

MANAGEMENT PRACTICES FOR A SUSTAINABLE COMMUNITY AND ITS IMPACT ON DEVELOPMENT, MANGLARALTO-SANTA ELENA, ECUADOR

Gricelda Herrera Franco, PhD.¹, Paúl Carrión Mero, PhD.² and Josué Briones Bitar, Ing.²

¹ Universidad Estatal Península de Santa Elena, UPSE, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Av. Principal Santa Elena-La Libertad, Ecuador. grisherrera@upse.edu.ec

² ESPOL Polytechnic University, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Centro de Investigaciones y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra (CIPAT), Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador. pcarrion@espol.edu.ec, briones@espol.edu.ec

³ ESPOL Polytechnic University, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería Ciencias de la Tierra (FICT), Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador.

Abstract— The north coastal area of Santa Elena has been touristically boosted for about 10 years by the "Ruta del Spondylus", previously called "Ruta del Sol", which consists of a route or highway that travels along the line coast and delineates most of the Ecuador's coast, connecting coastal towns of much tourist boom. Rural populations in the north of Santa Elena's province, do not have water distribution by the state. Some years ago, they have undertaken with the water boards organization, a community work to supply water to their communities. The aim of this paper is to analyze development practices around the use of water, through the evolution of buildings related to tourism, and other strategies that serve to establish a very peculiar development, considering the conservation of natural resources. The study methodology is based on: i) Socioeconomic data of Manglaralto, ii) The evolution of water demand in the aquifer system, iii) the evolution of the territory in its development of buildings related to tourism and iv) the spatial model of the current system that contemplates sustainable practices. The geospatial analysis through geographic information system ArcGIS has been the tool that has allowed to realize observations of the distribution of the buildings during certain periods from 2006 to 2014, in order to establish correlations between aquifer's production, supported by a research-academic project, and the increase of buildings. The study reflects the interrelation between the water academic research project and the reality of water supply with the development of buildings on the Manglaralto river banks. Thus, the territory-population system has been regulated, and evolves in an interaction between the reality and the academic research contribution, which consider the coastal aquifer water linked to Manglaralto river. Finally, it is noted that the community has carried out sustainable practices such as groundwater recharge, river management, environmental protection of the upper river basin, and the territory organization for its development.

Keywords— Aquifer, Ecuador, Geospatial Model, Sustainable practices, Water Board.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.130>
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

PRÁCTICAS DE GESTIÓN PARA UNA COMUNIDAD SOSTENIBLE Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO, MANGLARALTO-SANTA ELENA, ECUADOR.

Gricelda Herrera Franco, PhD.¹, Paúl Carrión Mero, PhD.² and Josué Briones Bitar, Ing.²

¹ Universidad Estatal Península de Santa Elena, UPSE, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Av. Principal Santa Elena-La Libertad, Ecuador. grisherrera@upse.edu.ec

² ESPOL Polytechnic University, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Centro de Investigaciones y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra (CIPAT), Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador. pcarrion@espol.edu.ec, briones@espol.edu.ec

³ ESPOL Polytechnic University, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería Ciencias de la Tierra (FICT), Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador.

Resumen– La zona costera al norte de Santa Elena está potenciada turísticamente desde hace aproximadamente 10 años por la “Ruta del Spondylus”, anteriormente denominada “Ruta del Sol”, que consiste en una ruta o carretera que se desplaza a orillas del mar y delinea la mayor parte de la costa del Ecuador, conectando poblados costeros de mucho auge turístico. Las poblaciones rurales del norte de la provincia de Santa Elena, no tienen distribución de agua a cargo del estado. Desde hace algunos años emprendieron con la organización de las juntas de aguas, un trabajo comunitario para abastecer de agua a sus comunidades. El objetivo de este trabajo es analizar las prácticas de desarrollo en torno al aprovechamiento del agua, mediante la evolución de las edificaciones ligadas al turismo, y otras estrategias que sirven para el establecimiento de un desarrollo muy peculiar, considerando la conservación de los recursos naturales. La metodología de estudio se basa en: i) Los datos socioeconómicos de Manglaralto, ii) La evolución de demanda del agua en el sistema acuífero, iii) La evolución del territorio en su desarrollo de edificaciones ligadas al turismo y iv) el modelo espacial del sistema actual que contempla prácticas sostenibles. El análisis geoespacial por medio del sistema de información geográfico ArcGIS ha sido la herramienta que ha permitido realizar observaciones de la distribución de las edificaciones durante periodos determinados desde 2006 a 2014, con la finalidad de establecer correlaciones entre la producción del acuífero, apoyada por un proyecto de investigación académico, y el incremento de las edificaciones. El estudio refleja la interrelación entre el proyecto académico investigativo de aguas y, la realidad del abastecimiento de agua con el desarrollo de edificaciones en las riberas del río Manglaralto. Así, el sistema territorio-población se ha ido regulando, y evoluciona en una interacción entre la realidad y el aporte académico de investigación, que consideran el agua del acuífero costero vinculado al río Manglaralto. Finalmente se constata que la comunidad ha llevado prácticas sostenibles como: recarga de acuíferos, manejo del río, protección ambiental de la cuenca alta del río, y organización del territorio para su desarrollo.

