



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN MEDIO AMBIENTE**

**MODALIDAD:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:
VALORACIÓN DE SUELO FORESTADO CON CAÑA GUADUA A
TRAVÉS DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO “CAPACIDAD
HÍDRICA”, COMUNIDAD CALADA-CHONE, COMO ESTRATEGIA
DE CONSERVACIÓN**

**AUTORAS:
ANA MARÍA LOOR SOLÓRZANO
LOURDES CAROLINA VERA NAVARRETE**

**TUTOR:
BLGO. ENRIQUE RICHARD, DSC**

CALCETA, DICIEMBRE 2019

DERECHO DE AUTORÍA

ANA MARÍA LOOR SOLÓRZANO Y LOURDES CAROLINA VERA NAVARRETE, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Ana María Loor Solórzano

Lourdes Carolina Vera Navarrete

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

BLGO. ENRIQUE RICHARD, DSC, certifica haber tutelado el proyecto **VALORACIÓN DE SUELO FORESTADO CON CAÑA GUADUA A TRAVÉS DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO “CAPACIDAD HÍDRICA” EN COMUNIDAD CALADA-CHONE, COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN**, que ha sido desarrollada por **ANA MARÍA LOOR SOLÓRZANO Y LOURDES CAROLINA VERA NAVARRETE**, previa la obtención del título de Ingeniera en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

BLGO. ENRIQUE RICHARD, DSC

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos APROBADO el trabajo de titulación **VALORACIÓN DE SUELO FORESTADO CON CAÑA GUADUA A TRAVÉS DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO “CAPACIDAD HÍDRICA” EN COMUNIDAD CALADA-CHONE, COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN**, que ha sido propuesto, desarrollado por **ANA MARÍA LOOR SOLÓRZANO Y LOURDES CAROLINA VERA NAVARRETE**, previa la obtención del título de Ingeniera en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Hugo Cobeña Navarrete, Mg

MIEMBRO

Ing. Fabricio Alcívar Intriago, Mg

MIEMBRO

Ing. Silvia Montero Cedeño, Mg

PRESIDENTA

AGRADECIMIENTO

A la ESPAM MFL por abrirme las puertas y darme la oportunidad de formarme para mi vida profesional; y

A todas las personas que de una u otra forma estuvieron presente en este proceso maravilloso proceso de aprendizaje.

ANA MARÍA LOOR SOLÓRZANO

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante;

A mis padres Ignacio Vera y Nora Navarrete, por su dedicación, paciencia, confianza y amor incondicional;

A mi novio Yandry Loor por sus palabras de aliento en días difíciles; y

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López por abrirme sus puertas para formarme como profesional.

LOURDES CAROLINA VERA NAVARRETE

DEDICATORIA

A Dios y a mi familia ¡LOS AMO!

Ana María Loor Solórzano

A Dios y a mis maravillosos padres.

Lourdes Carolina Vera Navarrete

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo valorar suelo forestado con caña guadua a través del servicio ecosistémico “capacidad hídrica” en la comunidad Calada-Chone, como estrategia de conservación comprendió cuatro etapas. En la primera, se realizó un diagnóstico ambiental, social y económico del sitio de estudio, en época seca que integró: la aplicación de un cuestionario de preguntas a los moradores de la comunidad Calada; comparaciones entre mapas actuales y de años previos del área de estudio; e identificación de las fuentes de agua disponibles en el suelo forestado con caña guadúa. En la segunda etapa se determinó comparativamente la capacidad hídrica del suelo forestado y no forestados con caña guadúa en la época seca, donde se recolectaron y analizaron muestras de suelo, para conocer los niveles de contenido de materia orgánica, textura y capacidad hídrica en época seca. En la tercera etapa se ponderó el valor ambiental, social y económico de la capacidad hídrica en el suelo forestado con caña guadua Finalmente, en la cuarta etapa se estableció una estrategia para la conservación del suelo forestado con caña guadúa. Se encontró que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el suelo forestado con caña guadua y los no forestados, para los tres parámetros analizados; lo que indica que el suelo forestado con caña guadua tiene un mayor valor ambiental, social y económico.

PALABRAS CLAVE

Valoración ambiental, valoración social, valoración económica, servicios ecosistémicos, capacidad hídrica, suelo forestado, caña guadúa.

ABSTRACT

This research aimed to assess forested land with Guadua cane through the ecosystem service “water capacity” in the Calada-Chone community, as a conservation strategy comprised four stages. In the first, an environmental, social and economic diagnosis of the study site was carried out, during the dry season, which included: the application of a questionnaire to the residents of the Calada community; comparisons between current and previous years maps of the study area; and identification of the water sources available in the forested soil with Guadua cane. In the second stage, the hydric capacity of forested and non-forested soil with Guadua cane was determined comparatively in the dry season, where soil samples were collected and analyzed, to know the levels of organic matter content, texture and water capacity in dry season. In the third stage, the environmental, social and economic value of the water capacity in the forested soil with Guadua cane was weighted. Finally, in the fourth stage a strategy was established for the conservation of the forested soil with Guadua cane. It was found that there are significant differences ($p < 0.05$) between the forested land with guadua cane and the non-forested land, for the three parameters analyzed; which indicates that the forested land with Guadua cane has a greater environmental, social and economic value.

KEYWORDS

environmental assessment, social assessment, economic assessment, ecosystem services, water retention, forested soils, cane guadúa.

CONTENIDO GENERAL

CARÁTULA.....	i
DERECHO DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN.....	viii
PALABRAS CLAVE	viii
ABSTRACT.....	ix
KEYWORDS.....	ix
CONTENIDO GENERAL	x
CONTENIDO DE CUADROS GRÁFICOS Y FIGURAS	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.2. Justificación	3
1.3. Objetivos.....	4
1.4. Idea a defender.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Caña guadúa o bambú	6
2.2. Servicios ecosistémicos.....	7
2.3. Parámetros que afectan la humedad del suelo.....	9
2.4. Recolección de muestras de suelo	13
2.5. Valoración de los recursos naturales y ambientales	14
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	26
3.1. Ubicación	26
3.2. Duración	26
3.3. Métodos	27
3.4. Variable en estudio	27
3.5. Procedimiento.....	28

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Fase I. Diagnóstico ambiental, social y económico del sitio de estudio, en época seca	34
4.2. Fase II. Determinación comparativa de la capacidad hídrica del suelo forestado y no forestados con caña guadúa en la época seca.....	37
4.3. Fase III. Ponderación del valor ambiental, social y económico del suelo forestado con caña guadúa a través de la capacidad hídrica	44
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
5.1. Conclusiones.....	55
5.2. Recomendaciones.....	55
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS.....	67

CONTENIDO DE CUADROS GRÁFICOS Y FIGURAS

Cuadro 2.1. Identificación científica	6
Cuadro 2.2. Características Físicas de la caña Guadua.....	6
Cuadro 2. 3. Determinación de la textura del suelo de acuerdo al tamaño de la lámina de suelo formada sin romperse.....	11
Cuadro 2.4. Nivel de atributo para las demandas humanas de servicios ecosistémicos	20
Cuadro 2.5. Nivel de atributo de las capacidades para suministrar servicios ecosistémicos	22
Cuadro 2.6. Ecosistemas o atributos de mayor relevancia desarrollados a partir de los servicios ecosistémicos.....	23
Cuadro 4.1. Respuesta a instrumento social sobre características socioeconómicas de la población.	34
Cuadro 4.2. Área y % de uso y cambios del suelo en comunidad Calada 1998-2018.....	35
Cuadro 4.3. Coordenadas geográficas de las fuentes de agua identificadas en el área de estudio.	36
Cuadro 4.4. Resumen de la Textura del suelo forestado con caña guadua y no forestado.....	38
Cuadro 4.5. Análisis de los parámetros del suelo.	39
Cuadro 4.6. Comparación de los parámetros analizados con una normativa de calidad de suelo.....	40
Cuadro 4.7. Demanda de agua de la población de la comunidad calada	40
Cuadro 4.8. Niveles de los parámetros físico-químicos analizados	42
Cuadro 4.9. Ponderación ambiental de la capacidad hídrica en el suelo forestado con caña guadua.	46
Cuadro 4.10. Ponderación social de la capacidad hídrica en el suelo forestado con caña guadua.	47
Cuadro 4.11. Valoración económica en función de la capacidad hídrica del suelo forestado con caña guadúa.	48
Cuadro 4.12. Proyección del valor económico de la capacidad hídrica.	49

Gráfico 4.1. Textura del suelo forestado con caña guadúa.....	37
Gráfico 4.2. Textura del suelo no forestado.....	38
Gráfico 4.3. Caudales registrados de las fuentes de agua que provee el área forestada con caña guadua en finca La Fuente.....	41

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Históricamente, los seres humanos han modificado los ecosistemas naturales para favorecer a aquellas especies que producen beneficios directos (p. ej. productos agrícolas), generalmente, ignorando los servicios ecosistémicos invisibles pero esenciales (p. ej. polinización, fertilidad del suelo, control de insectos, control de la erosión y capacidad hídrica) que, si se pierden, son costosos y prácticamente imposibles de reemplazar (Close *et al.*, 2009). Algunos servicios de los ecosistemas, como la regulación y estabilización del clima, el flujo de agua y el movimiento de nutrientes han sido incluso menos visibles hasta tiempos recientes. Debido a la perturbación de los ecosistemas, se ha exacerbado el cambio climático, la erosión del suelo (Acharya *et al.*, 2011), la eutrofización, entre otros efectos visibles.

Como todos los sistemas complejos, puede parecer que los ecosistemas funcionan bien hasta que colapsan repentinamente, ya que la base de apoyo puede haberse erosionado sin síntomas evidentes de advertencia (Castelán *et al.*, 2017). Un ejemplo bien conocido es la Deforestación; implicando la pérdida de múltiples servicios ecosistémicos provistos por los bosques, que abarcan desde los medios de vida locales, los bienes y servicios relacionados con el desarrollo socioeconómico (p. ej. alimentos, madera, agua, entre otros), hasta los servicios ecológicos y económicos mundiales (p. ej. el funcionamiento de los ecosistemas, la diversidad biológica, la dinámica del carbono y el clima) (Balvanera, 2012).

Teniendo en cuenta que los suelos de los bosques son determinantes en la capacidad hídrica, su escasez contribuye a que éstos pierdan la capacidad de almacenarla, generando un desequilibrio ambiental (Che *et al.*, 2013). La pérdida de bosques puede reducir la cantidad de agua que llega a la superficie del suelo a través de la intercepción de la precipitación y la evaporación del agua absorbida. Las pérdidas por intercepción de precipitaciones de baja intensidad son generalmente altas, mientras que las de alta intensidad están por debajo del 10% (Naeth *et al.*, 1991).

De acuerdo a Lawson *et al.* (2014) la degradación de los bosques está causando una reducción significativa en el aprovisionamiento de bienes y servicios valiosos en los países en vías de desarrollo, sobre todo los que se encuentran en los trópicos. Ecuador, no es la excepción ante este evento; registrando una tasa de deforestación bruta anual promedio de 97,917 Ha/año (Gómez *et al.*, 2016). Varias áreas naturales tienen plantaciones de caña guadua, que cada vez se torna más escasa (Rodríguez, 2015). En Manabí, los guaduales representan un pequeño porcentaje del área destinada a la conservación, sin embargo, con el pasar de los años, estas plantaciones han sido quemadas o reemplazadas por cultivos de ciclos cortos (Ortiz, 2012).

En la comunidad Calada, parroquia Eloy Alfaro del cantón Chone aproximadamente el 60% de los habitantes se benefician del recurso hídrico proveniente del suelo forestado con caña guadua (1,2 Ha) de la finca “La Fuente”. En el pasado, el área forestada con caña guadua era mayor, pero desde hace dos décadas su extensión ha disminuido significativamente por la deforestación. Según su perspectiva, varios habitantes de la comunidad indicaron que el nivel del agua en los suelos ha disminuido en un 45% en relación al año 2007; lo que ha conllevado a buscar nuevas alternativas como pozos someros para la obtención de agua.

Con base a lo expuesto, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el valor de suelo forestado con caña guadua, a través del servicio ecosistémico “capacidad hídrica” en la Comunidad Calada-Chone, como estrategia de conservación?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La investigación se realizó con la finalidad de evaluar el suelo forestado con caña guadua y cómo éstos proveen beneficios ecológicos para la conservación de fuentes hídricas, como retenedores de agua. Estos resultados se difundieron a la comunidad Calada de la parroquia Eloy Alfaro y se compartió conocimiento sobre los beneficios de la caña guadúa, la importancia de conservarla y aprovecharla de forma racional y sostenible.

El principio de este estudio se basó en los argumentos de Daza (2014) quien menciona que el suelo, como unidad ecológica, es capaz de retener importantes volúmenes de agua, controlar y regular su flujo; obedeciendo a las características físicas y biológicas del mismo. Los resultados alcanzados en esta investigación sobre la valoración ambiental, social y económica del suelo forestado con caña guadua constituyen una herramienta para la planificación, gestión, monitoreo y toma de decisiones en la comunidad Calada, permitiendo:

- 1) Mantener los servicios ecosistémicos locales; y
- 2) Garantizar la seguridad alimentaria y provisión de agua dulce en la población local, como lo propone la Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua de Ecuador (2014) en el artículo 12.

Otro aspecto importante para desarrollar la valoración del suelo forestado con caña guadua ha sido el respaldo científico en temas asociados. Por ejemplo, Umaña (2009) afirma que los rizomas y hojas en descomposición de esta especie permite una filtración adecuada de agua en los terrenos donde se desarrollan y es capaz de acumular hasta 30.000 L en la época lluviosa para proveerlos posteriormente en la época seca.

