encuentra ubicada a la entrada al malecón de la ciudad costera de «Bahía de Caráquez» y que aún se sostiene en pie como testigo indeleble de la historia manabita (Zibell, 2016).



**Figura 5.** Casa construida con materiales endógenos. **Fuente:** Zibell, 2016.

Las zonas costeras de la provincia «Manabí» poseen una amplia cobertura turística. Estas zonas tuvieron un impacto negativo por el temor a la ocurrencia de tsunamis provocados por el sismo; las construcciones quedaron desbastadas, lo que se puede apreciar en fotos mostradas en la *figura 6*.



**Figura 6.** Fotos de zonas costeras desbastadas por el sismo. **Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados mostrados son ejemplos prácticos de los impactos ambientales provocados por el sismo en la provincia «Manabí». Esta experiencia negativa puede revertirse en planes y estrategias que mitiguen estos efectos negativos al ambiente.

## Conclusiones

La investigación permitió exponer un análisis relacionado con las consecuencias ambientales de un sismo, especialmente las relacionadas con las personas, la infraestructura constructiva y económica de la sociedad, donde se pudo comprobar el extraordinario potencial destructivo de estos fenómenos, capaces de poner a prueba las fortalezas de cualquier sociedad para enfrentarlos y salir fortalecidos del mismo.

Se muestran las principales consecuencias relacionadas con el saldo negativo de la ocurrencia del sismo del 16 de abril de 2016 en la ciudad de «Portoviejo», lo que permite tener una idea de la gravedad de las mismas.

Los resultados de la investigación demuestran la importancia de profundizar en el estudio del riesgo de forma tal que se tracen estrategias que permitan a corto, mediano y largo plazo utilizar los recursos endógenos de la provincia en la mejora de las condiciones para enfrentar estos fenómenos y asegurar la resiliencia social del territorio.

### Referencias bibliográficas

- Álvarez, D. M. (2018). Impacto de los sismos de septiembre de 2017 en la salud mental de la población y acciones recomendadas. *Salud pública de México*, 60.
- Barberan, A. C. (2009). Estimación del impacto socioeconómico del terremoto en Pisco en el sector salud peruano. *Rev Med Hered*, 20(2), 177-184. ISSN 1018-130X.
- Bravo, E. (2017). El sismo del 16 de abril en Manabí visto desde la ecología del desastre. *Revista de Ciencias Sociales y humanas* (26). Universitat. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476151860010>
- Calvo, F. (1984). La geografía de los riesgos. *Cuadernos críticos de geografía humana*, IX (54). (I. 0210-0754, Ed.)
- González, M. (2017). *Terremoto del 16 de abril de 2016: Retos y lecciones aprendidas en el ámbito de la prevención y sostenibilidad ambiental. Noticias y publicaciones de multimedia.*
- Instituto Geofísico. (2016). *Levantamiento geológico de los efectos del sismo del 16 de abril en la zona entre Mantas y Esmeraldas.* <https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1332-levantamiento-geologico-de-los-efectos-del-sismo-del-16-de-abril-en-la-zona-entre-esmeraldas-y-manta>
- IPCC. (2014). Cambio climático 2014. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo.
- León C, F. J. (2012). Después de un terremoto: Bioética en situaciones de catástrofe. *Revista médica de Chile*, 140(1), 108-112.
- Negrete, M. I. (2018). Análisis y evaluación de los principales impactos ambientales post terremoto 2016 ocurridos en el cantón San Vicente, provincia de Manabí, Ecuador". Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15065>
- OMS. (2016). *Terremoto en Ecuador*. Ed. O. P. Salud.
- Panchana, R. C. (2018). Use of Concrete Debris: Sub-Base Material for Road Structures. *International Journal of Physical Sciences and Engineering*, 2(1). <http://sciencescholar.us/journal/index.php/ijpse>
- Pérez, R. (2017). *Daños ambientales por sismos. Novedades del milenio.* <https://sipse.com/milenio/danos-ambientales-por-sismos-opinion-yucatan-269782.html>
- Tarazona, M., Katherine A., et al. (2018). *La resiliencia ante los efectos de un terremoto.* <http://www.uct.unexpo.edu.ve/index.php/uct/article/view/845>

Zibell, M. (2016). El secreto de los edificios que no se cayeron durante el terremoto de Ecuador.  
[https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160422\\_ecuador\\_terremoto\\_problemas\\_construccion\\_arquitectura\\_ab](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160422_ecuador_terremoto_problemas_construccion_arquitectura_ab)



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Revisión ambiental inicial del Centro de Acopio y Enfriamiento de leche «MADRILAC».

**Autores:** Diego Ivan Cajamarca Carrazco Mgs<sup>30</sup>, Dennise Geovanna Tituaña Moreira, Luis Eduardo Hidalgo Almeida, María Magdalena Paredes Godoy y Nelly Ivonne Guananga Días.

### RESUMEN

La presente investigación se planteó realizar la *Revisión Medio Ambiental* del Centro de Acopio y Enfriamiento de leche «MADRILAC», situado en la provincia «Chimborazo», cantón «Guano», parroquia «San Andrés». Al ser un estudio de diagnóstico ambiental no se consideran tratamientos experimentales y repeticiones, por lo tanto, no se ajusta a un diseño experimental; la metodología se fundamentó en las visitas de observación; documentación fotográfica; entrevistas al personal responsable del proceso; análisis de muestras de aguas residuales, tomadas en las instalaciones de la planta agroindustrial cada 15 días para su análisis estadístico en el laboratorio acreditado para este tipo de actividad. Los resultados identifican problemas como la disminución de la flora y la fauna representativa del ecosistema; y la baja calidad de la leche de acuerdo con lo establecido por los organismos de control, la cual debe ser previamente tratada antes de ser descargada a los cuerpos receptores junto a otros desechos líquidos, al no contemplarse medidas de control adecuadas para evitar un daño nocivo a la salud humana, la diversidad biológica y sus propiedades. En la calidad del agua que circula por la planta se aprecia un incrementado sobre la carga contaminante al inferir el afluente con el efluente, específicamente en lo que respecta a sólidos totales (213,0 mg/L a 3261.50 mg/L); DQO (6,30 mg/L a 4409.32 mg/L); DBQ (4,20 mg/L a 2313.75 mg/L); resultados de monitoreo que sobrepasan los límites máximos establecidos por la *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua. Libro VI, Anexo 1*.

**Palabras claves:** Leche, revisión ambiental, agua residual, calidad ambiental.

---

<sup>30</sup> Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. E-mail: [diego.cajamarca@esPOCH.edu.ec](mailto:diego.cajamarca@esPOCH.edu.ec)

## REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL DEL CENTRO DE ACOPIO Y ENFRIAMIENTO DE LECHE «MADRILAC»

*Diego Ivan Cajamarca Carrazco Mgs, Dennise Geovanna Tituaña Moreira, Luis Eduardo Hidalgo Almeida, María Magdalena Paredes Godoy y Nelly Ivonne Guananga Días*

### Introducción

La leche recién ordeñada se encuentra a una temperatura de 37°C y resulta un excelente caldo de cultivo para las bacterias que se encuentran en la granja; por ello se debe enfriar rápidamente a 3°C o 4°C, procedimiento que inhibirá el desarrollo de microorganismos y posibilitará que se obtenga una leche de buena calidad microbiológica (Madrid, 2012). A la leche que llega a un centro de acopio se le practica un mecanismo de control y criterios de aceptación desde el punto de vista micro-biológico, físico-químico y organoléptico (Castro, 2011).

Tituaña (2019) expresa que al estar en crecimiento la actividad láctea en el Ecuador resulta necesario analizar su influencia en la degradación ambiental, pues esta industria ejerce gran presión sobre los recursos naturales al utilizar aquellos no renovables como elementos de entrada para su proceso, lo cual genera efluentes contaminantes que provocan aspectos negativos en la salud y calidad de vida, tanto para la *PachaMama* como para la población del área de influencia directa del proyecto. Lo expuesto anteriormente por la autora valida la necesidad de que las actividades industriales en el Ecuador tengan la obligación ética, moral y jurídica de controlar y respetar el habitat natural de forma sustentable, para alcanzar desde los diferentes espacios profesionales los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de 2030.

Los estudios de base inicial ambiental o diagnóstico ambiental inicial ocupan una posición central en la secuencia de las actividades de un estudio de impacto ambiental (EslA); son estos preceptos los que permitirán obtener la información necesaria para la identificación y previsión de los impactos ambientales generados por las actividades androgénicas (Sánchez, 2001), y de manera especial, la producción primaria de alimentos.

Conesa (2010) infiere que la realización de una revisión ambiental inicial actual del medio y del nivel de contaminación o deterioro generado por una actividad en operación o funcionamiento, corresponde a la auditoría ambiental y otros instrumentos correctivos y legales que forman parte de un EslA. Según Sbarato *et al.* (2010), para la realización de un EslA el primer paso es la identificación de las actividades o acciones que se realizarán durante las fases de construcción o instalación, la de operación o funcionamiento y el cierre o abandono del mismo.

Garmendia *et al.* (2015) planea levantar un inventario inicial ambiental que incluya el estado actual del ambiente y de los procesos que actúan sobre el medio en ausencia del proyecto. Esta descripción varía en función del tipo de actividad que se requiera auditar; pero para que la misma sea lo más veraz y objetiva del medio biofísico posible, debe ser elaborada por un equipo multidisciplinario compuesto por profesionales especializados en distintas disciplinas. Granero *et al.* (2018) reafirma el término *inventario ambiental* y lo define como: “La recogida de información relativa a los elementos del medio dentro de un área” (p. 189), que constituyen la etapa inicial de un EslA.

Los factores que pueden considerarse como componentes del Medio ambiente, de acuerdo con Bazant (2016), son: Agua y clima; vegetación, fauna y áreas naturales; uso del suelo; servicios públicos y de infraestructura; calidad del aire y niveles de contaminación atmosférica; nivel de ruido; calidad del agua o grado de contaminación. En el ambiente social: Servicios e instalaciones; fuentes de empleo y sitios comerciales; características de la comunidad; condiciones estéticas y ambiente económico.

Cualquier modificación que se presente, de modo natural o por acción del ser humano, que ejerza su efecto sobre el medio físico, biológico o químico de los sistemas de la naturaleza y sus elementos suelo, agua y aire, provocan cambios que pueden ser positivos o negativos y que en conjunto se ha denominado *impacto ambiental* (Montane, 2015). Autores como Vásquez (2000) acotan que el impacto ambiental sobre los recursos naturales renovables ha sido muy severo, principalmente en estos últimos años; el deterioro a la madre tierra se presentó con el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Controlar la influencia que sobre el medio ambiente ejerce el desarrollo y la evolución tecnológica se logra, en primera instancia, con la elaboración de un EslA (Rodríguez, 2018). En el campo normativo, la *Ley de Gestión Ambiental* (LGA, 2004) define al impacto ambiental “como la alteración positiva o negativa del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada” (p. 12); para el autor Esquivel (2014), en términos jurídicos, el impacto ambiental es el procedimiento administrativo que las personas físicas y morales deben ejecutar ante la instancia administrativa competente, con la finalidad de llevar a cabo la ejecución de una obra terrestre, subterránea, hidráulica u otra, o bien, realizar una actividad empresarial o industrial.

La presente investigación tuvo como objetivo realizar la *Revisión Medio ambiental* (RMAI) del Centro de Acopio y Enfriamiento de leche «MADRILAC», (CAEL-M) en la provincia «Chimborazo», cantón «Guano», parroquia «San Andrés», en virtud de conocer su situación actual.

## **Materiales y métodos**

«Guano», conocida como la “Capital Artesanal del Ecuador” (Ecured, 2018), se fundó mediante decreto el 17 de diciembre de 1845, en la *Convención Nacional* realizada en «Cuenca», bajo la presidencia de Vicente Rocafuerte (Asociación de Municipios del Ecuador, 2019). Albergando a grupos indígenas y mestizos en sus comunidades rurales, quienes heredaron saberes culturales para la crianza animal, cuenta con una población de 37, 888 habitantes, según cifras del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEN, 2001). Sus principales actividades económicas son la agropecuaria, la artesanal y la comercial.

El Centro de Acopio y Enfriamiento de leche «MADRILAC» se encuentra ubicada en la región centro del callejón andino del país, en la comunidad «Tuntatacto», parroquia rural de la provincia «Chimborazo». El contenido hídrico de la misma consta con los ríos «Gulag» e «Iguata» con un caudal de 1,7 litros/segundos y 1,5 litros/segundos respectivamente, los que son controlados por la Junta administradora del Agua potable de la localidad. Las coordenadas obtenidas a través de posicionamiento satelital global, la ubican en los paralelos 1° 32' 4,5 S, 78° 43' 42,4" O. Presenta un relieve plano con altura de 3,392 msnm, con un rango de precipitaciones desde 500 – 1000 mm/distribuidos en 12 meses; la temperatura promedio de la zona se encuentran de 6°C – 14°C, alojando en su territorio tres pisos climáticos: Templado sub – andino; frío andino y glacial en el volcán «Chimborazo» (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural «San Andrés», 2014).

El estudio tuvo una duración de 60 días, planificadas en conformidad con lo establecido por la metodología; las unidades experimentales en análisis fueron las aguas de ingreso y salida de los diferentes procesos productivos del CAEL-M; el monitoreo al recurso hídrico se ejecutó cada 15 días; la toma de las muestras de agua se realizó en envases esterilizados, con una cantidad de 200 ml, tapados, identificados, conservados y transportados con el debido protocolo de muestreo al Laboratorio de Servicios analíticos químicos y microbiológicos SAQMIC, de la ciudad «Riobamba».

Al tratarse de un estudio de revisión ambiental inicial e impacto ambiental, se utilizó una estadística no paramétrica del monitoreo de muestras de residuos líquidos, especialmente aguas residuales,

donde se consideraron medidas de tendencia central y medidas de dispersión; como prueba de significancia se utilizó *T – student*.

El trabajo investigativo se inició con una revisión ambiental inicial, en la cual se identificaron los impactos significativos positivos y negativos del CAEL-M, que fue el punto de partida para levantar la línea base ambiental, en un espacio y tiempo en particular. Una vez cumplida esta actividad, se formularon acciones de remediación, compensación y prevención medio ambiental, intervenido por la actividad agroindustrial.

## Resultados y discusión

En la parroquia «San Andrés» del cantón «Guano» existen 14 850 bovinos, lo cual corrobora que la población económicamente activa se dedica a la producción de leche y sus derivados, convirtiéndola en la zona alta andina de mayor presencia de semovientes, como lo son las comunidades: «12 de Octubre», «Quinual», «La Silveria», «Pulingui» y «Tuntatacto» (Arellano y Chimbo, 2017).

El centro cuenta con tres tanques de enfriamiento y almacenamiento de la leche cuya capacidad de acopio es de 2 500 litros cada uno, de los cuales el 40 % es recolectado de las comunidades próximas como «Tuntatacto», «Santa Rosa de Chuquipogyo», «San Pablo» y «Pulag»; el restante es transportado individualmente por los miembros de la asociación; se identificaron tres factores limitantes: Ineficiente infraestructura básica como el ingreso principal al centro de enfriamiento de tierra, sin veredas en el perímetro de la infraestructura; déficit de equipamiento técnico comunitario, espacios y áreas verdes. En la parte social, al inicio de las actividades, se creó el CAEL-M con 60 socios comunitarios; en los actuales momentos la asociación cuenta con 29 representantes activos, esta disminución obedece a políticas jurídicas de la organización, pues el CAEL-M es una empresa pública-privada creada mediante *Ordenanza Municipal* del cantón «Guano». En la comercialización del producto la empresa cuenta con un convenio con la empresa privada «Parmalat» para su entrega del producto.

Al realizar la RMAI, como se aprecia en la *figura 1*, se constató que existen dos entradas del recurso hídrico, las que cuentan con un tratamiento de potabilización por la Planta de Agua de distribución de la comunidad «Tuntatacto», las cuales utilizan para las actividades de desinfección de equipos, materiales, instalaciones y aseo personal. Las mangueras que conectan a las llaves están defectuosas en el área de la unión, generando pérdidas del recurso hídrico; no existe un tanque de almacenamiento correcto, pues el actual es un tanque improvisado de plástico de poca capacidad, que provoca un déficit del recurso y pérdidas por excesos de aforos.



**Figura 1.** Área de almacenamiento del recurso hídrico del CAEL «MADRILAC». **Fuente:** Elaboración propia.

Las instalaciones, tanto internas como externas de desagüe (*figura 2*), presentan desajustes de mantenimiento e incumplimientos del diseño legal, al no contar con lo estipulado en la *Norma técnica 057-2015- GGG* de la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), artículo 10: *Los servicios*, inciso e. *Drenaje y eliminación de residuos*, numeral 1; ello provoca que las aguas residuales se combinen con las escorrentías de agua de lluvia y con contaminantes que son eliminados al recurso edáfico y hídrico.



**Figura 2.** Reguilas y descargas líquidas del CAEL «MADRILAC». **Fuente:** Elaboración propia.

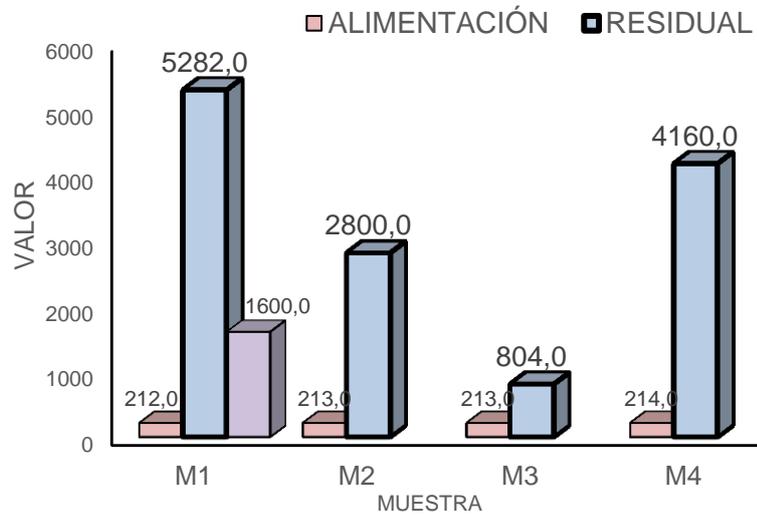
El área de efluentes líquidos provenientes de los procesos industriales del centro (*figura 3*) son vertidos a una quebrada localizada a cuatro metros de las instalaciones; cabe mencionar que en este sitio se descarga la totalidad de líquidos provenientes de la planta sin ningún tratamiento anterior, convirtiéndose en una fuente de contaminación permanente que causa la desaparición y desplazamiento de la flora y la fauna de la zona, incumpliendo esta actividad con la *Ley de Prevención y Control de la Contaminación ambiental (2004)*, Capítulo 2, artículo 6; que manifiesta la prohibición de las descargas líquidas sin sujetarse a las normas técnicas y regulaciones para las redes de alcantarillado, quebradas, ríos, etc.



**Figura 3.** Área de vertidos de efluentes líquidos del del CAEL «MADRILAC». **Fuente:** Elaboración propia.

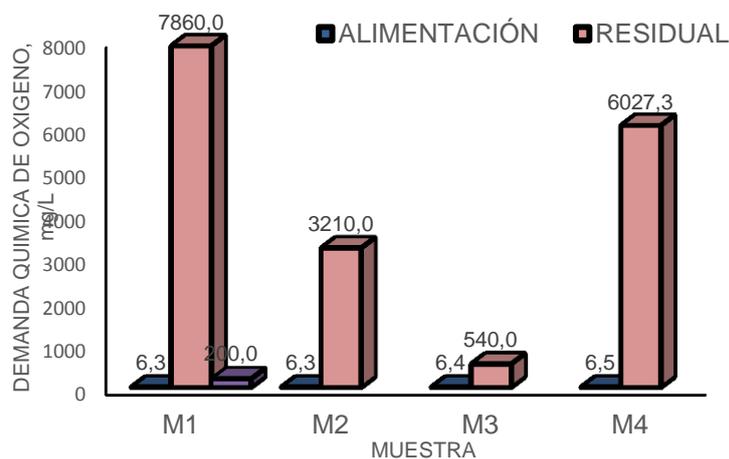
El parámetro *sólidos totales* (*figura 4*) indica que las muestras de agua recolectadas en la entrada y salida del proceso registraron un valor promedio de 313,0 mg/L y 3261,50 mg/L respectivamente, lo cual difiere de los valores restablecidos dentro del cuerpo legal del Ministerio del Ambiente del Ecuador, *Acuerdo 097- A. 2015, Refórmese de Texto Unificado de Legislación Secundaria*, documento

que expone los “Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce”, y establece que las corrientes residuales, antes de ser descargadas a un cuerpo natural, deben registrar un valor máximo permisible de 1600 mg/L. Rigiéndose por ese parámetro, las descargas residuales directas comprobadas afectan a la calidad del agua del cuerpo receptor.

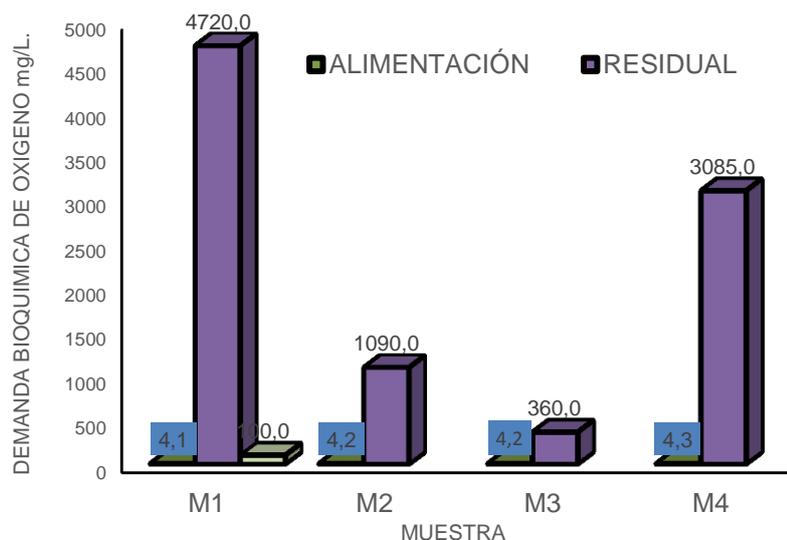


**Figura 4.** Contenido de sólidos totales en el agua de ingreso y salida generados en el CAEL «MADRILAC». **Fuente:** Elaboración propia.

Debido a las operaciones unitarias que se llevan a cabo en el CAEL-M, los efluentes registraron un valor promedio para DQO igual a 4409,32 y 2313,75 mg/L para DBO, (figuras 5a y 5b), esto supera de igual forma los límites permisibles planteados en la legislación vigente nacional -Acuerdo 028 del MAE-, que especifica que la descarga a un cuerpo receptor de agua dulce no debe superar un valor igual a 200 y 100 mg/L de oxígeno disuelto en los parámetros correspondientes al DQO y DBO.



**Figura 5a.** Resultados de la valoración de DQO y DBO en el recurso Agua. **Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 5b.** Resultados de la valoración de DQO y DBO recurso Agua.  
**Fuente:** Elaboración propia.

La socialización de este estudio se realizó mediante el *Instructivo al Reglamento de Participación Social* establecido en el *Decreto Ejecutivo No 1040 (2013)*, donde el promotor informó a la comunidad los hallazgos encontrados en la RMAI, sus impactos ambientales y las respectivas medidas a reflejarse si se elabora un *Plan de Manejo Ambiental*. La comunidad, por su parte, con la intervención del Sr. Paolo Escudero, miembro de la comunidad «Tuntatacto» expresa que por la falta de conocimiento científico en el tema ambiental y la falta de apoyo por parte del Alcalde del cantón, Lic. Oswaldo Estrada, nunca se planificó en el *Plan de Ordenamiento Territorial* un presupuesto para un EsIA, previo a una certificación por parte de la Autoridad Ambiental Nacional, para lo cual el facilitador medioambiental propone la realización de un trabajo de culminación de estudios de un estudiante de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, para de esta manera el CAEL «MADRILAC», pueda cumplir con la disposición jurídica ambiental vigente en Ecuador.

## Conclusiones

El impacto ambiental de mayor incidencia fue la presencia de aguas residuales sin tratamiento previo, provenientes de los procesos propios del CAEL-M, evaluados a través de canales a cielo abierto a una quebrada, ubicada a pocos metros de las instalaciones en estudio. Se deduce que las mismas no cumplen con la norma de prácticas correctas de higiene agroindustrial para las organizaciones de economía popular, solidarias y artesanales, estipuladas por los órganos del control del país como lo son el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) y ARCSA.

No existen programas de capacitación en el área de gestión ambiental que ayuden a disminuir los impactos provocados por la actividad al Medio ambiente, los cuales superan los límites máximos permitidos por la normativa ambiental vigente al no contar el CAEL-M con un *Plan de Manejo Ambiental*, tal como lo estipula la *LGA, artículo 20*.

## Referencias bibliográficas

Arellano, J., y Chimbo, M. (2017). *Memoria Técnica; Fortalecimiento de la cadena productiva de leche fría mediante la dotación de un tanque de enfriamiento para la parroquia San Andrés, Cantón*

- Guano. Recuperado de [http://www.chimborazo.gob.ec/chimborazo/wp-content/uploads/LOTAIP/PROYECTOS/Acopio%20de%20leche%20Chuquipogyo\(1\).pdf](http://www.chimborazo.gob.ec/chimborazo/wp-content/uploads/LOTAIP/PROYECTOS/Acopio%20de%20leche%20Chuquipogyo(1).pdf)
- Asociación de Municipios del Ecuador. (2019). El Cantón Guano. Recuperado de <https://ame.gob.ec/ame/index.php/institucion/objetivos-estrategicos/65-mapa-cantones-del-ecuador/mapa-chimborazo/263-canton-guano>
- Bazant, J. (2016). *Evaluación de impacto ambiental urbano*. México: Editorial Trillas.
- Castro, K. (2011). *Tecnología de alimentos*. Bogotá, Colombia: Editorial. Ediciones de la U.
- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Ecured (2018). *Cantón Guano Ecuador*. Recuperado de [https://www.ecured.cu/cant%C3%B3n\\_Guano\\_\(Ecuador\)](https://www.ecured.cu/cant%C3%B3n_Guano_(Ecuador))
- Esquivel, J. (2014). *Derecho Ecológico*. (1<sup>ra</sup> ed.). México: Editorial Trillas.
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C., y Garmendia, L. (2010). *Evaluación del impacto ambiental*. Madrid, España: Editorial Pearson Prentice Hall.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San Andrés (2014). *Informativo Ecuador Ama la Vida. Características generales del territorio*. Recuperado de <https://sanandres.gob.ec/index.php/la-parroquia/aspectos-generales>
- Granero et al. (2010). *Evaluación del Impacto Ambiental*. Madrid – España: Editorial, FC Editorial.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEN) (2001). *Cantón Guano*. Recuperado de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos\\_Censales/Fasc\\_Cantoniales/Chimborazo/Fasciculo\\_Guano.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantoniales/Chimborazo/Fasciculo_Guano.pdf)
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEN). (2001). *Cantón Guano*. Recuperado de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos\\_Censales/Fasc\\_Cantoniales/Chimborazo/Fasciculo\\_Guano.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantoniales/Chimborazo/Fasciculo_Guano.pdf)
- Ley de Gestión Ambiental (2004). Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (2004). Recuperado de [https://www.utpl.edu.ec/obsa/wpcontent/uploads/2012/09/ley\\_de\\_prevencion\\_y\\_control\\_de\\_la\\_contaminacion\\_ambiental.pdf](https://www.utpl.edu.ec/obsa/wpcontent/uploads/2012/09/ley_de_prevencion_y_control_de_la_contaminacion_ambiental.pdf)
- Madrid, A. (2012). *Curso de manipulación de alimentos*. Madrid, España: Editorial AMV Ediciones.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador (2015). *Acuerdo 097-A*. Recuperado de [http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/links\\_doc\\_contaminantes/REGISTRO%20OFICIAL%20387%20-%20AM%20140.pdf](http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/links_doc_contaminantes/REGISTRO%20OFICIAL%20387%20-%20AM%20140.pdf)
- Ministerio del Ambiente de Ecuador (2015). *Acuerdo Ministerial 028*. Recuperado de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155123.pdf>

- Montane, R. (2015). *Ecología y conservación ambiental*. (2<sup>da</sup> ed.). México: Editorial Trillas.
- Prácticas Correctas de Higiene, Resolución 057 Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. Recuperado de [http://www.supertiendaecuador.gob.ec/Documentos/Resolucion\\_057.pdf](http://www.supertiendaecuador.gob.ec/Documentos/Resolucion_057.pdf)
- Rodríguez, H. (2018). *Estudio de Impacto Ambiental Guía metodológica*. Bogotá, Colombia: Digipring Editores.
- Sánchez, L. (2001). *Evaluación del Impacto Ambiental Conceptos y Métodos*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones Ltda.
- Sbarato, V., et al. (2010). *Los Estudios de impacto ambiental*. Editorial. ENCUENTRO Grupo Editor.
- Tituaña, D. (2019). *Formulación de un plan de administración ambiental para el centro de acopio y enfriamiento de leche MADRILAC*. (Tesis de diploma). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- Vásquez, C. (200). *Bases Físicas del Ambiente*. Quito, Ecuador: Editorial Propad.

*Turismo sustentable*

---



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Indicadores turísticos y sostenibilidad: Una experiencia desde el postgrado.

**Autores:** Mabel Font Aranda<sup>31</sup>

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es evidenciar cómo contribuye la preparación investigativa de los docentes al diseño de indicadores en la sistematización de la información para la gestión turística sostenible. Para tales efectos se empleó la investigación participativa, la cual se apoyó en los métodos teóricos: Analítico-sintéticos, inductivo–deductivo, comparación; y otros del nivel empírico como revisión bibliográfica, trabajo en equipos, talleres, técnica de grupos nominales, matricial, etc. Se obtuvieron como resultados el diseño de un programa para construir indicadores de turismo sostenible en la enseñanza de postgrado; y la capacitación del total de los participantes que plantearon una lista de indicadores vinculados a diferentes temáticas referentes al turismo, a partir del diseño de una ficha con criterios necesarios en la sistematización de información relevante para la toma de decisiones oportunas. Los colaboradores transmitieron el aprendizaje a la práctica profesional mediante propuestas que permiten vigilar las repercusiones presentes y futuras de carácter económico, social y ambiental para la satisfacción del visitante, las comunidades y los empresarios en la gestión turística.

**Palabras clave:** Turismo sostenible, programa de capacitación.

---

<sup>31</sup>Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí, Ecuador. E-mail: [mabelfont@yahoo.es](mailto:mabelfont@yahoo.es)

## INDICADORES TURÍSTICOS Y SOSTENIBILIDAD: UNA EXPERIENCIA DESDE EL POSTGRADO

*Mabel Font Aranda*

### Introducción

En la dinámica de las relaciones económicas, sociales y culturales, la información constituye un elemento de gran importancia al incidir de manera determinante en la toma certera de decisiones, tanto de carácter personal como empresarial. Los servicios turísticos se reservan o se contratan lejos de donde se consumen y en tiempos diversos, por ello el turista o visitante requiere de mucha información actualizada para decidir qué comprar. Además, una vez en el destino, necesita orientarse y exige entonces nuevas informaciones; la intangibilidad previa del servicio turístico precisa de datos explícitos que ilustren lo que se vende. También, los empresarios turísticos requieren conocer las exigencias y tendencias de la demanda, las características de los proveedores, las ofertas de la competencia y otros factores influyentes.

Sin embargo, señala la Organización Mundial del Turismo (2015) en sus *Recomendaciones sobre accesibilidad de la información turística*, que “más allá del aspecto del diseño, persiste la falta de información con respecto a la accesibilidad de las instalaciones y los servicios turísticos. Incluso en los casos en que se suministra esta información, su fiabilidad tiende a ser cuestionable” (p. 5). Para el ansiado turismo sostenible se requiere del seguimiento a la información, organizada en indicadores que describen la situación actual, advierten sobre el futuro y direccionan qué hacer.