Palabras claves-- Acuífero, Ecuador, Juntas de Agua, Modelo geoespacial, Prácticas sostenibles.

I. INTRODUCCIÓN

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.130>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

La industria turística es un fenómeno propio del siglo XX, ya que se ha convertido en los últimos años en el sector económico de mayor importancia a nivel mundial en cuanto a generación de empleo, estímulo de inversión y crecimiento económico. A partir de los años 80 hasta a actualidad, los ingresos por el turismo constituyen un valor mayor que los otros sectores económicos con excepción de la industria petrolera y automotriz [1].

Hoy en día en cualquier actividad de desarrollo turístico el elemento clave es la sostenibilidad. Este Desarrollo Sostenible es el que permite satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas. Los pilares del desarrollo sostenible son: Ecológico, Social, Económico y Diversidad Cultural [2].

El agua es un recurso necesario e imprescindible en las actividades humanas, desde el uso en los hogares hasta la utilización en todos los sectores productivos de un país, este recurso natural es considerado un motor de desarrollo económico y social. Actualmente la escasez de agua comprende una de las principales preocupaciones ambientales mundiales [3,4]. Según lo expresado por [5], identificó que el 3% del agua del planeta es dulce, de la cual dentro de este porcentaje el 68.7% se encuentra congelada en los casquetes polares, mientras el 30.1% comprenden aguas subterráneas y sólo el 1.2% se encuentran en lagos, ríos, pantanos y en la atmósfera. La disponibilidad de recursos de agua dulce es un desafío para muchas comunidades, convirtiéndose en un bien escaso que limita el desarrollo social y económico [6,7].

En la actualidad bajo el criterio de Desarrollo Sostenible, los Recursos Naturales se convierten en un punto estratégico para desarrollar el turismo. Así por ejemplo las denominadas Reservas ecológicas se convierten en un recurso natural en el cual se puede planificar un desarrollo turístico sostenible [8].

El corredor de la costa del Pacífico, en el Ecuador, que comprende las provincias Guayas, Santa Elena y Manabí; se lo denomina “Ruta del Spondylus”. Es rica en atractivos turísticos de toda índole, tales como arqueológicos, históricos,

naturales, culturales y pintorescos poblados de pescadores. Las comunas, situadas en este corredor, ofrecen una variada oferta turística; donde, principalmente se destacan las playas, manglar y estero, la variedad gastronómica a base de mariscos, las actividades deportivas y extremas (acuáticas, terrestres y aéreas), entre otros atractivos [9].

La parroquia rural Manglaralto se abastece de agua proveniente al acuífero costero Manglaralto. Sin embargo, a medida que el tiempo avanza, la población y el turismo de la parroquia crece, sumado a la escasez de lluvias, causa que el acuífero se encuentra en peligro de agotamiento, esto se ve reflejado en los descensos en el nivel freático de los pozos de donde se extrae el agua.

Debido a estos problemas presentados, la Junta de Agua de Manglaralto (JAAPMAN), encargada de la distribución de agua en la parroquia y en las comunas aledañas, decidió buscar ayuda técnica para derivar a una solución que les ayude en sus objetivos como institución. Gracias al trabajo conjunto entre las comunas de pobladores, la universidad ESPOL (a través del Centro de Investigaciones y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra (CIPAT-ESPOL)) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), han generado numerosos beneficios reales como mejora de las condiciones de vida (suministro regular de Agua apta para consumo humano) y el mejoramiento de sectores productivos de la zona (suministro de agua apta para uso agrícola-ganadero).

El objetivo de este trabajo es analizar las prácticas de desarrollo en torno al aprovechamiento del agua, mediante la evolución de las edificaciones ligadas al turismo, y otras estrategias que sirven para el establecimiento de un desarrollo muy peculiar, considerando la conservación de los recursos naturales.

II. METODOLOGÍA

La metodología planteada para el desarrollo de este trabajo, se la dividió en tres fases para su mejor e integral desarrollo. En la Fig. 1, se observa un cuadro resumen de la metodología realizada:

Fase I. – Esta primera parte constará de una recolección y revisión bibliográfica, en lo que se recogerá: datos de proyectos anteriormente ejecutados, artículos y publicaciones, tesis de grado o posgrado, publicaciones en base de datos científicas relacionadas con el tema a tratar, datos de instituciones gubernamentales sobre el sector de estudio, encuestas, mapas y otras informaciones disponibles. El fin, de esta recolección y revisión de datos, es la de formar una base de datos que nos proporcione los datos de partida para su posterior análisis y propuesta de las estrategias.