En 2017 PROECUADOR reflejó que en Ecuador la superficie forestal abarca alrededor del 40%, y de este porcentaje el 12% corresponde a Manabí. Con base en los datos presentados, el Fondo Ecuatoriano de Cooperación para el Desarrollo (FECD, 2002), impulsó varios proyectos como “La Guadúa: una alternativa para el manejo de la microcuenca del río Portoviejo y río Chico en Manabí”, cuyo objetivo era impulsar programas de reforestación en la provincia.

Uno de los cantones comprometidos fue Chone y sus distintas parroquias; entre ellas, Eloy Alfaro. Sin embargo, la comunidad Calada no fue partícipe de la iniciativa, a causa de la poca cultura ambiental sobre la importancia de la conservación de la caña guadua. Esto validó la presente investigación porque sirvió como un aspecto importante para fomentar la educación ambiental a través de la valoración de los bienes ambientales y sus servicios ecosistémicos.

Finalmente, este estudio está enmarcado a los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2015-2030); enfatizando la conservación de los bosques como parte del logro del desarrollo sostenible. Además, la finalidad de la investigación es que las acciones de este trabajo puedan enmarcarse dentro de los Objetivos 3 y 7 del Plan Toda una Vida que establecen: “Mejorar la calidad de vida de la población” y “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable”, respectivamente (SEMPLEDES, 2017).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Valorar suelo forestado con caña guadúa a través del servicio ecosistémico “capacidad hídrica” en la comunidad Calada-Chone, como estrategia de conservación.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico ambiental, social y económico del sitio de estudio.
- Determinar comparativamente la capacidad hídrica del suelo forestado y no forestados con caña guadúa.
- Ponderar el valor ambiental, social y económico del suelo forestado con caña guadúa a través de la capacidad hídrica.
- Establecer una estrategia para la conservación del suelo forestado con caña guadúa.

1.4. IDEA A DEFENDER

Los suelos forestados con caña guadua tienen un alto valor, a través del servicio ecosistémico de capacidad hídrica.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. CAÑA GUADÚA O BAMBÚ

Los bambúes incluyen las gramíneas más grandes del mundo. Son plantas perennes, monopódicas, con rizomas bien desarrollados, que poseen tallos duros generalmente huecos, y crecen naturalmente bajo climas tropicales y templados, desde el nivel del mar hasta unos 4.000 m de altitud, entre los 46° LN y los 47° LS, con excepción de Europa y Asia Occidental. En América se han descrito 451 especies de bambúes pertenecientes a 41 géneros, distribuidos desde el sudeste de Estados Unidos hasta el sur (Ortega, 2013).

Cuadro 2.1. Identificación científica

Familia	<i>Poacecae o Gramineae</i>
Genero	<i>Guadua</i>
Especie	<i>Guadua angustifolia</i>

Fuente: Ortega (2013)

2.1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CAÑA GUADÚA ANGUSTIFOLIA DEL ECUADOR

Las cañas son utilizadas ya sea como elementos solicitados para soporte bajo la forma de columnas y de puntales y como elementos tipo vigas. Los parámetros necesarios para el cálculo de la capacidad hídrica son las dimensiones transversales, las longitudinales y las imperfecciones de las cañas. Los parámetros transversales son el diámetro externo y el diámetro interno y por consiguiente el espesor de la sección anular hueca; los parámetros longitudinales son la distancia entre los nudos y la rectilinealidad por la presencia de curvatura (Tegola *et al.*, 2015).

Cuadro 2.2. Características físicas de la caña Guadua

Características	Descripción
Color	Tallo amarillo combinado con rayas verticales color verde
Tamaño	Altura promedio 20 - 30 m
Diámetro	20 – 22 cm

Fuente: Tegola *et al.* (2015)

2.1.2. BENEFICIOS ECOLÓGICOS

De acuerdo a Ortega (2013) los beneficios ecológicos de la caña guadua son:

- Provisión de fuentes de aguas para el consumo humano y animal, debido a que mantiene la humedad de los suelos al almacenar agua en sus tallos (hasta 10 L) durante los tiempos de lluvia y regresándola al suelo a través de las raíces, en las épocas más secas. Además, la sombra que proporciona su follaje protege las fuentes de aguas de la evaporación
- En algunos países de Centroamérica, al igual que en Perú, Ecuador y Colombia, se está buscando soluciones ecológicas que utilizan la guadúa como barrera natural, no sólo para retener la materia orgánica que se lava de las laderas, sino también para proteger las orillas de los ríos de la erosión y el arrastre de otros materiales.
- Ecosistema donde convive abundante flora y fauna, de la que se ha registrado diversidad de insectos, aves, mamíferos inferiores y hasta anfibios.
- Contribuye eficientemente a conservar y recuperar el suelo, gracias a su sistema radicular entretrejado y la gran cantidad de rizomas que tiene. Es así que forma un complejo sistema de redes bajo el suelo, evitando sobre todo la erosión en las laderas.

2.2. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Son los beneficios proporcionados por los ecosistemas que contribuyen a mejorar la calidad de vida de la sociedad, a través de la calidad ambiental (Vogl *et al.*, 2017). A pesar de la importancia de los servicios ecosistémicos, Luck *et al.* (2009) consideran que éstos continúan erosionándose, particularmente en los entornos urbanos, a causa de la fuerte presión de desarrollo; lo que permite el uso irracional de los ecosistemas para brindar confort de vida a las sociedades. Dentro de esta categoría de servicios se incluyen, por ejemplo: abastecimiento de recursos genéticos; control de inundaciones; erosión del suelo; beneficios no materiales, tales como: beneficios recreativos y espirituales en áreas naturales, entre otros. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP,

2010) ha clasificado en cuatro categorías a los servicios ecosistémicos: de provisión o aprovisionamiento, de soporte, de regulación, y culturales.

2.2.1. SERVICIOS DE APROVISIONAMIENTO

Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD, 2010) los servicios de aprovisionamiento son los bienes ambientales que describen las salidas de materia o energía de los ecosistemas. Dentro de estos servicios se encuentran:

- **Alimentos:** Los ecosistemas proporcionan las condiciones para el cultivo de alimentos. La comida proviene, principalmente, de los agroecosistemas manejados. Aunque los sistemas marinos y de agua dulce o bosques también proporcionan alimentos para el consumo humano. Los alimentos silvestres de los bosques son a menudo subestimados (Lannas y Turpie, 2009).
- **Materias primas:** De acuerdo a Duraiappah (2005) quienes analizaron la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (EEM), las materias primas son aquella diversidad de materiales que los ecosistemas proporcionan para la construcción y combustible (incluyendo madera, biocombustibles y aceites vegetales) que se derivan directamente de las especies de plantas silvestres y cultivadas.
- **Recursos medicinales:** Son un grupo de plantas que los ecosistemas y la biodiversidad proporcionan como medicinas tradicionales o como materias primas para la industria farmacéutica (Cuni-Sanchez *et al.*, 2016). Todos los ecosistemas son una fuente potencial de recursos medicinales.
- **Agua dulce:** Los ecosistemas desempeñan un papel vital en el ciclo hidrológico global, ya que regulan el flujo y purificación de agua. La vegetación y los bosques influyen en la cantidad de agua disponible a nivel local (Karabulut *et al.*, 2016).

2.2.2. SERVICIOS DE REGULACIÓN

Los servicios de regulación son los servicios que proporcionan los ecosistemas, al actuar como reguladores (p.ej. la regulación de la calidad del aire y del suelo) o proporcionando control (p.ej. en inundaciones y las enfermedades) (Baker *et al.*, 2013).

2.2.3. SERVICIOS CULTURALES

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014) un servicio cultural es un beneficio no material que contribuye al desarrollo y avance cultural de las personas porque los ecosistemas desempeñan roles en las culturas locales, nacionales y globales. El Servicio de Estudios del Parlamento Europeo, EPRS (2015) afirma que éstos, también impulsan a la construcción del conocimiento y la difusión de las ideas; a través de la creatividad que surge mediante la interacción con la naturaleza (recreación).

2.2.4. SERVICIOS DE SOPORTE

Son servicios que permiten la generación de otros servicios ecosistémicos. Para Fisher *et al.*, (2009) los propios ecosistemas no podrían sostenerse sin la consistencia de los procesos naturales subyacentes, tales como: la fotosíntesis, el ciclo de nutrientes, la creación de los suelos y el ciclo del agua. Estos procesos permiten sostener formas de vida básicas en la biósfera para mantener equilibrados a los ecosistemas. Este servicio de apoyo no existiría sin los servicios de aprovisionamiento, regulatorios y culturales (Logsdon y Chaubey, 2013).

2.3. PARÁMETROS QUE AFECTAN LA HUMEDAD DEL SUELO

2.3.1. MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica en los suelos y los sedimentos se distribuye ampliamente sobre la superficie de la tierra que se produce en casi todos los entornos

terrestres y acuáticos. Los suelos contienen una gran variedad de materiales orgánicos, desde azúcares simples y carbohidratos hasta proteínas más complejas, grasas, ceras y ácidos orgánicos. Las características importantes de la materia orgánica incluyen su capacidad para: formar complejos solubles en agua e insolubles en agua con iones metálicos y óxidos hidratados; interactuar con los minerales de arcilla y unir las partículas; absorber y liberar tanto los compuestos orgánicos naturales como los introducidos “antropogénicos”; absorber y liberar nutrientes vegetales; y retener el agua en el ambiente del suelo (Beltran *et al.*, 2016).

Existen dos métodos principales para la estimación semicuantitativa de materia orgánica en suelos. El contenido de materia orgánica se puede utilizar como una estimación aproximada del contenido de carbono orgánico total. Los métodos semicuantitativos se basan en la eliminación indiscriminada de toda la materia orgánica seguida por la determinación gravimétrica de la pérdida de peso de la muestra. Uno de los más comunes es el de *pérdida por ignición*.

El método de pérdida por ignición para la determinación de la materia orgánica implica la destrucción en caliente de toda la materia orgánica en el suelo o sedimento. Un peso conocido de muestra se coloca en un crisol cerámico (o recipiente similar) que luego se calienta a entre 350 y 440°C durante la noche. La muestra se enfría luego en un desecador y se pesa. El contenido de materia orgánica se calcula como la diferencia entre los pesos iniciales y finales de la muestra dividida por el peso inicial de la muestra por 100%. Todos los pesos deben corregirse por el contenido de humedad/agua antes del cálculo del contenido de materia orgánica (van Herk, 2012).

2.3.2. TEXTURA

La textura del suelo se refiere a la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla. La textura es una propiedad importante ya que influye como factor de fertilidad y en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades (FAO, 2019).

Una metodología importante para determinar la textura del suelo es el Análisis de tamaño de partícula por ser una técnica confiable y reproducible que elimina los factores que pueden afectar la textura del campo, como el contenido de materia orgánica, la mineralogía de arcilla, la composición del catión y la presencia de agentes cementantes (Bowman y Hutka, 2002).

Los autores Minasny y McBratney (2001) validaron este método y lo recomiendan por ser práctico y rápido. El método consiste en los siguientes procedimientos:

1. Tomar aproximadamente 2 cucharadas de suelo en una mano y agregar agua, gota a gota, mientras éste alcance una consistencia pegajosa.
2. Se presiona el suelo mojado entre el pulgar y el índice para formar una lámina plana.
3. La textura se determina en función de la longitud de la lámina que se puede formar sin romperse, basado en las especificaciones del cuadro 2.3.

Cuadro 2. 3. Determinación de la textura del suelo de acuerdo al tamaño de la lámina de suelo formada sin romperse.

Textura	Longitud de la lámina (mm)	Propiedades del suelo e implicaciones de manejo
Arenoso	<15	<ul style="list-style-type: none"> • Poca resistencia al crecimiento de la raíz. • Alta tasa de infiltración • Planta baja disponible de agua.
Franco arenoso	15–25	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de la raíz no restringido, pero altamente susceptible a la compactación mecánica • Puede ser difícil de configurar • Tasa de infiltración moderada • Planta moderada de agua disponible.
Limoso	25-30	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de la raíz no restringido • Moderadamente susceptible a la compactación mecánica • Planta moderada de agua disponible. • Tasa de infiltración baja a moderada
Franco limoso	30-40	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de la raíz no restringido • Moderadamente susceptible a la compactación mecánica • Planta moderada de agua disponible. • Tasa de infiltración baja a moderada
Franco arcilloso	40–50	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de la raíz no restringido • Moderadamente susceptible a la compactación mecánica • Planta disponible de agua moderada a alta.

Arcillo	50–75	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de la raíz frecuentemente restringido • De moderada a altamente susceptible a la compactación mecánica • Alguna restricción en el movimiento del agua que conduce a la inundación periódica • Planta disponible de agua moderada a alta.
Arcilla pesada	> 75	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de la raíz moderado a severamente restringido • Alta susceptibilidad a la compactación mecánica. • El agua se drena muy lentamente, excepto en suelos auto-acolchados

Fuente: Minasny y McBratney (2001).

2.3.3. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA EN EL SUELO (CAPACIDAD HÍDRICA)

La determinación de la capacidad hídrica en los suelos es importante porque da una idea de la capacidad del suelo para retener el agua para el uso en los cultivos u otras actividades afines. Los suelos ligeros que no contienen dicha agua requieren irrigaciones más frecuentes que los suelos arcillosos pesados, la materia orgánica bien descompuesta aumenta la capacidad hídrica. El sodio intercambiable y el tipo de mineral de arcilla también tienen un efecto marcado en la capacidad hídrica (Kumar *et al.*, 2016).

