



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ARTÍCULO CIENTÍFICO:**

**“INVENTARIO SOCIOAMBIENTAL PARTICIPATIVO DE LOS  
RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES EN LA PARROQUIA RURAL SAN  
PABLO DEL LAGO, CANTÓN OTAVALO”**

**Autor:**

Luis Estael Guaña Oña

**Directora:**

Ing. Gladys Yaguana, M.Sc.

**Asesores:**

Ing. Tania Oña, M.Sc.

Ing. Elizabeth Velarde, M.Sc.

Dr. Jesús Aranguren Ph. D.

**Lugar de investigación:** Parroquia San Pablo del Lago, cantón Otavalo

Ibarra – Ecuador

2018

## DATOS INFORMATIVOS DEL INVESTIGADOR



**Apellidos:** Guña Oña

**Nombres:** Luis Estael

**C. Ciudadanía:** 100386051-5

**Teléfono convencional:** (06)2 918 411

**Teléfono celular:** 0959554157

**Correo electrónico:** estael\_1992@hotmail.com/estaelona@gmail.com

**Dirección:** Imbabura, Otavalo, San Pablo del Lago  
Calles Abdón Calderón y Eugenio Espejo

**Año:** Enero, 2019

# **INVENTARIO SOCIOAMBIENTAL PARTICIPATIVO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES EN LA PARROQUIA RURAL SAN PABLO DEL LAGO, CANTÓN OTAVALO**

Guaña Oña Luis Estael\*, Gladys Yaguana

Universidad Técnica del Norte

Facultad de Ingenierías en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Av. 17 de julio 5-21 y  
José Córdova, Ibarra-Ecuador

Teléfono: 593-6-2997800

\*Autor correspondiente: e-mail: estael\_1992@hotmail.com

## **RESUMEN**

El presente estudio comprende el inventario participativo de las fuentes de agua superficiales de la parroquia San Pablo del Lago, en Imbabura-Ecuador, realizado mediante el establecimiento de los límites comunales y de las microcuencas; determinación de la calidad por el método de recolección de macroinvertebrados acuáticos e Índice Biótico Andino (índice ABI) y de la cantidad a través de aforos del caudal. Se describió la situación actual en época seca, en el año 2017, determinándose que para la mencionada temporada el caudal existente en las fuentes de la parroquia fue de 535,11 l/s, suficiente para cubrir la demanda de agua para consumo humano; en tanto que, se pudo comprobar que las fuentes hídricas están pasando por un momento crítico ya que las actividades antropogénicas se han convertido en su principal factor de contaminación, por lo que se han establecido estrategias y proyectos orientados a su conservación y protección. Para el cumplimiento de las estrategias planteadas se ha considerado la participación de la ciudadanía, por ser fundamental en todo proceso de protección y manejo adecuado de los recursos naturales, para asegurar un mayor compromiso de las sociedades en el cuidado del ambiente.

Palabras clave: fuentes de agua superficiales, actividades antropogénicas, factor de contaminación, participación de la ciudadanía.

## **SUMMARY**

This study includes the participatory inventory of surface water sources of the San Pablo del Lago parish, at Imbabura-Ecuador, carried out through the establishment of communal and microwatersheds boundaries; determination of quality by the method of collecting aquatic macroinvertebrates and the Andean Biotic Index (ABI index) and the quantity through flow gauging. The current situation was described in the dry season, in 2017, determining that for the aforementioned season the existing flow in the sources of the parish was 535.11 l / s, enough to cover the demand for water for

human consumption; whereas, it was possible to verify that water sources are passing through a critical moment as anthropogenic activities have become their main factor of contamination, which is why strategies and projects have been established aimed at their conservation and protection. For the fulfillment of the proposed strategies, the participation of citizens has been considered, since it is fundamental in every process of protection and adequate management of natural resources, to ensure a greater commitment of societies in the care of the environment.

Keywords: surface water sources, anthropogenic activities, pollution factor, citizen participation.

## INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso esencial para la vida y necesaria para los seres vivos, se considera uno de los recursos más importantes para el desarrollo del hombre y los pueblos, ya que se ha convertido en un elemento de relevancia de las economías de muchos países, la mitad de la mano de obra mundial esta empleada en sectores que dependen ella, por lo que su gestión adecuada puede mejorar el nivel de vida de las personas, expandir las economías locales, y originar la creación de puestos de trabajo más dignos (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas –WWAP-, 2016).