Fase II. – En este segundo apartado se analiza la problemática, caso de estudio en la comunidad de Manglaralto relacionado con el recurso agua y su constate proceso de desarrollo de edificaciones. Para analizar el problema del recuso agua es necesario: i) recopilar información socioeconómica de Manglaralto, usando fuentes como los

datos de instituciones nacionales; así como, los proporcionados por la JAAPMAN y ii) poner en contexto, con el uso de datos históricos, el aumento en la demanda del recurso agua. Para el desarrollo y explicación del crecimiento de edificaciones, se plantea lo siguiente: i) la puesta en contexto del crecimiento turístico que ha experimentado el sector norte de la PSE en los últimos 10 años y ii) realizar un análisis geoespacial de la evolución de las edificaciones, tanto en el territorio costero, como de los conexos al acuífero Manglaralto; para ver su influencia en la demanda creciente de agua.

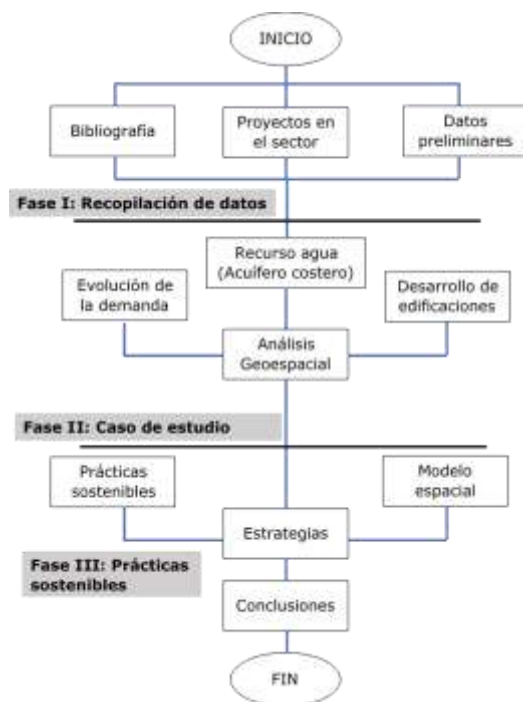


Fig. 1 Diagrama de flujo de la metodología realizada.

Fase III. – En este último apartado, ya con datos recolectados y el análisis geoespacial del sector de Manglaralto, se analizará y se establecerá el modelo actual de distribución del territorio. También se pondrá en contexto las diferentes y varias prácticas sostenibles que practican la población o comuneros de la parroquia Manglaralto para el mejoramiento y sostenimiento del acuífero costero Manglaralto. Con todo esto analizado, se plantearán estrategias para dar y recomendar lineamientos de sostenibilidad en la gestión integral del acuífero Manglaralto.

III. RESULTADOS

A. Sector de estudio

La parroquia rural de Manglaralto se encuentra ubicada al norte de la provincia de Santa Elena (PSE) (Fig. 2). Tiene una extensión de alrededor de 6.500 Km², y oscila una temperatura de entre 23⁰ y 25⁰C [2]. La Parroquia Manglaralto está conformada por 18 pequeñas comunas las cuales son:

Atravezado, Las N nuez, Río Chico, Barcelona, Libertador Bolívar, San Antonio, Cadeate, Manglaralto, San José, Cur a, Montan ta, San Pedro, Dos Mangas, Ol n, Sinchal, La Entrada, Pajiza y Valdivia. Las cuales suman un aproximado de 30.000 habitantes. Los límites de la Parroquia Manglaralto son los siguientes: Al norte: Provincia de Manabí; Al sur: Comuna de Ayangu ; Al este: Cordillera Chongón Colonche; y al oeste: Océano Pacífico.



Fig. 2 Mapa de ubicación de la parroquia rural Manglaralto.

B. Datos socioeconómicos del sector de estudio

En la Parroquia Manglaralto, según dato del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC), el número de habitantes masculinos es de 15.200 hombres, mayor a la población femenina, quienes representan un número de 14.312 mujeres.

En la Parroquia Manglaralto, respecto al conocimiento de lectura y escritura y también el nivel de instrucción que han tenido los habitantes, se puede identificar que la mayoría de la población, un 92,44% de hombres y 90,94% de mujeres, saben leer y escribir; siendo "Primaria", el nivel de instrucción más representativo. Manglaralto tiene un índice de pobreza por necesidades básicas insatisfechas de 88,20% y una tasa de desocupación de 47,20% según datos del Gobierno Autónomo Descentralizado Manglaralto (GAD Manglaralto).

Las actividades con mayor cantidad de personas ocupadas son la Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca con 2.698 habitantes hasta el Censo Nacional 2010; seguido por las actividades de Manufactura, representando el 15,73% de la participación por rama de actividad; mientras que entre las principales actividades de menor participación se encuentran las actividades financieras e inmobiliarias.

Es importante indicar que el INEC muestra que el 44% de los habitantes tienen acceso al agua potable a través de la "Red

Pública" (Fig. 3) sin embargo, realizando visitas a la parroquia Manglaralto se ha identificado que no existe dicha red, sino que el acceso al agua es a través de la red proporcionada por la (JAAPMAN).