La capacidad hídrica de los suelos es útil en la selección de suelos para la clasificación de irrigabilidad y también ayuda a comparar otras propiedades de los suelos. Uno de los procedimientos más utilizados para determinar la capacidad hídrica en los suelos es el utilizado por Mangrich *et al.* (2015) que consiste en:

- 1) Macerar la muestra de suelo después de ser secada a temperatura ambiente y pasar a través de un tamiz de 2 mm.
- 2) Colocar un papel de filtro redondo y fijarlo a la base interna de una cápsula vacía. Se registra el peso del plato y el papel de filtro. Luego, la cápsula se llena con la muestra de suelo; permitiendo un contacto directo y se presiona para evitar que queden espacios libres. El peso de la muestra de los materiales también deberá ser registrado.

3) Colocar la cápsula con el papel filtro junto a la muestra seleccionada sobre una bandeja esmaltada. Se vierte el agua en la bandeja hasta la mitad de la altura de la cápsula. El agua puede subir en la cápsula a través del fondo perforado y se humedece el suelo de acuerdo a su capacidad. Se dejará la muestra durante un tiempo aproximado de 5 a 6 horas en agua.

4) Tomar la cápsula y colocarla en una hoja de papel de filtro para que el exceso de agua pueda drenar por los poros durante 30 minutos. Finalmente, la cápsula que contiene suelo húmedo se pesa y se registra el peso.

$$\% \text{ retención de agua en el suelo} = \frac{(c - a) - (b - a)}{(b - a)} * 100. [2.1]$$

Donde:

a = Peso de la cápsula vacía + papel filtro (g).

b = Peso de la cápsula vacía + papel filtro + suelo seco a temperatura ambiente (g).

c = Peso de la cápsula vacía + papel de filtro + suelo húmedo(g).

2.4. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO

Los sitios de recolección de muestra se dividen en parcelas, cuyas dimensiones sean similares en toda el área de estudio; generalmente se trabaja en parcelas de 5m x 4m. La profundidad para la toma de muestra varía de las condiciones y composición de la capa superficial del suelo. Según sean sus características iniciales, el suelo tiene más probabilidades o limitaciones de retener agua (p. ej. si la textura de la capa superficial es muy arcillosa, el suelo tendrá una baja capacidad hídrica porque se produce el fenómeno de escorrentía ya que las partículas muy finas difícilmente pueden infiltrar agua o permitir su paso).

Por su parte, autores como Mamedov (2014) para evaluar un efecto de la textura del suelo y la capacidad hídrica tomó muestras de suelo de la capa superficial entre 0–20 cm para ser analizadas en laboratorio, una vez que fuesen secadas a temperatura ambiente y se pasaran por un tamiz de 2 mm. Otros autores como Fashi y Shorafa (2016) recomiendan trabajar con toma de muestras de suelo a dos profundidades distintas: 0–15 cm y 15–30 cm para evaluar la influencia de parámetros hidráulicos para diferentes usos de suelo. En otro caso similar,

Madejón *et al.* (2019) para determinar las propiedades hidráulicas de suelo, tomaron tres muestras por cada parcela entre 0–10 cm de profundidad para hacer una muestra compuesta y fueron tamizadas dos veces (2 mm) para el posterior análisis físico-químico. Cada muestra compuesta debe contener 9 submuestras recolectadas en forma de zig-zag (ver ilustración 2.1)

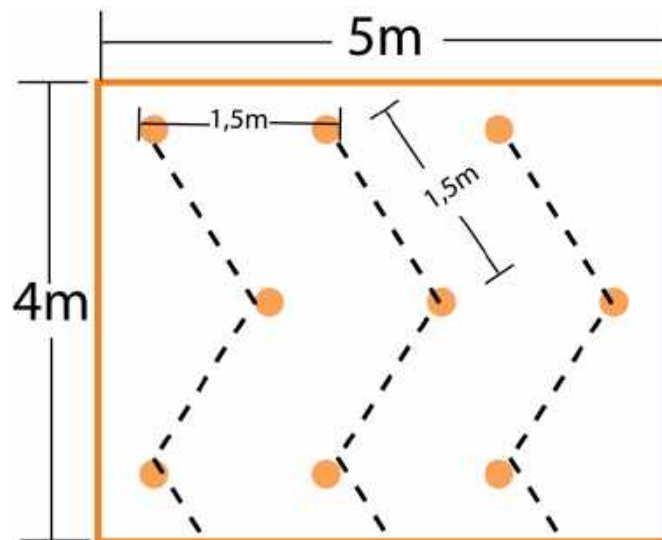


Ilustración 2.1. Representación de las parcelas y puntos para la toma de muestra del suelo.

2.5. VALORACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

La valoración de los recursos naturales, actualmente es un tema conocido por los eventos que están deteriorando a la naturaleza (p.ej. el clima está cambiando, se están agotando los recursos, entre otros). Sin embargo, las razones para preocuparse por la valoración monetaria o económica de los recursos naturales son:

- Según Hanley *et al.*, (2001) las técnicas de valoración ambiental pueden proporcionar evidencia útil para apoyar las políticas de conservación y la cuantificación del valor económico, asociado a la protección de recursos biológicos.
- La medición del valor económico de la biodiversidad es un avance fundamental en la conservación de los recursos; asumiendo que las

presiones para reducir la biodiversidad son mayores, en comparación a las posibilidades de introducir incentivos (para la protección de la biodiversidad) sin demostrar que el valor económico de la misma realmente sería mucho menor si se involucran en la valoración (Pearce, 2002);

- De acuerdo a Nunes y Van Den Bergh (2001) al asignar valores monetarios a la biodiversidad, los beneficios asociados pueden ser comparados directamente con el valor económico de las opciones alternativas de uso de recursos. Por lo tanto, puede y debe ser aplicada en los análisis de costo/beneficio de proyectos de mayor importancia en el sector público y privado.

2.5.1. VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La investigación sobre el papel de los servicios de los ecosistemas en el bienestar humano ha aumentado exponencialmente en las últimas décadas (Balvanera, 2012; Pirard y Lapeyre, 2014). Gran parte del interés se debe a que proporcionan una gran variedad de beneficios a la sociedad y algunos son críticos para la riqueza humana, la salud, los medios de vida y la supervivencia (Costanza *et al.*, 2014). Sin embargo, al buscar estos beneficios, la sociedad ejerce una presión excesiva sobre los recursos naturales, lo que lleva a pérdidas significativas de tierras que sostienen y proporcionan los servicios de los ecosistemas. Según Costanza *et al.* (2014), desde 1997 hasta 2011, la pérdida mundial de servicios de los ecosistemas se estimó en alrededor de \$ 4,3 billones por año debido al cambio en el uso de la tierra.

Uno de los mecanismos que puede utilizarse para replantear la relación entre la sociedad y los servicios de los ecosistemas es a través de la asignación de un valor económico (de Groot *et al.*, 2012). La expresión del valor de los servicios de los ecosistemas en unidades monetarias tiene múltiples usos, como la evaluación de proyectos de restauración de ecosistemas, el establecimiento de tarifas de entrada a los parques nacionales o la evaluación de escenarios para la formulación de políticas (Perez *et al.*, 2008). Como señaló Adams (2014), una valoración monetaria de la naturaleza solo debe aceptarse si mejora las

condiciones ambientales y las condiciones socioeconómicas que respaldan esa mejora.

2.5.1.1. MÉTODO DE PRECIO DE MERCADO

El precio de mercado es el precio al cual la cantidad ofrecida es también la cantidad demandada. En el caso del agua, el suministro (al menos en la época lluviosa) es tan grande que, en algunos casos, excede la cantidad que posiblemente se podría exigir a cualquier precio. En consecuencia, el precio es igual a 0 porque el agua lluvia es libre. Sin embargo, cuando la demanda de agua ha aumentado enormemente como resultado del crecimiento de la población y el aumento de la prosperidad, mientras que el suministro se ha mantenido aproximadamente constante, el agua ya *no es gratuita*.

En consecuencia, el precio de mercado es el valor que se le asigna en mercados reales a un bien o servicio demandado por la sociedad. Este método ayuda a establecer un costo en función de otros productos iguales o para el mismo fin (Heal, 2000).

2.5.2. VALORACIÓN SOCIAL

Los métodos de valoración cultural y social se utilizan en muchos campos disciplinarios, como la sociología, la antropología y la ecología política. Un supuesto común de los métodos de valoración cultural y social es que los valores de la naturaleza, de las contribuciones de la naturaleza a las personas y de la calidad de vida, están arraigados en los individuos y, al mismo tiempo, están moldeados por el contexto social y cultural en el que los individuos están integrados. De este modo, los métodos de valoración cultural y social pretenden valorar la naturaleza y sus contribuciones a las personas (Gómez *et al.*, 2016) mediante el descubrimiento de los contextos y las condiciones psicológicas, históricas, culturales, sociales, ecológicas y políticas (el contexto social más amplio), así como las visiones del mundo y las percepciones sociales que dan forma, valores sostenidos individualmente o compartidos comúnmente.

Estos métodos generalmente pueden acomodar más de una cosmovisión en el proceso de valoración y algunos de ellos pueden ayudar a establecer conexiones entre cosmovisiones en conflicto (Raffo y Mayta, 2015). Los métodos de valoración cultural y social pueden revelar una amplia gama de tipos de valores que incluyen valores intrínsecos, instrumentales y relacionales. También pueden ayudar a comprender cómo los contextos específicos dan lugar a ciertos tipos de valores. Por lo general, la investigación sobre valoración cultural y social se realiza a escalas locales y a escalas temporales de generaciones humanas (Braig, Costa y Göbel, 2015). Sin embargo, tienden a ser heterogéneos en términos de la escala de la organización social (por ejemplo, individuos, comunidades, etc.).

De acuerdo a Walz *et al.* (2016), los métodos de valoración social y cultural pueden sacar a la luz los conflictos sobre la naturaleza y sus beneficios, y permitir una mejor comprensión de las implicaciones para las comunidades basadas en recursos y lugares. Estos métodos involucran a las personas en el proceso de valoración y, por lo tanto, conducen a resultados que son más comprensibles y aceptables para ellos al reflejar la complejidad de las percepciones humanas.

Se alienta especialmente a los métodos de valoración cultural y social para que adopten un enfoque transdisciplinario que vincule múltiples disciplinas e incluya a participantes no científicos como socios. Un 'código de ética de investigación' específico para cada caso, discutido y aceptado por las comunidades involucradas en estos métodos puede evitar o mitigar los riesgos asociados con el trabajo de campo intensivo inherente a ellos. Entre las consideraciones prácticas de los métodos de valoración cultural y social, debemos tener en cuenta que requieren habilidades científicas sociales sólidas y el compromiso de quienes realizan la valoración de ser abiertos, reflexivos y responsables de las comunidades involucradas (Scholte *et al.*, 2015).

2.5.2.1. MARCO PARA LA VALORACIÓN SOCIAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Por su parte, los autores Felipe *et al.* (2015) definieron una metodología práctica para valorar socialmente los servicios ecosistémicos, general, que se divide en tres etapas:

Etapa 1: El contexto espacial y temporal

El primer paso hacia la evaluación de los servicios de los ecosistemas es definir el objetivo del proyecto, lo que se evaluará, delimitar los límites espaciales y temporales (Chan *et al.* 2012). Idealmente, el área de estudio debería ampliarse para incluir las causas y los efectos en el objeto de estudio, pero en la práctica, es suficiente limitarlo al tiempo y los territorios que influyen más en las dimensiones biofísica y sociológica. Dado que la apreciación de los servicios de los ecosistemas varía de la dependencia de las partes interesadas y sus preferencias, podrían cambiar con el tiempo y en escalas espaciales (Lamarque *et al.* 2011), una la evaluación de los servicios ecosistémicos es valiosa (Trabucchi *et al.* 2014).

Este proceso puede aumentar la complejidad de la evaluación, pero capturar una mayor variedad de opiniones e interacciones entre las partes interesadas y el ecosistema; también aumenta el conocimiento sobre el contexto de la decisión y permite la adaptación de las políticas de gestión a cada escala espacial y temporal (Hauck *et al.* 2013).

Etapa 2: El contexto social

Esta etapa surge de la interrogante: ¿Quién debería evaluar los servicios de los ecosistemas?

Idealmente, todas las partes interesadas del proyecto; es decir: la población que tiene una influencia real en el objeto de estudio, o que podría verse afectada por las decisiones tomadas al respecto (Freeman, 2010) deberían participar (Satz *et al.*, 2013). Las opiniones de los interesados pueden solicitarse a una sola persona, a una muestra de ciudadanos y a la participación de la población total (Antunes *et al.* 2009). Más prácticamente, las partes interesadas generalmente se agrupan para incluir en última instancia una pequeña fracción de ellas (es decir, los actores clave; Chan *et al.*, 2012).

Los interesados que deben expresar sus opiniones pueden agruparse por una gran variedad de criterios (edad, sexo, lugar de residencia, profesión, educación, nivel económico y creencias políticas o religiosas), cada uno de los cuales puede

asignar diferentes valores a los servicios de los ecosistemas (Cowling *et al.*, 2008) dependiendo de sus opiniones y necesidades.

Dado que la valoración social de los servicios de los ecosistemas está orientada a guiar la toma de decisiones sobre la gestión de los mismos, podría ser más conveniente agrupar a las partes interesadas de acuerdo con su uso del ecosistema (p. ej. guías locales, conservacionistas, entre otros) y su papel en la administración. Con una buena representación de las partes interesadas, es más probable que los resultados representen los valores reales del área objetivo, evitando tendencias de lo que son importantes los servicios ecosistémicos para evaluar (Moreno *et al.*, 2014).

Etapa 3: Los métodos para la evaluación social

Los métodos para obtener las preferencias sociales son variados y dependen del alcance del estudio. La mayoría de los estudios se centran en la identificación de los servicios ecosistémicos valiosos de un área (Maass *et al.*, 2005), otros pretenden clasificar la importancia de tales servicios (García *et al.*, 2012), y algunos reflejan preferencias y opiniones humanas en evolución a lo largo del tiempo (Aretano *et al.* 2013). La elección de un método en particular puede influir en los resultados, pero la combinación de varios métodos de acuerdo con los objetivos puede capturar opiniones de un espectro más amplio, evitando posibles sesgos.