Respecto a la “Soberanía, inserción estratégica y proyección internacional” de Ecuador, el *Plan de Nacional de Desarrollo (2017 – 2021)* plantea que “el posicionamiento del país en el mundo –su promoción– resulta de interés de la ciudadanía; el turismo es la base de la economía nacional, por lo que se deben emprender acciones para fomentarlo. Aquí se insiste en la necesidad de la corresponsabilidad de todos los actores en los diferentes niveles de gobierno, así como en el sector público y privado” (SENPLADES, 2017, p. 106). Para hacer efectivo este propósito se requiere de un seguimiento sistemático a la actividad y de la generación de información relevante que permita observar las incidencias del turismo en los distintos ámbitos.

Un observatorio es una organización estructurada bajo determinado enfoque, que de forma sistemática, confiable y transparente, mediante generación e intercambio de información, permite la realización de análisis, síntesis, evaluación, determinación de la evolución y tendencias de determinados procesos y fenómenos, lo cual genera nuevas fuentes de información para la toma de decisiones. En dicho contexto, la Facultad de Hotelería y Turismo de la Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí (ULEAM), está desarrollando la investigación institucional «Observatorio Turístico de Manabí» para la proporción de información continua y precisa sobre la actividad, en un contexto participativo, inclusivo, de colaboración y comunicación entre actores, gestores, comunidades y visitantes; para la toma de decisiones certeras y oportunas.

Lo anterior está en consonancia con el *Modelo Educativo* de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, basado en una concepción socio-humanista, en la que se articulan postulados epistemológicos del constructivismo y la complejidad sistémica, que direccionan el proceso formativo al establecer el aprendizaje y la interculturalidad como eje articulador de los procesos académicos, investigativos y de vinculación con grupos humanos diversos, en contextos sociales, culturales y laborales.

Por tanto, el desarrollo de cualquier investigación que se derive de la ULEAM ha de sostenerse en los procesos sustantivos: académico, investigación y vinculación. Exige que los profesores investigadores

sepan cómo obtener la información en este particular, a partir de indicadores turísticos; aspecto que no todos dominan. El presente trabajo tiene el objetivo de evidenciar cómo contribuye la preparación investigativa de los docentes al diseño de indicadores en la sistematización de la información para la gestión turística sostenible.

## **Materiales y métodos**

El desarrollo del trabajo se sostiene en las normativas del Vicerrectorado Docente de la ULEAM (2016), que establece exigencias para el desarrollo de la capacitación / cursos. La *tabla 1* muestra las fases para su desarrollo, así como la lógica, métodos y técnicas, y los principales resultados obtenidos en cada una.

**Tabla 1.**  
*Fases para el desarrollo.*

<b>Fases</b>	<b>Métodos y técnicas</b>	<b>Principales resultados</b>
1. Consideración de la base legal	Revisión de documentos oficiales	Sistematización y aplicación de las normativas
2. Diseño del programa de capacitación postgraduada	Revisión bibliográfica, analítico sintético, comparación	Programa “Diseño de indicadores turísticos”
3. Ejecución del programa	Exposiciones, talleres, trabajo en equipos, técnica grupos nominales	Fichas de indicadores Lista de indicadores según dimensiones Capacitación de los participantes
4. Evaluación del programa	Ponderación asistencia / participación. Flujo libre de criterios	Logros y debilidades

**Fuente:** Elaboración propia.

## **Resultados y discusión**

### ***Fase 1. Consideración de la base legal.***

En correspondencia con las exigencias de la Vicerrectoría Académica – ULEAM (2016), los programas y proyectos de la Unidad de Educación Abierta-Virtual se sustentan bajo la normativa expresa de la *Constitución de la República del Ecuador* en los artículos 349, 350, 351 sobre las garantías del Estado al personal docente, entre otros aspectos, como la actualización, formación continua y mejoramiento pedagógico y académico. La formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; y la innovación. Así como la igualdad de oportunidades, calidad, pertinencia, integralidad, autodeterminación para la producción del pensamiento y conocimiento, en el marco del diálogo de saberes, pensamiento universal y producción científica tecnológica global.

La *Ley Orgánica de Educación Superior* (LOES, 2018) en el artículo 127 autoriza a las universidades y escuelas politécnicas a realizar en el marco de la vinculación con la colectividad, cursos de educación continua y expedir los correspondientes certificados.

De las bases legales anteriores derivan: el *Reglamento de la Ley Orgánica de Educación Superior*, el *Reglamento de Régimen Académico (2013)*, la connotación de estos procesos de superación para la *Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior*, la sistematización en el *Reglamento de Carrera y Escalafón del Profesor e Investigador del Sistema de Educación Superior (LOES, 2018)*.

Ya se ha planteado que los planes nacionales de desarrollo, (2013 - 2017 y actualmente 2017 - 2021) denominados *Toda una Vida*, contemplan la necesidad de fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía. El diseño del presente programa también transitó por los niveles de aprobación desde el Consejo de Facultad y la concepción reflejada en el proyecto institucional «Observatorio Turístico de Manabí», aprobado por el Departamento Central de Investigación de la ULEAM.

### **Fase 2. Diseño del programa de capacitación postgraduada.**

Para el diseño del programa se sigue la siguiente lógica orientada por Vicerrectorado Docente – ULEAM (2016): Introducción, base legal, objetivo general del programa de capacitación, estructura del plan y tipos de formación, acciones de formación, financiamiento, evaluación, programa y anexos. Además, se consideran directrices de literatura clave de la OMT (2005) los *Indicadores de desarrollo sostenible para los destinos turísticos*; la *Metodología para la elaboración de los informes GEO Ciudades* (PNUMA, 2008); el *Sistema Europeo de Indicadores Turísticos...* (Comisión Europea, 2016). Se hará alusión a los aspectos fundamentales que responden a los fines de este trabajo.

- *Objetivo general del programa de capacitación postgraduada:* Proporcionar los principios teóricos, metodológicos-investigativos y técnico-instrumentales, sobre los indicadores turísticos para la gestión empresarial y del destino, en el ámbito de la armonización entre las funciones sustantivas de la universidad.
- *Objetivos específicos:*
  1. Proporcionar los principios teóricos sobre indicadores turísticos.
  2. Establecer pautas metodológicas y técnico-instrumentales para la identificación y diseño de indicadores turísticos.
  3. Fomentar el empleo de indicadores turísticos en la obtención de información para la toma de decisiones certeras y oportunas.

El tipo de formación continua es un curso de actualización y perfeccionamiento para profesores – investigadores (*tabla 2*).

**Tabla 2.**  
*Descripción de la acción formativa.*

<b>Nombre</b>	<b>Código</b>	<b>Horas</b>	<b>Lugar</b>	<b>Tipo de Formación</b>
Diseño de Indicadores Turísticos Grupo Docentes investigadores	DIT	40	Facultad de Hotelería y Turismo	Investigación
			Causas que originan la Formación	
			El desarrollo del proyecto, que implica armonizar los procesos sustantivos a través de la investigación genérica.	

**Fuente:** Elaboración propia.

Las *tablas 3 y 4* describen los componentes principales del programa.

**Tabla 3.**

*Componentes del programa.*

<b>Criterios</b>	<b>Descripción</b>
Acciónformativa	Propiciar la armonización entre las funciones sustantivas de la universidad, a través de la identificación, diseño y obtención de información sobre indicadores turísticos para la gestión de la empresa y el destino.
Objetivos/competencias a generar	Integrar teorías y metodologías relacionadas con el diseño de indicadores turísticos. Generar indicadores para el control de la gestión turística empresarial y del destino. Estructurar instrumentos para la recogida de información, partiendo de la identificación y diseño de indicadores. Redactar informes factibles de constituirse en artículos y ponencias.
Resultados esperados	Sistematización de teorías y metodologías sobre indicadores turísticos. Identificación y diseño de indicadores turísticos. Estructuración de instrumentos para la recogida de información partiendo de la identificación y diseño de indicadores. Redacción de informes que sirvan de insumo a la elaboración de artículos científicos y ponencias.
Métodos y formas de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje	Exposición de la profesora, talleres e investigación acción participativa.
Sujetos de aprendizaje	Docentes investigadores del proyecto OTM y otros interesados.
Duración (horas)	40

**Fuente.** Elaboración propia a partir de Vicerrectoría Docente- ULEAM (2016).

**Tabla 4.**

*Contenido del programa de capacitación.*

<b>Contenidos</b>	<b>Objetivos /Competencias a generar</b>	<b>Nº de horas</b>
Encuentro 1. Organización y bases teórico-metodológicas. Indicadores según revisión bibliográfica.	Integrar teorías y metodologías relacionadas con el diseño de indicadores turísticos.	5 Presencial 5 No presencial
Encuentro 2. Indicadores según revisión bibliográfica. Estructuración y validación por expertos.	Generar indicadores para el control de la gestión turística empresarial y del destino.	5 Presencial 5 No presencial
Encuentro 3. Elaboración de ficha técnica de indicadores y de un instrumento.	Estructurar instrumentos para la recogida de información, partiendo de la identificación y diseño de indicadores	5 Presencial 5 No presencial
Encuentro 4. Lecciones aprendidas. Presentación de casos.	Redactar informes factibles de constituirse en artículos y ponencias.	5 Presencial 5 No presencial

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Fase 3. Ejecución del programa.**

El programa *Diseño de indicadores turísticos*, se ejecutó entre los días 9 y 12 de octubre de 2018. Los recursos empleados fueron: Computadoras, proyector, Internet, literatura especializada en formato digital e impresas, procedentes de la Facultad de Hotelería y Turismo; y en particular, los materiales de oficina de la ejecución del *proyecto Observatorio Turístico de Manabí*. Los costos indirectos (movilización, refrigerios, otros) fueron auto-gestionados por los participantes. La *tabla 5* describe las actividades docentes desarrolladas cada día.

**Tabla 5.**  
*Cronograma de actividades.*

<b>HORARIO</b>	<b>Fecha: 09/10/2018</b>	<b>Fecha: 10/10/2018</b>	<b>Fecha: 11/10/2018</b>	<b>Fecha: 12/10/2018</b>
<b>08H00 – 09H00</b>	Exposición de la coordinadora del proyecto y del curso. Propuesta de organización y conciliación con los participantes.	Revisión de la literatura científico-técnica, primer paso en la elaboración de indicadores.	Elaboración de ficha técnica de indicadores.	Lecciones aprendidas, presentación de los resultados.
<b>09H00 – 10H00</b>	Proyecto OTM, causa del curso	Revisión de la literatura científico-técnica, primer paso en la elaboración de indicadores.	Elaboración de ficha técnica de indicadores.	Lecciones aprendidas, presentación de los resultados.
<b>10H00 – 11H00</b>	Consideración teórica metodológica sobre los indicadores turísticos	Elaboración de instrumentos para validar por criterios de expertos.	Elaboración de ficha técnica de indicadores.	Lecciones aprendidas, presentación de los resultados.
<b>11H00 – 12H00</b>	Consideración teórica metodológica sobre los indicadores turísticos	Elaboración de instrumentos para validar por criterios de expertos.	Construcción de instrumento para la recogida de información, a partir de indicadores diseñados o sistematizados.	Lecciones aprendidas, presentación de los resultados.
<b>12H00 – 13H00</b>	Revisión de la literatura científico-técnica, primer paso en la elaboración de indicadores.	Elaboración de instrumentos para validar por criterios de expertos.	Construcción de instrumento para la recogida de información, a partir de indicadores diseñados o sistematizados.	Lecciones aprendidas, presentación de los resultados.

**Fuente:** Elaboración propia.

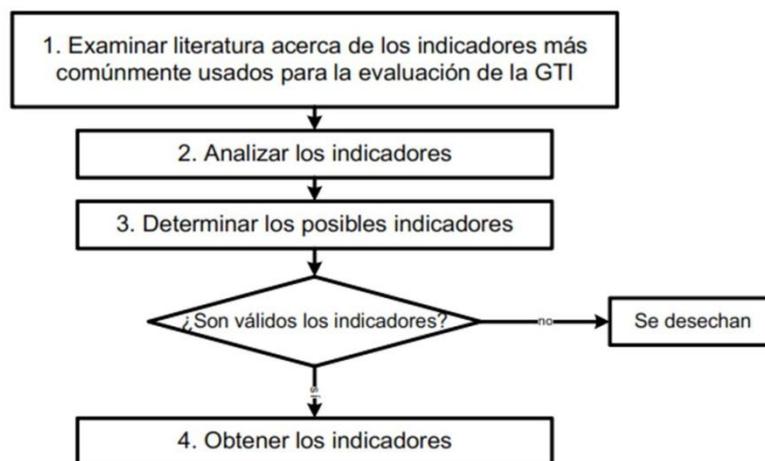
Entre los aspectos destacados de la ejecución del programa están la precisión de los temas de investigación según dimensiones de la actividad turística; y la secuencia de pasos a seguir en la generación de información a partir de los indicadores identificados (*figura 1*). Del total de 17 participantes, siete (41 %) abordaron dimensiones transversales como gestión ambiental y recursos humanos (capacitación, seguridad y salud del trabajador); dos (12 %) centraron la atención en la permanencia del visitante; e igual proporción en las ofertas – experiencias y políticas públicas en el destino turístico.



**Figura 1.** Principales dimensiones para abordar los indicadores turísticos y secuencia de pasos.

**Fuente:** Font y Álvaro, 2018.

Un aspecto fundamental es someter a criterios de expertos los indicadores turísticos identificados o diseñados a partir del análisis y síntesis, comparación y revisión de la literatura científica. La *figura 2* muestra la secuencia de pasos para el diseño de indicadores sugerida a los participantes. No obstante, es factible el empleo de otras metodologías que se deriven de la experiencia práctica en la prestación de servicios turísticos y posteriormente la sistematización teórica.



**Figura 2.** Procedimiento específico para la obtención de los indicadores de gestión de la tecnología e innovación (GTI). **Fuente.** Jiménez, 2011.

Para la identificación de indicadores, según la revisión bibliográfica, se enfatiza la consulta de literatura científica recuperada de Scopus o revistas regionales, además de las proyecciones mundiales de la OMT u otras de carácter regional, que marcaron pautas en el abordaje de las dimensiones. La estructuración y validación a través de los métodos de Expertos y Delphi permiten acercar a la práctica turística el diseño de los indicadores y la recogida de información, lo que eleva la fiabilidad, ya cuestionada por la OMT (2015).

La elaboración de la ficha técnica de indicadores y de un instrumento se deriva de la construcción colectiva mediante la técnica *Grupo Nominal*, permitiendo conseguir información estructurada, en un ambiente libre de tensión para que las ideas fluyan de forma oral y escrita. La técnica estimula el aprovechamiento máximo del conocimiento y la experiencia de los participantes. De esta actividad, se construye el modelo de la ficha técnica de indicador que considera: Código, fecha, nombre, descripción del indicador, objetivo, tipología, nivel espacial, fórmula, unidad de medida, periodo de aplicación, periodicidad, observación, responsable y fecha de actualización.

Los participantes expusieron una lista de indicadores acorde con la dimensión correspondiente, la sometieron a criterio de expertos en las materias, y explicaron cómo desde sus asignaturas podrían obtener la información en base a los indicadores, ya sea desde la orientación de actividades docentes, proyectos integradores de saberes o prácticas pre-profesionales. Se multiplican así, los recursos humanos, instrumentos y herramientas para la obtención de información a través de indicadores para la toma de decisiones en turismo y la contribución a la sostenibilidad de la actividad.

#### **Fase 4. Evaluación del programa.**

De acuerdo con Vicerrectoría Docente-ULEAM (2016), la evaluación tiene un carácter procesal a realizarse en diferentes momentos del programa de capacitación y se define según los siguientes criterios:

1. *Evaluación a los usuarios del programa:* Se realizó según criterios de las tablas 6 y 7. Se proporcionó certificados de aprobación cuando asistieron y resolvieron las actividades, los que presenciaron 75% los encuentros, recibieron certificado de asistencia.

**Tabla 6.**  
*Evaluación formativa.*

Modalidad	Presencial	Asistencia	75%
Trabajo realizado en los talleres programados (%)	50%	Participación en el programa (%)	50%

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Vicerrectoría Docente- ULEAM, 2016.

**Tabla 7.**  
*Rúbrica de evaluación.*

Criterio	Mal 6-6.75	Regular 7-7.75	Bien 8-8.85	Excelente 9-10
1-Asistencia	Faltó a un encuentro, resto no permanencia	Faltó a un encuentro, resto permanencia y participación	No faltó, pero no total permanencia y participación	100% asistencia permanencia y participación.
2-Resolución de actividades	Dos aspectos bien	Tres aspectos bien	Cuatro aspectos bien	1- 20 artículos 2- Indicadores 3- Criterio de experto 4- Ficha técnica 5- Instrumento

**Fuente:** Elaboración propia.

De los 17 docentes investigadores matriculados, cinco (29 %) participaron en el 75 % de los encuentros, pero no presentó trabajo final. Del resto diez (71 %) participaron en el total de los encuentros y recibieron una calificación entre 9 y 10 puntos. La intervención activa y creativa fue evidente en cada actividad.

2. *Evaluación al docente del programa:* Al término del mismo se realizó un flujo libre de criterios de los participantes con la presencia del líder del proyecto Observatorio Territorial Rural Urbano.
3. *Evaluación de la pertinencia del Programa de Capacitación:* Se deriva de la síntesis de las anteriores y de la utilidad de los trabajos presentados.

Los criterios emitidos por los participantes fueron favorables. El 100 % en el flujo libre de criterios valoró de *excelente* y *muy bueno* el proceso de enseñanza aprendizaje. El aspecto menos valorado fue el tiempo, dado la necesidad de mayor disponibilidad y la existencia de otras actividades colaterales relacionadas con la planificación del semestre próximo, que los docentes investigadores debían resolver.

La mitad de los participantes (50 %) presentó sus resultados en eventos científicos desarrollados luego de la culminación del programa, o sometieron sus resultados a la evaluación por revistas científicas. Al finalizar el programa se remitió a la autoridad académica un informe de ejecución de la capacitación, que derivó en los certificados.

## **Conclusiones**

La información turística expresada a través de indicadores es un instrumento importante para la gestión de la actividad y la toma de decisiones certeras, lo cual contribuye al desarrollo de un turismo sostenible.

El procedimiento teórico metodológico utilizado en el diseño y la ejecución del programa de capacitación posgraduada, evidencian la contribución a la preparación investigativa de los docentes respecto al diseño de indicadores y su engranaje con los procesos académicos, de investigación y vinculación para la sistematización de información en pos de una gestión turística sostenible.

## **Referencias bibliográficas**

- Asamblea Nacional Constituyente (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi: ANC.
- Consejo de Educación Superior (2013) *Reglamento de Régimen Académico de la República del Ecuador*. RPC-SE-13-No.051-2013. Modificado 2017. Quito: CES
- Comisión Europea (2016). *El Sistema Europeo de Indicadores Turísticos Herramienta del ETIS para la gestión de destinos sostenibles*. Marzo de 2016. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2017. PDF ISBN 978-92-79-55232-8 doi:10.2873/671106.
- Jiménez, B. (2011). *Procedimiento de evaluación y mejora de la gestión de la tecnología y la innovación en hoteles todo incluido*. Tesis doctoral. Universidad de Matanzas. Cuba.
- Font, M y Álvaro, X. (2018). *Concepción para la creación de un observatorio Turístico de Manabí. II Congreso Iberoamericano de Turismo y Responsabilidad Social (CITURS 2018)*. Universidades da Coruña. Galicia, España.

- Ley Orgánica de Educación Superior, (LOES). (2018). Ley 0. Registro Oficial Suplemento 298 de 12-oct.-2010. Última modificación: 02-ago.-2018. Estado: Reformado.*
- MINTUR (2007). *PLANDETUR, 2020. Plan Estratégico de Desarrollo de Turismo Sostenible.* Quito - Ecuador.
- Organización Mundial del Turismo (OMT) (2005). *Indicadores de desarrollo sostenible para los destinos turísticos. Guía práctica. Parte 3 Cuestiones e indicadores relativos a la sostenibilidad del turismo.* Madrid, España: Capitán Haya.
- Organización Mundial del Turismo (2015). *Recomendaciones de la OMT sobre accesibilidad de la información turística.* Madrid, España: OMT.
- Organización Mundial del Turismo (2017). *Panorama OMT del turismo internacional.* (Ed. 2017). Madrid, España: OMT.
- PNUMA (2008). *Metodología para la elaboración de los informes GEO Ciudades. Manual de Aplicación Versión 3.* Ciudad Panamá: Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- SENPLADES (2015). *Agenda Zonal. Zona 4- Pacífico. Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas (2013-2016).* SENPLADES – *Ediecuatorial.* (1ra ed.). Quito, Ecuador.
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida.* Quito, Ecuador.
- ULEAM (2016). *Modelo educativo de la ULEAM. Vicerrectorado académico.* Manta, Ecuador: Imprenta Universitaria.
- Vicerrectoría Académica – ULEAM (2016). *Estructura de programas de capacitación.* Documentotécnico. Manta, Ecuador: ImprentaUniversitaria.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Análisis de la capacidad de carga turística en el Centro Histórico de «La Habana».

**Autores:** Isabel Valdivia Fernández<sup>32</sup>, Jorge Vilá Tamarit y Yasmani González Cisnero.

### REUMEN

Considerar al Centro Histórico como parte del sistema de centralidad de La Habana es muy importante a la hora de realizar estudios destinados al turismo y sobre todo a la capacidad de carga turística. Debido a la gran afluencia de personas que estos espacios generan, muchas veces la infraestructura disponible en el territorio no siempre es la adecuada para brindar el mejor servicio posible, además, el tráfico intenso de visitantes en ocasiones suele atentar hacia la pérdida del patrimonio cultural local. De ahí la importancia de esta investigación, cuyo objetivo es analizar desde su dimensión física, la capacidad de carga turística en el Centro Histórico de «La Habana». Para llevar a cabo el estudio, fue necesario el empleo de diferentes métodos y fuentes secundarias y primarias. Entre las primarias se encuentra el inventario de toda la infraestructura existente en el Centro Histórico vinculada con la actividad turística, su especialización y localización. El uso de la cartografía y los sistemas de información geográfica posibilitó el análisis y la representación espacial de objetos, fenómenos y procesos analizados. Para la confección de la misma se empleó el programa de sistema de información geográfica: QGIS versión 2.18.0. Todo lo cual permitió llegar finalmente a la obtención de resultados y la elaboración de mapas que facilitaron la visión espacial del comportamiento del sistema de acogida que constituye hoy por hoy todo el patrimonio histórico en el área de estudio.

**Palabras clave:** Turismo, centralidad capacidad de carga, centro histórico.

---

<sup>32</sup> Universidad de La Habana, Cuba. E-mail: [ival@geo.uh.cu](mailto:ival@geo.uh.cu)

## **ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN EL CENTRO HISTÓRICO DE «LA HABANA»**

*Isabel Valdivia Fernández, Jorge Vilá Tamarit y Yasmani González Cisnero*

### **Introducción**

Los centros históricos constituyen la parte más antigua de cualquier ciudad, es por ello comprensible que en estos lugares se encuentren las primeras construcciones que se realizaron durante el proceso fundacional, e incluso determinarse que las edificaciones más antiguas de toda la ciudad habiten en este lugar, todo esto como resultado de un legado arquitectónico, urbanístico e incluso arqueológico que se ha ido asentando poco a poco en el territorio desde las primeras etapas de formación de esta como un simple asentamiento y hasta su posterior desarrollo como ciudad.

Actualmente los centros históricos son considerados como una joya arquitectónica imprescindible para desarrollar el turismo en las ciudades o turismo urbano, es por esto que se consideran como un recurso turístico muy valioso e invaluable para las mismas, por lo que si estos espacios son gestionados y ordenados adecuadamente se convierten en un importante recurso turístico dado al valioso conjunto patrimonial que en ellos se exhiben, los cuales revelan ante los ojos del espectador el origen, evolución y desarrollo de las urbes modernas, en las cuales se ha ido congregando durante todo el trayecto histórico de la ciudad todo un conglomerado de espacios donde se sincretizan culturas.

El Centro Histórico de «La Habana» exhibe un conjunto patrimonial de gran valor histórico, cultural y social de relevante importancia, ya no solo dentro del ámbito nacional, sino también en el ámbito internacional, pues actualmente ostenta la categoría otorgada por la Unesco de Patrimonio Cultural de la Humanidad aprobada en la 6ta Reunión del Comité Intergubernamental de la Convención del Patrimonio Mundial celebrada en diciembre de 1982 en París, Francia. Este reconocimiento diferencia bienes específicos de relevancia excepcional dentro de la cultura o el paisaje natural (Editorial de Cuba, 2017).

El Centro Histórico de la ciudad, territorialmente, abarca casi el 50 % de la superficie (2,14Km<sup>2</sup>). Del municipio «Habana Vieja», el cual limita por el norte con el Malecón habanero; por el Sur, con los municipios de «San Miguel del Padrón» y «Diez de Octubre»; por el Este, con el municipio de «Regla» y la Bahía de La Habana, y por el Oeste, con los municipios «Centro Habana» y el «Cerro». Tiene una extensión de 4,32 Km<sup>2</sup>, y su territorio está dividido en siete consejos populares, cinco de ellos forman parte del Centro Histórico (PEDI, 2018).

Este reconocimiento internacional ilustra a la «Habana Vieja» como un tipo de estructura que muestra una significativa etapa de la historia constituyendo en sí, un ejemplo excepcional de un tipo de asentamiento tradicional representativo de una cultura propia del lugar. Por lo que el Centro Histórico alcanza así un nivel mayor de reconocimiento por el gran valor de su patrimonio y encumbrando aún más el valor histórico - cultural de la ciudad.

En este sentido, se le otorga una gran importancia a las labores constructivas que se desarrollan en dicho Centro Histórico con el fin de salvaguardar el legado patrimonial y cultural que en él se localizan. Su singular atractivo ha sentado las bases para el desarrollo de un potencial turístico en la capital del país, fundamentada principalmente por su imagen de ciudad histórica, la cual ha generado en los últimos años un inmenso caudal de visitantes hacia su territorio. Además de encontrarse situada en la región del Caribe, lo cual condiciona claramente a la ciudad con los factores ideales para que la actividad turística sea un potencial perfecto a explotar en esta.

En la medida que se han abierto las puertas de la ciudad a un mercado más amplio y a su vez más consumidor, de atractivos culturales, tangibles o intangibles como música, folklore, historia, arquitectura o incluso la gastronomía propia del lugar, que suele ser un incentivo más de ocio y disfrute que se incorpora al viaje que el turista desempeña en busca principalmente de una percepción totalmente diferente de lo que conoce en su cotidianidad, la ciudad ha ido mostrando un incremento exponencial del número de visitantes extranjeros, ligada a la tendencia actual del auge y demanda turística del patrimonio cultural en ciudades patrimoniales. Aunque este incremento esporádico de la actividad turística constituye un fenómeno positivo tanto para el desarrollo económico interno del país, como para el propio desarrollo socio – cultural de la sociedad, sin duda vale destacar algunos aspectos negativos que suelen causar la afluencia masiva de visitantes a estos sitios de gran valor histórico y patrimonial, pues el excesivo sobreuso de estos espacios de la ciudad junto a una mala gestión de la actividad turística y un turismo mal encausado suelen provocar un deterioro parcial de las obras o los inmuebles expuestos a esta actividad o incluso provocar la destrucción total de los mismos, causando la pérdida de estos objetos de gran valor que son la esencia vital del desarrollo del turismo cultural en estas ciudades históricas.

Por esta razón, actualmente esta perspectiva acerca de los flujos masivos de turistas está siendo considerada como un peligro futuro para el sostenimiento del patrimonio y como tal para el desarrollo sostenible de estas ciudades. Las razones que, de entre muchas motivaron a la realización de esta investigación en el Centro Histórico justamente se centran en la atracción y gran demanda de turistas que genera actualmente el territorio, y la influencia de esta masificación del turismo en las estructuras de la ciudad que conforman el Patrimonio Cultural, e incluso en la propia satisfacción del turista, la cual es esencial en cualquier actividad económica y de servicio que se encuentre vinculada directamente con el turismo, pues mientras el nivel de satisfacción del visitante es excelente, garantiza una mayor demanda de la propia actividad en el territorio y generará, por ende, una mayor afluencia de visitantes al territorio o sitio en donde se desarrolla dicha actividad. Esta investigación estará centrada en el análisis desde el punto de vista espacial y territorial de la capacidad de carga o capacidad de acogida del Centro Histórico de «La Habana». La actualidad de la presente investigación viene dada por la actual preocupación que existe, tanto a nivel internacional, como en Cuba en cuanto a la gestión del turismo con base en el empleo de sitios patrimoniales como recursos turísticos, todo ello basado en el auge del turismo cultural y la gran demanda de los recursos patrimoniales que suelen provocar problemas de sobrecarga y también pérdida parcial o total del patrimonio local.

Su novedad se basa en que no se conoce con certeza la cantidad de turistas o visitantes que llegan al Centro Histórico, sino solo estimados, por lo que no se tiene total claridad de si la infraestructura que existe satisface y en qué medida las expectativas de los mismos; por ello resulta importante realizar este tipo de análisis espacial de capacidad de carga turística desde el punto de vista territorial en el Centro Histórico el cual posee características propias únicas y diferentes a las de otras zonas de La Habana. Sin duda alguna la afluencia masiva y la protección del Patrimonio es un tema muy notorio actualmente, no solo en Cuba, sino también a nivel internacional, continuando aún la incesante búsqueda de mecanismos para desarrollar una ciudad y un turismo sostenible. Proteger hoy, para tener mañana, es una forma de concebir una visión futura de una ciudad sostenible.

Es por esto que se plantea como problemática que el desconocimiento actual del nivel de satisfacción del turista enológico, ligado esto también al desconocimiento de la existencia en el territorio de una estructura funcional (infraestructuras) que soporte todo el desarrollo turístico que actualmente presenta el mismo, no permite conocer si se satisfacen o no las necesidades del turista. De ahí que la presente investigación tenga como objetivo general: Analizar desde su dimensión física, la capacidad de carga turística en el Centro Histórico de «La Habana». Los temas abordados en la investigación se relacionaron con la determinación y caracterización del nivel de infraestructura disponible en el territorio que se encuentra en función del turismo, profundizando en torno a la

situación que posee el sistema de alojamiento estatal en el territorio. Además de la localización espacial de la infraestructura de alojamiento turístico disponible en el territorio mediante el SIG, tanto estatal como privado.

## **Materiales y métodos**

Definir el tema de estudio fue el primer paso para llevar a cabo la investigación, siendo el mismo muy notorio en la actualidad y de gran importancia para el país, y el patrimonio histórico del lugar dada las circunstancias, y la puesta en peligro del patrimonio existente. Durante la elaboración de la investigación se consultaron numerosos textos bibliográficos en lo referente al tema de capacidad de carga turística, tema central de estudio de esta investigación, las cuales resultaron ser piezas claves en la realización y profundización de dicho tema. Para llevar a cabo el estudio, fue necesario el empleo de fuentes secundarias y primarias. Las fuentes secundarias permitieron enmarcar la novedad de esta investigación gracias a una amplia literatura relacionada con las problemáticas actuales presentes en las ciudades Patrimonio de la Humanidad, problemáticas las cuales están estrechamente relacionadas con el auge y gran demanda del turismo cultural urbano en los últimos tiempos y los flujos de visitantes que esta genera este dentro de sus conjuntos urbanos. Esta bibliografía permitió la elaboración de un marco conceptual, además permitió conocer los antecedentes acerca del tema abordado. Las fuentes primarias usadas en esta investigación fue el inventario de toda la infraestructura existente en el Centro Histórico vinculada con la actividad turística, su especialización y localización. Con toda la información disponible y recopilada, se definieron los métodos y técnicas para proceder al posterior análisis y procesamiento de la información mediante las diferentes herramientas disponibles.