Fig. 3 Origen del acceso al agua. Fuente: [2]

C. Acuífero Costero Manglaralto

El acuífero de Manglaralto tiene una extensión superficial de aproximadamente 508 ha, mientras que la cuenca del río Manglaralto tiene 13.238 ha de extensión (Fig. 4). El planteamiento presentado permite expresar que solamente un 3,84% de territorio superficial corresponde directamente al terreno superficial del acuífero, ya que se trata de un terreno que es permeable y poroso, que los geólogos denominan terraza aluvial, y que es la porción del terreno que permite la recarga. Cabe indicar que el 100% de la cuenca incide para el drenaje y vías del agua en su transitar hacia el río Manglaralto y posteriormente al mar.

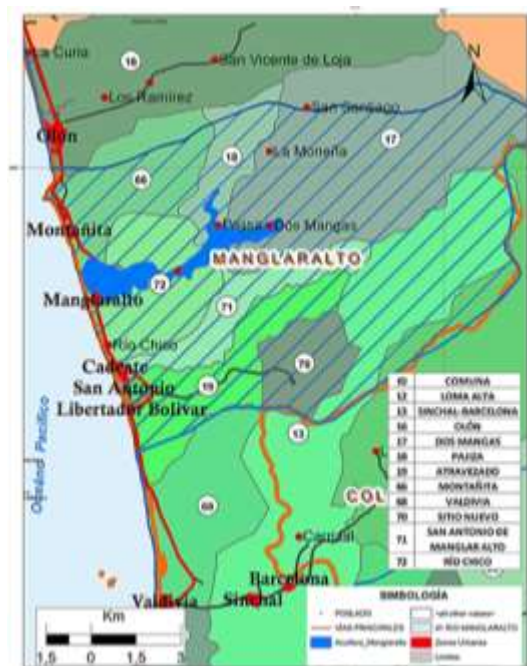


Fig. 4 Delimitación de la subcuenca Manglaralto con su acuífero y la relación con sus comunas. Fuente: [2]

D. Demanda del recurso agua

En la provincia de Santa Elena el abastecimiento del agua lo administra la empresa pública AGUAPEN E.P. en los tres municipios de la provincia. Sin embargo, su cobertura no abarca la parroquia Manglaralto, de ella se encarga la Junta Administradora de Agua Potable Regional de Manglaralto (JAAPMAN) que mediante 12 pozos perforados sólo abastece de agua por tubería al 42% de la población de la parroquia, el resto de la población adquiere agua de pozos clandestinos, carros repartidores, canales, albarraes entre otros, asumiendo las consecuencias en su salud que esto conlleva.

Uno de los problemas del déficit de agua en la parroquia de Manglaralto es el bajo caudal debido a la escasez histórica de lluvias en la zona. Según datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAHMI), en la cuenca del río Manglaralto, la precipitación anual varía entre 200-700mm (ver Figura 5). Además, existe preocupación porque los pozos bajan cada vez más su nivel, aumentando el peligro de salinización del agua debido a su cercanía con el agua de mar [10].

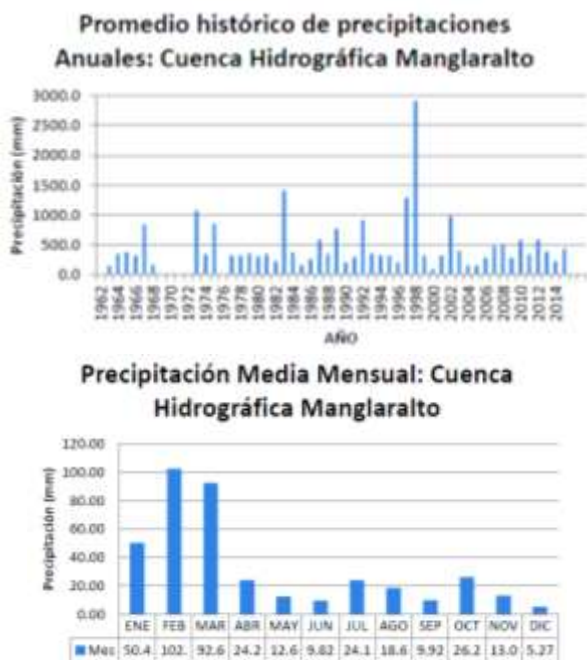


Fig. 5 Precipitación promedio anual de los años 1962-2015 y la precipitación promedio mensual del año 2015. Fuente: Modificado de [10]

Todas estas circunstancias y el hecho de que el acuífero de Manglaralto sea la única fuente de abastecimiento de este recurso para los pobladores que viven en esta zona, han producido que los caudales de explotación de los pozos se reduzcan considerablemente de 12 l/s en 2013 a 5 l/s en 2015 [11]. Además, el consumo de agua de la población, ha aumentado casi cinco veces más en 7 años, de 123.951 m³ de agua en 2008 a 683.177 m³ en 2015 (Fig. 5) [12].