En general, los métodos cualitativos (Chan *et al.*, 2012) son más útiles para evaluar los servicios de los ecosistemas porque permiten una comprensión completa de las interacciones entre los seres humanos y el ecosistema (Daniel *et al.*, 2012). Además, la forma más efectiva de contactar a las partes interesadas y los métodos utilizados para analizar sus respuestas también son cuestiones importantes, cuya elección depende del tipo de parte interesada que se aborda. Además, considerar los ecosistemas desde la perspectiva de cada parte interesada o beneficiario (Ringold *et al.*, 2013) facilita la diferenciación entre la valoración del servicio (lo que se proporciona al beneficiario) y el valor que se le otorga es ponderado por El beneficiario (Tallis *et al.*, 2012).

En este contexto, al servicio ecosistémico se le definen los atributos que se refieren a características o condiciones del mismo que surgen desde el beneficio social real hasta la expectativa que pueda tener el beneficiario. El beneficiario directamente pondera un valor económico a cada atributo del servicio según su disponibilidad a pagar y el valor que le dé en función de su educación ambiental y beneficio recibido por el mismo.

Por su parte, Burkhard *et al.* (2012) definen criterios para los atributos encontrados en cada servicio ecosistémico identificado. Estos criterios se basan en las demandas humanas de servicios ecosistémicos (cuadro 2.4).

Cuadro 2.4. Nivel de atributo para las demandas humanas de servicios ecosistémicos

Nivel de atributo	Criterio	Descripción
0	Sin relevancia	No hay demanda relevante de personas dentro del área de estudio para el servicio del ecosistema seleccionado.
1	Muy malo	Baja demanda relevante de personas dentro del área de estudio para el servicio del ecosistema seleccionado.
2	Malo	Demanda relevante de personas dentro del área de estudio para el servicio del ecosistema seleccionado.
3	Regular	Media demanda relevante de personas dentro del área de estudio para el servicio del ecosistema seleccionado.
4	Bueno	Alta demanda relevante de personas dentro del área de estudio para el servicio del ecosistema seleccionado.
5	Muy bueno	Muy alta demanda relevante de personas dentro del área de estudio para el servicio del ecosistema seleccionado.

Fuente: Burkhard *et al.* (2012)

Los autores consideran los componentes de integridad ecológica que indica las funciones del ecosistema que no apoyan el bienestar humano directamente sino al beneficio o equilibrio ambiental en general.

2.5.2.2. MÉTODO DE VALOR SOCIAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DESDE LA PERSPECTIVA DE DIFERENTES ACTORES SOCIALES

Los autores Cáceres *et al.* (2015) resumieron de una forma práctica, otros métodos e intereses de los científicos naturales y sociales, y a la vez diseñaron este nuevo método para trabajar con diferentes actores sociales en la valoración

de servicios ecosistémicos. Este método es sencillo de desarrollar y consiste, en inicialmente, definir a los actores involucrados en la investigación, generalmente personas locales o que de manera administrativa estén vinculadas al territorio de estudio. Luego, se identifican los ecosistemas presentes en el territorio de estudio y cada uno de los servicios que éstos desarrollan y brindan a la naturaleza en general. Posteriormente, se presenta la lista de ecosistemas con sus respectivos servicios a los actores sociales definidos y ellos deben responder cuáles y cuántos de esos servicios realmente consideran que están disponibles, de acuerdo a su uso, percepción, conocimiento, etc. En la figura 2.1 se muestra un ejemplo de la valoración social de los servicios de los ecosistemas percibidos como importantes por los actores sociales y su vínculo con los tipos de ecosistemas que pueden suministrarlos.

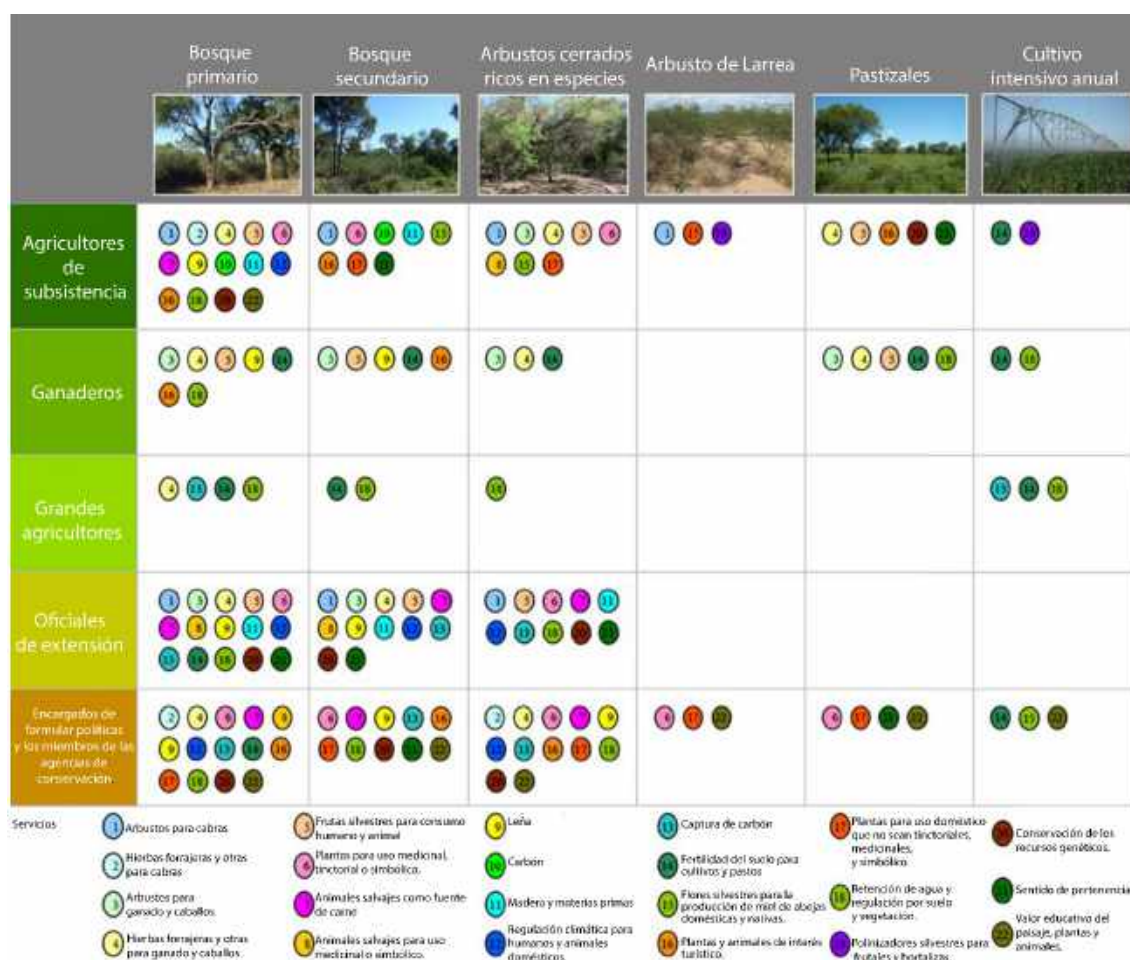


Figura 2. 1. Valoración social de los servicios de los ecosistemas percibidos como importantes por los actores sociales y su vínculo con los tipos de ecosistemas que pueden suministrarlos.

* El número entre paréntesis representa a un servicio ecosistémico, en total 22. Cada categoría de actores sociales detalla los servicios ecosistémicos que ellos perciben por cada ecosistema.

Fuente: Cáceres *et al.* (2015)

2.5.3. VALORACIÓN AMBIENTAL

Los economistas ambientales enfrentan una demanda cada vez mayor de valores ambientales para ser estimados. Los vínculos importantes entre el medio ambiente y la economía son ahora cada vez más reconocidos, con las expresiones "capital natural": los aspectos físicos y no físicos de la naturaleza que proporcionan valor a los seres humanos, y los "servicios ecosistémicos", los beneficios derivados de los seres humanos. Varias formas, de recursos naturales, utilizadas para describir y resaltar la importancia de los recursos naturales para la economía (McInerney y Sluiter, 2016). Por lo tanto, las cuestiones ambientales están adquiriendo una prominencia cada vez mayor en la sociedad y, por reflexión, a nivel político y de formulación de políticas, así como también se han integrado en la regulación y la ley, como es el caso de la Constitución del Ecuador que a partir del 2008 reconoció e integró legalmente los derechos de la naturaleza. Autores como Burkhard *et al.* (2012) definen criterios para los atributos, de acuerdo a capacidades para suministrar servicios ecosistémicos.

En el mismo contexto, la ponderación ambiental es una forma de asociar un valor a una condición ambiental, recurso natural y/o servicio ecosistémico; de acuerdo a su potencial, estado, importancia y/o beneficio que brinde a su entorno. En el cuadro 2.5 se detalla un ejemplo de la asignación de niveles de atributos, criterios, descripción de la capacidad del servicio y valores o ponderaciones ambientales a los servicios ecosistémico (Burkhard *et al.*, 2012).

Cuadro 2.5. Nivel de atributo de las capacidades para suministrar servicios ecosistémicos

Nivel de atributo	Criterio	Descripción	Ponderación
0	Sin relevancia	Sin capacidad relevante, dentro del área de estudio, para soportar el componente de integridad ecológica o para suministrar el servicio ecosistémico analizado.	0
1	Muy malo	Baja capacidad relevante, dentro del área de estudio, para soportar el componente de integridad ecológica o para suministrar el servicio ecosistémico analizado.	1-20
2	Malo	Capacidad relevante, dentro del área de estudio, para soportar el componente de integridad ecológica o para suministrar el servicio ecosistémico analizado.	21-40
3	Regular	Media capacidad relevante, dentro del área de estudio, para soportar el	41-60

		componente de integridad ecológica o para suministrar el servicio ecosistémico analizado.	
4	Bueno	Alta capacidad relevante, dentro del área de estudio, para soportar el componente de integridad ecológica o para suministrar el servicio ecosistémico analizado.	61-80
5	Muy bueno	Capacidad relevante muy alta, dentro del área de estudio, para soportar el componente de integridad ecológica o para suministrar el servicio ecosistémico analizado.	81-100

Fuente: Burkhard *et al.* (2012)

Por su parte Costanza *et al.* (1998), definió una lista de atributos asociados a *servicios ecosistémicos* (cuadro 2.6). Esta ha sido la publicación de mayor relevancia hasta la actualidad y la que marco el precedente más importante en la valoración de servicios ecosistémicos.

Cuadro 2.6. Ecosistemas o atributos de mayor relevancia desarrollados a partir de los servicios ecosistémicos.

Servicio ecosistémico	Atributo o función	Ejemplo
Regulación de gases	Regulación de la composición química atmosférica	Balance CO ₂ /O ₂ , protección de O ₃ , niveles de SO _x
Regulación del clima	Regulación de la temperatura global, precipitaciones, y otros procesos climáticos mediados	Regulación de gases de efecto invernadero
Regulación del agua	Regulación de inundaciones	Aprovisionamiento de agua para procesos agrícolas (irrigación) o industriales
Formación del suelo	Procesos de formación del suelo	Meteorización de rocas y acumulación de material orgánico
Control de la erosión y retención de sedimentos	Retención del suelo dentro de un ecosistema	Prevención de la erosión de suelo por el viento, escorrentía y otros procesos de remoción
Ciclo de nutrientes	Almacenamiento, ciclo interno, procesos, y adquisición de nutrientes	Fijación de N, P y ciclos de otros elementos y nutrientes
Polinización	Transferencia de gametos florales	Proveer polinizadores para la reproducción de poblaciones de plantas
Refugio	Hábitats para la residencia de poblaciones	Hábitat para especies migratorias
Recursos genéticos	Fuente de materiales y productos biológicos únicos	Medicina, productos para ciencia de los materiales, genes para perpetuar especies, etc
Control biológico	Regulación trópico y dinámica de las poblaciones	Equilibrio predadores-presa
Producción de alimentos	Generación de alimentos extraíbles del sector primario	Producción de peces, frutas, vegetales, madera, plantas, etc
Recreación	Oportunidades para actividades recreacionales	Desarrollo de ecoturismo, pesca deportiva y otras actividades recreacionales
Cultural	Oportunidades para usos no convencionales	Valores estéticos, artísticos, educacional, espiritual, y/o científicos

Fuente: Costanza *et al.* (1998)

En particular, los valores ambientales se solicitan con frecuencia y se utilizan en los ejercicios de análisis de costo-beneficio. Estos se llevan a cabo para analizar y evaluar proyectos existentes o futuros o esquemas de políticas, y evaluar su contribución al bienestar de la sociedad (Johnston *et al.*, 2015). El uso de valores económicos para informar la toma de decisiones ambientales ha sido aceptado y adoptado por muchas instituciones y organizaciones que han instituido procedimientos y directrices ambientales para proyectos del sector público que enfatizan la necesidad de una evaluación ambiental y un análisis de costo-beneficio.

En particular, para los países en desarrollo, dado el vínculo a menudo aún más importante entre los activos ambientales y su economía, la valoración ambiental se está convirtiendo en un aspecto cada vez más importante de la toma de decisiones. Los organismos multilaterales como el Banco Mundial han iniciado procedimientos y directrices de valoración ambiental como parte integral del proceso de planificación; y, de hecho, los ejercicios de valoración que son transparentes y proporcionan información para los responsables de la formulación de políticas y el público son, con frecuencia, un enfoque valioso para la gestión ambiental y de recursos (Söderqvist *et al.*, 2015).