Para el logro de la investigación se emplearon diversas herramientas y métodos dentro de los que se encuentran el documental, el cartográfico con el empleo de la herramienta Quantum Gis, el estadístico y los trabajos de campo. Estas herramientas y métodos brindaron los datos necesarios los cuales fueron empleados para su posterior análisis y la obtención de resultados en esta investigación. Estos resultados brindaron información suficiente acerca de las características tanto positivas como negativas del Centro Histórico en relación con el desempeño de la actividad turística dentro de su territorio, así como las consecuencias actuales y futuras para su estructura patrimonial sino se emprenden las medidas adecuadas para un buen desempeño eficiente del territorio.

## **Resultados y discusión**

La dimensión física de la capacidad de carga en el Centro Histórico de «La Habana», permitió identificar, caracterizar y analiza el nivel de disponibilidad de infraestructura turística localizada en el mismo, con el fin de poder determinar el nivel de disponibilidad de esta en el territorio. Los recursos patrimoniales de los centros históricos son únicos y deben ser protegidos y conservados, pero también el flujo de turistas hacia ellos es importante hoy día y su potencial de desarrollo en el futuro también. Este alto nivel de turistas que es atraído constantemente genera flujos continuos de visitantes cada vez más importantes en sus conjuntos monumentales, por lo que representa un peligro para el sostenimiento futuro del patrimonio. Para disminuir las amenazas existen varias formas de gestión y planificación para las ciudades Patrimonio de la Humanidad. La gestión de flujos de los visitantes es una de las políticas más pertinente en este caso y comprende varias herramientas entre las cuales se puede distinguir la capacidad de acogida turística. Esta herramienta permite saber qué medidas de gestión de los flujos de visitantes son las más adecuadas. Es evaluada la capacidad de acogida en función de las características de la ciudad y de la demanda.

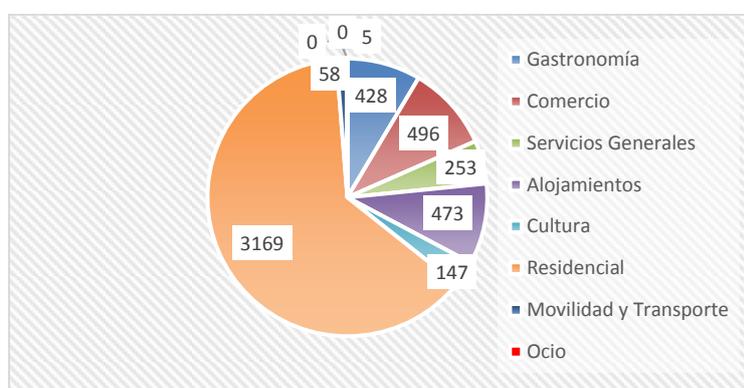
### ***Análisis de la capacidad de carga turística en el Centro Histórico de «La Habana».***

La dimensión física de esta investigación relaciona el aumento del número de visitantes con la capacidad del equipamiento técnico funcional que presenta el territorio para brindar los servicios básicos necesarios para el turista, por lo que en este capítulo se realiza la caracterización de la estructura funcional presente en el territorio del Centro Histórico de «La Habana», analizando gran parte de su infraestructura. Vale destacar que dada la gran diversidad y variedad de actividades que se desarrollan en el territorio, debido a las oportunidades de empleo que genera el territorio, la presente investigación enfocará su análisis fundamentalmente en el sector de alojamiento estatal que se encuentran actualmente operando en función del sector turístico.

### ***Identificación de las actividades presentes en el territorio.***

A partir de la información obtenida a través de diversas fuentes e instituciones, además de los trabajos de campo aplicados en el territorio de estudio, se identificaron sobre el espacio urbano del Centro Histórico de «La Habana» un grueso número de actividades de diferentes tipos las cuales se corresponden con la estructura funcional del territorio. Estas actividades responden a su vez a las diferencias en los tipos de usos del suelo existentes en el territorio, evidenciando así el marcado carácter multifuncional presente en dicho Centro Histórico. Dada las posibilidades que brindan estos lugares a la población residente ya sea local o no, en él se desarrollan una gran gama de actividades, las cuales, se están desempeñando actualmente en el territorio por dos sectores importantes, el emprendedor o particular (cuentapropista) y el sector estatal. Se realiza una selección tomando como muestra para el estudio las principales actividades que están más vinculadas con la actividad turística del territorio.

Dentro de estas actividades entran la gastronomía, el comercio, los servicios generales, los servicios de alojamiento, el residencial entre otras que a continuación se muestran cuantitativamente



**Gráfico 1.** Cantidad de actividades por tipo en el Centro Histórico.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de SIT del Plan Maestro. 2018

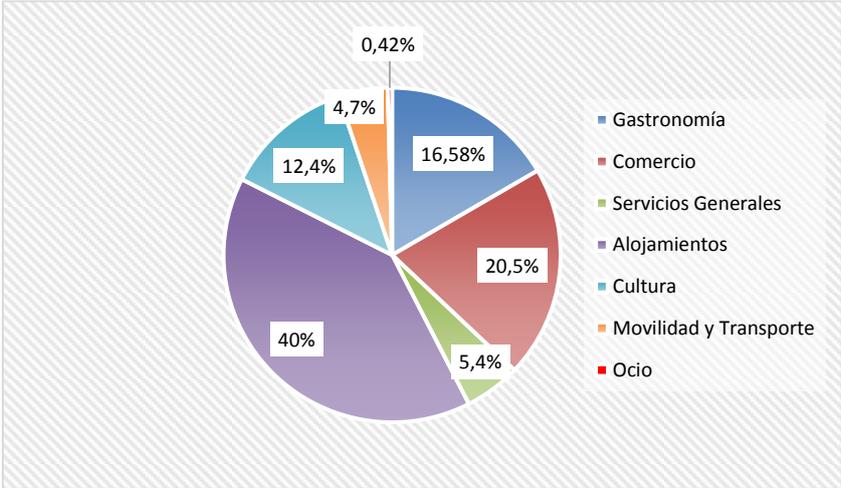
A partir del *gráfico 1* se aprecia a simple vista, cuán grande es el predominio del carácter residencial que presenta actualmente el Centro Histórico de «La Habana» en comparación con las otras actividades que se desarrollan en él, con unas 3169 viviendas residenciales ubicadas en su territorio, este carácter residencial se encuentra influenciado por la alta densidad poblacional existente en este espacio, mostrando que el territorio es un lugar intensamente vivido por los ciudadanos, derivando así en un complejo sistema de relaciones sociales entre individuos los cuales permiten el desarrollo de una amplia gama de actividades económicas de diferentes tipos, lo cual ha contribuido positivamente al aumentar en gran cantidad el número de negocios no estatales o trabajadores por cuenta propia, apoyando así al territorio en el desarrollo de la actividad turística. Posteriormente se

destacan las actividades comerciales con 496 instalaciones, alojamientos con 473 y comercio con 428, seguidos de los servicios generales con 253 instalaciones, las actividades ocio-culturales con 147 (manteniendo el plan del desarrollo integral del territorio mediante el rescate de la cultura, convirtiendo a esta como el eje transversal del desarrollo local), las funciones de movilidad y transporte con 58 instalaciones. Por último y en menor medida las actividades ocios – recreativas tomando en cuenta la presencia de parques temáticos en el territorio con 5 instalaciones, como se observa en la figura 2.

Como causa fundamental del marcado carácter residencial que presenta el territorio, está el propio hecho de los procesos que se desarrollan en las ciudades muy urbanizadas, como lo constituye el fenómeno migratorio. Desde el punto de vista funcional se observa como el Centro Histórico posee un marcado carácter multifuncional, conviviendo en su territorio funciones residenciales, comerciales, gastronómicas, entre otras en un mismo espacio territorial. Cuando se analiza más a fondo la situación existente en la actualidad en el Centro Histórico de «La Habana», se percibe a la función residencial como la actividad de carácter dominante en el territorio en la actualidad, una realidad marcada por la habitabilidad de unas 55 484 personas aproximadamente según el censo de 2012. Esta habitabilidad de su territorio trae consigo grandes problemas sobre la estructura del Centro Histórico de «La Habana» debido a la presión demográfica resultado de esta alta densidad poblacional. Con respecto a la disponibilidad de actividades turísticas, implica que gran parte de las actividades que se desarrollan en el territorio estén en función de la población local y la minoría hacia el turismo. Por lo cual, dentro de las actividades mostradas anteriormente se disponen de diferentes usos, tanto para la población como para los turistas.

**Identificación de las actividades correspondientes al sector turístico.**

A pesar de los diferentes tipos de usos actuales presentes dentro de cada una de las actividades, se realizó un inventario donde fueron seleccionadas para su posterior análisis solo las que trabajan en función del turismo y con fin de profundizar como tal las condiciones en que se encuentra la actividad de alojamiento estatal en el Centro Histórico de «La Habana».El inventario elaborado permitió la determinación de las cantidades correspondientes a cada tipo de actividad dentro del Centro Histórico, las cuales posteriormente fueron representadas en la gráfica 2.



**Gráfico 2:** Porcentaje que representa cada actividad.  
**Fuente:** Elaboración propia a partir de SIT del Plan Maestro.

De las actividades representadas se aprecia que la más prevaeciente es el alojamiento, el cual abarca el 40 % del total representado, seguido de la actividad comercial con un 20,5 %, consecutivamente le

corresponde a la gastronomía con un 16,58 % y la cultura con un 12,4 % representado. El resto de las actividades (ocio, movilidad y transporte y servicios generales) no sobrepasan el 15 % del total.

Sin duda alguna las actividades del sector no estatal aumentaron su presencia en el territorio luego de las nuevas regulaciones tomadas en relación a la actividad cuentapropista en el país. Las mismas han servido como pilar base en el correcto funcionamiento y la prestación de servicios de alta calidad al sector turístico en el territorio. El alojamiento actualmente ejerce una gran influencia en el área de estudio, pues al desarrollarse una fuerte demanda de los recursos culturales y patrimoniales del territorio por el turismo internacional, son notables las cifras de visitantes que se establecen tanto en la ciudad como en el Centro Histórico, influenciados y atraídos hacia el mismo por todo esa estampa cultural de hitos históricos y tradiciones culturales los cuales a su vez se convierten en ventajas potenciales que sin duda alguna es aprovechada dentro de un gran marco de actividades existentes en el territorio, por el sector del alojamiento.

El alto nivel de desempeño del sector turístico desarrollado en el Centro Histórico ya es muestra suficiente de que la masificación del turismo constituye un peligro potencial, tanto para la propia sostenibilidad de esta actividad, como para el propio patrimonio cultural local. “Si para el 2024 se consumarán triplicar el número de terminales marítimas en el puerto habanero”, se agravarían en gran medida los impactos sobre toda la estructura funcional del territorio, sino se emplean las medidas de gestión de flujo necesarias para el lugar a partir del análisis de la capacidad de carga (Ministerio del turismo, 2018).

#### ***Caracterización y análisis espacial de la infraestructura turística presente en el territorio del Centro Histórico.***

Equipamiento de cultura (Ocio). En cuanto a cultura se trata, el Centro Histórico de «La Habana» posee una gran cantidad de entidades culturales de gran diversidad, las cuales son un incentivo muy atrayente para la gran masa de turistas que confluyen hacia él, reforzando así su centralidad dentro de lo que es La Habana como ciudad.

#### ***Equipamiento de comercio y gastronomía.***

En los últimos años se ha potenciado en el territorio un auge de los establecimientos asociados a este tipo de actividad. El comercio se realiza tanto en interiores de establecimientos privados como en las calles por los mismos residentes locales, lo que trae por consiguiente que en la medida en que se inserten más moradores a la actividad cuentapropista en el territorio, el auge de los mismos se incrementara exponencialmente. En el ámbito minorista, está conformada fundamentalmente por una red de tiendas y mercados que operan en divisas y en menor medida, pero con tendencia a incrementarse, por comercios especializados privados (ventas de artesanías, ropa, artículos religiosos, galerías de arte, etc.) Existe una concentración de los comercios en las áreas centrales, su diversificación y distribución territorial es insuficiente.

La gastronomía es otra de las actividades económicas importantes del territorio, que complementa otras funciones, como el turismo y la recreación. La integran instalaciones vinculadas al sector del turismo y de la empresa de comercio y gastronomía, a las que se suman los negocios del sector privado. El alto nivel de los servicios de muchas instalaciones, le otorgan categoría de escala metropolitana. Se distribuyen por todo el territorio, aunque su diversificación es insuficiente. Por otro lado, las instalaciones de la Empresa de Comercio y Gastronomía son variadas, están presentes en todos los niveles territoriales y brindan opciones más económicas, sin embargo, sus productos o servicios no poseen buena calidad. (PEDI, 2030).

### ***Análisis del alojamiento estatal en el Centro Histórico de «La Habana».***

Es totalmente evidente que el turismo en La Habana se ha visto marcado por una tendencia al aumento creciente de llegadas de turistas a puerto habanero en estos últimos años. Un aumento el cual se ha visto influenciado por el potencial cultural que posee dicha ciudad, además de ser considerada a la isla como uno de los destinos turísticos más seguros del mundo. La actividad del crucerismo se ha visto complementado con la incorporación de nuevas aerolíneas extranjeras, lo cual ha favorecido aún más este incremento de visitantes. Ante el explosivo crecimiento de turistas registrados en los últimos años, Cuba se trazó un plan para incrementar el número de alojamientos disponibles para acoger a un volumen mayor de turistas. Actualmente La Habana cuenta con un total de 12 079 habitaciones en hoteles, por lo que las autoridades turísticas impulsan un programa inversionista para incrementar la capacidad de alojamiento.

### ***Disponibilidad de alojamiento estatal en el Centro Histórico.***

De las 12 079 habitaciones hoteleras de las que dispone La Habana en general, unas 1 760 habitaciones se encuentran ubicadas en la red de hoteles y hostales estatales pertenecientes al área del Centro Histórico. Este valor no representa el total exacto de todas las habitaciones estatales en el territorio destinadas al turismo, pero si representa una muestra representativa del total de habitaciones hoteleras del sector estatal. Esta información fue obtenida mediante la documentación brindada por el Plan Maestro en lo referente al Centro Histórico y, además, los trabajos de campo efectuados en el territorio en estudio.

Fueron analizados 36 instalaciones entre hoteles y hostales cuyas capacidades oscilan entre cinco habitaciones (la cantidad más baja de habitaciones en servicio) hasta 427 (la cantidad más alta de habitaciones en servicio). Varias de estas instalaciones pertenecientes a la compañía turística Habaguanex, que fue hasta hace poco la principal gestora del turismo en el territorio. Actualmente el Centro Histórico cuenta con la suma de otras cadenas hoteleras estatales también establecidas en su territorio como lo son Cubanacán, Gran Caribe e Islazul, representando la marca de Habaguanex, sumando así un número mayor de entidades hoteleras en el mismo. El total de habitaciones disponibles en el Centro Histórico de «La Habana» y que se encuentran operando actualmente en el territorio por la parte estatal responde a una capacidad de alojamiento limitada en el territorio. Estas limitaciones vienen condicionadas por varios factores, uno de los cuales responde a la cantidad de instalaciones que se encuentran actualmente operando en el área y prestando este tipo de servicio al turismo.

La carencia de instalaciones turísticas estatales, entre hoteles y hostales no soporta la demanda turística que existe actualmente. Las mismas forman parte de la oferta de alojamientos en este momento disponibles en el interior del territorio del Centro Histórico, las cuales entran dentro del producto turístico ofertado por la compañía Habaguanex S.A con un total de 36 instalaciones actualmente operativas en el territorio. De ellos, la gran mayoría ubicados en inmuebles previamente rehabilitados y rediseñados para cumplir con sus nuevas funciones y usos para las cuales fueron adaptados. Se pretende disponer para el año 2030 de unas 17 nuevas instalaciones hoteleras dentro del territorio habanero, tanto instalaciones de lujo, como de línea económica, reforzando el alojamiento estatal de la ciudad. El servicio de alojamiento estatal en el Centro Histórico cuenta con una disponibilidad en el territorio de unas 1760 habitaciones aproximadamente en la actualidad y se encuentra limitado entre otras cosas ante un mercado turístico que cada vez demanda más de los recursos existentes en el territorio, pues los ingresos de turistas se comportan con auge creciente (Jiménez A, 2017).

### ***Repercusión del sector privado o cuentapropista en la actividad turística del Centro Histórico de «La Habana».***

Por parte del sector no estatal o cuentapropista la realidad es que el turismo del área se ha convertido en un fuerte potencial económico fundamental para el desarrollo del día a día de la sociedad local, la cual ha sido aprovechada al máximo por una inmensa cantidad de residentes locales del Centro Histórico. Esto a partir de que comienza a producirse todo el proceso de reordenamiento económico en el país, luego del *VI Congreso del Partido Comunista de Cuba*, con el objetivo de mejorar el funcionamiento de ramas económicas. (Vilá, 2016)

Esto ha labrado un proceso de fusión y de vínculo directo entre el sector estatal y el no estatal el cual, mediante un proceso de retroalimentación, se complementan ambos sectores de una forma en que los dos obtengan beneficios de esta colaboración. El resultado de esta retroalimentación está en que estos servicios de alojamientos del sector no estatal repercuten positivamente dentro del territorio mediante el apoyo al sector del alojamiento estatal proporcionando un porcentaje de habitaciones las cuales ayudan a sostener a un número mayor de turistas dentro del territorio. Sin embargo, con el aumento de los alojamientos, se suelen concentrar mayor número de individuos en un mismo espacio, por lo que estos territorios deben de aplicar las estrategias pertinentes de gestión turística para que los recursos patrimoniales y culturales que presentan estos territorios no se degraden ni tiendan a perderse por el sobreuso del territorio.

Evitar en gran medida que el impacto sobre el patrimonio, el ambiente, el paisaje cultural, etc. sea lo menos perjudicial posible mediante la implementación de mecanismos legales y regulaciones que controlen el flujo de turistas dentro del territorio. Además de aplicar los correspondientes estudios de capacidad de carga turística para garantizar que el desarrollo de un turismo cultural sostenible en el Centro Histórico de «La Habana».

### **Conclusiones**

Con la realización de esta investigación y mediante los resultados obtenidos se pudo arribar a las siguientes conclusiones:

Actualmente la gran demanda de turismo cultural por parte del turismo internacional ha generado enormes flujos de visitantes hacia el territorio del Centro Histórico los cuales superan en gran medida al nivel de servicios e infraestructura disponibles dentro del territorio.

Se determinó el nivel de infraestructuras disponibles en el territorio en función de la actividad turística, caracterizándolos, el cual no se encuentra lo suficientemente preparado ante tal masificación del turismo.

Con la realización de los mapas se localizó espacialmente el sistema de alojamiento estatal y se determinó que el Centro Histórico no posee las condiciones más apropiadas para desarrollar en el interior de su territorio una gran industria turística debido a la carencia de servicios de alojamientos, que incluso, ante la gran evolución y apoyo que ha venido desarrollándose en el territorio por el sector no estatal, no satisface al consumo de habitaciones que demanda el turismo hoy en día.

### **Referencias bibliográficas**

Editorial de Cuba, (2017). Documento consultado en mayo del 2018 en la página web <https://d-cuba.com/patrimonio-de-la-humanidad-en-cuba>

- García H, (2000). Turismo y medio ambiente en ciudades históricas. De la capacidad de acogida turística a la gestión de los flujos de visitantes. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, (20), 131-148. ISSN: 0211-9803.
- Jiménez A, (2017). La Habana dispara en un 37 % los turistas recibidos hasta marzo (2016). Recuperado de <http://www.univision.com/noticias/turismo>
- Ministerio del Turismo, (2018). *La Habana tendrá cuatro nuevas terminales de cruceros en 2024*. Recuperado de [https://www.hosteltur.com/128324\\_habana-tendra-cuatro-nuevasterminales-cruceros-2024.html](https://www.hosteltur.com/128324_habana-tendra-cuatro-nuevasterminales-cruceros-2024.html)
- PEDI (2030). *Plan de Especial de Desarrollo Integral de La Bahía de La Habana*. La Habana, Cuba: CAP.
- OHCH (2018). *Plan de Manejo del paisaje cultural de la Bahía de La Habana*. Material digital brindado por el Plan Maestro para la rehabilitación integral de La Habana Vieja. La Habana, Cuba.
- Vilá J, (2016). *Análisis del sector no estatal en el Centro Histórico de Cienfuegos*. Trabajo de curso. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana, Cuba.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Áreas naturales protegidas como recurso turístico: Caso del departamento del «Valle del Cauca», Colombia.

**Autores:** Jairo Jovanny Suárez Urrego<sup>33</sup> y Fernando Moreno Betancourt.

### RESUMEN

Este estudio busca conocer el uso y potencial turístico de los espacios protegidos del departamento del «Valle del Cauca», Colombia. La investigación presentó la legislación nacional y tratados internacionales referentes a figuras de protección de espacios naturales adoptados en la región, identificó los espacios protegidos, describió los más representativos, presentó información sobre el uso de la actividad turística en áreas protegidas y relacionó los datos disponibles de afluencia turística. En aras de analizar el modelo de otras regiones con mayores niveles de avance en la gestión y uso turístico de áreas protegidas, se hizo un comparativo con el caso de la comunidad de Extremadura, España. Según los datos de afluencia turística, las áreas protegidas sobre la costa pacífica son algunos de los atractivos más conocidos del Valle. Pese a la riqueza y diversidad natural del departamento, aún queda mucho camino por recorrer en materia de turismo en áreas protegidas, el comparativo con el caso de Extremadura sugiere al «Valle del Cauca» poner atención e indagar sobre los lineamientos y estrategias que podrían ser útiles para el uso y gestión pertinente del turismo en espacios protegidos.

**Palabras claves:** Áreas protegidas, parques nacionales naturales, turismo.

---

<sup>33</sup> Universidad del Valle, Colombia. E-mail: [jairo.suarez@correounivalle.edu.co](mailto:jairo.suarez@correounivalle.edu.co)

## ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS COMO RECURSO TURÍSTICO: CASO DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA

*Jairo Jovanny Suárez Urrego y Fernando Moreno Betancourt*

### Introducción

El «Valle del Cauca» es uno de los 32 departamentos de Colombia, está ubicado al suroccidente del país, su geografía es surcada de sur a norte por el río «Cauca», su valle geográfico tiene al margen derecho la cordillera central y al margen izquierdo la cordillera occidental, el distrito de «Buenaventura» es bañado por el océano «Pacífico». Es una región rica en biodiversidad y recursos naturales. Cerca de la cuarta parte de la superficie terrestre vallecaucana ha sido protegida bajo alguna figura nacional de espacios protegidos, en algunas áreas se llevan a cabo actividades turísticas, en el departamento el turismo de naturaleza en áreas protegidas es un sector poco explorado pero con un alto potencial.

Desde un enfoque conceptual, el turismo se refiere a las actividades asociadas al ocio, negocios y otros durante viajes o estancias en lugares diferentes al habitual (OMT citado por Moreno y Coromoto, 2011). En términos similares, el turismo es “un conjunto de actividades que realizan las personas –turistas– durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, con fines entre otros de ocio, cultura, salud, eventos, convenciones o negocios” (Fontur, 2019). El turismo se vale de los recursos presentes en el territorio, toda región cuenta ya sea con un conjunto de atractivos turísticos o de recursos potencialmente aprovechables en actividades de este tipo; así las regiones pueden ser poseedoras de elementos culturales, históricos, eventos, festividades, arte, deporte, monumentos naturales, costas, selvas, flora, fauna, etc.

Aterrizando la idea de turismo en las áreas protegidas del *Valle...*, se debe traer a la discusión el ecoturismo, sobre este existen numerosas definiciones, la OMT (2002) formula en sus características que es toda forma de turismo cuya motivación principal es la observación y apreciación de la naturaleza o de las culturas tradicionales dominantes en las zonas naturales; incluye elementos educacionales y de interpretación; los proveedores de servicios tienden a ser pequeñas empresas de propiedad local; procura reducir impactos negativos ambientales y socioculturales; contribuye a la protección de las zonas naturales utilizadas; genera beneficios económicos para las comunidades, organizaciones y administraciones anfitrionas que gestionan zonas naturales con objetivos conservacionistas; ofrece oportunidades alternativas de empleo y renta a las comunidades locales; incrementa la concienciación sobre conservación de los activos naturales y culturales, tanto en los habitantes de la zona como en los turistas.

También se hace importante mencionar el papel del turismo desde la perspectiva del desarrollo económico local. Para los territorios provinciales del Norte, centro del *Valle...* y Pacífico el turismo es una opción de desarrollo endógeno y una forma de diversificación económica local. Vázquez Barquero se refiere al desarrollo local como “un proceso de crecimiento y cambio estructural que, mediante la utilización del potencial de desarrollo existente en el territorio, conduce a elevar el bienestar de la población de una localidad o una región” (Aghon, Albuquerque y Cortés, 2001), en este caso los recursos que emanan del territorio se manifiestan en las bondades naturales de más de 180 áreas protegidas del departamento cuya representatividad, valor natural y estético pueden llegar a ser parte de un producto turístico gestionado sustentablemente desde las municipalidades. Por todo esto el objetivo del trabajo es conocer el uso y potencial turístico de los espacios protegidos del departamento del «Valle del Cauca», Colombia.

## **Materiales y métodos**

El presente estudio es de carácter descriptivo, emplea una revisión documental, entre otras fuentes se recurre a información del Sistema Nacional de Áreas Protegidas- SINAP y del Registro Único de Áreas Protegidas- RUNAP, también se emplea información estadística del Centro de Información Turística de Colombia- CITUR y de Parques Nacionales.

### ***Generalidades turismo en Colombia y en el «Valle del Cauca».***

El turismo en Colombia ha ido en ascenso en los últimos años, las cifras de los años 2017 y 2018 se han ajustado recientemente por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, estas habían sido sobreestimadas puesto que se contabilizaron los venezolanos que a causa de la situación de su país se han visto en la obligación de visitar Colombia por razones ajenas al turismo. Mientras que algunos medios como el *Espectador* y el *Tiempo* se refieren a 3.975.570 y 4.388.815 turistas procedentes del extranjero en 2017 y 2018 respectivamente, el Centro de Información Turística de Colombia- CITUR indica que para los mismos años el país recibió 4.371.561 y 3.823.750 respectivamente. En cualquier caso la realidad del turismo en Colombia va en crecimiento, de acuerdo al CITUR, entre 2011 y 2018 la cifra de turistas procedentes del exterior incrementó en un 62,3%. La cuestión turística del departamento obedece a la tendencia nacional, aunque en 2018 decreció el número de turistas procedentes del extranjero, la cifra ha pasado de 119.863 en 2010 a 176.800 en 2018, es decir, un crecimiento del 47,5% (CITUR, 2018).

En lo que respecta a turismo en áreas protegidas a escala nacional, los registros de Parques Nacionales indican que el número de visitantes a las áreas protegidas en Colombia ha incrementado significativamente, en 2003 y 2018 se contabilizaron 433.628 y 1.831.192 visitantes respectivamente, es decir que hubo un incremento del 322% en el número de visitas equivalente a un crecimiento promedio anual del 21%. En Colombia los espacios protegidos del SINAP más visitados en 2018 fueron el Parque Nacional Natural «Corales del Rosario», Parque Nacional Natural «Tayrona», Parque Nacional Natural «Los Nevados», Parque Nacional Natural «Sierra Nevada», Parque Nacional Natural «Chingaza» y el Santuario de Fauna y Flora «Isla de la Corota», cuyos visitantes fueron respectivamente 1.162.287, 446.299, 54.095, 25.312, 24.831 y 21.758. El Informe anual 2018 de la Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales (2018) indica que en este año el 29,49% de los visitantes a áreas protegidas colombianas fueron extranjeros.

### ***Figuras de protección de áreas naturales en Colombia y en el «Valle del Cauca».***

#### **➤ *Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP***

Parques Nacionales Naturales de Colombia- PNNC es una unidad administrativa especial encargada de coordinar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas- SINAP. Por medio de la ley 165 de 1994 se aprueba el Convenio sobre Biodiversidad Biológica de la UNESCO, bajo el cual se formula la política nacional de biodiversidad y se adquirió el compromiso de formular y consolidar el SINAP. El Decreto 2372 de 2010 creó el RUNAP, administrado por PNNC, en el cual cada una de las Autoridades Ambientales registran las áreas protegidas de su jurisdicción con el fin de tener un consolidado nacional de las áreas que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Según el artículo 10 del *Decreto 2372 de 2010* al igual que el artículo 2.2.2.1.2.1 *del Decreto 1076 de 2015*, el SINAP clasifica sus espacios protegidos en las siguientes 6 categorías de áreas públicas y una categoría de áreas privadas.

➤ **Áreas públicas.**

El Sistema de Parques Nacionales Naturales posee 5 categorías de protección de espacios señalados en el artículo 329 del Decreto 2811 de 1974. Entre ellas: Parque nacional, Reserva natural, Área Natural única, Santuario de Flora, Santuario de Fauna y Vía Parque. Las otras cinco categorías de áreas públicas del SINAP son Reservas Forestales Protectoras, clasificadas en Reservas Forestales Protectoras Nacionales y Reservas Forestales Protectoras Regionales. Parques Nacionales Regionales. Los distritos de manejo integrado, se clasifican en distritos nacionales de manejo integrado y distritos regionales de manejo integrado, distritos de conservación de suelos, y áreas de recreación.

➤ **Áreas privadas.**

Se hallan las Reservas Naturales de la Sociedad Civil, se refiere a un predio privado que conserva una muestra de un ecosistema natural y es manejado bajo los principios de sustentabilidad, se hace por iniciativa del propietario.

➤ **Convenios Internacionales para la protección de espacios naturales.**

El estado colombiano hace parte de varios convenios y programas internacionales de protección de espacios naturales, algunos de ellos son la lista de Patrimonio de la humanidad de la UNESCO suscrita por Colombia en 1983, promueve la identificación, protección, conservación, rehabilitación y transmisión a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural situado en su territorio (UNESCO, 1972); la Convención Ramsar que busca la conservación y uso racional de humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas, fue aprobada en Colombia mediante la Ley 357 de 1997 y entró en vigencia 1998; los sitios AICAS (en inglés *IBAS Important Bird Areas*) es una figura internacional que referencia un área importante para la conservación de aves, es un proyecto global encabezado por Birdlife International, que inició en Colombia a mediados del 2001. Otros programas de los cuales Colombia también es partícipe incluyen el programa Hombre y Biosfera de la UNESCO o la Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras (RHRAP).

**Áreas protegidas en el Valle del Cauca.**

De acuerdo al RUNAP, el Valle del Cauca posee 191 espacios protegidos en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, la sumatoria de las áreas geográficas protegidas equivale a 511.737,6 ha, lo cual se aproxima a los 511.693,53 ha terrestres señaladas explícitamente por el RUNAP.

En total son 511,693.53 ha terrestres que cuentan con alguna figura de protección del SINAP. En el departamento se contabilizan cuatro Parques Nacionales Naturales (224.342 ha), de los cuales uno se encuentra casi por completo en jurisdicción del Valle del Cauca y otro entre el Pacífico vallecaucano y sus aguas costeras, un distrito de conservación de suelos (10.728 ha), 9 distritos regionales de manejo integrado (39.172 ha), 5 Parques Nacionales Regionales (42.748), 14 Reservas Forestales Protectoras Nacionales (162.032), 4 Reservas Forestales Protectoras Regionales (24.857 ha) y 154 Reservas de la Sociedad Civil (7858 ha).

Algunos espacios protegidos del departamento tienen parte de su territorio en zona marítima contigua a la costa pacífica vallecaucana, en total son 47.840,37 ha marinas protegidas. El Parque Nacional Natural «Uramba Bahía Málaga», la Reserva Forestal Protectora «Nacional Anchicayá» y el Parque Nacional Regional «La Sierpe» cuentan respectivamente con 46.338 ha, 1.438 ha y 64 ha asentadas sobre el océano «Pacífico». Otro escenario natural de importancia nacional e internacional asentado sobre el Pacífico es el Santuario de Fauna y Flora «Malpelo», el SINAP lo referencia como

un espacio marino, no obstante 120 ha de las 2'667.908 ha son área terrestre, en la división política-administrativa la Isla de Malpelo pertenece al Distrito de «Buenaventura» (Valle del Cauca) y se encuentra a aproximadamente a 500 km al Oeste del puerto de ese lugar.