Fig. 5 Comparación entre el consumo de agua y volumen del acuífero, en el periodo 2008-2016. Fuente: Modificado de [12]

E. Análisis Geoespacial

El análisis geoespacial de la cuenca se realizó en el software ArcGIS 10.3. Para realizar el análisis de la información respecto al acuífero de Manglaralto, se procedió a realizar el trabajo con imágenes obtenidas de los satélites de Google Earth, buscando siempre la disponibilidad de las imágenes. El periodo de análisis de este trabajo fue entre los años 2006-2014, separando los periodos en tres etapas con un mismo tiempo (2006-2008, 2009-2011 y 2012-2014). Por lo tanto, se tomaron, para el análisis, años representativos, siendo los mismos 2006 (inicio del trabajo), 2011 y 2013 (los años medios, respectivamente, de las otras dos etapas).

Se utilizaron diferentes funciones y herramientas que nos ayudasen en el análisis de datos de edificaciones y niveles de agua del acuífero, con lo que se llegó a lo siguiente:

Edificaciones: para el ajuste y registro los lotes urbanizados y hoteles, dada la distribución del territorio, se utilizó un ajuste de densidad Kernel y se procesó como una información raster. Se calculó en número de edificaciones en los años 2006, 2011 y 2013, y se hizo un análisis temporal de los cambios para visualizar las nuevas distribuciones alcanzadas. De esta forma se consiguió la salida gráfica de las nuevas tendencias de evolución y crecimiento de las edificaciones. En la Fig. 6 se puede observar los resultados obtenidos para el año 2013. El análisis de la evolución en el tiempo refleja un crecimiento de la densidad de áreas urbanizadas en el sector, cuyo detonante ha sido el abastecimiento de agua, para los periodos 2006, 2011 y 2013 por el servicio que da la JAAPMAN [2].

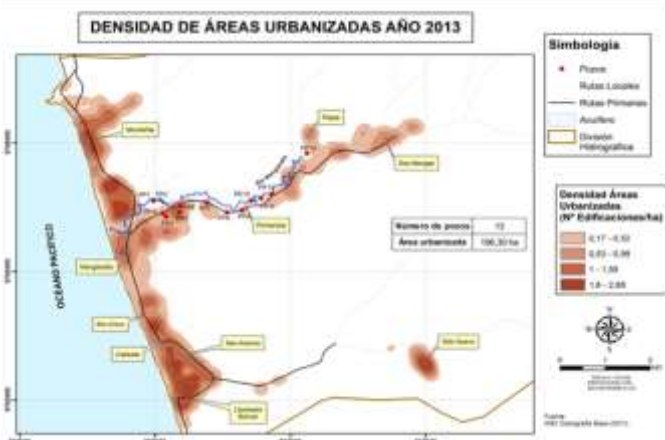


Fig. 6 Densidad de las áreas urbanizadas al 2013. Fuente: [2]

Nivel de agua: al mismo tiempo se analizó en un período de 2 años (2012-2013), la evolución de los niveles piezométricos, gracias al análisis geoestadístico de interpolación utilizando el ajuste de Kriging y después esta información generada se pasa a raster. Finalmente se graficaron las tendencias y se procedió a realizar un análisis de las variaciones de los niveles piezométricos en el acuífero (Fig. 7). El análisis de la evolución en el tiempo refleja un proceso cíclico de recarga (infiltración) y descarga (explotación), cuyo detonante ha sido el crecimiento acelerado urbano y turístico, para los periodos 2012 y 2013 [2].



Fig. 7 Altura del nivel de agua del acuífero Manglaralto, diciembre 2013. Fuente: [2]

F. Modelo Espacial

El territorio de la parroquia rural de Manglaralto ha sufrido una transformación y evolución, en los últimos años, relacionada a la distribución y explotación del recurso agua subterránea en el acuífero. En este modelo, según [2], repercuten varios componentes territoriales y ambientales, influenciados por los aspectos socioeconómicos y culturales según se presentan a continuación:

a) La presencia desordenada e incremento de edificaciones y hoteles en la línea costera.

b) La delimitación superficial, de la terraza aluvial (riberas del río), del acuífero costero. Actualmente el crecimiento, desarrollo y evolución urbana y turística ha llegado a ese sector.

c) Las zonas de lotización agrícolas que constituyen una oportunidad de productividad orgánico natural, que complementa los favores que ofrece el territorio.

d) La zona de reserva de protección, correspondiente a Dos Mangas y Pajiza que constituye el área de la cuenca aportante que necesita gestión para la protección y desarrollo del área.

Este modelo se lo puede apreciar en la tesis de Herrera G. [2].

G. Prácticas Sostenibles

Los habitantes de la parroquia rural Manglaralto siempre han tenido un gran apego a sus costumbres y al cuidado del territorio y de los recursos naturales que este ofrece. Gracias a los proyectos de vinculación realizados en la comunidad, ellos han sabido comprender y darles un empuje a estos para llevar a cabo estos de forma periódica y sostenible. Algunos de los proyectos de vinculación son:

Construcción de diques/tapes a lo largo del río: a la comunidad de Manglaralto, debido a la escasez del recurso agua y a los descensos periódicos de los niveles de los pozos, se les planteó la forma para la recarga del acuífero costero. Mediante revisión bibliográfica, se les planteó la idea del uso de conocimientos ancestrales para darle solución al problema; ya que, el uso de estos es compatible con la parte social, económica, ambiental y cultural de la comunidad.