2.5.3.1. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO Y VALORACIÓN AMBIENTAL

El análisis de costo-beneficio es un procedimiento de toma de decisiones que permite a los analistas y formuladores de políticas sopesar las ganancias (beneficios) y las pérdidas (costos) de una decisión, proyecto o política para la sociedad. Refleja un enfoque lógico para la toma de decisiones, evaluando las ventajas y desventajas de las diferentes opciones para informar una decisión sobre cuál de ellas seguir (Springmann *et al.*, 2016).

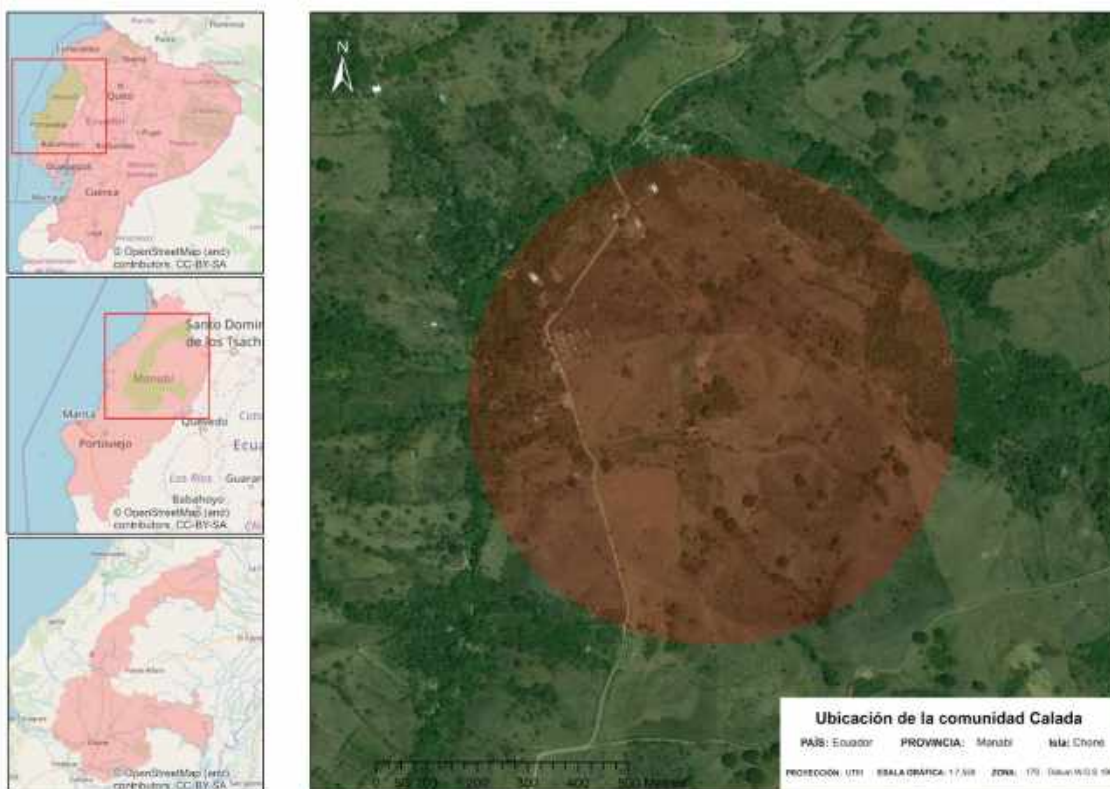
Tiene una base sólida en la teoría económica, ya que representa una prueba de eficiencia económica (si los beneficios superan los costos) en la asignación de recursos escasos; y sus fundamentos económicos se establecieron a principios del siglo XIX para proporcionar una justificación económica para proyectos. Luego se vinculó a la economía del bienestar a mediados del siglo XX y sigue

siendo la principal ayuda para la formulación de políticas y la evaluación de las políticas e inversiones existentes. Se basa en dos principios económicos principales, el principio de Pareto, según el cual hay una mejora en el bienestar si un cambio generado por una política o proyecto mejora la situación para al menos una persona, sin empeorar las cosas para nadie más; y el principio de Kaldor-Hicks, que dice que hay una mejora en el bienestar en una sociedad si los ganadores de una política o proyecto podrían compensar a aquellos que pierden de ella y todavía estar en mejores condiciones (Nas, 2016).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

El trabajo se desarrolló en la provincia de Manabí, cantón Chone, parroquia Eloy Alfaro, comunidad Calada. Limita al norte con la Parroquia Convento (cantón Chone), al Sur con las Parroquias Boyacá y Ricaurte (cantón Chone), al Este con las Parroquias Zapallo y Flavio Alfaro (cantón Flavio Alfaro) y al Oeste con Parroquia San Isidro (cantones Sucre y San Vicente). Las coordenadas geográficas de referencia son: 0° 20'27"16 S y 79°07'16"28 W (mapa 3.1).



Mapa 3.1. Ubicación del sitio de estudio.

3.2. DURACIÓN

El proyecto tuvo una duración de nueve meses partir de su aprobación.

3.3. MÉTODOS

3.3.1. OBSERVACIÓN

Con este método se realizó una observación directa sobre la influencia de la capacidad hídrica que tienen el suelo forestado con caña guadua versus suelos no forestados. Este método permitió la identificación de las fuentes de agua disponibles en el suelo forestado con caña guadua, así como también en el análisis de las condiciones de la comunidad Calada, asociadas a estilos, formas de vida, necesidades insatisfechas, entre otras. Además, contribuyó a la identificación de bienes y servicios ecosistémicos asociados al suelo forestado con caña guadua y no forestados.

3.3.2. ANALÍTICO–CUANTITIVO

El método analítico es un proceso cognoscitivo, que mediante análisis gravimétrico al suelo determinó la capacidad hídrica para establecer comportamiento del suelo forestado con caña guadua versus los suelos no forestados.

3.3.3. INDUCTIVO

Este método se utilizó para inferir sobre la capacidad hídrica del suelo forestado con caña guadua versus los suelos no forestados permitiendo llegar a la conclusión sobre la importancia de la caña guadua en la regulación del recurso hídrico. Otro aspecto importante en el que se destacó este método fue en *relacionar* el valor (ambiental, social y económico) del suelo forestado y no forestados con la situación socioeconómica de la comunidad para encontrar argumentos que respalden las ponderaciones alcanzadas.

3.4. VARIABLE EN ESTUDIO

- **Independiente**

Capacidad hídrica en suelo forestado con caña guadúa y suelo no forestado.

- **Dependiente**

Valor ambiental, económico y social del servicio ecosistémico.

3.5. PROCEDIMIENTO

FASE I. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICO DEL SITIO DE ESTUDIO, EN ÉPOCA SECA

Actividad 1. Se aplicó una encuesta (ver anexo 1). a los jefes de hogar (ver anexo 2) de la comunidad Calada para conocer las condiciones socioeconómicas, importancia ambiental y productiva en torno al aprovisionamiento de agua, fuentes, consumo, etc. EL diseño de la encuesta se lo realizó de acuerdo a sus partes específicas que constó de las siguientes secciones:

- Introducción,
- Preguntas socioeconómicas y demográficas, y
- Preguntas generales sobre el agua disponible en sus hogares.

Actividad 2. Comparación de uso de suelo (año 1998-año 2018) en el sitio de estudio

Las imágenes satelitales que se utilizaron para este estudio fueron adquiridas a través de Landsat 7 ETM para el año 1998 e imagen SENTINEL 2 para el año 2018. La selección del período de tiempo 1998-2018 sirvió como base para este estudio porque representó cómo el uso del suelo ha variado en el área de estudio.

Actividad 3. Identificación de las fuentes de agua disponibles en el suelo forestado con caña guadúa.

Se realizó expediciones en el área de estudio (1,2 Ha, aproximadamente) (anexo 3) para identificar la ubicación de cada una de las fuentes de agua (anexo 4, fuente 1, 2, 3 y 4) que proveen el suelo forestado con caña guadúa. Posteriormente, se realizó un mapa mediante GIS; representando geográficamente los puntos geo referenciados de las fuentes de agua disponibles.

FASE II. DETERMINACIÓN COMPARATIVA DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN HÍDRICA DEL SUELO FORESTADO Y NO FORESTADOS CON CAÑA GUADÚA EN LA ÉPOCA SECA

Actividad 4. Recolección de muestras de suelo.

El área total del suelo forestado con caña guadua es de 1,2 Ha, aproximadamente (ver anexo 5) de las cuales se eligió un total de 200 m² para realizar la toma de muestras. De acuerdo al estudio que se realizó en la época seca, se tomó dos tipos de muestras diferentes:

1. Suelo forestado con caña guadúa (anexo 6).
2. Suelo no forestado (anexo 7).

Las muestras fueron tomadas a profundidades de 0–30 cm; partiendo de estudios realizados por Mamedov (2014), Fashi *et al.* (2016) y Madejón *et al.* (2019) quienes trabajaron con muestras de suelo a diferentes profundidades para analizar la capacidad hídrica. Posteriormente las muestras se homogenizaron para obtener una muestra compuesta. Cada muestra compuesta contenía 9 submuestras recolectadas en parcelas 5m x 4m. En cada una de las parcelas (10 en total), la recolección de las muestras se realizó en tipo zigzag, como lo propone Madejón *et al.* (2019) (ver ilustración 3.1 y 3.2). Finalmente, las muestras fueron secadas al aire libre y pasadas a través de un tamiz de 2 mm. El muestreador de suelo fue un Barreno tipo Oakfield, modelo A 36" tubular cuya extensión es de 30 cm para recolectar las muestras. Esta actividad se repitió en un período de un mes (dos veces por semana) para obtener mayor confiabilidad de los datos.

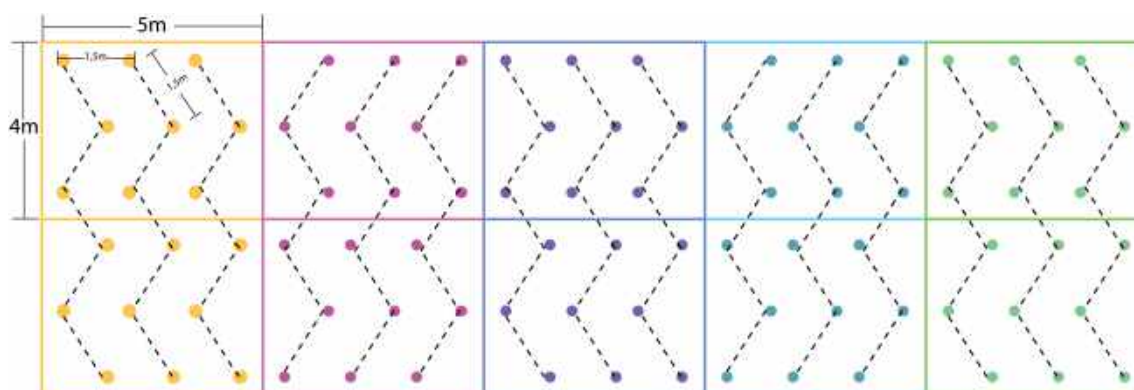


Ilustración 3.2. Representación de las parcelas y puntos para la toma de muestra del suelo.



Ilustración 3.2. Representación de las parcelas y puntos para la toma de muestra del suelo en la imagen satelital del sitio de estudio.

Actividad 5. Análisis de los parámetros físicos-químicos del suelo

A las muestras compuestas de suelo (forestado con caña guadua y no forestados) se les realizó los siguientes análisis:

- **Materia orgánica:** Se determinó utilizando el método de pérdida por ignición descrito por van Herk (2012).
- **Textura:** Se determinó a través de los procedimientos establecidos por Minasny y McBratney (2001) y se verificó el tipo de la misma, de acuerdo al cuadro 2.3 (pg 11-12).
- **Capacidad hídrica:** Se determinó a través de la ecuación 2.1 desarrollada por Mangrich *et al.* (2015), descrita en la pg 12 de este documento.

Los parámetros fueron medidos y analizados en las instalaciones del Laboratorio de Calidad Ambiental de la ESPAM MFL (anexo 8) durante un mes.

FASE III. PONDERACIÓN DEL VALOR AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICO DEL SUELO FORESTADO CON CAÑA GUADÚA A TRAVÉS DE LA CAPACIDAD HÍDRICA

Actividad 6. Valoración ambiental

La valoración ambiental se realizó de acuerdo a los servicios ecosistémicos que provee el suelo forestado con caña guadúa. En este caso se realizó una matriz (ver anexo 9) que indica los servicios de aprovisionamiento, servicios de regulación, servicios de soporte y servicios culturales identificados en el área de estudio (Vogl *et al.*, 2017). A cada servicio identificado se le dio una ponderación ambiental según los criterios de Burkhard *et al.* (2012) definidos en el cuadro 2.5 (pg 34 de este documento). Para la identificación de servicios ecosistémicos se tomó como base la lista de servicios y funciones definidas por Costanza *et al.* (1998).

Actividad 7. Valoración social

Para este caso se hizo una evaluación de los potenciales servicios y beneficios que provee el suelo forestado con caña guadúa a la comunidad local (anexo 10). En este caso, bajo una perspectiva del agua retenida. Además, se aplicó una encuesta (anexo 11) a los habitantes de la comunidad que se abastecen del agua disponible en el área de estudio. La finalidad de la encuesta fue identificar la importancia del servicio ecosistémico a través de escenarios hipotéticos entre la presencia y agotamiento del servicio (Mitchell y Carson, 1989).

Finalmente, se aplicó el método de valor social de los servicios ecosistémicos desde la perspectiva de diferentes actores sociales desarrollado por Cáceres *et al.* (2015), donde los actores sociales (en este caso, los habitantes de la comunidad) según su apreciación de importancia estableció los servicios ecosistémico asociados al área de estudio (ver anexo 12). Por lo tanto, cada beneficiario directo de la comunidad Calada estableció un valor al servicio de capacidad hídrica en suelo forestado con caña guadua, en función de los criterios contemplados en el cuadro 2.5 (pg 34 de este documento) que fueron definidos por Burkhard *et al.* (2012).