Los seres humanos dependen del agua para todas sus actividades, lamentablemente en la actualidad se han desprendido tanto de ese contacto con la naturaleza y han perdido la capacidad de nutrirla y custodiarla (French, 2012), que, como resultado de ese desprendimiento, y a consecuencia del

uso desmedido e inadecuado de los recursos naturales, se puede visibilizar alrededor del planeta los graves daños causados a la naturaleza.

Al Ecuador con lo que respecta al recurso agua la situación no difiere mucho de lo que pasa a nivel mundial, aún no se le ha dado esa importancia y atención necesaria que requiere; la deforestación y el avance de la frontera agrícola, forestal y pecuario con fines económicos ha provocado la disminución de caudales y en el peor de los casos la desaparición de las miasmas donde nace este líquido, está problemática es latente en época seca, ya que al no contar con sistemas adecuados de almacenamiento de agua para su uso y aprovechamiento se visibiliza que algunos partes del país sufren de sequías y falta de agua ya sea para riego o consumo humano.



Para determinar la calidad del agua se estableció aplicar la metodología de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de las aguas (Carrera y Fierro, 2001), empleando el Índice Biótico Andino (ABI, por sus siglas en inglés) descrito por Cordero, 2015.

Seleccionado el sitio adecuado para el muestreo se procedió recolección de macroinvertebrados mismos que fueron etiquetados y transportados a un lugar seguro para su identificación y posterior ubicación taxonómica, esto permite conocer la calidad del agua del sitio donde fueron capturados los macroinvertebrados.

### **Construcción de estrategias de conservación y protección del recurso agua incluyendo procesos de participación con las comunidades.**

Se identificaron las posibles problemáticas que se percibían en las fuentes de agua además con la ayuda de la comunidad se empleó la metodología explicada en la Asociación de Municipios Vasco -EUDEL-, 2008, para la ejecución de un proceso participativo; en donde mediante un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) de la parroquia se establecieron las estrategias que permitieron la construcción de propuestas de conservación y protección de los recursos hídricos con los que cuenta el sitio de estudio.

## **RESULTADOS**

### **Límites parroquiales y de microcuencas de la parroquia San Pablo del Lago**

Establecidos los límites de las comunidades, se procede a determinar la superficie de cada una de ellas, las que se presentan en la tabla 1, este dato únicamente sirve para determinar la superficie total de la parroquia, ya que, desde la perspectiva de los presidentes de los cabildos, aún no se han establecido los límites definitivos entre comunidades.

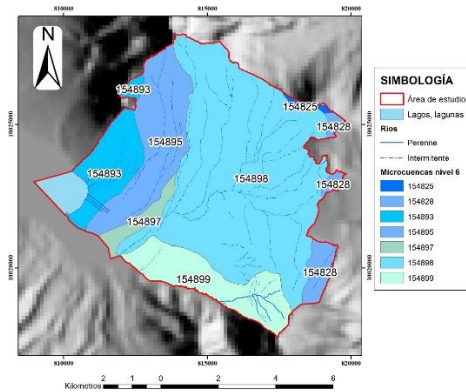
**Tabla 1**  
Superficie de las comunidades de la parroquia San Pablo del Lago

<b>Comunidad o sector</b>	<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>
Abatag	1,43
Angla	11,23
Araque	9,02
Casco Valenzuela	4,84
Cocha Loma	3,72
Cusín Pamba	1,29
El Topo	8,13
Gualaví	5,21
Imbabura	4,84
Lomakunga	1,68
Ugsha	8,89
Cabecera	10,65
Parroquial	
No delimitado	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>70,95</b>

La superficie parroquial de acuerdo al PDOT actualizado de San Pablo del Lago, 2015 es de 64,08 km<sup>2</sup>, pero con la

sumatoria de las superficies definidas con los presidentes de las comunidades en este estudio se determinó una superficie parroquial de 70,95 km<sup>2</sup>, corroborando que, al momento de delimitarla para usarlo en el PDOT parroquial. Para la delimitación de microcuencas localizadas dentro del área de estudio, se utilizó la capa de unidades hidrográficas del Ecuador nivel 5, escala 1:50 000, disponible en el portal web del Sistema Nacional de Información (SNI, 2014), la parroquia San Pablo del Lago se ubica en: Nivel 1 - Vertiente del Pacífico, 1; Nivel 2 - Unidad Hidrográfica 15; Nivel 3 - Cuenca del río Mira, 154; Nivel 4 - Cuenca del Río Ambi, 1548 y Nivel 5, dentro de las microcuencas del Lago San Pablo, 15489 y del Río Tahuando, 15482.