La Reserva forestal Dos Mangas: la comunidad de Dos Mangas, gracias al incentivo del Gobierno, ha comenzado con el cuidado de esta reserva, que es visitada por miles de turistas al año. Indirectamente, esta actividad, ayuda a la recarga del acuífero costero, gracias a las intensas lluvias que se producen en la parte superior de la cuenca.

Plan de Reforestación: se ha planteado en la comunidad de Manglaralto, gracias a proyectos de Vinculación por parte de la Universidad, la reforestación de la ribera del río Manglaralto debido a las constantes inundaciones que se producían por la acumulación de agua por los diques/tapes construidos en el río por parte de los comuneros. Estos planes eran supervisados por la Universidad en el periodo 2014-2016, donde eran realizados dos veces por año; pero que, actualmente se siguen realizando, pero ahora una vez por año por iniciativa propia de la comunidad, como se puede apreciar en la Fig. 8.



Fig. 8 Vista de la reforestación, de una parte, del río Manglaralto.

Cultura del agua: Mediante proyectos sociales y socializaciones de los varios proyectos realizados por parte del CIPAT-ESPOL y la OIEA, se ha conseguido que los habitantes de la parroquia Manglaralto sean conscientes de la situación actual del sistema río-acuífero, que en época secas y de poca lluvia, no hay recarga del acuífero. Esto también ha beneficiado económicamente a la JAAPMAN, que, gracias a los pagos puntuales de sus usuarios, pueden seguir dando mantenimiento al sistema de distribución y captación de agua (Fig. 9).



Fig. 9 Proyecto de ampliación y cambio de las tuberías de distribución de agua.

Cuidado del material del río: los habitantes de Manglaralto comprometidos con la sostenibilidad del acuífero costero, ha comenzado con una práctica y socialización de la no explotación del material del río. Debido a canteras en los alrededores y el crecimiento de edificios en el sector, muchas personas, sin autorización, iban a remover material del río; con lo cual, daña y disminuye la capacidad de acumulación e infiltración para el acuífero. En la Fig. 10, se puede observar un perfil del río Manglaralto, realizado con ensayos geofísicos.

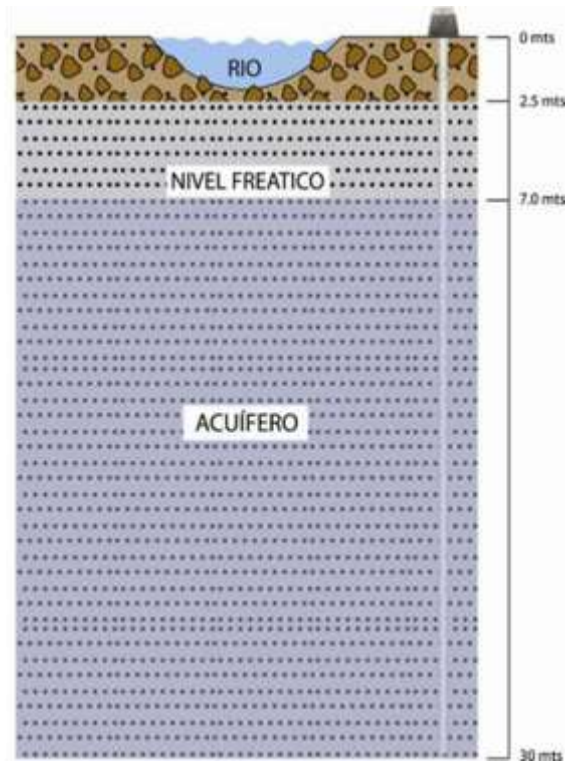


Fig. 10 Columna de las capas observadas gracias a los estudios geofísicos realizados en campo.

Microemprendimientos: Las primeras prácticas y enseñanzas de microemprendimientos se dan por parte de proyectos de vinculación y desarrollo de tesis de grados de estudiantes de la Universidad. Estos, rápidamente, fueron replicados por autoridades del Gobierno en el sector de Dos Mangas; ya que, al ser un sector en auge turístico tenía la necesidad de hacer conocer su cultura. Los proyectos realizados son; por ejemplo, el desarrollo de un Banco Comunal y el desarrollo y mejoramiento de las artesanías del sector.

Manglar: el manglar siempre ha sido parte de la cultura de la parroquia Manglaralto, que debido a ello deriva su nombre. La importancia del manglar en el sector va desde lo turístico hasta lo comercial; ya que, para los turistas es posible realizar caminatas o nadar cerca del manglar y para los comerciantes y pescadores en ellos se puede obtener diferentes mariscos, como camarones y cangrejos. Además de la ayuda ambiental que recibe Manglaralto del manglar, como es la oxigenación y purificación del estero y el control de la salinización hacia aguas más arriba de la cuenca. En la Fig. 11 se puede observar una parte del manglar que existe en Manglaralto.