Actividad 8. Valoración económica

En la valoración económica, también se aplicó una matriz para estimar el valor económico por cada servicio ecosistémico identificado en el área de estudio (ver anexo 13). Inicialmente, se hizo análisis físico-químicos al agua retenida y se comparó con los criterios establecidos en la Tablas 1, 3, 5 y 9 del Anexo 1 del Libro VI del TULMA Finalmente, de acuerdo a la calidad del servicio, se realizó una valoración económica basada en el método de precio de mercado (Heal, 2000) donde se hizo una estimación entre la cantidad de agua retenida por el suelo forestado con el costo de 1 m³ de agua en los mercados reales. Se eligió el costo a comparar en función del consumo de agua por vivienda, manifestado por los jefes de hogar en la encuesta y la calidad del agua retenida (anexo 14). El valor económico del agua se estimó con el volumen demandado por las viviendas y el costo del m³ (Costanza *et al.*, 2014) de una planta local.

FASE IV. ESTABLECIMIENTO DE UNA ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN DEL SUELO FORESTADO CON CAÑA GUADÚA**Actividad 9. Elaboración de un Plan de Manejo Ambiental**

El Plan se diseñó en función de los resultados de la investigación. Para esto, se definió cada una de las partes del plan: Objetivos, lugar de aplicación, responsable de la ejecución, control y seguimiento del plan, las medidas o estrategias propuestas, los medios de verificación y el plazo (anexo 15) para cumplir cada propuesta. Para esto, se utilizó una matriz de marco lógico adaptada al estudio (MAE, 2019). El Plan comprendió los siguientes subplanes:

1. Capacitación y educación ambiental
2. Reforestación
3. Manejo de residuos agropecuarios
4. Relaciones comunitarias

Actividad 10. Socializar el Plan de Manejo Ambiental a los actores de la comunidad

Esta actividad se desarrolló de acuerdo a los lineamientos de la Subsecretaría de calidad ambiental de Ecuador quien establece que un Plan de Manejo Ambiental debe ser comunicado a la comunidad directa del proyecto a través de capacitaciones y educación ambiental. En este caso se dio a conocer medidas y estrategias de conservación asociadas a la caña guadua disponible en la zona. Para esto, previamente, la comunidad fue convocada a través de su líder comunitario quien distribuyó cartas de invitación para la reunión (anexo 16) donde se dio a conocer el PMA con sus respectivas medidas de conservación, responsables de las actividades, plazos, entre otros (MAE, 2017).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FASE I. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICO DEL SITIO DE ESTUDIO, EN ÉPOCA SECA

4.1.1. APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS SOCIALES

La mayoría de habitantes de la comunidad Calada desarrollan como principales actividades económicas la agricultura (36,4%) sumado a ello realizan también las distintas labores requeridas por fincas, siendo contratados por los dueños de estas en calidad de jornaleros (36,4%) dando como resultado un (72,8%). La totalidad de jefes de hogar no cuentan con ingresos fijos (cuadro 4.1); lo que no permite desarrollar inversiones que fomente el desarrollo económico del lugar. Es importante destacar que la mayoría de la población (90,9%), solamente cuenta con estudios primarios. Esto puede ser una de las razones por las que la población desconoce temas asociados a los servicios ecosistémicos locales y podría traducirse a la destrucción de los mismos; basándose en el argumento de López (2015) quien afirma que el conocimiento es el recurso básico para la apropiación de la naturaleza y con ello su valoración.

Cuadro 4.1. Respuesta a instrumento social sobre características socioeconómicas de la población.

Variable	Opciones	<i>f</i>	%
Género	Hombre	11	100
	Mujer	0	0
Estado civil	Casado	0	0
	Divorciado	0	0
	Unión libre	10	90,9
	Viudo	1	9,1
Nivel de estudios	Ninguno	0	0
	Primaria	10	90,9
	Secundaria	1	9,1
	Tercer nivel	0	0
Número de familias en la vivienda	Una familia	10	90,9
	Dos familias	1	9,1
Ocupación	Jornalero	4	36,4
	Agricultor independiente	4	36,4
	Tradiciones (sanar picados de culebras)	1	9,1
	Estudiante	0	0
	Comerciante	1	9,1
	Empleado público	0	0
	Jubilado	1	9,1
Contribuyente de ingresos al hogar	Jefe(a) del hogar	10	90,9
	Cónyuge	0	0
	Otros miembros de la familia	1	9,1
Estado de ingresos	Estable	0	0
	Variable	11	100

4.1.2. COMPARACIÓN DE USO DE SUELO ACTUAL DEL PERIODO 1998-2018 EN EL SITIO DE ESTUDIO

Desde el año 1998, el área de estudio ha sufrido un impacto dramático asociado a la deforestación. En el cuadro 4.2 se detalla los usos y cambios de suelo que ha tenido la comunidad Calada en un área de 150 Ha, aproximadamente.

Cuadro 4.2. Área y % de uso y cambios del suelo en comunidad Calada 1998-2018.

Uso de suelo			Variación			Cambio de uso de suelo		
Clasificación	1998		2018		1998-2018	Clasificación	1998-2018	
	Ha	%	Ha	%	Ha		Ha	%
Suelo desnudo	23,44	15,59	72,05	47,93	48,61	Deforestación	72,76	48,40
Vegetación clara	32,27	21,47	29,23	19,45	3,04	Revegetación	20,46	13,61
Vegetación densa	94,62	62,64	49,05	32,63	45,57	Sin cambio	57,11	37,99
Área general	150,33	100,00	150,33	100,00	----	Área general	150,33	100,00

Fuente: SENTINEL 2009-2018

Como se aprecia en el (anexo 17), durante el año 1998 las dinámicas de uso del suelo eran más ajustadas a la conservación del mismo, destacándose el 62,64% con vegetación densa y en una menor proporción (21,47%) la vegetación clara. Solamente el 15,59% del territorio (23,44 Ha) correspondía a suelo desnudo.

En el mismo contexto, en la actualidad han variado mucho las condiciones de uso del suelo en esta misma área, siendo la mayor parte del territorio (47,93%) suelo desnudo, asociado a la deforestación en el sitio. Aproximadamente, la mitad del territorio que en el 1998 era ocupado por vegetación densa (32,63%), misma que se mantiene en la actualidad. En lo relacionado a la vegetación clara, no ha existido variación, actualmente el 19,45% correspondiente a este uso (anexo 18)

Desde 1998 hasta 2018, el 48,40% del territorio ha sido deforestado, mientras que cerca del 38% no ha sufrido cambios y el 13,61% se está regenerando de manera natural porque no hay influencia directa de los habitantes, ya que estos migran a ciudades con mayores índices de empleabilidad (anexo 19).

La mayor parte de los territorios son deforestados como una alternativa para la generación de fuentes económicas; implicando la transformación de espacios naturales en zonas agrícolas. Esto conlleva a otros problemas como el agotamiento de bienes ambientales e inexistencia de servicios ecosistémicos

que puedan satisfacer las necesidades humanas en años futuros. Estos hallazgos se asocian a las expresiones de Carrión y Armando (2017) quienes han demostrado que los patrones de uso de suelo son modificados en los últimos años a una tasa acelerada

4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA DISPONIBLES EN EL SUELO FORESTADO CON CAÑA GUADÚA

Se identificó cuatro fuentes de agua dentro del área de estudio (ilustración 4.1); las cuales permiten abastecer a diferentes hogares de la comunidad de este recurso, a través de instalaciones con mangueras o tuberías simples que se conectan desde cada fuente y se distribuye hasta los hogares (anexo 6, fuente2).



Ilustración 4.1. Fuentes de agua identificadas en el área de estudio.

En el cuadro 4.3 se detallan las coordenadas geográficas correspondientes a las cuatro fuentes de agua disponibles en los suelos forestados con caña guadúa; mostrando que están muy próximas en distancias de ubicación.

Cuadro 4.3. Coordenadas geográficas de las fuentes de agua identificadas en el área de estudio.

Clasificación	x	Y
Fuente 1	597727	9962290
Fuente 2	597770	9962327
Fuente 3	597734	9962308
Fuente 4	597755	9962323

4.2. FASE II. DETERMINACIÓN COMPARATIVA DE LA CAPACIDAD HÍDRICA DEL SUELO FORESTADO Y NO FORESTADOS CON CAÑA GUADÚA EN LA ÉPOCA SECA

4.2.1. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS DEL SUELO

Textura

En el gráfico 4.1 se aprecia que la textura del suelo forestado con caña guadúa tuvo una composición óptima (franco limoso) que permite el buen funcionamiento de procesos biológicos y productivos. Es así que autores como Ulyanov *et al.* (2016) encuentran a este tipo de suelos como “ideales” para el equilibrio biológico. El suelo forestado tiene el potencial de albergar el follaje de las especies vegetativas y que a su vez éste le sirva de protección, dando como resultado un suelo más saludable y rico en materia orgánica y elementos nutritivos (Chari, 2018).

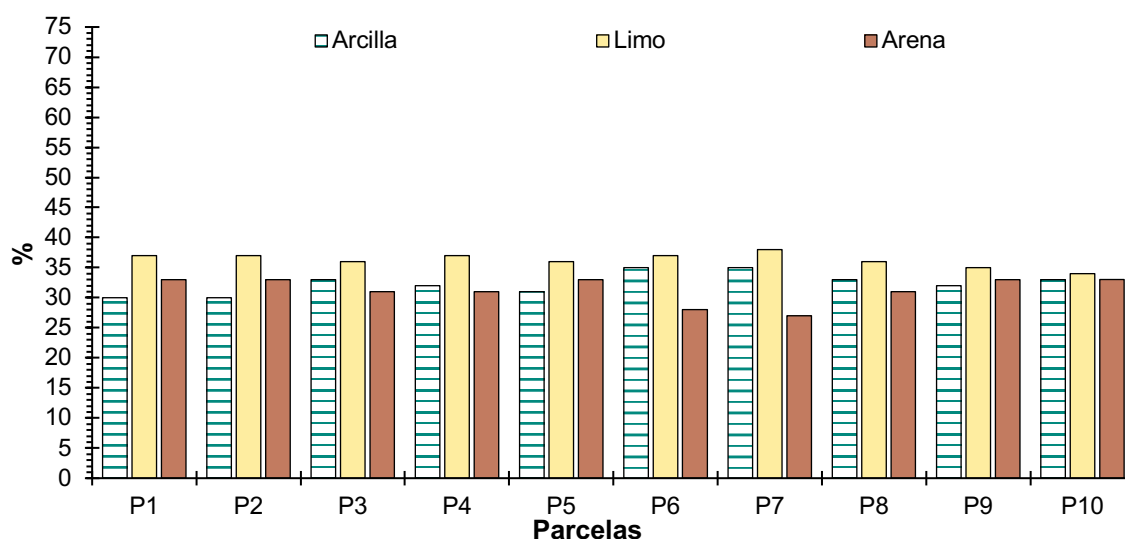


Gráfico 4.1. Textura del suelo forestado con caña guadúa.

Elaboración: Loor y Vera (2019)

Por otra parte, en el gráfico 4.2 se muestra cómo ocurre una variación en la textura de los suelos no forestados. En este tipo de suelo predominó la propiedad de limo, con tendencia a franco arenoso y franco limoso; lo que indica que los suelos están más propensos a la erosión hídrica debido a que las partículas por su tamaño pierden la capacidad de proteger el suelo; dejando mayor capacidad de escurrimiento.

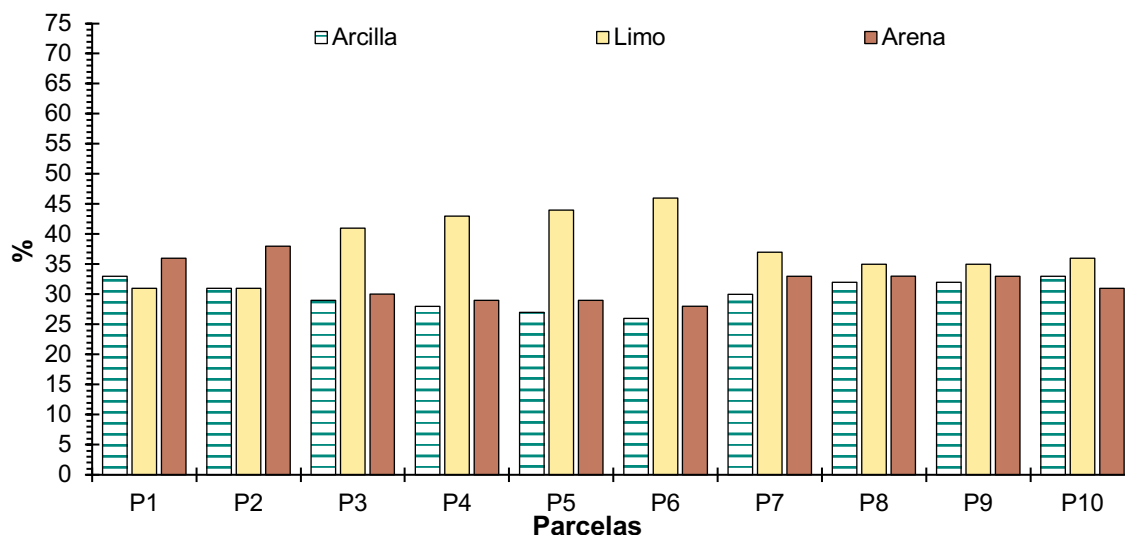


Gráfico 4.2. Textura del suelo no forestado.