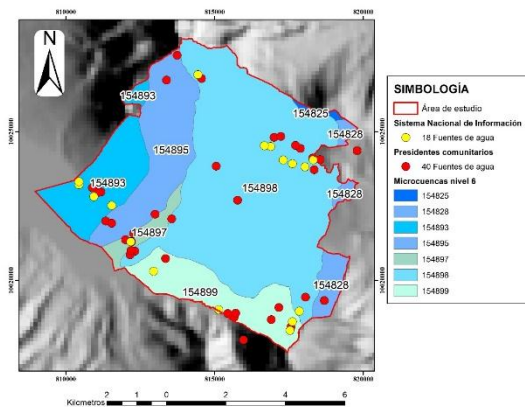
De las microcuencas nivel 6 de la Microcuenca del Río Tahuando, las que se encuentran dentro de la parroquia son: Quebrada Guayrapungu, código 154828 y Unidad hidrográfica 154825; e las microcuencas nivel 6 de la Microcuenca del Lago San Pablo, las que se encuentran dentro de la parroquia son: Unidad Hidrográfica 154893; Quebrada Araque, código 154895; Quebrada La Cruz, código 154897; Quebrada Cusín, código 154898 y Río Itambi, código 154899. Esto se puede verificar en la figura 2.



**Figura 2.** Microcuencas nivel 6 dentro de la parroquia San Pablo del Lago

### Análisis de la calidad y cantidad de agua de las fuentes hídricas

Se consiguieron identificar 31 fuentes de agua en la parroquia, las mismas que se muestran en la figura 3 y detallan en la tabla 2.



**Figura 3.** Ubicación de las fuentes de agua de San Pablo del Lago

**Tabla 2.**

Fuentes de agua identificadas en la parroquia San Pablo del Lago

Microcuenca		Fuente de agua					
Nivel 5	Nivel 6	Nombre	Coordenadas		Altura m.s.n.m.	Código	Con.*
			X	Y			
Río Tahuando (15482)	Quebrada Guayrapungu (154828)	Tomaturo 2	818718.53	10019335.87	3596	A1	NO
		S/N	811400.78	10022373.83	2682	B1	NO
		Apangora 1	811120.68	10022955.27	2679	B2	NO
		Apangora 2	811110.96	10022959.97	2679	B3	NO
	Unidad Hidrográfica 154893	Apangora 3	811098.73	10022965.62	2680	B4	SI
		Sumak Yaku	810908.52	10023133.40	2679	B5	SI
		Romero	810904.01	10023158.14	2682	B6	SI
		Araque	810662.13	10023129.79	2679	B7	SI
		Antamba	810626.22	10023220.95	2683	B8	SI
		Araguillin	810611.03	10023229.10	2682	B9	SI
		Imbabura	813378.55	10026737.29	3822	C1	SI
	Quebrada Araque (154895)	Ojo Quinde	811339.16	10021956.82	2682	C2	SI
		S/N	811354.48	10022059.68	2681	C3	NO
		S/N	811524.65	10022140.27	2681	C4	NO
	Quebrada La Cruz (154897)	Angélica	812296.16	10021576.22	2702	D1	NO
		Clemencia	812186.01	10021307.14	2700	D2	SI
		Justicia	812214.62	10021297.13	2701	D3	NO
Lago San Pablo (15489)		Potrero	812055.58	10020941.94	2700	E1	NO
		Gaglio	812173.13	10020855.37	2701	E2	SI
		Pogyo	812316.19	10021011.30	2702	E3	NO
		R. Proaño	812316.19	10021011.30	2702	E3	NO
	Quebrada Cusín (154898)	Tomaturo 1	818047.38	10019423.15	3572	E4	SI
		S/N	815055.49	10023851.58	2960	E5	NO
		Dausa Pogyo	817019.15	10024709.48	3125	E6	SI
		Puma Pogyo	817888.48	10024445.43	3195	E7	SI
		Pichacho	814579.02	10026679.69	3805	E8	SI
		Carbon Pogyo	818562.39	10024064.39	3356	E9	SI
		SanFrancisco	817289.25	10019098.10	3432	F1	SI
		La Compañía	817564.58	10018464.46	3586	F2	SI
	Río Itambi (154899)	Potrerrillo	815659.36	10018759.63	2795	F3	NO
		Proaño	815722.30	10018901.26	2810	F4	SI
		Agua Güitig	815441.92	10018888.38	2770	F5	NO