Fig. 11 Vista general de una parte del manglar que rodea la cuenca del río Manglaralto

En la tabla 1, se puede observar una valoración de las diferentes prácticas sostenibles realizadas en Manglaralto. Esta tabla fue realizada bajo la opinión y revisión de 3 expertos en el tema y conocimiento del sector de Manglaralto. La calificación se basa, según cuatro niveles:

- ****: muy alta incidencia
- ***: alta incidencia
- ** : mediana incidencia
- * : baja incidencia
- 0: ninguna incidencia

TABLA I
VALORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS SOSTENIBLES REALIZADAS EN MANGLARALTO

Prácticas sostenibles	Ambiental	Social	Económico	Cultural
Dique/Tape	***	**	****	***
Reforestación	****	*	*	0
Material del río	**	***	*	0
Reserva Dos Mangas	****	***	***	**
Microemprendimiento	**	**	**	**
Cultura del agua (acuífero)	***	***	***	*
Manglar	**	*	0	**

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al observar la variación total que ha sufrido la parroquia entre los años 2006 y 2013 (Fig. 6) [2], se puede notar claramente el incremento de edificaciones, tanto en la franja costera como en los alrededores del río Manglaralto. En un principio, en el periodo 2006-2011 pasa de tener 3 a 10 pozos de agua para la explotación y contar con el servicio indefinidamente.

Durante este periodo, Manglaralto vivió varias transformaciones socioeconómicas, como la del año 2011, donde fue presentado como ejemplo mundial en la gestión de un acuífero costero, por ofrecer el suministro de servicio de agua potable ininterrumpidamente durante los 365 días del año. El año 2011 culmina la situación exitosa, y se pasa al

periodo siguiente (2012-2014) de sobreexplotación y posterior escasez del recurso que en la actualidad amenaza la sostenibilidad del acuífero costero.

Para identificar la relación entre el crecimiento de edificios y la sobreexplotación del acuífero se consultó, se digitalizaron los datos periódicos y se evaluó la variación del nivel piezométrico en el acuífero, que corresponde al nivel al que se encuentra el agua subterránea.

Las variaciones del nivel del acuífero son cíclicas, y se corresponden con épocas de altas precipitaciones, épocas lluviosas (enero-abril), que corresponden a periodos de recarga natural del acuífero debido a la infiltración, y a épocas de alta demanda de agua debido a la actividad turística en ese período de tiempo, como se observa en la Fig. 12.



Fig. 12 Variación temporal del nivel piezométrico en los pozos de la JAAPMAN.

En la Fig. 12, es notorio que, en los años 2012 y 2015 al existir un descenso del nivel, posteriormente se observa un salto en los valores del nivel piezométrico que refleja que ha existido una recarga acelerada en el acuífero. Este hecho se produjo debido a que la JAAPMAN, por asesoría del CIPAT-ESPOL, y revisando las prácticas ancestrales, realizaron unas obras de represamiento de agua en el cauce del río Manglaralto, denominadas Tapes (Fig.13), propiciando la inmediata recarga que se refleja en el crecimiento abrupto en ciertos momentos del año (Fig. 12), en especial, al iniciar la temporada de lluvias.



Fig. 13 Construcción artesanal de un tape (dique) por parte de la comunidad para la recarga de agua al acuífero.

La construcción de tapes (diques artesanales) fue la solución, que al inicio eran realizados muy rústicamente (solo con tierra y piedra); y que después, fue sufriendo modificaciones que han ido mejorando su uso, diseño y tiempo de uso (uso de tubos, gaviones, aliviaderos) (Fig. 13). Actualmente, gracias a la realización de tesis de grados, se ha diseñado un dique/tape ingenieril de concreto, pero debido a los altos costos de su implementación, la comunidad misma ha realizado la obra, pero bajo supervisión periódica del CIPAT-ESPOL, como se puede observar en la Fig. 14.



Fig. 14 Participación comunitaria para la construcción del nuevo tape técnico de hormigón.

La construcción del dique/tape y el represamiento del agua no solo ayuda en la infiltración del agua para la recarga; sino que, también ayuda en otras actividades como:

El turismo: se tiene un nuevo lugar de interés turístico para que el visitante disfrute. Además, que gracias a la ubicación se tiene un paisaje sinigual con los alrededores de un gran bosque. También considerando que se puede realizar actividades deportivas como paseos de bote, kayak y pesca deportiva.

Comercio: al tener el agua represada, personas conocedoras del lugar, obtienen de este lugar (por la pesca) camarones y peces que se mantienen en el lugar.

Se puede observar en la Fig. 15 un ejemplo, en la actualidad, de cómo está funcionando el dique/tape.