### ***Espacios distinguidos mediante convenios internacionales.***

En la lista de Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO figura el Santuario de Fauna y Flora de Malpelo, 350 ha corresponden a la Isla de Malpelo y 857.150 ha reposan sobre la zona marítima circundante. El complejo lagunar asociado a la laguna «El Sonso» es sitio Ramsar, posee 5.525 ha. Según Birdlife International (2019) en el «Valle del Cauca» existen 10 AICAS, entre ellas Bosque de San Antonio/ km 18, Delta del río «San Juan», Enclave Seco río «Dagua», Parque Nacional Natural «Tatamá», Parque Natural Regional «Páramo del Duende», Región del «Alto Calima», Reserva Forestal «Yotoco», Reserva Natural «Laguna del Sonso», Santuario de Fauna y Flora de «Malpelo» y la Serranía de «Los Paraguas».

### ***Espacios protegidos reconocidos del «Valle del Cauca».***

Los escenarios naturales protegidos más conocidos y de importancia turística en el departamento incluyen los Parques Nacionales Naturales, el Santuario de Fauna y Flora de «Malpelo», la «Laguna del Sonso» y escenarios del Pacífico como «La Sierpe» y «San Cipriano» (*tabla 1*).

**Tabla 1.**

*Espacios naturales protegidos más reconocidos del «Valle del Cauca».*

<b>Escenario</b>	<b>Descripción</b>
Parque Nacional Natural «Los Farallones»	Es el área protegida más grande del departamento, conserva más de 540 especies de aves y nacen más de 30 ríos que abastecen el suroccidente Colombiano. Además, es un reservorio de diversidad de especies únicas y en peligro de extinción en Colombia y en el mundo. El río «Pance» es uno de sus referentes, conocido como un balneario natural. Entre sus sitios de interés turístico se hallan el «Topacio», el sendero «Pico Loro», sendero «Peñas Blancas», Baño recreativo y sendero «Burbujas».
Parque Nacional Natural «Uramba Bahía Málaga»	Uramba Bahía Málaga alberga una inmensa diversidad de especies de fauna y flora, continental y marina. La bahía es reconocida mundialmente por ser uno de los sitios de destino de la migración estacional de poblaciones de la ballena jorobada. Otros sitios de interés para el ecoturismo son Arrecifes, Negritos, Isla Palma, Playas de Chucheros y La Barra, Esteros y Piscinas de Agua dulce de Arrastradero.
Parque Nacional Natural «Tatamá»	El parque se destaca en la cordillera Occidental por el excelente estado de conservación de sus ecosistemas. Su flora alberga el anturio negro, 564 especies y morfoespecies de orquídeas, así como especies de árboles con maderas finas. Su riqueza faunística registra 402 especies de aves, 110 especies de mamíferos y 108 especies de reptiles. 2.523 ha del parque reposan sobre el municipio de El águila.
Parque Nacional Natural «Las Hermosas Gloria Valencia de Castaño»	Es un área de incomparable belleza. Allí nacen cientos de ríos que, desde cumbres y lagunas, bajan por entre valles boscosos y sabanas hasta las poblaciones de Tuluá, Palmira, Buga y Chaparral. Cuenta con alrededor de 387 humedales.
Santuario de Fauna y Flora «Malpelo» - patrimonio natural de la UNESCO	Es considerado un laboratorio viviente, entre las especies más destacadas están el tiburón martillo, la manta diablo, el piquero enmascarado, el lagarto, el cangrejo terrestre y el geko, entre otros.

Laguna «El Sonso»	Este complejo de humedales del alto río «Cauca» asociado a la «Laguna del Sonso» es declarado área Ramsar. Su área es de aproximadamente 8.731 ha. Lo conforman 17 madrevejas y dos ciénagas, una de estas últimas es la laguna del Sonso que posee 745 ha. Es sitio de reproducción de 37 especies de aves acuáticas y posee 5 especies de peces endémicos.
Parque Natural Regional La Sierpe	Ubicado en el Distrito de Buenaventura contiguo al Parque Nacional Natural «Uramba Bahía Málaga». Abarca 25.178 ha, en él se hallan 2 cascadas de aproximadamente 60 metros que crean una piscina natural.
Reserva Forestal ríos Escalerete y San Cipriano	Es un área de 5.555 ha. Se halla sobre los ríos «Escalerete» y «San Cipriano», este último se caracteriza por su caudal cristalino. También se destacan la cascada «La Ventiadora» y el «Charco del Amor».

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Parques Nacionales, Colparques (2018), De la Pava (2014), CVC (2018), Ecomanglar (s.f) y Arboleda (2018).

### ***Actividad turística en espacios naturales protegidos del «Valle del Cauca».***

La actividad turística en los parques nacionales es vigilada y controla, incluso algunos escenarios se encuentran parcial o completamente cerrados al público, algunos requieren permisos otorgados por las autoridades de Parques Nacionales, otros tienen límite de visitantes por día. Según información de Parques Nacionales en los cuatro Parque Nacional Natural y en el Santuario de Fauna y Flora de Malpelo ubicados en jurisdicción del «Valle del Cauca» se llevan a cabo las siguientes actividades:

En el Parque Nacional Natural «Los Farallones» se desarrollan actividades de senderismo, investigación, educación ambiental, observación de flora y fauna, avistamiento de aves y fotografía. Las actividades turísticas en el parque están sumamente controladas, usualmente los visitantes deben retornar el mismo día. Sus senderos «Pico de Loro», «Peñas Blancas» y «Burbujas» están autorizados para 50, 50 y 267 personas al día respectivamente, su distancia oscila entre los 2 km y 4,7 km, son transitados principalmente por personas de Santiago de Cali. En el parque cuenta actualmente con dos grupos encargados de la guía e interpretación ambiental.

En el Parque Nacional Natural «Uramba Bahía Málaga» se llevan a cabo actividades de senderismo (terrestre, acuático y en manglares), avistamiento de flora y fauna, en especial la temporada de ballenas jorobadas o yubarta en los meses de julio a octubre, avistamiento de aves, paseos en canoa, cascadas y disfrute de las playas de «Juanchaco», «Ladrilleros» y «La Barra».

Dentro del Parque Nacional Natural «Tatamá» se desarrollan actividades científicas e investigativas dadas sus condiciones de conservación, el uso turístico no se lleva a cabo al interior del parque en gran afluencia, con excepción del municipio «Pueblo Rico» en el departamento de «Risaralda» en donde se ha impulsado el turismo ornitológico. Según información del Diario Occidente (2017) en zonas aledañas al Parque Nacional Natural «Tatamá» en jurisdicción del municipio de «El Águila», se cuenta con algunas iniciativas ecoturísticas entorno al avistamiento de aves y senderismo en veredas como «El Zorro», «Santa Elena Alta», «San Jorge», «La Sirena», «La Judea», y en sectores de «Gulunga» (vereda «San Luis Llanogrande»). «El Águila» es un municipio privilegiado por sus activos naturales y culturales, además de ser parte de un Parque Nacional Natural, está incluido en el Paisaje Cultural Cafetero de Colombia declarado Patrimonio cultural de la humanidad por la UNESCO.

El Santuario de Fauna y Flora de Malpelo es reconocido por sus actividades de observación de fauna y flora marina, buceo, investigación y educación socio ambiental. La actividad por excelencia a practicar es el buceo avanzado, las fuertes corrientes, oleaje y profundidad demandan una alta exigencia en seguridad. Esta actividad se puede realizar en las zonas de «La gringa», «Escuba», «Los

reyes», «Los gemelos», «Sahara», «Vagamares», «El arrecife», «La nevera», «Monsterface», «El mirador», «El Freezer», «Acuarium», «Pared del Naufragio», «Bajo del ancla» y «Bajo del monstruo». Actualmente se cuenta con tres operadores para ofrecer el servicio ecoturístico, las embarcaciones cuentan con centro de buceo, alimentación, hospedaje y los recursos necesarios durante la estadía en el Santuario.

Otras áreas protegidas reconocidas por sus atractivos turísticos son la «Laguna del Sonso», declarada sitio Ramsar con importancia carácter científico, educación ambiental y observación de avifauna (Soy Valle Guía Turística, s.f). La Reserva Natural «Yotoco», la cual alberga importantes especies forestales y faunísticas, siendo el sitio donde nace el río «Yotoco», cuenta con un centro de educación ambiental que ofrece al visitante un cupo para 30 personas en su zona de camping y salón de audiovisuales (Guía Oficial de Turismo de Colombia, s.f). La reserva de «San Cipriano» es una región que ha ganado posicionamiento en turismo de naturaleza, alrededor de sus ríos, piscinas naturales, flora y fauna se ha gestado un producto turístico para este rincón del Pacífico, allí los visitantes pueden disfrutar del río cristalino, de sus charcos y cascadas, hacer senderismo, paisajismo y tubing; incluso varios de los elementos culturales de «San Cipriano» como su comida, alojamientos y el famoso transporte en brujitas resultan atractivos para los turistas. Al lado del Parque Nacional Natural «Uramba Bahía Málaga» se encuentran el Distrito Regional de Manejo Integrado la Plata y el Parque Natural Regional «La Sierpe», este último recibe aventureros que buscan disfrutar de sus cascadas, piscinas naturales y senderos.

#### ***Afluencia turística en espacios protegidas del «Valle del Cauca».***

Se debe empezar por aclarar que a pesar del crecimiento del turismo en el departamento en los últimos años, y del posicionamiento de algunos espacios naturales protegidos como atractivos turísticos, principalmente en el Pacífico, la información en cuanto a registros turísticos en áreas naturales protegidas es limitada. Pese a la carencia de datos oficiales de manejo público, importantes para la planificación y el control de la actividad turística, se ha podido abstraer algunos datos interesantes en algunos escenarios naturales de Buenaventura como el Santuario de Fauna y Flora de Malpelo, el Parque nacional Natural «Uramba Bahía Málaga», el Parque Natural Regional «La Sierpe» y la Reserva Natural «San Cipriano».

El distrito de «Buenaventura» es una de las regiones del departamento con mayor afluencia turística. Gracias a sus bondades naturales cuenta con numerosas áreas protegidas que hacen del distrito uno de los principales destinos en cuanto a turismo de naturaleza en el «Valle del Cauca» y en el suroccidente colombiano. El turismo bonaverense suele clasificarse en turismo de zonas marítimas y de zonas de río, aunque se carece de registros oficiales sobre la afluencia turística en cada escenario, si es posible señalar que de acuerdo a datos generales de diversos medios de comunicación y de entidades públicas, el turismo en ambas zonas ha ido en ascenso en los últimos años.

Según cifras aportadas desde la Alcaldía Distrital de Buenaventura (citado por Arboleda, 2018), el turismo en zonas marítimas rurales ha incrementado un 529% entre 2010 (80.190 turistas) y 2016 (504.436 turistas), y el turismo en zonas de ríos ha crecido un 91% en el mismo periodo, pasó de 159.083 turistas en 2010 a 304.520 turistas en 2016. No obstante, estas cifras deben ser analizadas detenidamente, pues los datos encontrados en el anuario estadístico Buenaventura en cifras 2012-2013 de la Alcaldía Distrital de Buenaventura (s.f) arrojan varias situaciones para considerar. Se debe tener en cuenta que los registros de turistas entre 2009 y 2013 se movilizaron exclusivamente por el muelle turístico, sitio que es prácticamente un paso obligado para los turistas que deseen visitar zonas marítimas. De acuerdo al anuario estadístico en 2010 pasaron 80.190 pasajeros por el muelle, de los cuales 34.035 eran turistas, el aumento de turistas en zonas de playa entre 2010 y 2013 alcanzó el 95%, es decir que en el 2013 hubo 66.372 turistas que pasaron por el muelle.

Independientemente de las disyuntivas e interpretaciones entre las fuentes aunado a la globalidad de las cifras, se logra concluir que el turismo en zonas marítimas y de ríos de Buenaventura va en ascenso, el papel de los espacios protegidos como destinos turísticos ha sido fundamental, tanto así que los picos de turismo se registran en enero, semana santa y en la temporada de avistamiento de ballenas en donde el escenario ideal es la zona marítima del Parque Nacional Natural «Uramba Bahía Málaga». Playas como «Juanchaco», «Ladrilleros» y «La Barra», situadas en inmediaciones con el Parque Nacional, son atractivos que halan un flujo de turistas significativo, según datos de la Alcaldía Distrital en temporadas como la semana santa de 2018 esta zona junto con las playas de la Bocana y otras fueron visitadas por más de 16.700 personas, Parques Nacionales indica que dentro del parque no hay servicios de alojamiento y restauración, sin embargo estos son ofertados en inmediaciones del área protegida por operadores turísticos. Por el lado del turismo en zonas de ríos aparece como el más reconocido destino la Reserva Protectora ríos Escalerete y San Cipriano, popularmente conocida como la Reserva de San Cipriano, varios medios exponen el posicionamiento de este lugar, el País.com.co (2018) lo relaciona como uno de los sitios más concurridos de Buenaventura, durante la semana santa del 2018, la reserva recibió más de 13.100 personas (Alcaldía Distrital de Buenaventura, s.f).

Parques Nacionales aporta en su Registro Histórico de visitantes 2002-2018 información sobre el Santuario de Fauna y Flora de Malpelo, un lugar que sólo puede ser visitado por buzos especializados, en general el informe muestra una tendencia moderada descendente con picos notables en los años 2009 y 2010 (1.142 y 1.232 visitantes respectivamente). En 2018 el SFF fue visitado por 377 personas.

#### ***Turismo en espacios protegidos de Extremadura (España) y el «Valle del Cauca» (Colombia).***

La *tabla 2* describe las variables de extensión de las áreas protegida, figuras de protección, demanda turística, oferta turística, fomento y promoción del turismo en los territorios de la comunidad de Extremadura en España y el departamento del «Valle del Cauca» en Colombia.

**Tabla 2.**

*Variables de Gestión y uso turístico de los espacios protegidos en Extremadura y el Valle del Cauca.*

ITEM	VALLE DEL CAUCA (COLOMBIA)	EXTREMADURA (ESPAÑA)
GENERALIDADES	Extensión de 22.195 km <sup>2</sup> . 4.613.684 habitantes (2015)	Extensión de 41.635 km <sup>2</sup> . 1.065.722 habitantes (2019)
FIGURAS DE PROTECCIÓN	<b>Parque Nacional (4). Reserva Natural (0). Área Natural Única. Santuario de Flora (0). Santuario de Fauna (1). Vía Parque (0).</b>	<b>Espacios Naturales Protegidos:</b> <a href="#">Parques Naturales</a> (2). <a href="#">Reservas Naturales</a> (1). <a href="#">Monumentos Naturales</a> (4). <a href="#">Paisajes Protegidos</a> (1). <a href="#">Zonas de Interés Regional- ZIR</a> (4). <a href="#">Corredores Ecológicos y de Biodiversidad</a> (5). <a href="#">Parques Periurbanos de Conservación y Ocio</a> (11). <a href="#">Lugares de Interés Científico</a> (10). <a href="#">Árboles Singulares</a> (35). <a href="#">Corredores Ecoculturales</a> (1). <b>Red Ecológica Europea NATURA 2000:</b> <a href="#">Zonas de Especial Protección para las Aves</a> (69). <a href="#">Lugares de Importancia Comunitaria</a> (87). <b>Otras figuras de protección de espacios:</b> <a href="#">Parque Nacional</a> (1). <a href="#">Reserva de la Biosfera</a> (2). <a href="#">Áreas Privadas de Interés Ecológico</a> (1). <a href="#">Zonas Ramsar</a> (3)
ESPACIO PROTEGIDO	511.737,6 ha. 23,1% de la superficie terrestre vallecaucana.	1.276.288 ha. Representa alrededor del 30,6% del territorio extremeño
DEMANDA TURÍSTICA TOTAL	176.800 turistas extranjeros en 2018.	1.866.168 turistas (2018). 314.992 turistas extranjeros en 2018.
DEMANDA TURÍSTICA GENERAL Y EN ÁREAS PROTEGIDAS	En el Valle del Cauca hace un par de años entró en funcionamiento un Observatorio turístico, no obstante aún se carece de cifras oficiales sobre demanda turística en zonas provinciales y en espacios protegidos en donde se desarrolla alguna actividad turística. Tan sólo existen algunos datos limitados del turismo en algunos espacios protegidos de Pacífico, tal información corresponde a temporadas de festividades en Colombia. El turismo en espacios protegidos del departamento ha sido poco impulsado y no está posicionado pese al potencial, excepto algunas áreas del Pacífico.	La encuesta de visitantes del tercer trimestre de 2017 indica que el 16,2% de los encuestados visitan Extremadura con el fin de visitar sus espacios naturales y hacer senderismo. Además el 49,8% de los encuestados indica que durante su estancia en Extremadura llevan a cabo actividades mencionadas. El 20,8%, 15,4%, 8,9% y 5,8% de los encuestados durante su estadía en Extremadura tienen la intención de visitar zonas con presencia de espacios naturales como Valle del Jerte y La Vera, Reserva de la Biosfera de Monfragüe, Geoparque Villuercas Ibores Jara y Tajo Internacional y Sierra de San Pedro respectivamente. En Extremadura en 2018 el Valle del Jerte y la Vera, Reserva de la Biosfera de Monfragüe, Tajo Internacional, Villuercas recibieron 147.620, 71.042, 42.540 y 35.723 turistas respectivamente. El parque Monfragüe recibe alrededor de 300.000 visitantes al año.
OFERTA TURÍSTICA	El departamento carece de un estudio oficial de carácter público que exponga la oferta turística en zonas provinciales y en zonas aledañas a espacios protegidos con uso turístico. En la mayoría de municipios del Valle se desconoce su capacidad hotelera, de restauración y otros.	En el Valle del Jerte y la Vera tiene 262 alojamientos (187 rurales) y 7.786 plazas, 115 restaurantes y 8.969 plazas. La zona de las Villuercas posee 68 alojamientos (47 rurales) y 1.403 plazas, 51 restaurantes y 4.409 plazas. En la Biosfera de Monfragüe se hallan 77 alojamientos (43 rurales) y 2.123 plazas, 76 restaurantes y 5.248 plazas. EL parque natural Tajo Internacional y Sierra de San Pedro tiene 94 alojamientos (55 rurales) y 1.741 plazas, 86 restaurantes y 7.523 plazas.

FOMENTO DEL TURISMO EN ESPACIOS PROTEGIDOS	Se han estudiado y caracterizado únicamente los espacios protegidos de importancia nacional como los Parques Nacional Natural y algunas reservas, los demás espacios carecen de información completa y abierta al público, tampoco han sido adecuados como atractivo turístico. Se observa una escasa presencia del sector público en la gestión y promoción del turismo en espacios protegidos, la mayoría de páginas web de organismos públicos no registran información sobre turismo. Tanto el turismo cultural como el de naturaleza ha sido poco planificado y controlado en el departamento, las apuestas por el turismo en espacios protegidos es minúsculo.	Los espacios protegidos de Extremadura han sido estudiados y caracterizados detalladamente. Son promocionados como atractivo turístico en numerosas páginas web de entidades públicas autonómicas, diputaciones, municipios y blogs privados. Son atractivos de primer nivel en varias mancomunidades de Extremadura alrededor de los cuales se gesta un producto turístico. El turismo en espacios protegidos es planificado y controlado, mediante el observatorio de turismo se hace seguimiento a las tendencias de oferta y demanda en los 15 territorios ordenados en cuestión de turismo.
--------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

**Fuente:** Observatorio turístico de Extremadura (2019), Extremambiente (s.f), Instituto Estadístico de Extremadura (s.f).

## Conclusiones

El «Valle del Cauca» goza de un amplio inventario de recursos naturales, es una región rica en biodiversidad, alrededor del 23% de su superficie terrestre está protegido por alguna figura del SINAP. En algunos de sus espacios protegidos más representativos, en especial en la región pacífica, se ha generado un producto turístico capaz de atraer una masa de turistas significativa para el Pacífico.

No obstante, a pesar de las bondades naturales del territorio vallecaucano, tan solo unas pocas áreas protegidas son aprovechadas en la actividad turística, tales espacios son desconocidos, carecen de estudios de caracterización, su información es escasamente divulgada y no han sido adaptados para recibir visitantes. Se debe agregar a lo anterior que la planificación y seguimiento al turismo en espacios protegidos es escasa, incluso en zonas visitadas como el Parque Nacional Natural «Uramba Bahía Málaga» o la Reserva de «San Cipriano» es difícil encontrar información sobre su oferta hotelera, de restauración, atractivos y servicios turísticos, además los registros de afluencia turística son limitados puesto que en el departamento y en sus municipios se carece de entidades encargadas de la planificación y control de turismo en áreas protegidas.

Por último, el caso del turismo en espacios protegidos de regiones como Extremadura es una muestra de la apuesta que muchos territorios españoles han hecho por el turismo de naturaleza y rural, de alguna forma es un modelo cuyas estrategias deberían ser estudiadas en regiones de Colombia como el «Valle del Cauca», en especial en lo que respecta a temas de planificación, fomento y control de la actividad turística en espacios protegidos. El «Valle del Cauca» tiene un potencial verdaderamente significativo para generar productos turísticos alrededor de escenarios naturales protegidos, hasta ahora este potencial no se ha materializado por completo, s momento de que el departamento y sus territorios concentren esfuerzos en estructurar estrategias que pongan en valor sus recursos naturales.

## Referencias bibliográficas

- Aghon, G., Albuquerque, F. y Cortés, P. (2001). Desarrollo económico local y descentralización en América Latina: Un análisis comparativo. Santiago de Chile: Proyecto Regional de Desarrollo Económico Local y Descentralización CEPAL/GTZ. Recuperado de <http://bida.uclv.edu.cu/handle/123456789/7447>
- Alcaldía Distrital de Buenaventura. (s.f). Anuario Estadístico 2012-2013. Recuperado de [http://www.buenaventura.gov.co/images/multimedia/anuario\\_estadistico\\_2012\\_-\\_2013.pdf](http://www.buenaventura.gov.co/images/multimedia/anuario_estadistico_2012_-_2013.pdf)
- Arboleda, N. (2018). Lineamientos estratégicos para la gestión del turismo en el distrito de Buenaventura (Colombia). *Turismo y Sociedad*, 23, 237-266. doi: <https://doi.org/10.18601/01207555.n23.12>.
- Birdlife International. (2019). Birdlife data zone. Recuperado de <http://datazone.birdlife.org/site/results?cty=47&fam=0&gen=0>
- CITUR. (2018). Estadísticas nacionales. Recuperado de [http://www.citur.gov.co/estadisticas/df\\_viajeros/all/4](http://www.citur.gov.co/estadisticas/df_viajeros/all/4)
- CVC. (2018). La laguna del Sonso es ahora sitio Ramsar y humedal de importancia internacional. Recuperado de <https://cvc.gov.co/carousel/2631-laguna-de-sonso-es-ahora-sitio-ramsar-y-humedal-de-importancia-internacional>
- Colparques. (2018). Farallones de Cali. Recuperado de <http://www.colparques.net/CALI>
- De la Pava, M. L. (2014). Gobernanza Local con Transversalidad de Género en el Consejo Comunitario La Plata- Bahía Málaga, Pacífico colombiano. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/12413>
- Diario Occidente. (2017). El Águila, café tradición y naturaleza. Recuperado de <https://occidente.co/el-aguila-cafe-tradicion-y-naturaleza/>
- Ecomanglar. (s.f). Las cascadas de la Sierpe. Recuperado de <http://ecomanglar.org/project/las-cascadas-de-la-sierpe/>
- Extremambiente. (s.f). Consejería de agricultura, desarrollo rural, medio ambiente y energía. Recuperado de <http://extremambiente.juntaex.es/index.php>
- FONTUR. (2019). Terminología del turismo. Recuperado de <https://fontur.com.co/interactue/glosario/63>
- Guía Oficial de Turismo de Colombia. (s.f). Reserva natural de Yotoco. Recuperado de <http://www.colombia.travel/es/a-donde-ir/pacifica/buga/actividades/reserva-natural-de-yotoco>
- Instituto Estadístico de Extremadura. (s.f). IEEX Instituto de estadística de Extremadura. Recuperado de <https://ciudadano.gobex.es/web/ieex/>

- Moreno, M., y Coromoto, M. (2011). Turismo y producto turístico. Evolución, conceptos, componentes y clasificación. *Revista Visión Gerencial*, 10(1), 135-148. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545890011.pdf>
- Observatorio turístico de Extremadura. (2019). Observatorio turístico de Extremadura. Recuperado de <https://www.turismoextremadura.com/viajar/turismo/es/pie/observatorio.html>
- OMT. (2002). Ecoturismo y áreas protegidas. Recuperado de <http://www2.unwto.org/es/content/ecoturismo-y-areas-protegidas>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2019). Parques Nacionales Naturales de Colombia. Recuperado de <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/>
- Soy Valle Guía Turística. (s.f). Laguna del Sonso. Recuperado de <https://www.soyvalle.com/index.php/turismo-ecologico/laguna-de-sonso>
- Subdirección de Sostenibilidad y Negocios Ambientales. (2018). Informe anual 2018. Recuperado de <https://storage.googleapis.com/pnn-web/uploads/2013/11/INFORME-VISITANTES-2018-FINAL.pdf>
- UNESCO. (1972). Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural. Recuperado de <http://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** El turismo rural como alternativa para el desarrollo local. Estudios de casos Área Grecánica (Reggio Calabria), Italia y municipio «Cabaiguán», Cuba.

**Autores:** Omaid Romeu Torres<sup>34</sup> e Ignacio González Ramírez.

### RESUMEN

El turismo rural es una actividad económica en el mundo actual; en Europa y América Latina es una de las principales tendencias dentro de las modalidades turísticas. Su desarrollo se ha basado en el interés y disfrute de las potencialidades naturales y culturales del entorno rural: Paisajes de altísimo valor estético, riquezas identitarias y patrimoniales ligadas a los pueblos que muestran al visitante una armonía en su quehacer cotidiano. Es favorable para la economía local como motor dinamizador del desarrollo rural, sin embargo, los paisajes y las comunidades son vulnerables, es necesario el estudio de las potencialidades y riesgos que pueden existir para la implementación. La investigación ha tenido como objeto de estudio el medio rural del Área Grecánica, Reggio Calabria, sur de Italia y el municipio «Cabaiguán», provincia «Sancti Spiritus», Cuba. Se realizó un inventario de potencialidades del patrimonio tangible e intangible. Ambos contextos poseen posibilidades para ampliar las ofertas y productos turísticos, en el primer caso y en el segundo, iniciar experiencias pilotos permitiendo a su vez valorizar sus recursos. A partir de fotos tomadas en dichas áreas se valoró la calidad estética de los paisajes como parte del patrimonio que permitió identificar los mejores sitios y visuales paisajísticas para una propuesta de dos senderos turísticos para promover el ejercicio físico asociado al disfrute estético rural. Se realizó análisis espacial mediante GIS para evaluar las visuales paisajísticas y la determinación de las características de los recorridos y las recomendaciones para operar los senderos acompañadas de mapas.

**Palabras clave:** comunidades, desarrollo local e identidad, paisajes, turismo rural.

---

<sup>34</sup> Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí, Ecuador. E-mail: [omaidaromeu1966@gmail.com](mailto:omaidaromeu1966@gmail.com)

## EL TURISMO RURAL COMO ALTERNATIVA PARA EL DESARROLLO LOCAL. ESTUDIOS DE CASOS ÁREA GRECÁNICA (REGGIO CALABRIA) ITALIA Y MUNICIPIO «CABAIGUÁN», CUBA

*Omaida Romeu Torres e Ignacio González Ramírez*

### Introducción

El turismo rural es una modalidad altamente demandada en el mundo y con una fuerte tendencia al crecimiento. Se distingue de otras modalidades turísticas en el diseño de sus productos, servicios y en las consecuencias que puede provocar en las comunidades rurales, con un entorno diferente al medio urbano y a las playas.

En las áreas rurales se ha desarrollado históricamente una fuerte sinergia de la cultura con el entorno natural, sirviéndole de soporte a la actividad económica y permitiendo el desarrollo de la identidad local. La simbiosis con el medio natural permite obtener de este el máximo de beneficio, sin degradar los recursos a través del tiempo.

En diversos lugares del mundo se ha tratado el tema del turismo rural vinculado a las potencialidades reales que presenta, ya que estas son las que constituyen la fuente inagotable de flujos turísticos; las mismas no sólo están asociadas al material tangible como arquitectura, artesanía, fauna y flora, sino también a los elementos intangibles como: historia, mitos, tradiciones, juegos populares, y otros tipos de manifestaciones artísticas, y gastronómicas. Existen espacios en los que están presentes una buena parte de estos elementos, y se han realizado estudios que han servido de base científica para facilitar el desarrollo del turismo rural como alternativa de desarrollo local como es el caso de México, donde se realizó un estudio acerca de las potencialidades existentes para desarrollar esta modalidad de turismo, descubriéndose que sus mayores recursos se basan en su arquitectura, además de diversos paisajes y poblados en los que se puede disfrutar de flora y fauna endémicas.

Otro de los estudios con respecto al desarrollo e implantación de esta modalidad asociada al aprovechamiento de las potencialidades, se realizó en Chile desde 1999, específicamente en la región del BíoBío, en la cual están presentes características geográficas y culturales relacionadas directamente con su historia e identidad regional y local.

En Europa resaltan los estudios en España, Francia e Italia, donde existen experiencias interesantes en la región de Piemonte, la Toscana y La Marche, sobre todo en el desarrollo de los ecomuseos como gestión participativa e integrada del territorio.

El presente estudio supone en futuro cercano, que el turismo rural sea una manifestación sociocultural que involucre más a los habitantes de las comunidades y sus entornos naturales frágiles y establece la necesidad de comenzar a planificar y diseñar acciones que integren la conservación a la actividad económica. Además, se considera que existen condicionantes administrativas, culturales y económicas que deben ser estudiadas en profundidad, para establecer las bases generales de actuación de todos los involucrados: Actores directos e indirectos, gobiernos, población, asociaciones y organizaciones, etc.

Es interesante la introducción de un turismo rural orientado al disfrute y conservación de los valores culturales y naturales identitarios de dos comunidades, una es el Área Grecánica, en el Sur de Italia, y el municipio «Cabaiguán», localizado en el centro de Cuba; ambos contextos representantes legítimos de su identidad basada en la cultura que le dio origen.

Por otra parte, este estudio tiene gran significado ya que permite desarrollar actividades económicas novedosas que pueden favorecer la solvencia y el nivel de vida de muchos de sus habitantes, también tiene un impacto positivo sobre todo en la estimulación dentro del Área Grecánica de la producción y valorización de sus tierras ya que muchas han sido abandonadas por sus propietarios, los cuales han emigrado a otros lugares buscando la posibilidad de otra fuente de trabajo más remunerada y un contexto más urbanizado, fenómeno muy característico en toda el área.

El desarrollo del turismo rural no solo estimularía regenerar nuevas fuentes de empleo en la esfera de los servicios en las fincas rurales sino que además incentivará con su efecto de arrastre a otras ramas económicas que garantizan la materia prima y a la vez aumentaría la producción de alimentos y otras producciones que hasta el momento no cumplen las expectativas y en otras en su mayoría son importados de otras regiones de Italia e inclusive del exterior, sin valorizar la posibilidad de una producción interna y local.

Al hacer referencia al estudio de caso en el contexto cubano en la provincia de Sancti Spíritus, se puede decir que a pesar de contar con incalculables valores patrimoniales en el espacio rural, la mayoría de ellos no se explotan, ya que el turismo se enmarca en la localidad de Trinidad, donde hasta el momento su principal atractivo lo constituye el turismo de sol y playa y el turismo de ciudad. Sin embargo, ello no indica la ausencia de innumerables potencialidades para desarrollar el turismo rural, el cual solo ha sido potenciado en las localidades: «Los Molinos» (en el «Valle de los Ingenios»), «El Taje» (en el delta del río «Agabama»), la «Casa del Gallo» (en «Topes de Collantes»), y «El Cubano», en las afueras de la ciudad de «Trinidad».