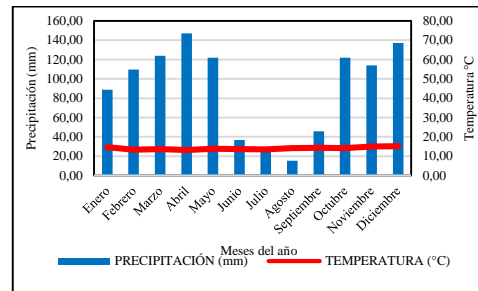
Con.\*: Fuente de agua concesionada por SENAGUA



Para ejecutar determinar las fechas donde se ejecutarían los aforos de los caudales se realizó un análisis Ombrotérmico de la estación meteorológica El Topo, en la figura 4, se observa que la precipitación se encuentra distribuida en dos épocas lluviosas claramente marcadas (enero a mayo y octubre a diciembre), los meses secos se distinguen entre junio y septiembre. El mes más lluvioso es abril con 147,04 mm de precipitación y el más seco es agosto con 15,39 mm. Este diagrama permitió determinar los meses en que se ejecutaron la medición de los caudales de las fuentes de agua existentes en la parroquia San Pablo del Lago, que fueron los meses de agosto y septiembre, es importante mencionar que se realizó este muestreo en estos meses debido a que en esta época se puede conocer la cantidad real de agua.

Las fuentes de agua se midieron empleando el método volumétrico para medir caudales pequeños y el método de flotador para caudales grandes, se realizaron 10 repeticiones por cada punto identificado para reducir el grado de error del aforo, algo a señalar es que

debido a que los resultados con el método de flotador arrojaron datos en  $m^3/s$  se los transformó a l/s, ya que esta es la unidad con la que se trabajó en todo este estudio, en la tabla 3, se señalan los resultados del muestreo.



**Figura 4.** Diagrama Ombrotérmico de la estación El Topo (M0321)

La calidad del agua de las fuentes hídricas se determinó empleando el método de recolección de macroinvertebrados, aplicando el Índice Biótico Andino (ABI), colocadas cada una de las especies de las muestras recolectadas y sumados los puntajes otorgados por el método ABI se determinó la calidad de cada una de las fuentes, dato que se presenta en la tabla 3.

**Tabla 3***Cantidad y calidad del agua de las fuentes hídricas*

Código	Fuente de agua	Calidad		Cantidad	
		Puntaje	Valoración	Caudal (l/s)	
A1	Tomaturo 2	35	Regular	Volumétrico	Flotador
B1	S/N	30	Regular	0,64	
B2	Apangora 1	30	Regular	0,48	
B3	Apangora 2	37	Regular		47,00
B4	Apangora 3	24	Mala		63,00
B5	Sumak Yaku	30	Regular		89,00
B6	Romero	27	Regular		136,00
B7	Araque	28	Regular	1,46	
B8	Antamba	31	Regular	1,93	
B9	Araguillin	31	Regular	3,59	
C1	Imbabura	41	Regular	0,04	
C2	Ojo del Quinde	34	Regular	0,04	
C3	S/N	43	Regular		153,00
C4	S/N	16	Mala	1,80	
D1	Angélica	37	Regular	0,06	
D2	La Clemencia	30	Regular	18,42	
D3	Justicia	25	Mala	3,84	
E1	Potrero	16	Mala	0,04	
E2	Gaglio Pogyo	36	Regular	0,03	
E3	R. Proaño	21	Mala	0,08	
E4	Tomaturo 1	27	Regular	0,04	
E5	S/N	1	Muy mala	4,27	
E6	Dausa Pogyo	41	Regular	0,03	
E7	Puma Pogyo	29	Regular	0,02	
E8	Pichacho	41	Regular	0,39	
E9	Carbon Pogyo	16	Mala	0,35	
F1	San Francisco	48	Buena	0,13	
F2	La Compañía	33	Regular	6,89	
F3	Potreriillo	18	Mala	1,64	
F4	Proaño	41	Regular	0,33	
F5	Agua de Güitig	15	Regular	0,50	