Elaboración: Loor y Vera (2019)

En el cuadro 4.4 se detalla en resumen la textura predominante por cada una de las parcelas muestreadas; según los dos tipos de suelo analizados, se encontró que el suelo forestado con caña guadúa en las parcelas analizadas, tiene textura franco limoso, mientras que el suelo no forestado, sí tiene variaciones ligeras de texturas, desde franco arenoso hasta franco limoso, pero con mayor predominancia limoso.

Cuadro 4.4. Resumen de la Textura del suelo forestado con caña guadua y no forestado

	Suelo forestado	Suelo no forestado
P1	Franco limoso	Franco arenoso
P2	Franco limoso	Franco arenoso
P3	Franco limoso	Limoso
P4	Franco limoso	Limoso
P5	Franco limoso	Limoso
P6	Franco limoso	Limoso
P7	Franco limoso	Limoso
P8	Franco limoso	Franco limoso
P9	Franco limoso	Franco limoso
P10	Franco limoso	Franco limoso

El suelo forestado mantiene una mejor calidad en los parámetros analizados. En el cuadro 4.5 se muestra cómo este tipo de suelo es más rico en materia orgánica y que a su vez tiene un mayor potencial para la capacidad hídrica (275 mm agua/m suelo) de suelo, a diferencia del suelo no forestado que solamente puede captar (139 mg agua/mg suelo). El parámetro de materia orgánica también predomina en el suelo forestado con un promedio de 6,46%; mientras que el suelo no forestado solamente alcanza un nivel promedio de 3,33%.

Cuadro 4.5. Análisis de los parámetros del suelo.

Punto	Unidad	Materia orgánica		Unidad	Capacidad hídrica	
		Suelo forestado	Suelo no forestado		Suelo forestado	Suelo no forestado
P1	%	6,76	4,74	mg agua/mg suelo	274	137
P2	%	5,51	2,43	mg agua/mg suelo	273	135
P3	%	4,42	3,67	mg agua/mg suelo	278	141
P4	%	7,36	5,64	mg agua/mg suelo	273	138
P5	%	4,89	2,91	mg agua/mg suelo	269	142
P6	%	6,92	2,51	mg agua/mg suelo	276	140
P7	%	6,68	3,66	mg agua/mg suelo	275	137
P8	%	7,57	2,62	mg agua/mg suelo	278	139
P9	%	7,61	2,44	mg agua/mg suelo	277	142
P10	%	6,87	2,64	mg agua/mg suelo	277	139
	Promedio	6,46	3,33	Promedio	275	139

En la ilustración 4.5 se representa el suelo forestado y su capacidad hídrica que, a pesar de ser época seca se encuentra húmedo. Además, es notable la riqueza de materia orgánica debido a la tonalidad del suelo que de acuerdo a Araújo *et al.* (2015) los suelos oscuros tienen un alto contenido de materia orgánica. Asimismo, se puede notar la presencia de micorrizas; lo que indica que es un suelo saludable, a diferencia del suelo no forestado que se encuentra seco y de una tonalidad más clara, como indicador de menor abundancia de materia orgánica (ilustración 4.6).



Ilustración 4.2. Aspecto del suelo forestado con caña guadua en época seca



Ilustración 4.3. Aspecto del suelo forestado con caña guadua en época seca

En el cuadro 4.6 se presenta una comparación de los valores encontrados en los tres parámetros analizados (en los dos tipos de suelos) con la normativa mexicana de calidad del suelo (NOM-021-SEMARNAT).

Cuadro 4.6. Comparación de los parámetros analizados con una normativa de calidad de suelo.

Parámetros	Unidad	NOM-021-SEMARNAT	Suelo forestado	Nivel de cumplimiento	Suelo no forestado	Nivel de cumplimiento
Textura		Francosa	Franco limoso	C	Limoso	NC
Materia orgánica	%	>6,0	6,46	C	3,33	NC
Capacidad hídrica	g agua/100g suelo	20-35	27,5	C	13,9	NC

Se encontró que los tres parámetros analizados: Textura, Materia orgánica y Capacidad hídrica del suelo forestado con caña guadúa sí se enmarcan a la NOM-021-SEMARNAT, a diferencia de la muestra de suelo no forestado que ningún parámetro se encuentra enmarcada a los índices de calidad. Esto permite asociar al suelo forestado como una de las soluciones ecológicas que Ortega (2013) plantea para países como Ecuador donde la caña guadúa puede funcionar como una barrera natural de protección del suelo.

4.2.2. DEMANDA DE AGUA DE LA POBLACIÓN DE LA COMUNIDAD CALADA

En el cuadro 4.7 se muestran las necesidades de consumo de agua demandada por los habitantes de la comunidad Calada. Los volúmenes demandados oscilan entre 6000-150000 L/mes. Los hogares con mayor demanda de agua son aquellos cuya actividad económica se basa en la agricultura, y ante esto, requieren un mayor consumo de agua que no solamente se asocia a las necesidades del hogar, sino que también a actividades productivas.

Cuadro 4.7. Demanda de agua de la población de la comunidad calada

Hogares	# de personas	Consumo de agua diario (L)	Consumo mensual (L)
Hogar 1	3	600	18000
Hogar 2	4	200	6000
Hogar 3	4	5000	150000
Hogar 4	3	200	6000
Hogar 5	5	1000	30000
Hogar 6	9	1000	30000
Hogar 7	5	1000	30000
Hogar 8	4	1000	30000
Hogar 9	4	600	18000
Hogar 10	4	600	18000
Hogar 11	2	400	12000
Total	47	11600	348000

Elaboración: Loor y Vera (2019)

Otro aspecto importante que influyó en la demanda de agua fue el número de habitantes por hogar. Generalmente, los hogares con menos habitantes requieren un menor consumo de agua, puesto que son personas mayores, o sus actividades principales se limitan solamente en el hogar. La mayoría de consumos diarios por hogar, se ajustan a los promedios de consumo por persona en Ecuador, que de acuerdo a Alarcón (2018), corresponde a 249 L/persona; más del 40% que el promedio de la región.

4.2.3. MEDICIÓN DEL CAUDAL DE AGUA

Se realizó la medición del caudal de las fuentes de agua en el área forestada con caña guadua de la finca La Fuente, comunidad Calada (Gráfico 4.5). Los caudales registrados por cada fuente varían considerablemente, alegando que las fuentes 2 y 3 son empleadas para suministrar de agua a 11 hogares de la comunidad. Las fuentes 1 y 4 son empleadas solamente para usos de actividades en la finca, tales como: abrevaderos para las vacas, actividades domésticas, riego agrícola y consumo directo.

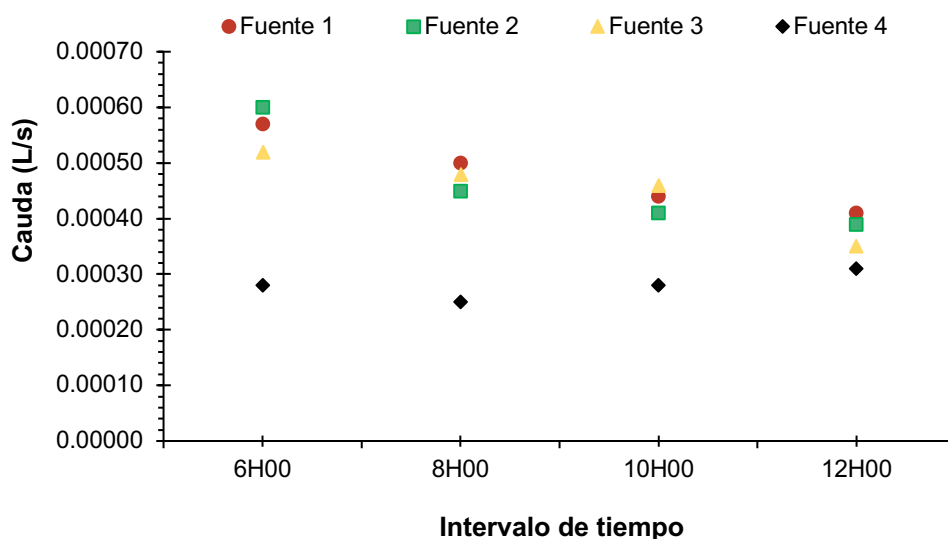


Gráfico 4.3. Caudales registrados de las fuentes de agua que provee el área forestada con caña guadua en finca La Fuente.

Elaboración: Loor y Vera (2019)

El área forestada con caña guadua suministra un caudal promedio de 145 m³/d que corresponde a 4341,52 m³/mes por las cuatro fuentes. Esto quiere decir que dicho caudal si se satisface la demanda actual del líquido vital para la comunidad ya que esta tiene un consumo mensual de (348 m³/mes).

4.2.4. ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA DE LAS CUATRO FUENTES

En el cuadro 4.8 se aprecia los parámetros analizados del agua y la comparación con los niveles establecidos en el TULSMA (2015). Se encontró que la mayoría de los parámetros analizados son óptimos para los criterios de calidad estipulados en la Tabla 1 (Consumo humano), Tabla 3 (Riego agrícola), Tabla 5 (Pecuario) y Tabla 9 (Descarga a cuerpos de agua dulce) del Anexo 1, Libro VI de la calidad ambiental (TULSMA, 2015). Esto indica que la calidad del agua en las cuatro fuentes es óptima en parámetros físico-químicos para estos consumos.

Cuadro 4.8. Niveles de los parámetros físico-químicos analizados

Parámetros	Unidad	LMP (TULSMA, 2015)				Valores encontrados F1			
		Tabla1 Cons. hum	Tabla3 Riego agri.	Tabla5 Pec	Tabla 9 Descarga agua dulce	F1	F2	F3	F4
pH	---	6-9	6-9	N/A	6-9	6,94	6,97	6,94	6,76
Color	ptCo	75	N/A	N/A	N/A	4,0	2,8	3,0	16,0
Turbiedad	NTU	100,0	N/A	N/A	N/A	0,69	0,79	0,72	0,78
Sólidos totales	mg/L	N/A	N/A	N/A	1600	548,0	561,0	547,0	568,0
Sólidos disueltos	mg/L	N/A	N/A	3000	N/A	410,0	405,0	408	417,0
Sólidos suspendidos	mg/L	N/A	N/A	N/A	130	137,0	143,0	142,0	138,0
Nitritos	mg/L	0,2	0,5	0,2	N/A	0,0	0,07	0,12	0,09
Nitratos	mg/L	50,0	N/A	50	N/A	0,08	0,07	0,12	0,09
Sulfatos	mg/L	500	250	N/A	1000	71,0	76,0	74,0	80,0
Cloruros	mg/L	N/A	N/A	N/A	1000	63,81	66,48	68,46	67,16

Elaboración: Loor y Vera (2019)

El agua analizada se ajustó a los niveles establecidos en el TULSMA, exceptuando los de sólidos suspendidos. La concentración de éstos en las cuatro fuentes sobrepasó el LMP establecido por la normativa, esto puede ser causado por la turbulencia de la caída del agua o por intervención antropogénica que de acuerdo con Mayoral y Niyeth (2019) la alta presencia de sólidos suspendidos aumenta la turbidez que es uno de los principales factores que vuelve más costoso el tratamiento de agua.

Parámetros como el pH, tanto para agua de consumo humano, riego agrícola y descarga a cuerpos de agua dulce mantuvieron niveles dentro del rango de límites permisibles a pesar que dichos niveles de pH variaron en las cuatro fuentes, cuyos valores quedaron entre 6,76-6,94; siendo este un pH casi neutro con ligera tendencia a la acidez. Autores como Calza (2014) en su estudio sobre

agua de consumo humano de la parroquia Simiatug, obtuvo como resultado valores de pH entre 7,01 y 8,35; lo que concuerda con los resultados obtenidos en este análisis.

El color analizado en las cuatro fuentes de agua, también se ajustó a los niveles establecidos en el TULSMA para consumo humano y doméstico. Los valores encontrados fueron casi transparentes, con niveles desde 2,8 hasta 16 ptCo; demostrando que el agua del suelo forestado tiene baja la presencia de sólidos disueltos totales. Los niveles encontrados son muy bajos; lo que lo convierte en un indicador para que este tipo de agua sea viable económicamente para un tratamiento de purificación. Esto bajo los criterios de investigaciones (Mather *et al.*, 2015; Mores *et al.*, 2016) que concuerdan en que uno de los problemas graves que enfrenta la tecnología de tratamiento de agua es la alta turbidez porque implica mayores costos de inversión y operativos.

Por otra parte, los sólidos totales y disueltos también se encuentran ajustados a los niveles permisibles establecidos por el TULSMA. Se puede apreciar que el nivel de sólidos disueltos, en comparación con la normativa (Tabla 5, uso Pecuario) es 7 veces menor aproximadamente. De acuerdo con Jiménez *et al.*, (2018) es favorable ya que los valores elevados en estos parámetros pueden afectar el color, olor y sabor del agua.

De la misma forma los nitratos, en comparación con la normativa (Tabla 1 de consumo humano y tabla 5 de uso pecuario) se encuentran dentro de los LMP, aunque Calada es un lugar que practica la agricultura como principal actividad y se utilizan ciertas cantidades abonos químicos. Esto quiere decir que el uso de los mismos no es intensivo en esta área, bajo este criterio (REA, 2018) concuerda al mencionar que la contaminación de las aguas por nitrados se da en zonas donde la ganadería y la agricultura son intensivas ya que en esta última se utilizan grandes cantidades de abonos químicos y sumado a ello los excrementos animales (abonos naturales) que suelen tener importantes cantidades de compuestos nitrogenados mismos que son absorbidos por las plantas, se infiltran a través del suelo y alcanzan las aguas subterráneas, contaminando pozos y acuíferos. Por último, cabe destacar que los niveles de nitrito, sulfatos y cloruros no excedieron los límites permisibles en ninguna de las cuatro fuentes.