En el resto de la provincia y en particular dentro del municipio «Cabaiguán», no existe desarrollo de dicha modalidad turística ni de ninguna otra, lo cual no expresa la carencia de atractivos y valores para poder implementar un turismo rural, donde la vida campesina y el entorno se vinculan estrechamente a la inmigración canaria, constituyendo una fuerte motivación para desarrollar un turismo sostenible.

El turismo rural puede ser un mecanismo de potenciación local, siempre que incorpore posibilidades de expresión a los valores referidos anteriormente. Cualquier proyecto local, que tienda a valorizar al territorio mediante el turismo rural, pone a disposición de este sus producciones tradicionales, las actividades de siembra, atención cultural, cosecha y procesamiento de los frutos de la tierra, las manifestaciones asociadas a las épocas productivas o de descanso. Por ello, conjuntamente con el aumento de estas actividades, puede provocar un sesgo negativo en algunas de ellas.

Por estas razones se propone identificar y valorar las potencialidades del patrimonio tangible e intangible del Área Grecánica y de «Cabaiguán» para el desarrollo del turismo rural, así como proponer el diseño de senderos representativos para el turismo rural.

### **Materiales y métodos**

El método utilizado fue el Etnográfico. Se utilizó además el análisis de documentos para la recopilación de información y diseño de instrumentos indagatorios básicos. Se realizó la búsqueda y el levantamiento de la información básica y recopilación de datos, consultando bases de datos, bases cartográficas, información de Internet sobre las comunidades, se consultaron varias bibliografías, se realizaron recorridos a los sitios de las diferentes asociaciones en el Área Grecánica; también y de acuerdo a las oportunidades y haber tenido

una estancia corta dentro del área objeto de estudio se compiló un conjunto de bibliografía especializada sobre la existencia y estado del arte rural facilitando el procesamiento de toda la información obtenida. Fueron diseñadas encuestas, entrevistas, y una guía de observación que permitieron a la investigación profundizar sobre aspectos significativos a tener en cuenta para cumplir con los objetivos propuestos.

Mediante el trabajo de campo se realizaron entrevistas a la población local, directivos y presidentes de diversas asociaciones, instituciones, gerentes de villas turísticas, haciendas de agroturismo, vinicultores, gestores del turismo (guías turísticos, operadores, trabajadores y técnicos del Parque Nacional «Aspromonte»), artesanos, pintores, escritores, músicos, se entrevistó además al presidente de la Asociación Agrícola de la Región de la Calabria y el municipio «Cabaiguán», se entrevistaron a especialistas en diversos temas relacionados con el patrimonio tangible e intangible, se recogieron las historias de vida de personas nacidas y que han vivido históricamente en los contextos rurales objetos de investigación. Mediante la observación de campo se hicieron recorridos y se tomaron fotos de los elementos representativos y característicos del paisaje.

La observación de campo permitió identificar otras problemáticas existentes, se realizó la constatación y el procesamiento de la información obtenida y se completó la información, con los datos recopilados en el territorio.

El análisis de mapas, bases de datos y otros documentos, estuvo orientado a profundizar en las propiedades de los componentes naturales y culturales para su mejor evaluación y caracterización. Mediante este se interpretó el objeto de estudio como un todo y se expresaron las conexiones históricas entre el medio natural y las formaciones socioculturales asociadas a los valores autóctonos de cada comunidad. Otros documentos analizados fueron: *Plan de desarrollo rural*, el documento de *Desarrollo territorial regional*, así como la consulta de diversos proyectos en ejecución y la *Estrategia de desarrollo local en el municipio de Cabaiguán*.

Se aplicaron entrevistas a líderes y coordinadores de comunidades y asociaciones, líderes de proyectos importantes del territorio y otros especialistas relacionados con la investigación, gestión y la planificación territorial. Su objetivo fue percibir los conocimientos sobre las potencialidades para el turismo rural que poseen los principales actores del territorio.

La observación no participante permitió comprender los elementos más generales del fenómeno estudiado. Incluyó visitas y recorridos a diferentes pueblos, fincas, sitios de interés natural y sociocultural como: Áreas protegidas, manifestaciones culturales, religiosas y actividades agroproductivas.

Las notas de campo se desarrollaron a partir de las visitas al área y la comprensión de las potencialidades naturales y socioculturales locales, el fortalecimiento de la identidad comunitaria y los valores autóctonos tradicionales.

Las encuestas posibilitaron la identificación de las potencialidades naturales y socioculturales del territorio objeto de estudio, para el desarrollo del turismo rural; se basaron en estudios perceptivos de la calidad estética del paisaje y valoraciones del potencial de las manifestaciones e infraestructuras culturales tradicionales. Incluyen paisajes de los entornos rurales e infraestructuras, caminos, vegetación, medios productivos asociados al cultivo de la oliva y otros frutos de la tierra y las actividades económicas que completan la labor de los pobladores.

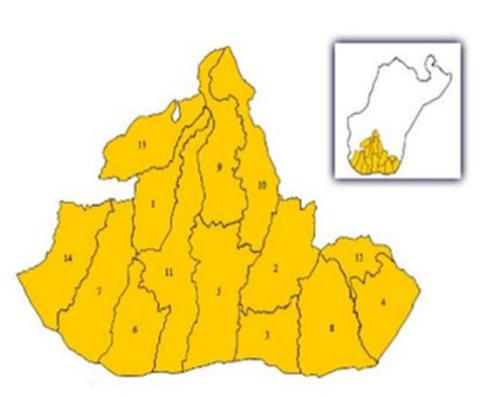
También se aplicaron encuestas y se establecieron conversatorios con visitantes y turistas que arribaban por primera vez y otros que han repetido sus viajes de ocio al área, ello facilitó comprender los elementos más llamativos dentro de lo autóctono y la valoración general sobre la calidad del área para desarrollar productos de turismo rural. Se aplicaron mediante visitas dirigidas a fincas agroturísticas y sitios de interés.

## Resultados y discusión

### ***Caracterización general del área de estudio en Italia: Área Grecánica.***

Según datos del *Programa de Desarrollo Local del área Grecánica* esta se localiza en un territorio que se extiende por 598km sobre la faja jónica de la provincia «Reggio Calabria» en el sur de Italia. Presenta elevada concentración de sitios de particular calidad natural, 16 sitios de importancia comunitaria y una zona de protección especial por la fuerte connotación identitaria dado por la presencia de las comunidades de los griegos de Calabria, considerada una de las minorías lingüísticas que enriquece la Calabria de culturas y tradiciones distintas.

El área de intervención está reconocida dentro del área de referencia del PSR «Área rural con retardo de desarrollo». En la *figura 1*, se destacan las comunidades del Área Grecánica y en la leyenda las principales comunidades visitadas del territorio.



**Figura 1.** Área Grecánica, suroeste de Italia. (1. Bagaladi; 2. Bova; 5. Condofuri; 6. Pentadatiilo (Comunidades de Melitodi Porto Salvo); 7. Montebello Jonico; 10. Roghudi).

**Fuente:** Elaboración propia.

### ***Características del Área Grecánica.***

Desde el punto de vista altimétrico, predomina la colina litoral, sobre la que se localizan 10 asentamientos, el más extenso es San Lorenzo que con algo más de 6400ha y el 10,7% de la superficie territorial. Los menos extensos son Staiti y Bova Marina que revisten menos que el 10% de la superficie del área.

En general, en el Área Grecánica existe un déficit de concentraciones urbanas. Las cifras demográficas del área son reflejadas en la relativa baja densidad de población por km<sup>2</sup>, aproximada a 80,6 habitantes. Este valor es menor a la mitad de la densidad de población de la provincia «Reggio Calabria» y notablemente inferior del valor medio calabrés que, notoriamente, ya está particularmente contenido. Solo «Melito de Puerto Salvo» evidencia una más elevada densidad de la vivienda, 320,4 habitantes por km<sup>2</sup> seguido por «Motta San Giovanni», «Bova Marina» y «Montebello Jónico», con valores parecidos a la media regional, pero en todo caso inferior a la media provincial; siete ayuntamientos: «Bagaladi», «Bova»,

«Palizzi», «Fortaleza», «Roghudi», «San Lorenzo» y «Staiti», denuncian una densidad inferior a 50 habitantes por km<sup>2</sup> (Sclapari, 2009).

En el Área Grecánica predomina la hospitalidad difusa, un sistema de alojamiento desconcentrado, basado en la habitación preparada para alojamiento dentro de la vivienda. La hospitalidad difusa prevé que los recursos utilizados sean aquellos disponibles en el territorio y sus casas. Las competencias de las familias y en particular de las mujeres radican en ofrecer hospitalidad, cocinar, y proveer los servicios necesarios para la receptividad.

Este fenómeno comenzó en Bova, en la década del 90, gracias a la implicación y al interés de un grupo de jóvenes constituidos en la cooperativa San Leo. La hospitalidad familiar difusa ha engendrado la voluntad de contribuir al crecimiento civil y cultural de las comunidades locales, favoreciendo la agregación entre los muchos centros del Aspromonte. La hospitalidad difusa se ha extendido a los demás centros montanos del área creando una red que une hoy 13 operadores y una serie de familias distribuidas sobre todo el territorio y atrae un flujo turístico de unas 8000 presencias al año (Tuscano, et al., 2001).

La hospitalidad es acompañada por lo tanto de una serie de actividades asociadas a este tipo de turismo como lo es la organización de excursiones, senderismo, laboratorios artesanales, acontecimientos culturales, musicales, por ejemplo: Festival Internacional de Filmes y Cortometrajes en Penteditilo; concurso de fotografía coordinado por la agencia Propenteditilo; talleres literarios; festivales etno-musicales y etno-gastronómicos (cantinas abiertas, fiestas populares, carnavales, de Bova superior); procesiones y festividades de índole religiosa, fiestas tradicionales con el objetivo de la revitalización como la Fiesta de la Tasadura, etc. Todo ello respaldado por un sector en crecimiento gracias a las actividades de acompañamiento de las iniciativas comunitarias o instrumentos financieros de los Bienes Culturales, incentivando y promoviendo el incremento en frecuencia y cantidad.

Desde el punto de vista natural se puede definir como el principal recurso de la comunidad de Penteditilo los paisajes, por la combinación que existe entre el relieve y la vegetación en el área como elementos morfosistémicos que definen la calidad estética del paisaje. No se puede hablar en términos generales de la presencia exclusiva de factores naturales en la conformación de estos paisajes por la existencia de construcciones y cultivos que han transformado los recursos naturales, pero sí destacar la fuerte influencia de estos elementos en el contexto general.

Como tipos de visuales más comunes se identificaron los olivos, montañas, cítricos, valles fluviales (fiumaras), elementos cársicos, pueblos rurales, construcciones religiosas, molinos de agua antiguos, valles intramontanos combinados con los campos abandonados donde crece la ginestra y el ficus de la India. Por otra parte, la visual hacia el mar «Jónico» contrasta con los coloridos de los tejados y el verde, así como las áreas forestadas en las laderas de las colinas.

Los asentamientos más característicos (arquitectura greca) son: «Penteditilo», «Bova superior», «Roghudi viejo», en su mayoría despoblada y dispersa dentro del territorio montañoso. Las montañas como formas destacadas en el paisaje, olivos y la visual de los pueblos hacia el mar «Jónico» que promedió un valor de 10 puntos también las fiumaras, con valores similares, expresando cómo las personas evalúan altamente a este tipo de visuales.

La puntuación más baja de su calidad estética la obtuvo la presencia de micro vertederos con un valor inferior a 2,4 además las construcciones civiles en ruinas y los caminos en mal estado, este tipo de visuales paisajísticas no gozan de buena apreciación.

En general, los componentes visuales presentes pueden considerarse como de alta calidad estética. Las fotos altamente valoradas, pertenecen al paisaje natural del entorno de «Pentedatilo» y «Montebello», la «Fiumara de la Amendolea» en «Roghudi viejo» y el área protegida del «Aspromonte» y las panorámicas desde «Bova superior» hacia el mar «Jónico» fueron de alto puntaje superior a la media de 8, 6 (*figura 2*).



**Figura 2.** Panorámicas desde Bova Superior hacia el mar Jónico fueron de alto puntaje superior a la media de 8, 6. **Fuente:** Elaboración propia.

Es importante destacar otros elementos naturales de elevada aceptación con una puntuación superior a 9,5 por parte de todos los encuestados como son las fotos de los saltos de agua, la topografía cársica (*roca del Dragón, la roca de la Leche y cueva de Lamia*), así como las infraestructuras de madera, elementos característicos del paisaje grecánico.

A partir del análisis de los recursos presentes en las comunidades de «Melito Porto Salvo», se definió a los paisajes rurales como el recurso con mayor potencial para el turismo rural. Esta conclusión se basa en la combinación altamente estética del relieve y la vegetación como elementos morfológicos que se destacan en el paisaje, a la presencia de áreas boscosas y de cultivos de alta calidad estética, así como la inclusión de fenómenos con expresión espacial como son las franas y las medidas antideslizamientos de tierra que tiene un carácter regulador para los riesgos predominantes en el área.

A los elementos morfológicos principales se suma la presencia de componentes arquitectónicos que le ofrecen mayor valor estético a estos paisajes rurales. Las ruinas de edificaciones, y la presencia de varios poblados que conservan características muy particulares desde que fueron erigidos. Algunos de ellos fueron abandonados o casi abandonados o por razones de seguridad ya que tienen alto riesgo sísmico.

Se adicionan dentro del potencial para el turismo rural, varias manifestaciones socioculturales que pertenecen al acervo cultural de la región y pueden ser promovidas para los visitantes. El patrimonio cultural más inmaterial, está asociado a las costumbres, a las tradiciones, a la artesanía, a la música y la vida religiosa de esta pequeña parte de Grecia en occidente.

La presencia de centros históricos en «Pentedatilo», «BovaSuperiore», «Fossato», «Montebelo Jónico», por citar ejemplos concretos, son expresiones de la época bizantina y hasta el siglo XI, donde conservan sus iglesias, sus plazas, su calles estrechas, sinuosas y adoquinadas, sus fuentes de agua características y sus casas, que a pesar del tiempo y los impactos de la actividad sísmica y la modernización muchas mantienen intacta la instalación medieval originaria. A esto se le adicionan los castillos en ruinas que guardan una historia y mitos deslumbrantes lleno de magia y tradiciones y antagonismos de sus habitantes, como son:

Castillo de Alberti (Pentedatilo), Castillo de la Amendolea, Palacio de Pirommallo en Fossato que a pesar del tiempo y su mal estado de conservación guarda en su interior decorados de frescos, erige su majestuosa arquitectura en apariencia defensiva. Otro de los valores es el elevado número de monasterios, que sólo quedan huellas sobre el territorio y la rica cartografía monástica calabrés. La permanencia de esta tradición cultural, es en todo caso tal que se ha transmitido de modo inconsciente, en todas las expresiones de la vida cultural, en la música, en la danza (Tarantela), en la tradición gastronómica y la cocina típica, pero también en el patrimonio cultural material, en las técnicas de construcción y en la gestión del paisaje.

Otra potencialidad particular del área resultan los valores naturales geológicos que son incluidos en el elenco (SIC); sitio de importancia comunitaria avalado por la unión europea, son objetos específicos del Área Grecánica el Torrente Menta, el pueblo de Pentedatilo, la fiumara de Melito, la fiumara de Palizzi, y la Salina Jónica como sitio de importancia natural de refugio de fauna y aves migratorias. (Nucera, 1998)

A partir de lo anterior, se decidió como resultado principal de la investigación proponer un sendero para turismo rural que pudiera en un futuro ser explotado por el sistema productivo local, y que permita incorporar una nueva actividad económica y potenciar el uso agregado de los paisajes y la actividad sociocultural en la comunidad de «Melito Porto Salvo» y «Pentedatilo».

#### ***Características generales del sendero.***

El sendero propuesto comienza en la intersección de la carretera 106 con la carretera que va para el pueblo de Pentedatilo y termina en este último asentamiento. Tiene una extensión de 4368m, por lo que puede considerarse corto. La altitud del punto de partida es de 27m sobre el nivel medio del mar y al del punto de llegada es de 301m sobre el nivel medio del mar, lo que establece que tiene una pendiente promedio de 6%. Ello no llega a ser escarpado, pero si resulta de determinado grado de dificultad para las personas que no están entrenadas.

Se proponen tres modalidades: En máquina, medio de transporte ecológico existente en el área; en bicicleta; y a pie. En bicicleta para ciclistas entrenados que harían el recorrido de ida y vuelta. En máquina para personas que lo deseen y tengan problemas de salud, y a pie para personas entrenadas que quieran disfrutar de la vista general y tomar fotos únicas durante el recorrido.

#### ***Descripción del recorrido a pie.***

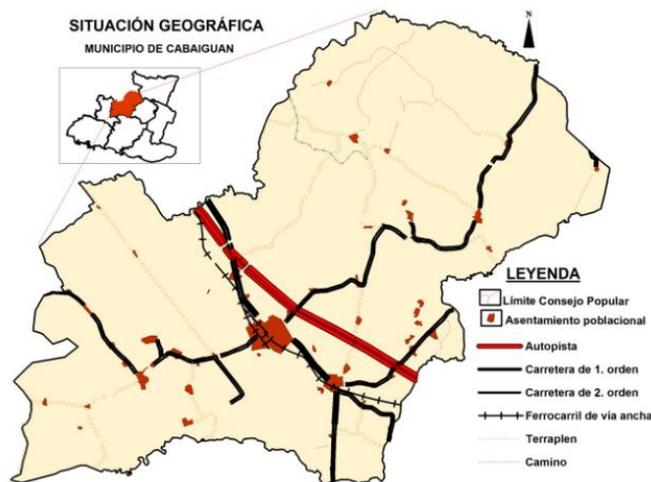
Al partir del punto inicial en la intersección mencionada, a unos 650m se arriba a «Ágata» donde se localiza el primer mirador. En este pequeño asentamiento se obtiene una vista orientada principalmente hacia el mar, el área costera y el valle que se localiza hacia el este. Hacia el norte la vista alcanza por todo el valle. El área de interés que se puede observar, sin incluir la parte marina, es de 500ha. Hasta ese punto se ascendió y el observador se encuentra en una pequeña elevación de la que comenzará a descender por unos 200m para volver a ascender hasta el mirador 2 unos 950m después. Este se localiza en una intersección con un camino después de una curva en la carretera antes de llegar a «Maromico», la visual paisajística es parecida a la anterior, amplia hacia el mar y extendida por el este hacia el norte hasta la altura de «Pentedatilo». Tiene una cuenca visual de 300ha en tierra firme. En general durante el recorrido, el visitante puede observar una superficie de paisajes aproximada a las 1450 ha, que se han mezclado en los diversos puntos de observación, formando visuales de acabada calidad estética. Como última parte, tiene la visita al pueblo de «Pentedatilo».



Visuales paisajísticas de los miradores 1 y 2. El mirador 1 tiene una mayor cuencavisual que el segundo.

**Figura 3.** Visuales paisajísticas de los miradores 1 y 2. El mirador 1 tiene una mayor cuencavisual que el segundo. **Fuente:** Elaboración propia.

**Caso de estudio municipio «Cabaiguán», localizado en el centro de Cuba.**



**Figura 4.** La situación geográfica como potencial. **Fuente:** Elaboración propia.

Los recursos reconocidos como parte del patrimonio del municipio, pueden incorporarse a las estrategias de desarrollo local mediante la incorporación a esta de prácticas de turismo rural. Para ello, como punto de partida se hace necesario reconocer la necesidad de vincular a los centros urbanos dentro de estas acciones, ya que es donde existen las condiciones de orientar a los turistas hacia las áreas de interés.

La presencia de hostales, restaurantes y una amplia red vial en «Cabaiguán», «Guayos» y «Santa Lucía», constituyen fortalezas para propiciar la llegada de turistas que puedan acceder a los productos turísticos que se diseñen en el municipio. En este caso sería un turismo mixto, apoyado en los asentamientos desde los cuales se realicen excursiones hacia los lugares de interés de los turistas. Sería asumir una estrategia ya implementada en los polos turísticos cubanos, desde donde existen los recorridos hacia áreas naturales de diferentes formas y duración de acuerdo a la selección que realicen los turistas.

Otro elemento a incorporar sería vincular ofertas para todos los turistas, tanto nacionales como para el turismo internacional, de modo que se cubra una demanda mayor y permita la mayor competitividad de las ofertas. Como tercer elemento a tener en cuenta, está ofertar varios productos, de buena calidad, que incorpore los mejores elementos del patrimonio local, combinando lo rural con lo urbano, de modo que sea un turismo acorde a las potencialidades que brinda el territorio. La concentración de los sitios de interés patrimonial en la línea «Guayos-Cabaiguán-Santa Lucía-Pozas», al mismo tiempo, es la zona donde se concentran los mejores potenciales naturales y de paisajes agrarios.

Entre los paisajes agrarios, además de las fincas tabacaleras, ganaderas y agroecológicas que se tuvieron en cuenta, se les agregan otras prácticas que se manifiestan en «Cabaiguán» a partir de la capacidad innovadora de los productores o como experiencias favorables de la agricultura periurbana puesta en práctica en este territorio con excelentes resultados. Varios estudiantes extranjeros que han visitado la Universidad de Sancti Spíritus han considerado a estos como los paisajes agrarios de mayor calidad estética en el territorio e imagen de cubanía.

Al mismo tiempo, como parte de esta investigación, se valoró mediante encuesta a la población de la provincia 100 fotos de paisajes tomados al azar para ser evaluados en una escala de 10 puntos y por la mayoría de los participantes.

Los paisajes de esta zona de «Cabaiguán» son considerados como los de mayor calidad estética. Algunos elementos de ellos son los que aumentan el puntaje, ellos son la presencia de agua, el relieve ondulado, la presencia de montañas en el fondo, la mezcla de diversos cultivos, la vega de tabaco en particular, las arboledas, las casas campesinas tradicionales y las casas de tabaco. Todos estos elementos son abundantes en la línea señalada de «Guayos a Pozas», destacándose los alrededores de «Cuatro Esquinas de Santa Lucía», con sus caminos entre palmas, vegas y arboledas, el fondo de montañas y la sinuosa línea de bosque que marca la presencia de arroyos.

Entre las potencialidades inventariadas del patrimonio intangible se destacan las siguientes: las Peñas de la décima, compuesta no sólo por músicos y poetas adultos, sino que cuenta entre sus filas con los futuros seguidores de este arte ya que los niños se hacen eco para asegurar un relevo no menos prometedor que sus antecesores. Existe otro grupo muy importante que se le llama las Parrandas de Manaquitas, ellos utilizan la improvisación campesina como uno de sus principales atractivos, pero su esencia es música de parranda.

Los guateques son muy comunes como reuniones en las casas de campo, integrados por un grupo de vecinos y amigos para celebrar las fechas y acontecimientos que consideraban importantes. Otro potencial es la danza isleña de Pozas; la agrupación artística que hoy deleita con sus cantos y bailes tuvo sus cimientos en las ideas del realejo José Garcés en 1933, al conformar un conjunto de músicos que se presentaba en las festividades al concluir la cosecha tabacalera.

Por su parte en la gastronomía juegan un importante papel las comidas criollas y la viticultura. En Cabaiguán existe en la actualidad el club más antiguo de fabricantes de vinos de toda la isla. Esta tradición fue heredada de los inmigrantes canarios ya que esta localidad fue el mayor asentamiento de canarios de toda la isla, en los primeros años del siglo XX. Las artes plásticas están presentes en todas sus modalidades y la literatura canaria no se hace a un lado tampoco. Este evento tiene sus sedes en la propia Casa Canaria y el Museo Etnográfico Campesino ya que generalmente se une a otro en la Jornada de Cultura Agraria que promueve el propio museo.

Por el potencial inventariado se seleccionó el área entre «Cabaiguán» y «Cuatro Esquinas de Santa Lucía» porque es un fiel reflejo de la agricultura tabacalera, tienen una alta densidad de vías de comunicaciones y a pesar de ser paisajes con una orientación agroeconómica, conservan una calidad estética valorada a la altura de las áreas protegidas y las montañas. La presencia del Museo Etnográfico Campesino es otra fortaleza de esta área. Dentro de su patrimonio se destacan elementos importantes como la música, los guateques campesinos, bailes tradicionales, las canturías, y los velorios.

No existe un área que reúna los valores más altos en todos los indicadores posibles. Pero se destaca como elemento principal para seleccionar esta área, su alta calidad estética de los paisajes y la satisfacción de los visitantes durante las excursiones realizadas. Por ello se propone el diseño de un sendero que a continuación se describe.

El sendero «Etnotur tabacalero» tiene una longitud de 6km, y puede realizarse con automóviles o coches a caballo (*figura 5*). Si se mejoran los viales pudiera hacerse también en bicicleta.

#### ***Sendero «Etnotur tabacalero».***

Parte de «Cabaiguán», y va por la carretera de «Santa Lucía», se entra al Museo Etnográfico Campesino y se torna para la carretera continuando hasta «Cuatro Esquinas de Santa Lucía». Se toma para la izquierda por el camino de Hernando hasta la Cooperativa de Producción Agropecuaria «Cuba Nueva» donde termina. Ambos pueden ser guiados o auto guiados de acuerdo a los medios que se diseñen para los turistas.

Los puntos de observación recomendados son:

##### ➤ *Loma de Yaya*

Es el primer punto alto que se alcanza, se observan áreas de cultivos varios, algunos de ellos de la estación experimental del tabaco, también se observan las primeras casas de tabaco a ambos lados de la vía, casas campesinas y otras dependencias de uso cotidiano. En este punto se puede hacer referencia a la agricultura tabacalera y la cadena agrícola en el procesamiento de la hoja para la confección de los habanos.

##### ➤ *Entrada carrilera de palmas*

Aunque queda en un punto bajo tienen una visual de excelente calidad estética, ya que hacia ella confluyen 3 vertientes, que se combinan con la hilera de palmas y el bosque que bordea al camino opuesto. Se puede contar la historia de la finca «Nueve Hermanos» y describir la pequeña propiedad rural mediante la observación de las fincas cercanas.

##### ➤ *Museo Etnográfico Campesino*

Único de su tipo en Cuba, tomándose en consideración para hacer una descripción de lo que es un batey campesino, en primer lugar, porque se encuentra en el propio medio rural y que independientemente de ser un museo en la actualidad fue realmente un batey que estuvo habitado hace mucho tiempo, enclavado en la finca llamada «Nueve Hermanos». Este batey (conjunto de construcciones con las que el campesino tiene una interacción diaria) está compuesto por un bohío o casa de vivienda en forma de T y con la caída de dos aguas, un granero sobre pilotes, una cebita, el rancho varaentierra, la letrina y la casa de curar tabaco.

Estas construcciones se hicieron imprescindibles para el campesino y cada una juega un papel fundamental en la actividad diaria que se realiza en las fincas.

➤ *Cuatro Esquinas de Santa Lucía*

Este asentamiento está muy transformado, predominan las casas de mampostería y placa. En este punto se pueden concentrar las manifestaciones artísticas asociadas a la población local, ubicar un centro de interpretación ambiental del territorio y realizar actividades comerciales dedicadas a la venta de souvenirs basados en los valores locales.

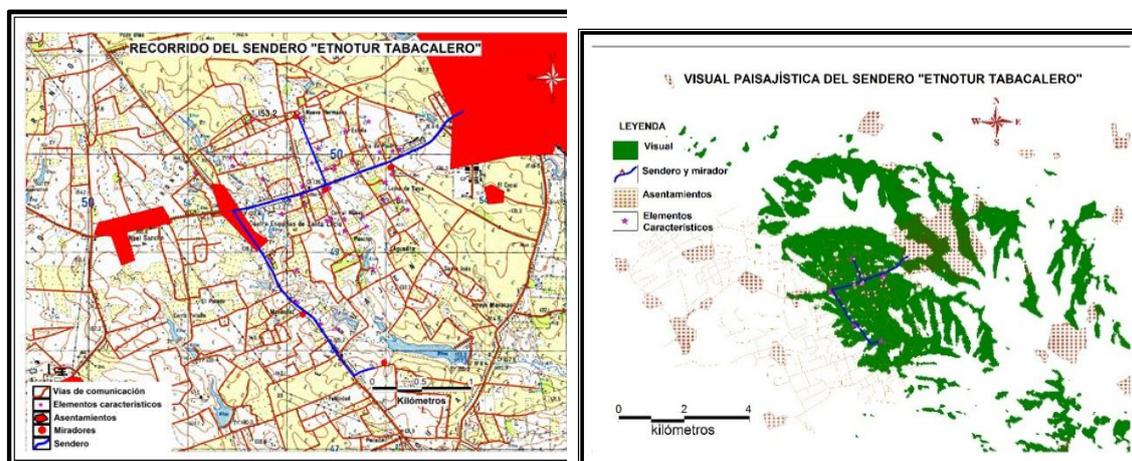
➤ *Finca de Menéndez*

Es un punto alto del camino de Hernando, desde el que se vuelve a ver un paisaje rural amplio, donde predominan las fincas de tabaco. A partir de los conocimientos obtenidos durante el recorrido anterior, los turistas pueden reconocer muchos de los elementos típicos. Se pueden realizar baños o visitas.

➤ *CPA «Cuba Nueva»*

Es un ejemplo de agroecología e integración a la agricultura periurbana. Se pueden identificar varias de las principales actividades que realizan habitualmente los campesinos cubanos. Se puede realizar una caminata por las áreas de la CPA, donde confluye la agricultura tradicional con la orgánica y con modernas tecnologías. Hay buenas prácticas de conservación de suelos.

En la *figura 5* se muestra el sendero «Etnotur tabacalero» y su visual paisajística del área.



**Figura 5.** Propuesta del Sendero «Etnotur tabacalero». **Fuente:** Elaboración propia.

Se considera que existen varios escollos para la implementación del turismo rural como parte de la estrategia de desarrollo sostenible para ambas áreas objeto de estudio. En el caso de Cuba la no existencia de un marco legal que ampare la actividad en toda su complejidad, la no existencia de modalidades participativas comunitarias en el turismo, el conflicto entre los valores tradicionales y la comercialización turística, la no existencia de capacidades de actuación dentro de la esfera turística en el territorio y la poca divulgación del potencial para el turismo rural de la región.

A pesar de que en los Lineamientos Económicos se incorpora el desarrollo de ofertas turísticas atractivas por parte de los municipios, aún no se ha creado un mecanismo legal para hacer efectivas estas posibilidades. Además, desde la declaración de esta posibilidad a que los gobiernos tomen conciencia y tengan posibilidades de comenzar a trazar acciones en este sentido debe aún transcurrir cierto tiempo. Las prioridades actuales de los gobiernos está en las direcciones que permitan obtener el mayor rédito con la menor inversión posible, ya que los recursos de que disponen no son abundantes y en este momento deben comenzar a desarrollar nuevas políticas de autogestión, que se tornan de suma importancia para el desarrollo local. Es comprensible que los demás obstáculos expresados en este trabajo se convierten en limitaciones a la hora de priorizar acciones de este tipo.

En Cuba, al igual que en los demás países subdesarrollados, el turismo es una actividad altamente centralizada. Las razones están en que, en el tercer mundo, esta actividad económica se orienta a la captura de forma competitiva de moneda libremente convertible proveniente de los países centrales, como parte de una estrategia de explotación sustentable de los recursos naturales de alta calidad abundantes en las zonas tropicales.

Por estas razones, propias de toda la región del Caribe, no existen muchas experiencias de participación de la población en la actividad turística en Cuba. En el caso del turismo rural, se exponen como principales valores las actividades cotidianas de la población y las manifestaciones culturales que han sedimentado históricamente en cada lugar.

La cultura vinculada a la actividad agrícola de la comunidad, sus alimentos tradicionales, su arquitectura, manifestaciones artísticas, artesanía y otras experiencias cotidianas, se tornan en productos y servicios turísticos, donde el ciudadano normal debe ser el protagonista y el beneficiario sino se quiere correr el peligro de convertir este turismo en una caricatura de la realidad. Los mayores valores están en compartir el trabajo y la recreación con los habitantes, entender las soluciones que la sabiduría popular en cada terruño ha dado a lo cotidiano. En eso está la esencia de un turismo rural.