## **Estrategias de conservación y protección del recurso agua de las fuentes hídricas**

Para construir las estrategias de conservación y protección del recurso agua en el sitio de estudio se identificó la problemática encontrada en las fuentes de agua y sus zonas aledañas, y se priorizó cada una de ellas según su grado de afectación, ver tabla 4.

**Tabla 4**

*Matriz de priorización de problemas existentes en las fuentes hídricas*

<b>Problema identificado</b>	<b>Total</b>
Uso del agua para lavandería	12
Avance de la frontera agrícola	16
Descarga directa de las aguas servidas	10
Crecimiento de maleza	8
Incendios en zonas cercanas a las vertientes	12
Presencia de cultivos de frutilla	6
Instalación de equipamiento para riego	6
Presencia de ganado	16
Crianza de peces	4
Presencia de desechos inorgánicos y orgánicos	12

De los 10 problemas identificados en las fuentes de agua, la matriz de priorización de problemas permitió determinar que la presencia de ganado y el avance de frontera agrícola son los

que más las afectan según el criterio de la población, por lo que su intervención con fines de minimizar su impacto se convierte en una prioridad. De igual manera se presentan problemas de un impacto menor, como presencia de cultivos de frutilla o instalación de equipamiento para riego que requieren atención, pero que desde la perspectiva de la sociedad su impacto en las fuentes de agua es leve.

La presente propuesta está enfocada en dar solución a los problemas presentes en las fuentes de agua existentes en el sitio de estudio, para aprovechar los recursos adecuadamente se han planteado estrategias de conservación y protección ambiental orientadas a cumplir la meta propuesta por el Ecuador de a 2021 reducir y remediar la contaminación de las fuentes hídricas (SENPLADES, 2017), iniciando en este caso con las fuentes de agua existentes en la parroquia San Pablo del Lago.

Definidas y establecidas las problemáticas existentes en el sitio de estudio se procede a la construcción de una serie de proyectos que se detallan en la tabla 5, mismos que buscan resolver cada uno de los problemas encontrados en las fuentes de agua y sus zonas aledañas.

**Tabla 5.***Listado de proyectos a ejecutarse por cada fuente de agua*

<b>Microcuenca nivel 6</b>	<b>Fuentes de agua</b>	<b>Proyectos</b>
Unidad Hidrográfica 154825	----	Conservación del páramo
Quebrada Guayrapungu 154828	A1	Reforestación y protección física de la fuente de agua, conservación del páramo
Unidad hidrográfica 154893	B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9	Reforestación y protección física de la fuente de agua, mantenimiento y limpieza de las fuentes de agua, construcción de piscinas para criadero de truchas, promover el turismo ecológico, campaña de educación ambiental, uso de buenas prácticas agrícolas, creación de una Junta de agua de Riego.
Quebrada Araque 154895	C1, C2, C3, C4,	Reforestación y protección física de la fuente de agua, mantenimiento y limpieza de las fuentes de agua, campaña de educación ambiental, uso de buenas prácticas agrícolas, creación de una Junta de agua de Riego, conservación del páramo.
Quebrada La Cruz 154897	D1, D2, D3	Reforestación, protección física de las fuentes de agua, campaña de educación ambiental, uso de buenas prácticas agrícolas, mantenimiento y limpieza de las fuentes de agua.
Quebrada Cusín 154898	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9	Cosechas de agua lluvia en reservorios, desviación del agua lluvia de las partes altas para evitar la inundación en la parte baja, uso de prácticas agrícolas amigables con el ambiente, promover el turismo ecológico, mantenimiento y limpieza de las fuentes de agua.
Río Itambi 154899	F1, F2, F3, F4, F5	Promover el turismo ecológico, reforestación, protección de fuentes superficiales de agua, campaña de educación ambiental, mantenimiento y limpieza de las fuentes de agua.