Todo este proceso para el rescate y sostenibilidad del acuífero costero (recurso agua) ha sido posible gracias a la socialización y el trabajo interactivo con la JAAPMAN, ciertamente la aplicación de diálogo, seminarios, visitas de campo, reuniones, talleres se constituyen en una estrategia común para poner en valor, en discusión qué medidas tomar ante las diversas problemáticas existentes alrededor de la gestión del acuífero costero. La Fig. 16 presenta un ejemplo de las actividades que se fueron realizando para llevar este proceso y que también conllevó al rescate del conocimiento ancestral, para la construcción de los tapes.



Fig. 15 Funcionamiento en la actualidad, del dique/tape.



Fig. 16 Reuniones en la Junta, de los directivos con la comunidad, para la gestión y planificación de estrategias

V. CONCLUSIONES

La sobreexplotación del recurso hídrico en el acuífero costero de Manglaralto, se puede relacionar directamente con un crecimiento urbano acelerado y carente de una planificación adecuada, influenciada por situaciones y agentes externos, tal es en este caso, la denominada “Ruta del Spondylus”. Es importante, como punto de partida para el establecimiento de políticas y regulaciones, la identificación de patrones y tendencias espaciales de crecimiento que permitan plantear una propuesta de gestión del territorio, considerando la integralidad del recurso y las necesidades de la población.

Las prácticas sostenibles que se ejecutan en Manglaralto están rindiendo efectos muy positivos en el desarrollo del sector, ejerciendo una corriente de impactos económicos, sociales, ambientales, y siempre anclados en el aspecto cultural. De una u otra forma de medios económico se está teniendo una rentabilidad económica y social elevada, que permite el desarrollo actual y una gran proyección a futuro.

ACKNOWLEDGMENT

Los autores queremos agradecer a los miembros y en especial al presidente de la Junta de Agua JAAPMAN, Johnny Limón, por la gran acogida que nos han dado para realizar todos estos proyectos de vinculación mencionados.

Digital Object Identifier: (to be inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

REFERENCES

- [1] G. Herrera and D. Flores, "Aspectos socioeconómicos de la gestión del agua y el turismo en las comunas Olón y Manglaralto de la provincia de Santa Elena (Ecuador)," *Congreso Internacional Cooperación transfronteriza Andalucía-Algarve-Alentejo*, vol. 2, pp. 250-262, ISBN 978-84-15147-07-7
- [2] G. Herrera, "Estudio para un Modelo de Gestión de un Acuífero Costero, mediante Metodologías Participativas y Análisis Geoestadístico en el marco del Desarrollo Local. Manglaralto, Ecuador," *Tesis Doctoral*, Universidad Politécnica de Madrid, España, 2015.
- [3] A. Hoekstra, "A critique on the water-scarcity weighted water footprint in LCA," *Ecological Indicators*, vol. 66, no. 1, pp. 564-573, 2016.
- [4] Q. Zhou, S. Yang, C. Zhao, M. Cai, H. Lou, Y. Luo & L. Hou, "Development and implementation of a spatial unit non-overlapping water stress index for water scarcity evaluation with a moderate spatial resolution," *Ecological Indicators*, vol. 69, no. 1, pp. 422-433, 2016.
- [5] The Water Cycle: Freshwater Storage, U.S. Geological Survey (USGS). <https://water.usgs.gov/edu/watercyclefreshstorage.html>.
- [6] E. Corcoran, C. Nellesmann, E. Baker, R. Bos, D. Osborn, & H. Savelli, (eds.), *Sick Water? The central role of wastewater management in sustainable development. A Rapid Response Assessment*, United Nations Environment Programme-UNEP, UN-HABITAT, GRID-Arendal: Norway, pp. 88, 2010.
- [7] S. Setegn, A. Melesse, A. Haiduk, D. Webber, X. Wang & M. McClain, "Modeling hydrological variability of fresh water resources in the Rio Cobre watershed, Jamaica," *Catena*, vol. 120, pp. 81-90, March 2014.
- [8] A. Jouravlev, *Administración del agua en América Latina y el Caribe en el umbral del siglo XXI*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 27. Santiago, Chile, 2001.
- [9] Municipio de Santa Elena, Plan de Desarrollo Estratégico Participativo del Cantón Santa Elena, *Ecuador*, 2000.
- [10] J. Valencia, "Análisis hidrogeológico de la cuenca del río Manglaralto para la caracterización de sus sistemas acuíferos," *Tesis de grado*, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Ecuador, 2017.
- [11] CIPAT-ESPOL, Estudios Emergentes de Prospección Geoelectrica para Determinar Sitios de Interés para la Construcción de Pozos de Agua para las Juntas Regionales de Valdivia y Manglaralto, *Gobierno Autónomo Descentralizado de Santa Elena Ecuador*, 2015.
- [12] P. Carrión, G. Herrera & J. Briones, "Practical adaptations of ancestral knowledge for groundwater artificial recharge management of Manglaralto coastal aquifer, Ecuador," *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, vol. 217, pp. 375-386, 2018.