Por ello, es necesario evaluar con profundidad las soluciones que pueden resolver el problema de la participación de la población en esas actividades turísticas, de forma que se encuentren visitantes y residentes del mismo lado del espejo y se realice una experiencia vívida de compenetración cultural, de intercambio de sentidos.

Existe un peligro mayor asociado también a la participación. Cualquier actividad económica, para ser sustentable, debe al menos conservar los valores o potenciales de los recursos que participan en la actividad. En el caso del turismo rural, son recursos participantes los recursos naturales, patrimoniales y sociales de la localidad. Un turismo local es favorable si logra optimizar los recursos que participan, o sea, que mejore la calidad de estos y no los degrade.

Si así ocurre, existen determinados valores que se pueden ser potenciados como la fabricación de objetos manufactureros y artesanales que han sido sustituidos por otros de origen industrial. Ello puede revalorizar a determinadas minindustrias en decadencia o casi olvidadas. También la agricultura se puede beneficiar si sus productos se destinan para una alimentación sana basada en platos tradicionales y en la producción de productos para las pequeñas industrias de conservas u otras. Lo que no puede suceder es que exista una sustitución de lo tradicional por un simple comercio de souvenirs, que puede ser crediticio, pero degrada los propios valores que está potenciando la demanda del turismo.

Aun cuando se puedan solucionar los problemas relacionados con la organización y administración para el turismo rural, esta actividad no puede surgir de la nada. Todo turismo demanda la especialización y el servicio de alta calidad, que cumpla con lo tradicional, lo sustentable, pero permita el acceso a lo mejor de la comunidad de forma visible y cómoda al turista. Para lograrse se necesita de la capacitación de los participantes, sean los actores comunitarios como los gestores locales. Una posibilidad para ello es el desarrollo de prácticas diseminadoras vinculadas a los actores con mayores posibilidades de comenzar estas experiencias y propiciar la participación de los demás habitantes locales. Para hacerlo se puede pensar en acciones aglutinadoras como ferias de artesanía en determinadas comunidades a partir de las cuales se extiendan las experiencias a otros actores.

Como último escollo para implementar el turismo rural es la no existencia de una demanda de este tipo de turismo. Se hace necesario aplicar una estrategia de marketing adecuada. Su éxito depende de que se establezca qué se debe vender y cómo hacerlo. Otra vía posible de seguir es diseñar otros senderos ecoturísticos destinados a propiciar el combate al sedentarismo en la población. Estos productos estarían destinados a públicos familiares, compuestos en su mayoría por los niños y ancianos, que son las principales víctimas de esta enfermedad moderna.

### **Conclusiones**

Tanto el Área Grecánica como el municipio «Cabaiguán» presentan un conjunto de potencialidades para el desarrollo del turismo rural; en el caso italiano se aprovechan y se explotan no siendo así para el caso cubano. En este último es todavía una propuesta, pero que aún en su totalidad no se explotan al máximo.

Existe una identidad vinculada a la cultura en ambas comunidades; por una parte la greca en las comunidades italianas y por otra la relacionada con la cultura canaria del municipio cabaiguanense, reflejadas en sus comidas tradicionales, sus arquitecturas, manifestaciones artísticas, artesanías y otras experiencias cotidianas constituyendo las potencialidades más representativas en ambos casos.

Existe una combinación favorable de factores naturales con las modificaciones humanas que han originado paisajes culturales rurales de alta calidad estética, constituyendo una de las mayores potencialidades en ambos casos para el turismo rural. En el caso italiano la arquitectura tradicional, formada por la arquitectura greca, construcciones en ruinas, castillos y otras instalaciones propias del territorio, se integra a los cultivos de olivo, áreas reforestadas y la ganadería, la sucesión constante de valles, fiumaras, montañas y áreas reforestadas, son los elementos principales a observar. En «Cabaiguán» la arquitectura tradicional, formada por casas de vivienda de madera cubiertas de guano y otras instalaciones propias del campo cubano (casas de curar tabaco, varaentieras, casa de granos etc.) se integran a los cultivos y arboledas frutales, así como la sucesión constante de pequeñas propiedades con sus signos distintivos y elementos comunes que enriquecen el fondo natural de los paisajes originales.

Para ambos casos de estudio el desarrollo del turismo rural debe asociarse a los centros urbanos locales como fortaleza para su implementación e integración territorial. Existen aún serias limitaciones para implementar experiencias de turismo rural en el territorio. En «Cabaiguán» no existe un marco legal apropiado, hay escasez de financiamiento y es necesario asociarse con determinados organismos que puedan aportar su experiencia y sus recursos también es necesario promover y generalizar prácticas sostenibles. En el Área Grecánica se debe trabajar por una mayor integración en la gestión y planificación de productos turísticos

relacionado con las potencialidades que ofrecen la visual paisajística rural y mejorar la calidad en los ya existentes para minimizar la improvisación.

La creatividad y aplicación de prácticas innovadoras que deben caracterizar el desarrollo local, hasta el momento, son las principales fortalezas funcionales para implementar el turismo rural en el caso de «Cabaiguán» y en el área grecánica por su parte se debe reforzar con mayor número a incorporar.

### **Referencias bibliográficas**

Nucera, E. (1998). *Archeologia en Piemonte. Itinerario en la tierra greco Calabria*. Italia: Edición Ciudad del Sol.

Sclapari, L. (2009). *Grecità di Montebello Jonico*. Italia: ArtiGraficheEdizioni.

Tuscano, F., et al. (2001). *Bova Guía la vista de un pueblo antiguo*. Italia: Editorial Laruffa.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio de 2019

**Título del trabajo:** Potencial turístico de la comunidad «Auca-Puerto» para el turismo vivencial.

**Autores:** María Germania Gamboa Ríos<sup>35</sup> y Luis Bolívar SalánHuachapá.

### RESUMEN

La presente investigación se realizó en la comunidad «Auca-Puerto», perteneciente a la parroquia «Canelos», provincia «Pastaza», con el objetivo de evaluar su potencialidad turística para proponer un producto de turismo vivencial en ella. La investigación tuvo un carácter exploratorio – descriptivo; para lo cual se realizó el análisis de bibliografía especializada y trabajo de campo utilizando fichas de observación, entrevistas y encuestas, aplicadas estas últimas a turistas potenciales y a los actores comunitarios. La evaluación del potencial turístico constó de dos elementos: El diagnóstico participativo, y el inventario y jerarquización de atractivos turísticos; para el primer elemento se analizaron los factores internos y externos mediante la evaluación de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas presentes en dicha localidad (matriz FODA) y para el segundo *Metodología para el inventario y jerarquización de atractivos turísticos* del Ministerio de Turismo (MINTUR) en Ecuador. Los principales resultados señalaron que la comunidad posee capacidad de liderazgo e interés en conservar sus costumbres y tradiciones, el bosque natural y la diversidad de su flora y fauna; la principal actividad económica es la agricultura y los servicios básicos son escasos; cuenta con 10 atractivos turísticos de los cuales seis corresponden a la categoría de *sitios naturales* y los restantes a la categoría de *manifestaciones culturales*, todos ellos alcanzan una jerarquía II. Finalmente se diseñó una propuesta de producto de turismo vivencial en base a demostraciones culturales dentro de un entorno natural, con la intención de captar la atención, principalmente, de estudiantes y docentes de instituciones educativas y grupos familiares de la provincia.

**Palabras clave:** Comunidad, atractivos, turismo vivencial

---

<sup>35</sup> Universidad Estatal Amazónica, Ecuador. E-mail: [mgamboa@uea.edu.ec](mailto:mgamboa@uea.edu.ec)

## POTENCIAL TURÍSTICO DE LA COMUNIDAD «AUCA-PUERTO» PARA EL TURISMO VIVENCIAL

*María Germania Gamboa Ríos y Luis Bolívar SalánHuachapá*

### Introducción

Según la Organización Mundial de Turismo (OMT, 1998) “el turismo comprende las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un período consecutivo inferior a un año y mayor a un día, con fines de ocio, por negocios o por otros motivos” (p. 9); a nivel mundial, las motivaciones del turista han ido modificándose, generando mayor interés por los espacios naturales protegidos y por el conocimiento de las manifestaciones culturales de un pueblo o nacionalidad.

La actividad turística se clasifica de acuerdo al lugar donde se va a realizar como espacio o según el propósito del viaje; una de las modalidades es el *turismo vivencial*, considerado como parte del *Turismo comunitario* (Almeida y Fonseca, 2017); se define como una experiencia integral que promueve el contacto con culturas vivas, la interacción del poblador local con el viajero, el compartir costumbres, festividades y actividades cotidianas, cualesquiera que fueran y que enfatiza la actividad turística como intercambio cultural (Vilímková, 2015). Según Ugarte, W; Portocarrero, F. (2013) los tipos de turismo vivencial corresponden a: *Agroturismo*, *voluntariado* y *ecoturismo*.

El turismo vivencial, en su práctica, “no es reconstruido o artificial, ya que el turista busca vivir un proceso de encuentro cultural desde sus raíces y en hábito diario, no una muestra gastronómica, una obra de teatro o un baile folclórico” (Moya, como se citó en Almeida y Fonseca, 2017, p. 12)., implica una relación humana más profunda entre el turista – local, generando valores que, analizados desde la ética, son más profundos, tales como la tolerancia, solidaridad, justicia, amistad, humildad, prudencia, perseverancia, generosidad, responsabilidad y respeto (Almeida y Fonseca, 2017).

Visto de esta forma, dicha modalidad pretende evitar la alteración de las actividades tradicionales de las comunidades, creando una oportunidad de trabajo para las mismas y permitiendo que las familias participantes puedan ser autónomas en cuanto al poder adquisitivo que generen; al mismo tiempo se desarrolla un trabajo conjunto organizado, lo que permite la toma de decisiones a favor de mejorar la calidad de vida (Almeida y Fonseca, 2017).

Ecuador posee una gran diversidad de ambientes, especies y recursos; en su territorio se asientan 18 pueblos y 14 nacionalidades indígenas y afroecuatorianas (CODEMPE, como se citó en FLACSO, 2014). «Pastaza» es la provincia más grande del país; posee gran cantidad de recursos naturales y alberga a seis nacionalidades indígenas, las cuales aún mantienen sus tradiciones y conocimientos ancestrales. «Canelos» es la parroquia rural indígena más antigua de «Pastaza» y está integrada por 26 comunidades dentro de las cuales está «Auca-Puerto» (GAD, 2015), que desde hace años atrás viene intentando emprender actividades turísticas sin tener resultados, por esta razón se pretende evaluar el potencial turístico de la comunidad para proponer un producto de turismo vivencial, dinámico, activo y trasmisor de experiencias, no solamente como el hecho de mostrar algo (Machado, 2013).

El trabajo que se presenta tuvo por objetivo evaluar la potencialidad turística de la comunidad «Auca-Puerto» para proponer un producto de turismo vivencial en ella.

## **Materiales y métodos**

La investigación fue de carácter exploratorio y descriptivo, no experimental, y se desarrolló en base a las siguientes etapas: *Diagnóstico participativo e Inventario y jerarquización de atractivos turísticos*. En la primera etapa, conforme lo señala Ricaurte (2009), se analizaron seis elementos internos (gobernanza, infraestructura, oferta de servicios, demanda, atractivos y comunidad) del sistema turístico, identificándose en cada uno de ellos las fortalezas y debilidades; por otra parte, las oportunidades y amenazas corresponden al análisis de los 4 elementos externos del sistema turístico local (aspectos sociales, políticos, económicos y ambientales); para lo cual se realizó, en la comunidad, dos talleres con grupos focales, integrado por los principales actores comunitarios representados en siete miembros de la directiva y un grupo aproximado de 30 personas de grupos etarios de la comunidad (INSFOP, 2008).

Para la segunda etapa se utilizó la *Metodología para inventarios de atractivos turísticos*, establecida por el Ministerio de Turismo de Ecuador (2004), y que indica el siguiente procedimiento:

- a) *Clasificación de los atractivos*: Identificar la categoría, tipo y subtipo de los atractivos a inventariar.
- b) *Recopilación de información secundaria*: Identificar atractivos preliminares que se encuentran registrados en documentos técnicos elaborados por instituciones correspondientes al sector turístico.
- c) *Trabajo de campo, con visitas in situ a los atractivos*: Verificar la información sobre los mismos conforme la ficha de levantamiento de atractivos lo solicita.
- d) *Evaluación y jerarquización de cada atractivo*: Criterios de calidad, apoyo y significado.

En ambas etapas fue necesario la revisión de bibliografía especializada y documentos técnicos emitidos por instituciones públicas y privadas. La información recopilada fue sistematizada en la herramienta de planificación estratégica conocida como *Matriz FODA* (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), lo cual permite establecer un panorama lo más ajustado posible a la realidad, para identificar de manera precisa los aspectos positivos sobre los que se puede construir y lo negativo a superar (MINCETUR y PROMPERU, 2014).

Una vez analizada la información antes detallada, y tomando en cuenta que la principal actividad es la interacción del poblador con el viajero en un proceso de encuentro cultural que evita la alteración de las actividades tradicionales de la comunidad, se procede a establecer una propuesta de producto de turismo vivencial, en el cual se agruparán los atractivos, servicios, actividades turísticas en un itinerario que identifique su nivel de dificultad (principiante, avanzado y experto) y exigencia personal (extrema, alta, moderada, baja), según lo manifiesta Pando (2006)

## **Resultados y discusión**

La comunidad «Auca Puerto», está ubicada en la parroquia «Canelos», provincia «Pastaza», a una altitud de 482 msnm y con una temperatura promedio de 25 °C; presenta un clima cálido húmedo, las precipitaciones oscilan entre los 3000 y 4000 mm anuales; el suelo es de tipo inceptisol y se emplea para la forestación, agroforestería y algunos cultivos (GAD, 2015). El acceso a esta comunidad puede realizarse por vía terrestre o fluvial.

La población pertenece a la nacionalidad *Kichwa* de la Amazonía y tienen como idioma dominante el *kichwa* y como segundo idioma el español; el 6.81 % de la parroquia «Canelos» habita en «Auca Puerto», lo cual se corresponde con 150 habitantes distribuidos en 24 familias. De ellos, el 60 % son personas que se encuentran entre los 19 y 64 años de edad; el 46.36 % posee educación primaria, mientras que el 0.86 % posee educación de tercer nivel y el 8.67 % son analfabetos. Tampoco han recibido capacitación en temas relacionados con el turismo, emprendimientos y proyectos, por parte de las instituciones involucradas en el sector, como el MINTUR, GAD provincial y parroquial.

Las personas de la comunidad conservan, con ciertas modificaciones, las prácticas culturales propias tales como el idioma, la música, la danza, artesanías, gastronomía y demás manifestaciones culturales; sin embargo, las festividades propias de la nacionalidad *Kichwa* han desaparecido. En otras comunidades de la parroquia estas aún se mantienen, sobretodo la fiesta del niño, que se desarrolla entre el 22 al 27 de diciembre donde se conmemora las fuerzas reproductivas de la naturaleza, necesarias para mantener las formas de vida tradicional como es la cacería, siembra y cosecha, y la preparación de la *chicha*.

La comunidad, al encontrarse cerca de la cabecera parroquial, cuenta con servicio de agua entubada para consumo humano, las aguas servidas lo manejan a través de pozos sépticos o al aire libre; de igual forma los desechos sólidos son evacuados al aire libre sin ningún tipo de tratamiento o en su efecto, son incinerados o enterrados; 17 familias poseen servicio de energía eléctrica las 24 h, pero la comunidad carece de alumbrado público; 8 familias habitan en viviendas típica; los servicios de comunicación como teléfono convencional, telefonía móvil e internet son completamente escasos.

«Auca Puerto» es una comunidad legalmente conformada y forma parte de la planificación de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia a la cual pertenece. La directiva está integrada por un *Kuraka* o presidente, un vice – *kuraca*, un secretario y tres vocales, quienes son elegidos de forma democrática por un período de dos años. Realizan asambleas trimestrales para analizar el cumplimiento del plan comunitario, uno de los objetivos es el desarrollo de la actividad turística. Las necesidades son puestas ante la asamblea parroquial para su correspondiente gestión.

Las principales actividades económicas corresponden a la producción de yuca, plátano verde, maíz, maní, achiote, cacao y caña de azúcar; la actividad avícola (producción de huevos y gallinas de campo) y la elaboración de artesanías (mokawas, tinajas, instrumentos musicales y tejidos) son actividades que generan ingresos relevantes para la comunidad, pues los mencionados productos son comercializados en las ferias de la parroquia y de la ciudad de «Puyo»; también se vende a los visitantes que llegan a la comunidad. La elaboración de las artesanías y la participación en ferias y eventos culturales son las actividades que han incentivado a los pobladores el desarrollo de la actividad turística en la comunidad.

El Instituto Kichwa de biotecnología Sacha Supai (IQBSS), en conjunto con las mujeres de la comunidad, tienen previsto un proyecto de producción de maní de monte, aun cuando la producción actual no cubre las proyecciones establecidas en el proyecto. Por otro lado, un grupo familias se benefician del *Bono de Desarrollo Humano* y del *Crédito de Desarrollo Humano* para emprendimientos productivos, sin embargo, dichos emprendimientos han desaparecido, según indican los comuneros, debido a que carecen del conocimiento adecuado para administrarlos; la actividad ganadera y piscícola es escasa, mientras que el interés por desarrollar el turismo es cada vez mayor.

El territorio de «Auca Puerto» corresponde a un bosque secundario en el que predominan especies de flora como el pigüe, el achiote, el drago y la balsa; y otras especies como uña de gato, guayusa, caña agria, las cuales por sus componentes son de uso medicinal. En relación a la fauna, se encuentran alrededor de 15 especies como la guatusa, la guanta, el cuchucho, el mono chichico, el tucán, la pava de monte, el papagayo, el bagre, la carachama, y boca chico, entre las más representativas. El río «Bobonaza» es el afluente que recorre «Auca Puerto», del cual se extraen especies acuáticas para el consumo; sus aguas son usadas como transporte. Los habitantes indican que el caudal del río ha disminuido afectando a las especies que habitan en sus aguas.

Diez atractivos turísticos se encuentran en «Auca Puerto». Según la clasificación de atractivos turísticos del MINTUR (2004) se identifican de la siguiente forma: seis atractivos corresponden a *Sitios Naturales* de los cuales, tres son de tipo *Ambiente Lacustre*; uno de tipo *Bosque* y dos de tipo *Río*. En la categoría *Manifestaciones Culturales* se identifican cuatro atractivos, todos de tipo *Etnografía*. Conforme a la evaluación que se realiza en base a los *criterios de calidad, apoyo y significado*, los diez atractivos alcanzan la *Jerarquía II*, lo que significa que son atractivos con rasgos llamativos, capaces de interesar a visitantes de larga distancia, ya sea del mercado interno, receptivo, que hubiesen llegado a la zona por otras motivaciones turísticas, o de motivar corrientes turísticas actuales o potenciales (MINTUR, 2004).

**Tabla 1.**  
*Clasificación de los Atractivos turísticos.*

No.	Nombre del atractivo	Tipo	Sub tipo	Jerarquía
<b><i>Sitios Naturales</i></b>				
1	Laguna de «Auca Puerto»	Ambiente Lacustre	Laguna	II
2	Moretal de «Auca Puerto»	Ambiente lacustre	Pantano	II
3	Laguna «Mishkipe»	Ambiente Lacustre	Laguna	II
4	Bosque	Bosque	Bosque húmedo tropical	II
5	Río «Bobonaza»	Río	Remanso	II
6	Cascada «Mishkipe»	Río	Cascada	II
<b><i>Manifestaciones Culturales</i></b>				
7	Nacionalidad <i>Kichwa</i>	Etnografía	Grupos étnicos	II
8	Grupo de música y danza	Etnografía	Música y Danza	II
9	Comida típica	Etnografía	Comidas y bebidas típicas	II
10	Artesanías <i>kichwas</i>	Etnografía	Artesanía	II

**Fuente:** Elaboración propia.

Sin embargo, los atractivos turísticos investigados carecen de infraestructura y facilidades turísticas (señalética, senderos interpretativos, miradores, muelles, etc.); la accesibilidad se encuentra en mal estado a pesar de estar a menos de un kilómetro de distancia de la comunidad, mientras que los atractivos que se encuentran a más de cinco kilómetros de distancia son inaccesibles, como son los casos de la laguna y cascada de «Mishkipe». La difusión de los atractivos es local y provincial. Los más destacados por los criterios de accesibilidad, variedad de actividades turísticas y convivencia con la comunidad son la nacionalidad *kichwa*, el grupo de música y danza, las artesanías y la gastronomía típica.

La parroquia y la comunidad no cuenta con planta turística, no obstante, en el cantón «Pastaza» se registran alrededor de 68 establecimientos hoteleros, 186 establecimientos de alimentos y bebidas, 12 establecimientos de recreación y diversión y 12 establecimientos de

intermediación. Según Carrillo (2012), el turista que llega la región viene motivado por vacaciones, visitas a amigos y familiares; las actividades que realizan son: *Ecoturismo, turismo cultural, parques temáticos, turismo de aventura y turismo de salud*.

Se puede observar que la comunidad «Auca Puerto» posee un grado de potencialidad considerable que puede ser manejado de forma sostenible en función de lograr la satisfacción del turista, mediante una propuesta de actividades diversas, las que a su vez pueden beneficiar a la comunidad económicamente, si se aprovechan sus atractivos culturales, paisajísticos naturales y de la nacionalidad *Kichwa* de la Amazonía.

Por las limitaciones que la comunidad presenta en lo referente a servicios y facilidades turísticas, se propone un itinerario, categoría *principiante – moderado*, de un día de visita, dirigido a personas interesadas en conocer y convivir con la cultura *Kichwa*. Las actividades de convivencia a desarrollar son: conversaciones e historias *kichwas* propias de la comunidad, juegos ancestrales, elaboración de artesanías hechas en barro, pesca artesanal, danza y música, pintura de rostro, paseos en canoa, recorridos por senderos donde conocerán el uso de la *chakra* y de plantas medicinales. Finalmente, los visitantes podrán refrescarse en las aguas del río «Bobonaza». Los servicios que los comuneros brindan consisten en guiar el recorrido y la alimentación, incluyendo el degustar del *maito* y de la *chicha* madura (*Ukuyaku*). El cierre del día consistirá en exponer las recomendaciones y experiencias que el visitante pudo tener durante su estancia en «Auca Puerto».

## **Conclusiones**

La comunidad *Kichwa* de «Auca Puerto» son poseedores de un bosque secundario compuesto por especies de flora con especies beneficiosas para la salud; su amplio conocimiento sobre la medicina natural le permite aprovechar adecuadamente este recurso. En el ámbito cultural, la población está interesada en generar espacios que permitan valorar su cultura, especialmente en la población joven, por lo que se dedica a la transmisión de conocimientos para la elaboración de las artesanías en barro y madera; y con la música y danza propios de su pueblo.

Al realizar el inventario de sus potencialidades se identificaron diez atractivos turísticos de *Jerarquía II*, seis corresponden a la categoría *Sitios Naturales* y cuatro a la categoría de *Manifestaciones Culturales*. Los más destacados son la nacionalidad *Kichwa*, el grupo de música y danza, las artesanías y la gastronomía típica, las cuales que en un solo producto pueden convertirse en una oferta complementaria para turistas internos que llegan a la zona por otras motivaciones.

La infraestructura y servicios turísticos (alojamiento, alimentación y recreación) son limitados tanto en la comunidad como en la parroquia; la existencia de estos elementos es de suma importancia, pues elevan el valor de los atractivos y recursos turísticos de este tipo de iniciativas.

La propuesta de *turismo vivencial* fue diseñada con el interés de atraer a visitantes que se interesen en conocer más de cerca la cultura *Kichwa* de la Amazonía, a través de su integración en cada actividad programada de manera sostenible a través de un itinerario de categoría *principiante – moderado*, con una duración de un día; sin embargo, es necesario que la población sea debidamente capacitada antes y durante el desarrollo de la propuesta, así como que se evalúe la aceptación del producto por parte del turista potencial.

## Referencias bibliográficas

- Almeida, M. y Fonseca, G. (2017). *Estudio del turismo vivencial como alternativa de desarrollo turístico en Comunidad San Carlos, ubicado en la Reserva Ecológica Yarima, Puerto Orellana (Coca)* (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Ejército, Quito, Ecuador.
- Carrillo, N. (2014). *Sistematización de la oferta de turismo rural del cantón Pastaza, para el Diseño de una ruta turística* (Tesis de pregrado). Universidad Estatal Amazónica, Puyo – Pastaza – Ecuador.
- Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales FLACSO-Ecuador, Laboratorio de Interculturalidad. (2014). *Etnohistoria de los pueblos y nacionalidades originarias de Ecuador*. Recuperado de <http://www.care.org.ec/wp-content/uploads/2016/02/Modulo-2.pdf>
- Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) municipal del Cantón Pastaza. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Pastaza*.
- Instituto de Formación Permanente INSFOP. (2008). *Diagnóstico rural participativo (DRP) y planificación comunitaria*. Nicaragua. Recuperado de <http://www.fao.org/3/as491s.pdf>
- Machado, E. L. (2013-01-15). *Integración y Diseño del Producto Turístico. Aplicando a la Región Central del Destino CUBA*. Geographos. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/270537166\\_Integracion\\_y\\_diseño\\_del\\_producto\\_turístico\\_aplicado\\_a\\_a\\_Región\\_Central\\_del\\_destino\\_Cuba](https://www.researchgate.net/publication/270537166_Integracion_y_diseño_del_producto_turístico_aplicado_a_a_Región_Central_del_destino_Cuba)
- MINCETUR Y PROMPERU., (2014). *Manual para la planificación de productos turísticos*. Recuperado de <https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/turismo/consultorias/directoriosManuales/Manual-Planificacion-ProductosTuristicos-2014.pdf>
- Ministerio de Turismo del Ecuador. (2004). *Metodología para inventarios de atractivos turísticos*. Quito: Ministerio de Turismo
- Organización Mundial de Turismo. (1998). *Introducción al Turismo*. Doi: 10.18111/9789284402694
- Ricaurte, C. (2009). *Manual para el Diagnóstico Turístico Local*. Escuela superior Politécnica del Litoral. Guayaquil – Ecuador
- Ugarte, W. y Portocarrero, F. (2013). Impacto del turismo vivencial en el Departamento del Cusco. Caso: Provincia de Anta, Distrito de Mollepata. *Revista de Investigación de la Facultad de CC Administrativas, UNMSM*, 16 (32), 29 – 36.
- Vilímková, O. (2015). Turismo vivencial – presentación de actividades y su impacto en la vida de algunas comunidades andinas en Perú. *ELOHI Peoples indigenes etenvironnement*, 7, 75-100. Doi: 10.4000/elohi.479



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Fitorrecursos de interés para el turismo en los bosques secos de la Región Costa.

**Autores:** Sonia Rosete Blandariz<sup>36</sup>, Romina Stephania Sáenz Véliz y Alfredo Jiménez González.

### RESUMEN

Los bosques secos ecuatorianos son poco conocidos, muy amenazados y se encuentran bajo la creciente presión del turismo alternativo y la utilización de plantas silvestres. Son escasos los estudios sobre los comportamientos y actitudes de los turistas y residentes hacia el uso de las plantas silvestres. El objetivo de la investigación fue listar los fitorrecursos de interés para el turismo que existen en los bosques secos de la región «Costa». Este estudio presenta los resultados de una investigación realizada a turistas y residentes de 58 comunidades, pertenecientes a 18 parroquias de los cantones «24 de mayo», «Jipijapa», «Manta», «Paján», «Puerto López», «Rocafuerte», «San Vicente» y «Santa Ana», de «Manabí», Ecuador, para explorar las relaciones entre el uso de las plantas silvestres y la experiencia turística. Se realizaron entrevistas, identificación de especies y observaciones etnobotánicas. Se obtuvo un inventario de 246 especies, pertenecientes 191 géneros y 63 familias. Las familias con mayor número de especies son *Fabaceae* (46 especies), *Malvaceae* (15) y *Asteraceae* (10). Se demostró que la zona cuenta con especies de múltiples usos, nativas y con alto porcentaje de endemismo, donde un mayor ingreso económico puede alentar una mayor utilización de los recursos forestales no maderables. Existe una gran demanda de plantas silvestres comestibles, medicinales, ornamentales y las usadas para confección de objetos artesanales, debido a las tradiciones y el deseo por una comida saludable, salud y belleza que brindan los ecosistemas naturales del área. Solo se reportó 57 especies en peligro de extinción, sin embargo, los encuestados perciben un bajo nivel de compromiso con el hábitat a pesar de su conciencia ambiental declarada. Este estudio destaca la necesidad de cumplir con la responsabilidad ecológica para lograr la conservación de las especies.

**Palabras clave:** usos de especies, etnobotánica, turismo alternativo, Ecuador.

---

<sup>36</sup> Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. E-mail: [sonia.rosete@unesum.edu.ec](mailto:sonia.rosete@unesum.edu.ec)

## FITORRECURSOS EN LOS BOSQUES SECOS DE LA REGIÓN COSTA DE INTERÉS PARA EL TURISMO

*Sonia Rosete Blandariz, Romina Stephania Sáenz Véliz y Alfredo Jiménez González*

### Introducción

El bosque seco es actualmente uno de los ecosistemas más amenazados del mundo; se pueden encontrar América del Sur, África y Asia. Están considerados entre las áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad a nivel internacional. En Ecuador se encuentra el Bosque Seco Tropical dentro de la llamada Región «Tumbesina»; y se extiende desde el Sur de Esmeraldas hasta el noroeste de Perú. Estudios recientes realizados por Pinargote *et al.*, (2016), Pita *et al.*, (2016) y Rosete *et al.*, (2016) demuestran que este ecosistema aún posee un alto número de endemismo de flora y fauna.

El concepto moderno de la *conservación* incluye no solo la protección y conservación de la biodiversidad y otros tributos valiosos del bosque, sino que además, se plantea el manejo de áreas de bosque natural con fines de producción forestal como actividad conservacionista (Rosete, 2017). En la zona de «Manabí», el creciente desarrollo agrícola y ganadero es una de las causas principales por la cual desaparecieron gran parte de los bosques (Montilla y Pacheco, 2017). Estas afectaciones a la vegetación provocan la disminución de la flora y la fauna, de la cuales se dispone de poca información local por los escasos trabajos de investigación que se han realizado en el área.

El objetivo de la investigación fue listar los fitorrecurso de interés para el turismo que existen en los bosques secos de la región costa. Se espera contribuir a la valoración de la biota, a la eventual búsqueda de actividades productivas turísticas sostenibles asociadas a la misma, y a la formulación de propuestas para futuros programas turísticos y de educación ambiental, junto con la conservación del patrimonio natural contenido en la región «Costa».

### Materiales y métodos

Para la obtención de las listas florísticas se tuvo en cuenta la revisión de publicaciones científicas, así como entrevistas y observación etnobotánica desde el 2016 al 2018. Las entrevistas se realizaron a turistas y residentes de 58 comunidades, pertenecientes a 18 parroquias de los cantones «24 de mayo», «Jipijapa», «Manta», «Paján», «Puerto López», «Rocafuerte», «San Vicente» y «Santa Ana», de «Manabí», Ecuador. Al no existir antecedentes de estudios en esta temática sobre las especies de interés para los turistas, se han consultado diversos modelos propuestos en otros estudios etnobotánicos (Aceituno, 2010; Belda *et al.*, 2010; Scarpa y Rosso, 2018; Torres *et al.*, 2018) para la elaboración del cuestionario, seleccionando aquellas preguntas que cumplían con los objetivos planteados.

Para la identificación taxonómica se consultaron diversos catálogos florísticos ecuatorianos y se contactó con los especialistas botánicos Dr. Carlos Cerón Martínez, Universidad Central del Ecuador; Herbario Alfredo Paredes, Quito y Dr. Zhofre Aguirre Mendoza, Universidad Nacional de Loja. Para la selección de las especies emblemáticas se siguieron los criterios de los autores GAICA (2013), Cornejo (2015) y Aguirre (2016), considerando las especies relevantes para la población y significativas por su valor económico, cultural o natural.