## **CONCLUSIONES**

Los límites de cada una de las comunidades se encuentran fijados según el PDOT de la parroquia, pero el presente estudio permitió determinar que aún existe la presencia de zonas de conflicto entre comunidades, información útil para los presidentes de los cabildos comunitarios, ya que a partir de ella pueden llegar a consensos y acuerdos para solucionar esta problemática.

En la parroquia en conjunto las fuentes hídricas poseen un caudal de 535,11 l/s esto solo en época seca, cantidad suficiente para suministrar de agua de consumo humano a la población y de riego a los cultivos, pero en el caso de su calidad el 3,3% de las fuentes muestreadas poseen una calidad de agua Buena, el 71% una calidad de agua regular, el 22,5% calidad de agua mala, y el 3,3 % calidad de agua muy mala.

De las 18 fuentes concesionadas, 4 son utilizadas para abastecer de agua a la población: San Francisco, Tomaturo 1, Pichacho y Sumak Yaku, las demás ocasionalmente son utilizadas para riego, pero de forma artesanal. Un dato a destacar es que, para abastecer de agua para consumo humano a la cabecera parroquial, la fuente que se usa para captar el agua se encuentra en la parroquia González Suarez.

Se han planificado 31 propuestas de conservación y protección de las

fuentes de agua, una propuesta por cada fuente, las mismas que se encaminan a su manejo adecuado, además se han propuesto 93 proyectos para mejorar su cantidad y calidad del agua, es necesario contar con la capacidad organizativa de los actores claves de la parroquia San Pablo del Lago y entidades gubernamentales para empezar con su implementación.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda que para la actualización del PDOT de la parroquia San Pablo del Lago del período 2019 – 2023, se realice una nueva delimitación de la parroquia, en donde se tome en cuenta activamente la participación de la población y la información a la que se llegó en este estudio.

Se recomendaría a SENAGUA, realice la delimitación de microcuencas hasta nivel 6 del Ecuador, ya que existen estudios donde se ha realizado este proceso, pero que a la hora de comparar sus resultados los mismos no concuerdan.

Se recomienda realizar un análisis físico, químico y bacteriológico de las fuentes de agua identificadas en la parroquia con cierta regularidad, para determinar su calidad y a la vez planificar a futuro los posibles usos que se les puede dar y de aquellas que se defina puedan ser usadas para consumo humano, realizar un análisis de

laboratorio por lo menos dos veces al año.

Se recomienda a las autoridades a cargo de las Juntas de Agua de la parroquia realizar un estudio anual de la cantidad de agua de las fuentes hídricas de las que captan este recurso, ya que esto les permitirá conocer si la demanda de agua para consumo humano es superior a la oferta de agua que esta fuente les pueda dar. Lo que les permitirá encontrar soluciones como concesionar otras fuentes para utilizarlas.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Carrera, C. & Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua. Ecociencia*. Quito, Ecuador.

Cordero, P. (2015). *Calidad del agua para los ríos alto andinos, mediante indicadores biológicos*. (Trabajo de Grado) Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

EUDEL (Asociación de Municipios Vascos). 2008. *¿Cómo realizar un proceso participativo de calidad?*. Municipios Vascos, España.

French, M. (2012). *El derecho humano al agua en Ecuador: Avances, límites y retos*. Universidad Internacional del Ecuador. Quito, Ecuador.

GAD Parroquial Rural San Pablo del Lago (2015). *Plan de Desarrollo y*

*Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Pablo, actualización 2015 – 2019*. Otavalo, Ecuador.

IGM (Instituto Geográfico Militar). 2014. Recuperado de: <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/>

SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua). 2009. *Delimitación y codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador, escala 1:250 000, nivel 5. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza*. Quito, Ecuador.

SENPLADES (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021. Secretaría Técnica del Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa*. Quito, Ecuador.

SIGTIERRAS (Sistema Geográfico de Tierras). 2014. Recuperado de: <http://www.sigtierras.gob.ec/descargas>

SNI (Sistema Nacional de Información). 2014. Recuperado de: <http://sni.gob.ec/web/inicio/descargapd yot>

WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas). 2016. *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016: Agua y Empleo*. París, UNESCO.