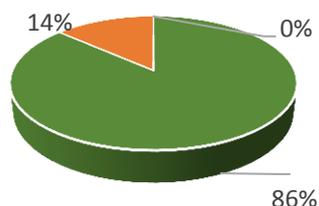
Para la ortografía y actualización de los nombres científicos de las especies se revisó la información provista en el Catálogo de las Plantas Vasculares de Ecuador (Jørgensen y León-

Yáñez, 1999); parte considerable de esta información se encuentra compilada en Cornejo (2015). Para la categoría de las especies en peligro de extinción se utilizó la *Lista Roja* de la IUCN de especies amenazadas ([www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)) y el *Catálogo de la Vida* ([www.catalogueoflife.org/col](http://www.catalogueoflife.org/col)).

## Resultados y discusión

Se obtuvo un inventario de 246 especies, pertenecientes 191 géneros y 63 familias que son de interés para el turismo en los bosques secos de «Manabí». La mayoría son especies silvestres (86 %) como puede apreciarse en la *figura 1*, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Sierra, (1999), Aguirre (2012) y Grijalva *et al.* (2012) para los bosques secos ecuatorianos.

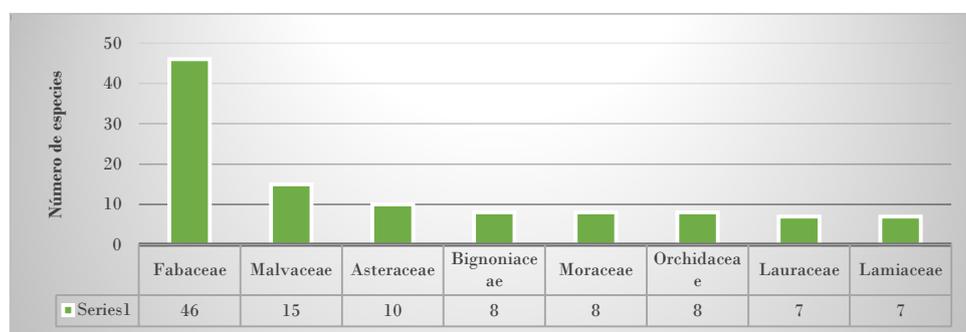
Entre las especies cultivadas tenemos aquellas que se encuentran en los diferentes sistemas agroforestales de interés para la alimentación de subsistencia, pero que pueden vender sus excedentes, tal es el caso de *Carica papaya* L., *Citrus aurantium* L., *Citrus limon* (L.) Burm. fil., *Citrus reticulata* Blanco, *Coffea arabica* L., *Mangifera indica* L., *Manihot esculenta* Crantz, *Psidium guajava* L. y *Tamarindus indica* L.



**Figura 1.** Porcentaje de especies silvestres y cultivadas de los bosques secos de «Manabí», Ecuador.

**Fuente:** Elaboración propia.

Las familias con mayor número de especies son *Fabaceae* (46 especies), *Malvaceae* (15) y *Asteraceae* (10) (*figura 2*). De acuerdo a las entrevistas, las especies silvestres de la familia *Fabaceae*, de mayor interés para los residentes, resultaron ser *Cassia fistula* L., *Inga spectabilis* (Vahl) Willd. y *Myroxylon balsamum* (L.) Harms, pues abundan en los ecosistemas antropizados de las cuales se colectan sus semillas para fabricar objetos artesanales. La especie cultivada *Tamarindus indica* L. también resultó ser la de mayor interés por los residentes para la venta de jugos en los restaurantes de la zona.



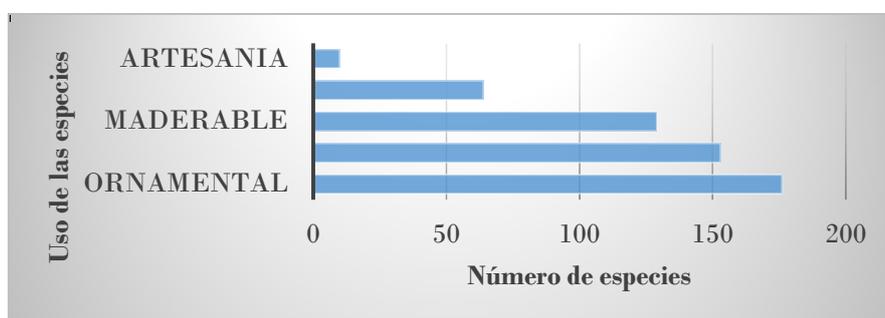
**Figura 2.** Familias más representadas en los bosques secos de «Manabí», Ecuador.

**Fuente:** Elaboración propia.

Entre las *Malvaceae* se destacan la especies de los bosques secos, cuya belleza adorna el paisaje y lo hacen único a la vista de los turistas, tal es el caso de *Cavanillesiaplatanifolia* (Humb. &Bonpl.) Kunth., *Ceiba lupuna*P.E.Gibbs&Semir, *Ceiba trischistandra* (A. Gray) Bakhuisen, *Eriothecaruizii* (K. Schum.) A. Robyns, *Guazumaulmifolia*Lam.,*Matisia cordata*Humb. &Bonpl.,*Ochromapyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb., *Pseudobombaxmillei* (Standl.) A. Robyns. En los patios de las casas se encuentran las especies *Hibiscussyriacus* L. y *Hibiscus rosa-sinensis* L. con sus hermosas flores muy llamativas en todo año.

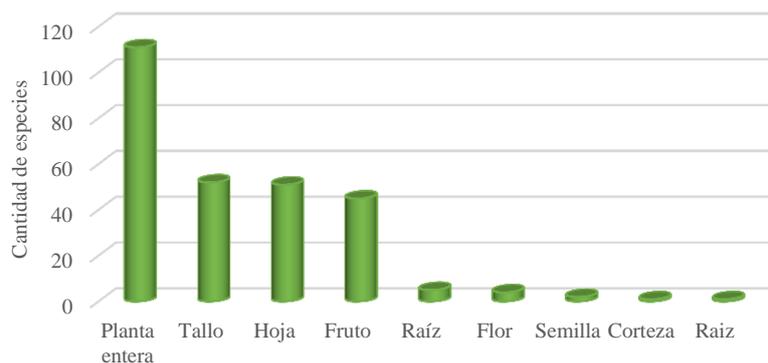
Se destacan las *Orchidaceae*(8 especies), pues la mayoría de sus integrantes son las llamadas por la población local y los turistas con el nombre de «orquídeas», pertenecientes a los géneros *Brassia*, *Dimerandra*, *Epidendrum*, *Macroclinium*, *Oncidium*, *Psychopsis*, *Sobralia* y *Zygostates*. Las especies de mayor interés para los turistas resultaron ser *Brassiajipijapensis*Dodson&N.H.Williams, *Dimerandrarimbachii* (Schltr.) Schltr, *Epidendrumbracteolatum*C.Presl, *Macrocliniummanabinum* (Dodson) Dodson, *Oncidiumestradae*Dodson, *Psychopsiskrameriana* (Rchb.f.) H.G.Jones, *Sobraliapowellii*Schltr y *Zygostatesapiculata* (Lindl.) Toscano, por su rareza en los ecosistemas y su belleza en los bosques secos.

Los principales usos de las especies resultaron ser ornamentales (175 especies), medicinales (152), maderables (175), comestibles (64) y utilizadas en la elaboración de objetos artesanales (31) (figura 3). Es de destacar que existen casos donde una especie puede poseer más de un uso. Estas categorías antropocéntricas de usos, documentados en la clasificación popular, serían consideradas como los más frecuentes e importante de interés para los turistas según la población local; los datos coinciden con lo reportado por Rosete *et al.*, (2018) para «Manabí» y «Guaya».



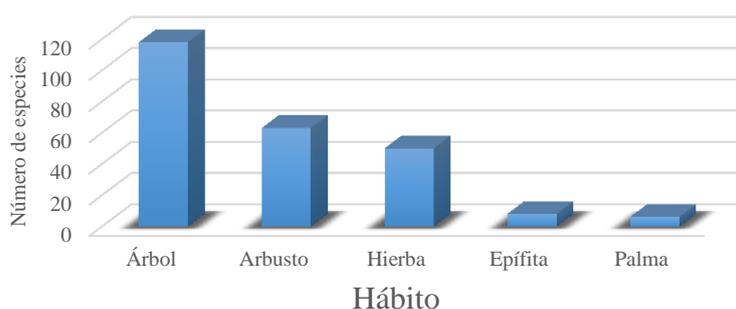
**Figura 3.** Uso de interés para el turismo de las especies de los bosques secos de «Manabí.»  
**Fuente:** Elaboración propia.

Los usos tradicionales de las plantas juega un papel importante en la promoción del turismo basado en las plantas útiles (ornamentales, comestibles, medicinales, artesanía) y puede proporcionar una fuente de identidad local que permita la conservación de las especies y de los conocimientos tradicionales. Se determinó que el 100 % de las especies inventariadas son de interés para los turistas por sus múltiples utilidades, y sus diferentes aspectos ecológicos tales como su abundancia y función en los ecosistemas. En general, los encuestados estuvieron de acuerdo sobre las partes de las plantas utilizadas, que son la planta entera (111 especies), tallos (52), hojas (51) y el fruto (45) (figura 4).



**Figura 4.** Partes de las especies utilizadas de los bosques secos de «Manabí», Ecuador.  
**Fuente:** Elaboración propia.

En relación a las formas biológicas de las plantas utilizadas tenemos las siguientes: árboles (118 especies), arbustos (63), hierbas (51), epífitas (8) y palmas (6) (figura 5). La experiencia popular recogida, según las entrevistas en el área, aseguran que las especies se reproduce fundamentalmente por semillas.



**Figura 5.** Hábito de las especies de interés para el turismo en «Manabí», Ecuador.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Según las observaciones de campo y las entrevistas, las especies arbóreas más abundantes son *Albizialebbeck* (L.) Benth., *Albiziasaman* (Jacq.) Merr., *Burseragraveolens* (Kunth) Triana & Planch., *Ceiba trischistandra* (A. Gray) Bakhuisen, *Gliricidiasepium* (Jacq.) Walp., *Guazumaulmifolia* Lam., *Leucaenaleucocephala* (Lam.) de Wit, y *Ochromapyramidale* (Cav. Ex Lam.) Urb., con abundante follaje en época de verano. La especie *Jatrophanudicaulis* Benth, es un arbusto considerado ornamental por la población, aunque se encuentran pocos individuos en los bosques, datos que concuerdan la clasificación en peligro de extinción por la IUCN (2019).

El 74 % de las especies arbóreas son ornamentales, lo cual proporciona sombra en los senderos ecoturísticos, algo importante en estas áreas para evitar el shock térmico (golpe de calor) que puede sufrir un turista. Según Amelung y Viner (2006), los cambios espaciales y temporales en el atractivo climático podrían tener importantes impactos en la sostenibilidad del turismo. Cartaya et al. (2016) confirman que en «Manabí», el clima es tropical megatérmico seco a semihúmedo, basados en el índice de humedad de Lang, o sea, considerado árido. Según los datos brindados por la Estación Meteorológica de Portoviejo, la pluviometría anual está comprendida entre 500 y 1 000 mm de diciembre a mayo. La estación seca es muy

marcada y las temperaturas medias son elevadas, superiores a 24 °C. Tiene un periodo húmedo entre los meses de enero y abril en el que se registró casi el 84 % (505.1 mm) de las precipitaciones anuales. El periodo seco, entre mayo y diciembre, registró un 16 % (98.7 mm) de las precipitaciones anuales, siendo febrero el mes con más precipitaciones (157.3 mm). Octubre, por el contrario, es el mes con menos precipitaciones (2.5 mm). La media de temperatura anual (25.3 °C) es superior a 18 °C.

En relación con los usos de las especies, el ornamental y las utilizadas para la fabricación de objetos artesanales son los más importantes para el turismo que visita la zona. *Epidendrumbracteolatum* es una orquídea emblemática, declarada así por la provincia «Guayas» desde el año 2004 (USFQ, 2012). Una hierba trepadora, cultivada como ornamental y medicinal, en los jardines de las casas es *Passiflorasprucei*. El cocimiento de sus frutos, flores y semillas se emplea para calmar los nervios. *Erythrinasmithiana* se cultiva en los centros de patios y jardines grandes, así como en algunas calles y avenidas secundarias.

El aprendizaje de los residentes sobre el uso de las plantas que se encuentran en los bosques secos tiene el potencial de convertirse en importantes atractivos turísticos. Kala (2015) destacó cómo las plantas medicinales y aromáticas pueden crear oportunidades empresariales particularmente en el sector turístico. Jolliffe (2007) y Cheng et al., (2012) exponen las diferentes actividades turísticas relacionadas con el té desde el punto de vista de mercadeo, planificación, emprendimiento y desarrollo. La aparición del turismo del té ilustra, que beber té local en un destino turístico puede ser una nueva experiencia para los turistas.

Sobre la base anterior, se puede decir que el turismo basado en el uso de las plantas es una forma integrada de turismo que incluye elementos de turismo alimentario, turismo de salud y bienestar, turismo del té, turismo de patrimonio, turismo educativo, ecoturismo y agroturismo. En «Manabí» un turista puede aprender sobre las especies de plantas medicinales, ornamentales, comestibles, maderables y las empleadas en la artesanía. En las diferentes fincas agroforestales les pueden enseñar sobre su plantación y cosecha (turismo educativo, turismo rural o ecoturismo), y en el caso de las comestibles y medicinales, sobre sus propiedades alimenticias y terapéuticas (turismo gastronómico, turismo de salud y bienestar).

De acuerdo a los resultados obtenidos, el turismo de plantas útiles se define como un tipo integrado de turismo que involucra actividades al aire libre, incluidos festivales, talleres de plantas usadas por la población, parques turísticos / fincas agroforestales, y los hábitats naturales de las plantas, que permite popularizar las propiedades de las plantas y preservar los conocimientos tradicionales, donde como recurso turístico se tiene el bosque seco tropical y los sistemas agroforestales, y como atractivo turístico las diferentes especies de la flora que se identificaron.

El guía turístico debe tener conocimiento de los usos tradicionales de las plantas y explicará cómo emplearlas; por ejemplo, en el caso de las plantas medicinales y comestibles explicará cómo preparar una bebida aromática comúnmente preparada al verter agua caliente o hirviendo sobre hojas secas, como el té (turismo del té, turismo de patrimonio) o una bebida de frutas silvestres (turismo gastronómico).

## **Conclusiones**

El inventario de los recursos vegetales de interés para los turistas recoge un total de 246 especies que comprenden 191 géneros y 63 familias botánicas. Las familias botánicas mejor representadas son *Fabaceae*, *Malvaceae* y *Asteraceae*.

La población residente utiliza una gran variedad de especies ornamentales (175 especies), medicinales (152), maderables (175), comestibles (64), y para la elaboración de objetos artesanales (31); las cuales son de interés para los turistas.

Se define, el turismo de plantas útiles como un tipo integrado de turismo que involucra actividades al aire libre, incluidos festivales, talleres de plantas usadas por la población, estancias en parques turísticos, fincas agroforestales y los hábitats naturales de las plantas, para popularizar las propiedades de las plantas y preservar los conocimientos tradicionales y la diversidad biológica de un país.

### Referencias bibliográficas

Aceituno, L. (2010). *Estudio etnobotánico y agroecológico de la Sierra Norte de Madrid*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias.

Aguirre Z.; Zúñiga J. y Aguirre L. A. (2016). Especies vegetales emblemáticas del cantón saraguro, provincia de Loja, Ecuador. *CEDAMAZ*, 6 (1), 29-71. ISSN: 1390-5880.

Aguirre, Z. 2012. *Guía para estudiar los PFM*. Recuperado de [http://www.academia.edu/7802645/Guia\\_para\\_estudiar\\_los\\_productos\\_forestales\\_no\\_maderables\\_de\\_Ecuador](http://www.academia.edu/7802645/Guia_para_estudiar_los_productos_forestales_no_maderables_de_Ecuador).

Amelung B. y Viner D. (2006). Mediterranean Tourism: Exploring the Future with the Tourism Climatic Index, *Journal of Sustainable Tourism*, 14(4), 349-366. DOI: 10.2167/jost549.0

Asociación de Grupo de Amigos para la Investigación y Conservación de las Aves (GAICA). (2013). *Guía Informativa Especies Emblemáticas*. Documento en línea. Recuperado de <http://especiesemblematicas.blogspot.com/p/descargas.html>

Belda, A., Martínez-Pérez, J. E., Martín, C., Peiró, V., Seva, E. (2010). Plants used to capture and sustain wild finches (Fringillidae) in Southeast Spain. *Economic Botany* 64, 367-373.

Cartaya, S., Zurita S., y Montalvo, V. (2016). Métodos de ajuste y homogenización de datos climáticos para determinar índice de humedad de Lang en la provincia de Manabí, Ecuador. *Revista La Técnica*, 16, 94 – 106. ISSN: 1390-6895 e-ISSN: 2477-8982.

Cheng, S., Hu, J., Fox, D., y Zhang, Y. (2012). Tea tourism development in Xinyang, China: Stakeholders' view. *Tourism Management Perspectives*, 2–3, 28–34.

Cornejo, X., 2015. *Las especies emblemáticas de flora y fauna de la ciudad de Guayaquil y de la provincia del Guayas, Ecuador.*, 9(2), 56-71. ISSN 1390-8413.

Grijalva, J. Checa, R. Ramos, P. Barrera y Limongi R. (2012). *Situación de los Recursos Genéticos Forestales – Informe País Ecuador*. Quito, Ecuador.

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2019). *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-2*. ISSN 2307-8235. Recuperado de <http://www.iucnredlist.org>

Jolliffe, L. (Ed.). (2007). *Tea and tourism: Tourists, traditions and transformations*. Clevedon: Channel View Publications.

- Jørgensen, P. M. y S. León-Yáñez (Eds.).(1999). Catalogue of Vascular Plants of Ecuador. *Monogr.Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 75, 1-1181.
- Kala, C. P. (2015). Medicinal and aromatic plants: Boon for enterprise development. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*,2(4), 134–139.
- Montilla, A. J. y Pacheco, H. A. (2017). Comportamiento temporal y espacial del bosque ribereño en el curso bajo del río Portoviejo y la Quebrada Chilán, provincia de Manabí, Ecuador. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 33 (1).ISSN 0188-4999. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.20937/rica.2017.33.01.02>
- Pinargote, H. S., Samaniego J. D., Champan, S., Rosete, S. y Borroto, O. E. (2016). Productos forestales no maderables en la finca orgánica Rio Muchacho, Manabí, Ecuador. *Revista Forestal Baracoa*, 35, Número Especial 2016. ISSN: 2078-7235.
- Pita, A. E.; Pinargote, H. S., Pincay, Y, Rosete, S., y Castro, M. (2016). Plantas útiles en la comunidad Las Mercedes, Pedro Pablo Gómez, Jipijapa, Manabí, Ecuador. *Revista Forestal Baracoa*, 35, Número Especial 2016. ISSN: 2078-7235.
- Rosete, S., Sáenz, R. S., y Pinargote, H. S. (2018). Especies silvestres de interés para el turismo en Manabí y Guayas, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*. Cuba. ISSN. 2310-3469.
- Rosete, S.; Pincay, Y.; Castro, M., Pita, A. E., Pinargote, H. S. y Borroto, O. E. (2016). Especies para la restauración del ecosistema degradado de Las Mercedes, Manabí, Ecuador. *Revista Forestal Baracoa*, 35, Número Especial 2016, 1-7 pp. ISSN: 2078-7235.
- Rosete. S. (2017). Aprovechamiento de los recursos forestales Aprovechamiento de los recursos forestales. *CFORES-Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 5(3), 247-248. ISSN. 1996-2452.
- Scarpa, G. F., y Rosso, C. N. (2018). Etnobotánica histórica de grupos criollos de Argentina III: Identificación taxonómica y análisis de datos no-medicinales del Chaco Húmedo provenientes de la Encuesta Nacional de Folklore de 1921. *Bonplandia*, 27(1), 31-58.
- Sierra, R. (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental*. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia, 194 pp.
- Torres, E. A. C., Albán, J., y Muñoz, A. (2018). Estudio etnobotánico de plantas medicinales utilizadas en comunidades adyacentes al Área de Conservación Privada San Antonio, Chachapoyas, Amazonas, Perú. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 1(1), 65-73.
- Universidad San Francisco de Quito (USFQ). (2012). *Quito declara su flora y fauna patrimoniales y emblemáticas con colaboración de Profesores USFQ*. Documento en línea. Recuperado de <http://noticias.usfq.edu.ec/2012/07/quito-declara-su-flora-y-fauna.html>



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio de 2019

**Título del trabajo:** Percepción de los impactos del desarrollo turístico en la construcción de un nuevo espacio de litoral: Caso «Pérula» y «Campo Acosta», Jalisco, México.

**Autores:** Rodrigo Espinoza Sánchez<sup>37</sup>, José Luis Cornejo Ortega, Antonio Romualdo Márquez González y María del Carmen Verduzco Villaseñor.

### RESUMEN

En México, el desarrollo del turismo en comunidades rurales se ha transformado en una constante en construcción, lo cual ha ocasionado que las poblaciones locales se conviertan en un espectador que visualiza, en los nuevos proyectos turísticos, al agente que viene a satisfacer las necesidades que el territorio a través de sus actividades tradicionales, no ha podido lograr. Ante esta perspectiva, el proyecto turístico «Vistas de Chalacatepec» -localizado en el «Playón de Mismaloya» del litoral de Jalisco-, se presenta como una opción importante para los núcleos poblacionales de las comunidades de «Pérula» y «Campo Acosta» en la región «Costa Sur» de Jalisco, pues a través de la proyección para la edificación de más de 8, 000 habitaciones, ofrece oportunidades de generación de empleo, así como de protección de ecosistemas costeros según su concepción. Por tanto, el objetivo es hacer un acercamiento al análisis de la percepción de la población local de las dos comunidades rurales mencionadas en el Estado de Jalisco sobre la construcción del nuevo espacio turístico del proyecto «Vista de Chalacatepec» o *Nuevo Cancún*; a partir de los resultados de una investigación mixta con base a una encuesta de 20 preguntas abiertas y cerradas que fue aplicada a 100 residentes de ambas comunidades. Los principales resultados indican que la mayoría de la población espera emplearse en la prestación de los servicios turísticos que traerá el proyecto, así como que la mujer y los jóvenes estarán inmersos en la actividad turística, aunque perciben que los turistas traerán a sus comunidades efectos negativos como drogadicción, y otras prácticas sociales que modificarán sus conductas.

**Palabras clave:** percepción, impacto, desarrollo turístico, espacio turístico, núcleo poblacional.

---

<sup>37</sup> Universidad de Guadalajara, México. E-mail: [rodrigo@uc.udg.mx](mailto:rodrigo@uc.udg.mx)

## PERCEPCIÓN DE LOS IMPACTOS DEL DESARROLLO TURÍSTICO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO ESPACIO DE LITORAL: CASO «PÉRULA» Y «CAMPO ACOSTA», JALISCO, MÉXICO

Rodrigo Espinoza Sánchez, José Luis Cornejo Ortega, Antonio Romualdo Márquez González y María del Carmen Verduzco Villaseñor

### Introducción

El desarrollo del turismo, en los diversos ámbitos territoriales, se ha venido configurando como un fenómeno socioeconómico que impulsa o fomenta la transición de los actores locales a un nuevo escenario, en el cual los servicios son la base fundamental para propiciar una nueva cosmovisión de la vida en comunidad. A nivel mundial el turismo se ha transformado en uno de los agentes económicos más poderosos para las economías, pues este agente o sector es uno de los generadores más importantes en cuanto empleo, y motor esencial de movilización de personas a nivel mundial, lo que implica que se ha convertido en los últimos años en coadyuvador del producto interno mundial (PIM) con una aportación de alrededor del 10 % (Massam, Espinoza y Ko, 2019).

Por otra parte, si bien es cierto que el desarrollo del turismo genera impactos positivos, también es necesario hacer énfasis sobre los impactos negativos que el turismo puede ocasionar en el lugar donde este hace su aparición (Espinoza, *et al.*, 2010; Massam y Espinoza, 2013; Massam, Espinoza y Ko, 2019), debido a que el mismo crea, reconfigura y transforma las conductas de la gente local, así como los espacios y territorios en donde se da el encuentro de anfitriones con los invitados, en este caso los turistas (Pineda, Espinoza y Palafox, 2015; González, 2017).

En México el turismo es uno de los subsectores económicos que el gobierno ha impulsado para poder equilibrar su balanza de pagos, pero a la vez, le ha otorgado el galardón de ser un eje toral para el desarrollo del territorio mexicano, al considerarlo como una prioridad nacional, y un elemento o factor base para la reducción de la pobreza, así como la generación de empleo bien remunerado que coadyuve al bienestar social y al buen vivir (Sistema Nacional de Planeación Democrática, 2019).

Es importante hacer alusión que el turismo esta visualizado como la estrategia a seguir para el crecimiento económico, a través de la política económica que el país está delineando, y que la nueva transformación del país, pone de relieve que este subsector económico seguirá apuntalando a la economía nacional, a través de una gobernanza con controles estrictos pensados para el desarrollo local, en comunidades rurales o periféricas como las que aquí se analizan.

México, como país, está integrado por 32 estados, de los cuales Jalisco es una de estas entidades federativas y está compuesto por 125 municipios y 12 regiones administrativas que hacen posible que la administración pública pueda, *e facto* y *de jure*, llegar a todo su territorio. Dos de estos municipios de Jalisco son «La Huerta» y «Tomatlán», y están ubicados en la región «Costa Sur» de la referida entidad, y contienen un hermoso litoral que alberga bahías, caletas, playas, dunas costeras y vegetación propia de esta zona costera, así como, marismas, manglares, entre otras que han sido declaradas como Áreas Naturales Protegidas (ANP) por su riqueza natural, pero que, a la vez, son objeto de motivación empresarial para el desarrollo del turismo (Cornejo, Chávez, Espinoza y Bracamontes, 2018).

Por otra parte, desde la óptica turística estos dos municipios pertenecen a la región «Costa Alegre» (RCA) de Jalisco, cuyo desarrollo ha sido lento comparado con «Puerto Vallarta» y «Manzanillo», destinos turísticos tradicionales que se localizan al norte y sur respectivamente de la ya referida RCA, esto debido en gran medida por ciertos caciquismos políticos que en ciertos momentos históricos entorpecieron la conectividad de la zona, por lo que su poblamiento es relativamente nuevo y data de alrededor de los 50's, con la creación del reparto agrario por parte del Gobierno federal (Massam y Espinoza, 2013; Andrade, Chávez y Espinoza, 2011; Espinoza, Andrade, Chávez y Medina, 2010), y esto implicó que flujos migratorios ocuparan esta región costera que presenta una serie de atrasos relacionados con el crecimiento y desarrollo económico territorial y turístico (Andrade, Chávez y Espinoza, 2010).

Por otra parte, las actividades económicas que se desarrollan en la franja costera que integran estos dos municipios son principalmente convencionales como la agricultura, ganadería, la pesca y la silvicultura con la tendencia al crecimiento del sector servicios donde el turismo aparece como dinamizador para la economía de la región, y la presencia de megaproyectos viene a convertirse en el atisbo más notable que la actividad turística ha generado en este espacio territorial que ha iniciado su conformación o transformación natural para la generación de un producto turístico (Medina y Andrade, 2013; Espinoza, Pérez y Pérez, 2013).

Por otra parte, estos atisbos turísticos se configuran como estrategias de la política pública para reconfigurar el territorio y por ende la producción de un nuevo espacio para el desarrollo del turismo en este litoral tan añorado y a la vez tan competido para su apropiación por parte de empresas transnacionales que empiezan a invertir en estos municipios en cuestión, al respecto Espinoza, Cornejo y Andrade (s/f) aluden al Gobierno del Estado de Jalisco al decir que:

Los grandes macroproyectos turísticos que se han estado avizorando con mayor o menor grado de importancia en la última década y, que han hecho posible que los núcleos poblacionales ejidales y comunales hayan incidido en su arribo, y apertura a la sociedad partiendo de norte a sur han ocasionado un reajuste o reestructuración de la política pública partiendo de una nueva regionalización de Jalisco que atienda los distritos productivos-comerciales a través de nodos de dinamismo económico como Puerto Vallarta, Tomatlán, y la región de San Patricio-Cihuatlán (Gobierno del Estado de Jalisco, 2014, p.10).

En este sentido, el turismo como agente dinamizador ha iniciado su viraje desde la perspectiva gubernamental para hacer posible que los proyectos turísticos tengan lugar en este territorio que todavía se encuentra en gran medida sin intervención turística en la mayor parte del litoral, y específicamente en playas como la de «Chalacatepec» en «Tomatlán» y «Pérola» en la «Bahía de Chamela» en «La Huerta», pero donde ya está la presencia y la aparición de conflictos por el sólo hecho la concreción de un nuevo territorio o espacio turístico en construcción, que ha venido a alterar la realidad tanto espacial como social, económica y en general impactando en los diversos ambientes como lo manifiestan las poblaciones locales (Andrade, Chávez, Espinoza, Cornejo y Gómez, 2012; Massam y Espinoza, 2013).

En congruencia con lo anterior, los planes y proyectos enfocados al desarrollo turístico han generado cierta incertidumbre en la población local, ya que esta percibe que, por una parte, el turismo viene a resolver problemas relacionados con la generación de empleo, sin embargo, otros consideran que el costo de esos empleos pueden ser altos, y en ese dilema no se sabe quién se beneficiará de una mejor manera, si las comunidades locales o sólo será el sector turístico (Massam y Espinoza, 2013; Massam, Hrcs y Espinoza, 2015). En relación a lo anterior, es importante entonces, enfatizar que la percepción que, según Andrade, *et al.* (2012) es la sensación o idea fundamentada en vivencias que tiene los habitantes de las localidades, respecto a los impactos y efectos económicos, sociales y ambientales que el turismo tendrá en su territorio, y estos pueden ser positivos, negativos o neutros.

Ante esta perspectiva, entonces es importante, aludir a Homans (1961) quien refiere que la percepción se relaciona con la satisfacción del visitante y la reducción de los impactos negativos en las comunidades locales donde se desarrolla la actividad, que en este caso específico es la comunidad de «Pérula» y «Campo Acosta», donde el proyecto «Vistas de Chalacatepec» ya hizo su aparición y ha generado expectativas diversas en los residentes locales. Esto induce entonces a comprender lo que Massam, Hrcs y Espinoza (2015) manifiestan al decir que la percepción de la gente se hace a través de los sentidos, y que según sea la fuerza con la que estos sentidos aprehenden las sensaciones del mundo exterior, es la intensidad con la que viven dicha percepción con respecto al turismo y sus impactos dentro del mundo que los rodea.

Lo anterior conlleva a entender que desde el punto de vista geográfico las regiones turísticas con el tiempo y su evolución tienen a redefinirse y reorientarse con el objeto de aprovechar el territorio o atendiendo a los flujos comerciales insertos en la actividad turística (Everitt, *et al.*, 2001; Page & Hall, 1999). Por tanto, el objetivo del presente trabajo es hacer un acercamiento al análisis de la percepción de la población local de dos comunidades rurales en el estado de Jalisco sobre la construcción del nuevo espacio turístico del proyecto «Vista de Chalacatepec» o *Nuevo Cancún*.

### **Métodos y materiales**

La presente investigación es de corte cualitativo, que según Taylor y Bogdan (1989) es aquella que produce datos descriptivos emanados de las propias personas y de manera directa, pues el investigador está inmerso en el objeto de la investigación y en la recogida de la información. En cuanto a esta recogida de información se realizó a través de un guion de entrevista estructurada con 20 preguntas abiertas, que se aplicó a 50 personas mayores de edad, tomadas al azar y con el objeto de explorar la percepción de la gente en cada una de las dos comunidades estudiadas de «Pérula» y «Campo Acosta» con el objeto de recoger la mayor cantidad de información, con un muestreo teórico (bajo la teoría fundamentada por Glaser y Strauss, 1967), y para la comprensión e interpretación de resultados se utilizó el programa Excel.

### **Resultados y discusión**

Los principales resultados indican que: a) La edad de los entrevistados en su gran mayoría fue de 31 años en adelante, quizás esto se deba a que en el sector rural la familia espera a que el papá de la autorización para poder responder cualquier cuestionamiento; b) Con respecto al sexo el 74 % de los entrevistados fue hombre, y una vez más aparece la figura del varón asumiendo la responsabilidad; c) En cuanto a la ocupación de los entrevistados el 30 % eran campesinos, el 22 % comerciantes, 20 % amas de casa y el 28 % en oficios varios; d) Con

respecto al nivel educativo de los entrevistados el 58 % estudió la primaria y un 20 % la secundaria y el resto otros estudios, lo que induce a pensar que la percepción que estas personas tienen, se basa en la intuición de los posibles impactos y efectos que el turismo puede tener en este nuevo espacio turístico; e) Con el objeto de conocer la percepción que los entrevistados tenían con relación a su calidad de vida el 74 % de los entrevistados considera tener una calidad de vida buena, sin embargo, el 76 % espera tener una mejora calidad de vida una vez que el turismo se esté desarrollando en «Chalacatepec», y esto representa un alto grado de satisfacción de los residentes por la importancia que para ellos representa el turismo y los impactos positivos que pueda traer (Massam y Espinoza, 2013; Andrade, et al. 2012); f) Con el objeto de saber si los entrevistados estaban con la expectativa de conseguir empleo en el ramo turístico una vez que el proyecto *Nuevo Cancún* se hubiera desarrollado el 58 % de los encuestados dijeron que no, mientras que el 36 % dijo que sí, y el 6 % restante dijo no saber, acorde a las respuestas puede inferirse que ese 58 % es población adulta que es ejidataria y ya tiene su patrimonio asegurado, mientras que el 36 % que dijo que sí, es población joven que tiene deseo de emplearse y poder desarrollar otras actividades diferentes a las tradicionales (Everitt, et al. 2001); g) Con el deseo de saber si esperaban que el turismo les trajera algún impacto positivo se les cuestionó que si el proyecto *Nuevo Cancún* le traería algún beneficio a la población de «Pérola» y «Campo Acosta» y la gran mayoría expusieron que les traería beneficios económicos, empleo, infraestructura de servicios y electrificación, pero a la vez, la gran mayoría está consciente de que el turismo les traerá impactos negativos como contaminación, inseguridad y delincuencia porque ya serán visitados por gente extraña como son los turistas (Massam y Espinoza, 2013; Massam, Hrcacs y Espinoza, 2015; Massam, Espinoza y Ko, 2019).

## Conclusiones

A manera de conclusión general puede decirse que la percepción que tienen los residentes o la población local de «Pérola» y «Campo Acosta» con respecto al nuevo espacio turístico en construcción del proyecto «Vistas de Chalacatepec» o «Nuevo Cancún» como es conocido, ya ha generado impactos tanto positivos como negativos, y estas dos comunidades se visualizan ya como anfitriones del desarrollo turístico, y esto puede tener consecuencias positivas o negativas, pues si este espacio turístico en construcción no satisface las expectativas generadas, generará una insatisfacción personal y colectiva que afecte a la calidad de vida de la gente, y entonces el turismo, como estrategia para el desarrollo y reducción de la pobreza, o dará los resultados que se esperan de él.

## Referencias bibliográficas

- Andrade, E., Chávez, R.M. y Espinoza, R. (2010). Desarrollo en la Región costa Alegre. El papel del turismo. *Sociedad, Turismo y Medio Ambiente*, (11), 125-157.
- Andrade, E., Chávez, R.M., Espinoza, R., Cornejo, J.L. y Gómez, T. (2012). *Percepción de los impactos del turismo de naturaleza en la Costa de Jalisco*. Universidad de Guadalajara, México.
- Cornejo, J.L., Chávez, R.M., Espinoza, R. y Bracamontes, M.G. (2018). *Prospectiva del turismo de naturaleza en la Costa de Jalisco, 2017-2030. Escenarios a futuro*. México. Centro Universitario de la Costa. Universidad de Guadalajara, México.
- Espinoza, R., Andrade, E., Chávez, R.M. y Medina, J. (2010). Geoeconomía y Geopolítica en una Costa Alegre. Caso de las Riberas de los “Nuevos Cancún en Jalisco y la de Nayarit, México. IV Congreso *Internacional de Turismo y Desarrollo*. Málaga, España. Eumed.

- Espinoza, R., Chávez, R.M., Andrade, E., Gómez, T. y Ramírez, M. (2010). Un "trinomio perfecto" basado en: turismo, desarrollo sustentable y calidad de vida para el desarrollo comunitario de Chacala Nayarit, México. *TURyDES*, 3(8).
- Espinoza, R., Pérez, E. y Pérez, J.G. (2013). Patrimonio productivo y servicios. En Medina, J.D. y Andrade, E. *La Huerta, Jalisco. Patrimonio cultural, social y turístico*. Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, México.
- Everitt, J., Chávez, R.M., Córtes, M. del C., Cupul, A., Espinoza, R., González, L.F., García, R. y Raymundo, A.R. (2001). Viva Vallarta! Impacts of the re-definition of a tourism resort in Jalisco and Nayarit, Mexico. *Praire Perspectives*, 4.
- Glaser, B. & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory*. Chicago: Aldine Press.
- Gobierno del Estado de Jalisco (2014). Diagnóstico del Estado Actual y Gestión para las Áreas Naturales Protegidas del Estado de Jalisco: Nevado de Colima, Sierra de Quila y Bosque La Primavera. Recuperado de <http://www.bosquelaprimavera.com/consulta/DiagnosticodelEstadoActualyGestionparalasANPdelEstadodeJalisco.pdf> [último acceso septiembre 2016].
- González, A. (2017). *Construcción de la Experiencia Turística. Una coproducción entre turísticas y anfitriones basada en historias reales*. España: Bubok Publishing Editorial, S. L.
- Hall, C. and Page, S. (1999). *The Geography of Tourism and Recreation*. London: Routledge.
- Homans, G. (1961). *Social Behavior*. Nueva York: Harcourt Brace & World Ed.
- Massam, B. y Espinoza, R. (2013). *Tourism in Mexico. Cui bono, autem cui malo*. Canada: Swm y Mor Press.
- Massam, B., Espinoza, R. y Ko, C. (2019). *Local Governance and strangers tourists in Mexico. A case study of three communities*. Canada: Swm y Mor Press
- Massam, B., Hrcacs, B. y Espinoza, R. (2015). *Tourism in Mexico: many faces*. Canada: Swm y Mor Press.
- Medina, J.D. y Andrade, E. (2013). *La Huerta, Jalisco. Patrimonio cultural, social y turístico*. Centro Universitario de la Costa. Universidad de Guadalajara, México.
- Pineda, N. del P., Espinoza, R. y Palafox, A. (2015). La hordarización: una invasión capitalista en Costa Alegre, Jalisco y Nayarit, México. R. Espinoza Sánchez, R. M. Chávez, Dagostino, M. E. Becerra Bizarrón, L.A. Delgado Díaz, Y. Sánchez González. *Pasajes Veraniegos sobre Investigación en el Destino Turístico de Puerto Vallarta y su Región*. Universidad de Guadalajara, México.
- Sistema Nacional de Planeación Democrática. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. México: Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).
- Taylor, S. y Bogdan, R. (1989). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.



## V CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Del 10 al 14 de junio 2019

**Título del trabajo:** Situación de empleo para el desarrollo de proyectos turísticos en tres localidades de «Manabí», Ecuador.

**Autores:** Romina Stephania Sáenz Véliz<sup>38</sup>, Héctor Simón Pinargote Vélez, Yhonny Alberto Pincay Mendoza y Sonia Rosete Blandariz.

### RESUMEN

En las comunidades «La Estancilla», «Salango» y «Jipijapa» de la provincia «Manabí» se realizó un estudio descriptivo con el objetivo de conocer en las mismas la situación del empleo para enfrentar proyectos turísticos, teniendo en cuenta los diversos recursos naturales y culturales de la zona. Para ello se utilizaron técnicas como la entrevista semiestructurada a los informantes clave, el análisis de documentos, la observación y los métodos estadísticos. Los resultados mostraron que las comunidades se caracterizan por tener a la agricultura o la pesca como su principal fuente de empleo, con tendencia a la reducción, debido a la migración de la población a lugares de mayor urbanización. Se evidenció un mayor número de residentes trabajando fuera de sus localidades, todos los lugares cubiertos, así como que los jóvenes y las mujeres son los principales grupos desempleados. Se asume que cada proyecto puede generar aproximadamente 60 empleos nuevos en cada comunidad. Se concluye que la situación actual del empleo se mejoraría con la implementación de los proyectos de gestión del turismo como una alternativa para la promoción de nuevas ocupaciones.

**Palabras clave:** empleo, desarrollo endógeno, gestión turística, desarrollo local.

---

<sup>38</sup> Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. [rominasaenz55@hotmail.com](mailto:rominasaenz55@hotmail.com)

## SITUACIÓN DE EMPLEO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS TURÍSTICOS EN TRES LOCALIDADES DE MANABÍ, ECUADOR

*Romina Stephania Sáenz Véliz, Héctor Simón Pinargote Vélez, Yhonny Alberto Pincay Mendoza y Sonia Rosete Blandariz*

### INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos la falta de empleo y la crisis mundial ha impactado de manera negativa en la calidad de vida de la población en general. Por tal motivo, los administradores gubernamentales están llamados a la búsqueda de alternativas que permitan superar las crisis económicas. La mejor vía para ello es el aprovechamiento de fuentes autóctonas para la generación de empleo, las que habitualmente no son utilizadas por la falta de una visión clara sobre las potencialidades que posee.

El empleo en el sector turístico se evalúa más favorablemente en las economías en desarrollo, debido a su capacidad de generar alternativas laborales en los sectores relacionados con los servicios (Abby y Hsiou-hsiang, 2008). En países como Suecia es un factor de atracción para la inmigración de personas altamente calificadas y bien remuneradas (Thulemark, Lundmark y Heldt-Cassel, 2014), aunque según Lillo-Bañuls y Casado-Díaz (2015), y Brandt (2018), los trabajos que se encuentran en el sector del turismo son puestos con salarios relativamente bajos en comparación con el resto de la economía.

Actualmente, en países en desarrollo, la implementación de proyectos turísticos sostenibles en localidades rurales incide positivamente en la generación de empleo y, por ende, permite el mejoramiento de la calidad de vida de sus pobladores. Por tal razón, el objetivo del trabajo fue conocer la situación del empleo, en las localidades «La Estancilla», «Salango» y «Jipijapa» para enfrentar algunos proyectos turísticos, teniendo en cuenta los diversos recursos naturales y culturales de la zona.

El estudio se desarrolló en el marco de las investigaciones de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), dentro del Programa Ecoturístico-Forestal, en el proyecto *Indicadores de sostenibilidad para la gestión ambiental enfocada al Turismo. Fase 1. Referentes teóricos metodológicos*. En la actualidad está vinculado a los objetivos de trabajo de la carrera de Turismo, incluidos en acciones comprometidas en el proyecto *Indicadores de sostenibilidad para la gestión ambiental enfocada al Turismo. Fase 2. Sistema de información turística*.

### Materiales y métodos

Este estudio se ejecutó entre enero de 2017 y junio de 2018 en las localidades «La Estancilla», «Salango» y «Jipijapa» de la provincia «Manabí», Ecuador. Se tuvo en cuenta la observación directa, encuestas y entrevistas a la población. Esos métodos son los más frecuentes utilizados para estudios sociales (Moreira, Prevot y Segre, 2010; Sanino y Yáñez, 2000; Zúñiga, Amador, Mejía, Morales y Mota, 2014) y de los recursos humanos (Torres y Consuegra, 2012) del sector turístico. Para clasificar a la población con empleo se siguió el criterio de Castillo (2004).

Durante el estudio, un total de 575 encuestados completaron los cuestionarios, a través de una técnica de muestreo aleatorio simple, con el fin de obtener la composición de la vivienda y la situación del empleo para enfrentar proyectos turísticos. De ellos, 15 son de «La Estancilla», 164 de «Salango» y 397 de «Jipijapa». Además, se realizaron entrevista a informantes claves teniendo en cuenta aquellas personas que, por la relevancia de sus conocimientos de la

historia y desarrollo de la comunidad, podían brindar información valiosa a directivos y funcionarios de instituciones que apoyaron en la recopilación de datos procesados estadísticamente por éstas.

## Resultados y discusión

### *Caracterización sociodemográfica de los residentes encuestados.*

**Tabla 1.**  
*Caracterización sociodemográfica.*

Ítem	La Estancilla (No. 15)		Salango (No. 164)		Jipijapa (No. 397)		
	No	Por ciento	No	Por ciento	No	Por ciento	
Genero (%)	Masculino	10	66,67	<b>103</b>	62,80	266	67,00
	Femenino	5	33,33	61	37,20	131	33,00
Edad	De 15 a 18 años	0	0,00	65	39,63	0	0,00
	De 18 a 32	0	0,00	31	18,90	24	6,05
	De 33 a 47	11	73,33	33	20,12	147	37,03
	De 48 a 62	4	26,67	21	12,80	190	47,86
	63 y más años	0	0,00	14	8,54	36	9,07
	Profesional	4	26,67	25	15,24	218	54,91
Profesionales	Ninguna profesión	11	73,33	139	84,76	179	45,09
	1	1	6,67	38	23,17	175	44,08
Cursando estudios	2	0	0,00	5	3,05	24	6,05
	3 o más	0	0,00	3	1,83	0	0,00
	Ninguno	14	93,33	118	71,95	198	49,87
Personas que viven en la casa	1 - 2	1	6,67	31	18,90	40	10,08
	3 -4	8	53,33	67	40,85	0	0,00
	5 - 6	6	40,00	42	25,61	0	0,00
	3 - 5	0	0,00	0	0,00	114	28,72
	6 - 9	0	0,00	0	0,00	238	59,95
	7 o más	0	0,00	24	14,63	0	0,00
Personas ocupadas o con empleo	Más de 10	0	0,00	0	0,00	5	1,26
	Adecuado (Trabajo tiempo completo)	6	40,00	30	18,29	191	48,11
	Inadecuado (por horas e ingresos)	7	46,67	89	54,27	113	28,46
Desempleo	Desempleado	1	6,67	43	26,22	85	21,41
	Jubilado	1	6,67	2	1,22	8	2,02
Búsqueda de empleo	Sí	10	66,67	54	32,93	95	23,93
	No	5	33,33	110	67,07	302	76,07
Practicar en pluriempleo	Sí	8	53,33	40	24,39	282	71,03
	No	7	46,67	124	75,61	115	28,97
Oportunidad de practicar en pluriempleo	Sí	11	73,33	33	20,12	72	18,14
	No	4	26,67	131	79,88	325	81,86
Valoración del empleo en la comunidad	Alto	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Medio	11	73,33	48	29,27	24	6,05
	Bajo	4	26,67	70	42,68	107	26,95
	Regular	0	0,00	46	28,05	266	67,00

**Fuente:** Elaboración propia.

En términos de *género*, la mayoría de los encuestados eran hombres (65,91 %) seguidos por mujeres (34,26 %). En términos de *edad*, el 37,39 % pertenecía al grupo de 48 – 62 años, seguido de 33 – 47 años (33,22 %), 15 - 18 años (11,30 %), 18 - 32 años (9,57 %) y por encima de 53 años (8,70 %). Con respecto al *nivel de educación*, la mayoría de los entrevistados no tenía ningún nivel educacional y más de la mitad de los residentes (51,23 %) está cursando al menos una capacitación relacionada con temas del turismo (*tabla 1*).

La situación actual del empleo, en las localidades, se caracteriza por la carencia de otras fuentes que no sean la agrícola o pesquera en el caso de la comunidad de «Salango». Se observa un aumento de los desocupados e insuficiente desarrollo del trabajo privado, y su coincidencia con lo que ocurre en otros países de América del Sur, expresado en la tendencia al pluriempleo y a una valoración mala de las posibilidades de empleo para mujeres y jóvenes como principales grupos afectados; lo cual hace que la población tenga que emigrar o trabajar en lugares distantes de sus viviendas. Estos resultados permitieron demostrar que la población considera que la situación de empleo es baja, pues no hay fuentes de empleo en las localidades, por lo que implementar acciones de turismo alternativo puede ser considerada como una variante para mejorar la calidad de vida de la población. Un análisis descriptivo y cualitativo de los datos obtenidos muestra que todos los informantes están conscientes de la importancia de implementar proyectos de turismo alternativo, como herramienta esencial para mantener los contextos culturales y los recursos naturales (*tabla 2*).

Los nuevos productos turísticos se basarían en el agroturismo, turismo cultural o comunitario de forma tradicional o incorporando alternativas innovadoras de conservación de la naturaleza. Los visitantes o turistas que visitan las localidades están relacionados con diferentes tendencias en el turismo (por ejemplo, comunitario y científico) y formas de vida (por ejemplo, mejor movilidad, seguridad, ambientes sanos, diversidad biológica con usos curativos y ornamentales). Se señala la necesidad de capacitar a los residentes sobre los diferentes servicios que se les pueden brindar al visitante, así como sobre culturas y estilos de vida modernos globales. Esto corrobora lo planteado por Abby y Hsiou-hsiang (2008), quienes plantearon que el empleo turístico debe ubicarse en un contexto más amplio que abarque temas de cultura, religión, etnicidad e ideología, y se requiere la atención adecuada para fomentar la capacidad de los anfitriones para capitalizar sobre las oportunidades que ofrece el mismo.

Los residentes expresaron su preocupación por el agotamiento o deterioro de sus recursos naturales, debido al uso y prácticas continuas que generaría la implementación de proyectos con explotación turística. Confirmaron la necesidad de capacitarse en el número de turistas o visitantes a recibir diariamente (capacidad de carga), en sacar las cuentas sobre cuantas especies silvestres se pudieran extraer de las áreas naturales para suplir las necesidades de alimento y artesanía que demanda la explotación turística, y sobre las políticas ambientales, turísticas y agrícolas en las áreas costeras, que en la mayoría de los casos desconocen.

El turismo alternativo (Joseph y Wearing, 2014) requiere el uso de área con principios de sostenibilidad para proteger la estructura ecológica de la zona y sus alrededores (Pirselimoglu, Batman y Demirel, 2015). Este turismo se incrementa en Ecuador, por lo tanto, el diseño e implementación de proyectos turísticos alternativos (ecoturismo) se perfila como una necesidad para generar empleos y el desarrollo de las comunidades locales. Por ejemplo, la explotación exitosa del turismo cultural y rural en localidades ecuatorianas. Sin embargo, se observa una insuficiente oferta de opciones extrahoteleras cercanas a varios centros turísticos de «Manabí» y una falta de capacitación turística en correspondencia con la demanda, la cual

en un futuro cercano con la aparición de nuevos productos turísticos en este territorio deberá incrementarse.

➤ *«La Estancilla», cantón «Tosagua»*

En La Estancilla se constató que la situación actual del empleo está caracterizada por la agricultura como principal fuente de empleo, con insuficiente desarrollo del trabajo por emprendimiento personal. La mayor cantidad de habitantes en edad laboral hace sus labores fuera de la localidad, la tendencia al empleo es eventual, a una elevada ocupación de trabajo a tiempo completo y una valoración media de la posibilidad de empleo formal.

A pesar que los resultados de las entrevistas demostraron la poca capacidad del personal para el enfrentamiento de proyectos de gestión turística sostenible (Ingeniero en Alimentos, Ingeniero Agrícola, Mecánico Artesanal, y Medio Ambiente), se determinó la importancia y potencialidades de implementación de un proyecto de desarrollo endógeno que verse sobre la “Gestión Turística Sostenible” para modificar ostensiblemente la situación del empleo. El proyecto pretende promocionar la riqueza del patrimonio tangible e intangible de la población local para contribuir a su conservación y a elevar la calidad de vida de esta comunidad. En este aspecto se está trabajando mediante un programa de análisis de las prácticas tradicionales que pueden convertirse en atractivo turístico, y su estrecha relación con el medio.

➤ *«Salango», cantón «Puerto López»*

En la comunidad de «Salango» se determinó que la situación actual de empleo está representada por la pesca, que es la primordial fuente de ocupación, y escasos progresos de empleo propios. La mayoría de su población en edad de laborar se dedica a la pesca y las mujeres se dedican al cuidado de sus familias y a trabajos informales, las otras personas han tenido que emigrar por la falta de empleos formales en el poblado; las personas que trabajan a tiempo completo unas lo hacen en la fábrica de harina, otros son docentes y el restante tienen empleos en poblados cercanos. A pesar de que la fábrica de harina es una fuente de empleo, la población está consciente que dificultaría la implementación de proyectos turísticos a largo plazo. La implementación de proyectos turísticos mejoraría la calidad de vida de la población con la generación de empleos y, por lo tanto, se reduciría el índice de migración de sus pobladores.

Son pocos los profesionales con los que cuenta la comuna de «Salango», pero la mayoría en áreas necesarias para establecer proyectos turísticos, como por ejemplo Ingenieros en Sistemas (comunicación y redes), profesionales en docencia, Ingenieros en Ecoturismo, Tecnólogos en Hotelería y Turismo, Ingenieros en Administración de Empresas Hoteleras, Ingenieros Forestales y Economistas. Esto demuestra que la mayoría de los profesionales están capacitados para ejercer empresas turísticas, pero no son suficientes para sacar adelante a la comuna. Son pocas, las personas que están estudiando.; por lo cual es importante generar acciones de capacitación para poder ejecutar un proyecto turístico.

Los residentes opinan que la localidad posee suficientes atractivos para la generación de empleo y conseguir una estadía agradable para los turistas. El estudio identificó 21 atractivos turísticos que son: Parcela «Marina», isla «Salango», playa de «Salango», «Punta Mala» (islote Las Locas), playa «La Playita», «Punta Piqueros», «Cabeza de Gorila», playa «Rio Chico», y Centro de Interpretación y Mirador «La Tortuga», playa «Dorada», avistamiento de ballenas, avistamiento de aves y fauna, Mirador «Cerro Salango», Mirador «El Caracol», Parque Nacional «Machalilla», senderos ecológicos «La Josefina», «Poma Rosa», «El Guayacán», Mirador y

Sendero Ecológico «La Cuchilla», Vivero Ecológico «La Josefina», Centro de Investigación, Museo Arqueológico y Casa Hacienda «La Tropical» (Patrimonio Cultural del Ecuador) y artesanías.

Los residentes opinan, por orden de prioridad, las medidas necesarias para incrementar la actividad turística, las cuales serían mediante la activación turística del malecón, los centros recreacionales y los parques recreativos. También plantean la necesidad de mejorar los servicios turísticos relacionados con las comidas típicas, los atractivos culturales y naturales. Se muestra la necesidad del mantenimiento del sector turístico, imagen, promoción y seguridad de la comunidad, fomentando el turismo de *sol y playa*, turismo comunitario, de aventura y cultural.

➤ *Jipijapa (Cabecera cantonal), cantón «Jipijapa»*

En la cabecera cantonal de «Jipijapa» el empleo es incierto para las mujeres y jóvenes, por lo tanto, la creación de proyectos turísticos podría generar una fuente de trabajo digno para ese sector de la población, donde pueden explotarse las tradiciones culturales, la historia de localidades y la naturaleza de interés para los turistas. El turismo local es capaz de generar variedades de empleo, y representa un renglón importante en la economía de la localidad. Se determinó la importancia y potencialidades de la implementación de un proyecto de desarrollo endógeno que versa sobre “La oferta turística de restauración”, el cual servirá para modificar la situación del empleo al promocionar los recursos y la riqueza del patrimonio tangible e intangible de la población local para contribuir a su conservación y a elevar la calidad de vida de los habitantes. Los resultados de las entrevistas evidencian que un alto porcentaje de residentes se encuentran buscando empleo estable, y están dispuestos a practicar el pluriempleo.

Se evidenció que la creación de proyectos turísticos sería un beneficio para la cabecera cantonal de «Jipijapa». A pesar que un alto número de residentes no reconocen atractivos turísticos en la localidad, se establecieron 16 atractivos turísticos considerados patrimonio cultural dentro de la misma, los cuales ayudarían a generar empleo dentro de la zona. Entre los principales atractivos a desarrollar se encuentran las casas patrimoniales, los pozos azufrados, el volcán «Chocotete», la gastronomía y los centros recreacionales. Se demuestra el interés de los pobladores a enfrentar proyectos turísticos como vía para la generación de empleo, lo cual permitiría favorecer la creación esta y por ende, mejoraría la economía de los pobladores. El segmento turístico con mayor potencialidad es el turismo gastronómico y cultural.

La activación turística en la cabecera cantonal de «Jipijapa» es un ejemplo que pretende promocionar la riqueza del patrimonio tangible e intangible de la población local para contribuir a su conservación y a elevar la calidad de vida de los habitantes. En cuanto a la actividad turística, las personas que se dedican a las prestaciones de servicios de este tipo, como por ejemplo comedores, hostales, centros recreacionales y centros de diversión nocturna, entre otras, que se benefician de este segmento, cuenta con un total de 1.528. Existen empleos públicos y privados formales, ya sean estos últimos por servicios profesionales, negocios propios, así como también quienes legalmente se hayan establecidos en el trabajo artesanal. Dentro de la zona la señalización turística es nula. En este sentido, se desconoce en muchas ocasiones la ruta para ir a sitios con potencial turístico. Por otra parte, no existen señales que indiquen las ubicaciones de establecimientos principales, tales como centro de información turística, sitios patrimoniales, hoteles, restaurantes, centro comercial, etc. Esta deficiencia es un obstáculo para la puesta en valor e incorporación del consumo de los recursos que integran el patrimonio turístico de la localidad. Con la implementación de

señales turísticas se espera que el visitante pueda encontrar con facilidad los lugares que desee visitar.

**Tabla 2.**  
*Potencialidades para el desarrollo de proyectos turísticos.*

Ítem	La Estancilla (No. 15)		Salango (No. 164)		Jipijapa (No. 397)			
	No	Por ciento	No	Por ciento	No	Por ciento		
Creación de proyectos turísticos en beneficio para la comunidad	Excelente	10	66,67	15	9,15	329	82,87	
	Muy bueno	3	20,00	44	26,83	0	0,00	
	Bueno	2	13,33	72	43,90	68	17,13	
	Regular	0	0,00	33	20,12	0	0,00	
Incrementar actividad turística de la comunidad	Imagen y promoción	4	26,67	24	14,63	52	13,10	
	Activación turística	4	26,67	96	58,54	155	39,04	
	Seguridad	0	0,00	0	0,00	40	10,08	
	Mejorar el servicio	4	26,67	0	0,00	91	22,92	
	Mantenimiento del sector turístico	3	20,00	6	3,66	59	14,86	
	Promover la actividad turística	0	0,00	38	23,17	0	0,00	
	Atractivos que se pueden desarrollar	Centro recreacionales	1	6,67	12	7,32	147	37,03
Malecón turístico		10	66,67	29	17,68	0	0,00	
Comidas típicas		2	13,33	70	42,68	170	42,82	
Atractivo cultural		1	6,67	35	21,34	0	0,00	
Parque recreativo		1	6,67	12	7,32	0	0,00	
Casas patrimoniales		0	0,00	6	3,66	36	9,07	
Volcán chocotete		0	0,00	0	0,00	16	4,03	
Pozos azufrados		0	0,00	0	0,00	28	7,05	
Crear proyectos turísticos que generen empleo en la comunidad		Si	15	100,00	152	92,68	397	100,00
		No	0	0,00	12	7,32		0,00
Posee suficientes atractivos para la generación de empleo	Si	14	93,33	76	46,34	302	76,07	
	No	1	6,67	15	9,15	95	23,93	
	Falta de actividades		0,00	73	44,51		0,00	
Segmento turístico con mayor potencial	Ecoturismo de aventura	2	13,33	0	0,00	0	0,00	
	Cultural	7	46,67	15	9,15	87	21,91	
	Otro	0	0,00	0	0,00	0	0,00	
	Turismo de sol	0	0,00	93	56,71	0	0,00	

Ítem	La Estancilla (No. 15)		Salango (No. 164)		Jipijapa (No. 397)		
	No	Por ciento	No	Por ciento	No	Por ciento	
Problemas que afectan al desarrollo turístico	y playa de aventura	0	0,00	20	12,20	0	0,00
	Turismo Comunitario	4	26,67	36	21,95	0	0,00
	Turismo gastronómico	2	13,33	0	0,00	310	78,09
	Contaminación de la fábrica de harina		0,00	75	45,73	0	0,00
	Falta de infraestructura básica			33	20,12		
	Agua potable			5	3,05		
	Alcantarillado			32	19,51		
	Salubridad			13	7,93		
	Asuntos arquitectónicos			4	2,44		
	Otros			2	1,22		

**Fuente:** Elaboración propia.

## Conclusiones

En las comunidades «La Estancilla», «Salango» y «Jipijapa» existe un déficit de ofertas de empleo para sus moradores, por lo tanto, desarrollar las potencialidades locales como sus tradiciones culturales, la historia y la naturaleza constituyen una vía alternativa para la implementación de proyectos de desarrollo turísticos, lo cual es capaz de generar variedades de empleo en este sector que representa un renglón importante en la economía ecuatoriana. Los resultados demuestran la necesidad de capacitar a los residentes para enfrentar proyectos turísticos, fomentando el turismo alternativo y en especial el gastronómico, cultural y ecoturismo.

## Referencias bibliográficas

- Abby, L. y Hsiou-hsiang J. L. (2008). Tourism Employment Issues in Malaysia. *Journal of Human Resources in Hospitality & Tourism*, 7(2), 163-179. DOI: 10.1080/15332840802156907
- Brandt, D. (2018). Wage determinants in the Swedish tourism sector. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, 18(1), 18-38. DOI: 10.1080/15022250.2016.1206832
- Castillo, R. A. (2004). *Empleo y condición de actividad en Ecuador*. Ecuador: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).
- Joseph, J. y Wearing, S. L. (2014). Does Bear do it for you? Gen-Y.Gappers and alternative tourism, *Annals of Leisure Research*, 17(3), 314-339. DOI: 10.1080/11745398.2014.953554
- Lillo-Bañuls, A. y Casado-Díaz J. M. (2015). Exploring the relationship between educational mismatch, earnings and job satisfaction in the tourism industry. *Current Issues in Tourism*, 18(4), 361-375. DOI: 10.1080/13683500.2014.915796

- Moreira, M., Prevot, R., y Segre, L. M. (2010). ¿Cuál es el papel del turismo en el desarrollo local?: Un análisis crítico del clúster turístico de Santa Teresa-RJ, Brasil. *Estudios y perspectivas en turismo*, 19(5), 812-834.
- Pirselimoğlu, Z. y Demirel, Ö. (2015). Ecology-based tourism potential with regard to alternative tourism activities in Altındere Valley (Trabzon – Maçka), *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 22(1), 39-49. DOI: 10.1080/13504509.2014.948098
- Sanino, G. P., y Yáñez, J. L. (2000). Efectos del turismo de observación de cetáceos en punta de Choros, IV Región, Chile. *Revista Gestión Ambiental*, 6, 41-53.
- Thulemark, M., M. Lundmark y Heldt-Cassel, S. (2014). Tourism Employment and Creative In-migrants, *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*, 14(4), 403-421. DOI: 10.1080/15022250.2014.968000
- Torres, D. R. R., y Consuegra, I. H. (2012). La planificación estratégica de los recursos humanos en el centro de las tácticas de desarrollo de la hotelería en Cuba. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, (2012\_08).
- Zúñiga, J. A., Amador, J. D. J., Mejía, C., Morales, A., y Mota, C. I. (2014). Desarrollo de un entorno virtual tridimensional como herramienta de apoyo a la difusión turística de la zona arqueológica de Teotihuacán. *Acta Universitaria*, 24(4).