4.3. FASE III. PONDERACIÓN DEL VALOR AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICO DEL SUELO FORESTADO CON CAÑA GUADÚA A TRAVÉS DE LA CAPACIDAD HÍDRICA

4.3.1. VALORACIÓN AMBIENTAL

De acuerdo a la valoración ambiental se encontró que el suelo forestado con caña guadua están asociados a otros servicios que contribuyen en el equilibrio de los ecosistemas locales, por ejemplo, biodiversidad. En el cuadro 4.9 se muestra que la ponderación basada en criterios ambientales para el suelo forestado a través de la capacidad hídrica se presenta en condiciones de *Muy buena* y *Buena*.

En la ilustración 4.7 se muestra que la capacidad hídrica provee servicios asociados con el abastecimiento de agua dulce; permitiendo el desarrollo ideal y en buen estado de otras especies como el *Theobroma cacao* que sirve de materia prima. Ambos servicios se enmarcan en el grupo de Aprovechamiento y alcanzaron una ponderación Buena (entre 72-80). El follaje de la caña guadua provee sombra necesaria para generar las condiciones ideales para esta especie.



Ilustración 4.4. Contribución de la capacidad hídrica del suelo forestado con caña guadua en el desarrollo de otras especies vegetales como *Theobroma cacao*.

Elaboración: Loor y Vera (2019)

Dentro de los servicios de Soporte asociado a la capacidad hídrica, se destacó la biodiversidad, a la cual se le asignó una ponderación Buena (71). En la ilustración 4.5 se muestra un ejemplar de *Ipomoea purpurea* que se desarrolla en el suelo forestado con caña guadua a través de la disponibilidad de agua y nutrientes en el área. Por otra parte, como lo muestra la imagen 4.9 el suelo forestado con caña guadua sirven como hábitat para especies silvestres típicas de la zona como el armadillo (*Dasyproctidae*); asegurando una mayor diversidad.



Ilustración 4.5. *Ipomoea purpurea*, especie que vive en simbiosis con otras especies desarrolladas en el suelo forestado con caña guadua.



Ilustración 4.6. Cueva presente en el suelo forestado con caña guadua de especie *Dasyproctidae*

La retención del suelo (80 puntos) también tuvo una ponderación Buena debido a que el sistema radicular de la caña sirve de soporte en el suelo; lo que evita posibles eventos de deslizamientos. Esto coincide con Ortega (2013) quien detalló que la caña guadua contribuye eficientemente a conservar y recuperar el suelo, gracias a su sistema radicular entrelazado y la gran cantidad de rizomas que tiene. Por otra parte, los servicios de Regulación, también se ponderó con un nivel de Bueno a Muy bueno porque la caña guadua permite guardar agua suficiente que a través del ciclo hidrológico contribuye en la regulación del clima local, permitiendo la presencia de lluvias que a su vez mantienen el aire más limpio. Finalmente, se valoró a los servicios culturales como Bueno porque a pesar que tiene potencial natural para fomentar la cultura, esparcimiento y recreación, no existen suficientes facilidades que permitan su desarrollo.

Cuadro 4.9. Ponderación ambiental de la capacidad hídrica en el suelo forestado con caña guadua.

Tipo de servicios	Servicios identificados	Atributo o función de los ecosistemas	Nivel del atributo de las capacidades para suministrar servicios ecosistémicos	Ponderación cuantitativa establecida por investigadoras	Ponderación cualitativa establecida por investigadoras
Aprovisionamiento	1. Materias primas	Construcciones	4	72	Buena
	2. Abastecimiento de agua	Calidad	4	80	Buena
Regulación	3. Calidad del aire	Purificación del aire local	5	90	Muy buena
	4. Regulación climática	Presencia de lluvias	5	91	Muy buena
	5. Tratamiento de residuos	Degradación natural	4	75	Buena
Soporte	6. Retención del suelo	Prevención de deslaves	4	80	Buena
	7. Biodiversidad	Preservación de especies nativas	4	71	Buena
Culturales	8. Recreación	Entretenimiento de la población	4	70	Buena
	9. Cultura	Preservación de casas ancestrales	4	80	Buena
	10. Esparcimiento	Disfrute de la naturaleza	4	80	Buena

Elaboración: Loor y Vera (2019)

4.3.2. VALORACIÓN SOCIAL

En el cuadro 4.10 muestra que la valoración social obtuvo una ponderación menor, en comparación con la valoración ambiental. En este caso, cinco valoraciones ofrecidas por los habitantes locales registraron una ponderación Regular, identificando a los servicios ecosistémicos de materias primas, abastecimiento de agua, biodiversidad, retención del suelo y esparcimiento. A pesar de esta ponderación, otros participantes que también asocian a estos mismos servicios con el ecosistema del área forestada con caña guadúa, expresaron una ponderación cualitativa de Buena y Muy buena, sobre todo en los servicios de materias primas y abastecimiento de agua; aunque en un caso de todo el estudio, se integró al servicio de Recreación con la ponderación más alta.

Los habitantes locales valoran poco, sobretodo, los servicios ecosistémicos culturales y de regulación que se generan a través de la capacidad hídrica en suelo forestado con caña guadua. Sin embargo, todos los actores sociales participantes consideraron importante el abastecimiento de agua, esto se debe a que son beneficiarios directos de este servicio, lo que ha sido asociado a los argumentos de Ringold *et al.* (2013) quienes afirman que un beneficio inmediato de los ecosistemas a los actores locales, permite una mayor valoración de los mismos.

Cuadro 4.10. Ponderación social de la capacidad hídrica en el suelo forestado con caña guadua.

Actor social	Área de estudio Cañaveral de finca La Fuente			Nivel del atributo, según la cobertura de demandas humanas	Ponderación cualitativa establecida por la población beneficiaria
Jefe de hogar 1	1	2	7	3	Regular
Jefe de hogar 2	1	2	8	5	Muy buena
Jefe de hogar 3	1	2	7	4	Buena
Jefe de hogar 4	1	2	6	7	Regular
Jefe de hogar 5	1	2	7	4	Buena
Jefe de hogar 6	1	2	7	4	Buena
Jefe de hogar 7	2	6	10	3	Regular
Jefe de hogar 8	2	7		5	Muy buena
Jefe de hogar 9	2	6		3	Regular
Jefe de hogar 10	1	2	7	3	Regular
Jefe de hogar 11	1	2	7	5	Muy buena
Jefe de hogar 12	1	2	7	5	Muy buena

1 Materias primas	2 Abastecimiento de agua	3 Calidad del aire	4 Regulación climáticas	5 Tratamiento de residuos
6 Retención del suelo	7 Biodiversidad	8 Recreación	9 Cultura	10 Esparcimiento

Elaboración: Loo y Vera (2019)

4.3.3. VALORACIÓN ECONÓMICA

Como se ha señalado, el valor de muchos tipos de capital natural y servicios ecosistémicos puede no ser fácilmente detectable a través de mercados que funcionen bien, o puede no aparecer en los mercados en absoluto. Por ejemplo, la mejora estética de un bosque puede alterar los gastos recreativos en este sitio, pero este cambio en el gasto no tiene relación necesaria con el valor de la mejora (Adams, 2014). Si se realiza una proyección en el valor que tendría un área aproximada de 1 ha en zonas rurales el valor solamente sería \$2225 (Cuadro 4.11). La calidad mejorada de las áreas forestadas puede mejorar a través del tratamiento de residuos, ahorrando en costos potenciales de tratamiento.

Cuadro 4.11. Valoración económica en función de la capacidad hídrica del suelo forestado con caña guadúa.

Tipo de servicios	Servicios identificados	Bioma	Área (m ²)	Valor (\$/m ²)
Aprovisionamiento	1. Materias primas	Vegetación	600	300.00
	2. Abastecimiento de agua	Vegetación, clima	200	100.00
Regulación	1. Calidad del aire	Vegetación	600	300.00
	2. Regulación climática	Clima	600	300.00
	3. Tratamiento de residuos	Microorganismos	350	175.00
Soporte	1. Retención del suelo	Vegetación	200	100.00
	2. Biodiversidad	Vegetación, clima	600	300.00
Culturales	1. Recreación	Clima, cuerpos de agua	600	300.00
	2. Cultura	Vegetación	100	50.00
	3. Esparcimiento	Vegetación	600	300.00
			Total	2225.00

Elaboración: Loor y Vera (2019)

Finalmente, se presenta la proyección del costo mensual de la capacidad hídrica a través de las condiciones de calidad de agua estimadas, el consumo de agua por vivienda respondido en la encuesta a jefes de hogar y el costo mensual de m³ de agua potable ya que los resultados mostraron un nivel óptimo (Cuadro 4.12).

Cuadro 4.12. Proyección del valor económico de la capacidad hídrica.

Consumo de agua diario (L)	Consumo mensual	Costo del m ³	Costo mensual por casa
600	18000	0.35	6.3
200	6000	0.35	2.1
5000	150000	0.35	52.5
200	6000	0.35	2.1
1000	30000	0.35	10.5
1000	30000	0.35	10.5
1000	30000	0.35	10.5
1000	30000	0.35	10.5
600	18000	0.35	6.3
600	18000	0.35	6.3
400	12000	0.35	4.2
Total	348000	---	\$ 121.8

Elaboración: Loor y Vera (2019)

Mensualmente se puede generar una utilidad de \$121,80; lo que permitiría que este lugar sea valorado más y a la vez los propietarios consideren su conservación, y a la vez obtener rentabilidad.

4.4. FASE IV. ESTABLECIMIENTO DE UNA ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN DEL SUELO FORESTADO CON CAÑA GUADÚA

4.4.1. ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

INTRODUCCIÓN

El PMA es un instrumento de gestión destinado a proveer un conjunto de subplanes (programas, procedimientos, prácticas y acciones) orientados a prevenir, eliminar, minimizar, controlar y compensar los efectos negativos en las áreas forestadas con caña guadúa, Comunidad Calada. El PMA está diseñado conforme a los hallazgos relevantes encontrados en la investigación; destacando al agua retenida del suelo forestado con caña guadúa como un servicio ecosistémico de valor importante en lo ambiental, social y económico. Este Plan integra la implementación de medidas preventivas y no correctivas debido a que

se enfoca más en la educación ambiental, como aspecto clave en el desarrollo sostenible de la comunidad local.

OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

▪ **General**

Brindar la orientación necesaria para la toma de decisiones sobre el manejo ambiental de las áreas forestadas con caña guadúa de la comunidad Calada; basada en la normativa ambiental vigente y otras leyes aplicables.

▪ **Específicos**

1. Proponer mecanismos de manejo orientados a la prevención de efectos ambientales negativos en las áreas forestadas con caña guadúa de la comunidad Calada.
2. Fomentar la apreciación de los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos de las áreas forestadas con caña guadúa de la comunidad Calada.

El plan de manejo ambiental se constituye de los siguientes programas:

1. Programa de capacitación y educación ambiental.
2. Programa de reforestación.
3. Programa de manejo de excretas bovinas.
4. Programa de relaciones comunitarias.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL						
Objetivo: Capacitar y educar a los habitantes de la comunidad Calada a través de charlas sobre los aspectos medioambientales, que permitan la conservación de los recursos naturales y que las actividades de la comunidad se realicen en armonía con el ambiente.						PMA-01
LUGAR DE APLICACIÓN: Comunidad Calada						
Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Responsable	Período
Falta de capacitación en temas de educación ambiental	Error en la toma de decisiones para la conservación del ambiente	Implementar un programa de capacitación a la comunidad influenciada por el estudio mediante la entrega de trípticos o afiches en donde se incluya temas relacionados con educación ambiental. Manejo adecuado de los desechos forestales	$\frac{\text{Cantidad de trípticos entregados}}{\text{Cantidad de trípticos elaborados}}$	Registros fotográficos de la entrega de trípticos	Líder de la comunidad Calada	Anual
Perdida de cobertura vegetal	Afectación de los componentes ambientales	Desarrollar capacitaciones sobre la conservación de las áreas forestadas con caña guadua y especies nativas de la zona.	$\frac{\# \text{ de capacitaciones efectuadas}}{\# \text{ de capacitaciones planificadas}}$	Registros de capacitaciones Registro fotográfico	Líder de la comunidad Calada	Anual
Falta de concientización ambiental	Contribución con el deterioro del ambiente	Impartir capacitaciones en temas asociados a los servicios ecosistémicos provistos por las áreas forestadas o conservadas entre los temas a considerar se mencionan a continuación: <ul style="list-style-type: none"> • Manejo y cuidado de especies forestales. • Conservación y cuidado de la biodiversidad faunística. • Manejo y cuidado del recurso agua. 	$\frac{\# \text{ de capacitaciones efectuadas}}{\# \text{ de capacitaciones planificadas}}$	Registros de capacitaciones Registro fotográfico	Líder de la comunidad Calada	Anual

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN						
Objetivo: Recuperar espacios degradados de la comunidad Calada mediante la reforestación con especies nativas y caña guadua.						PMA-02
LUGAR DE APLICACIÓN: Comunidad Calada						
Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Responsable	Período
Carencia de un vivero	Extinción de especies	Implantar un vivero comunitario en donde se cultive especies arbóreas nativas del lugar como Guachapelí, Caoba, Pechiche, entre otras, incluida la caña guadúa.	$\frac{\text{Vivero adecuado}}{\text{Vivero necesario}}$	<ul style="list-style-type: none"> • Registro fotográfico del vivero • Registro de cultivos de especies nativas 	Líder de la comunidad Calada	Anual
Deforestación	Pérdida de servicios eco sistémicos	Implementar un programa de forestación en las zonas aledañas (deforestadas) a las fuentes de agua con especies cultivadas en el vivero comunitario.	$\frac{\# \text{ de plantas sembradas}}{\# \text{ de plantas planificadas a sembrar}}$	<ul style="list-style-type: none"> • Registro fotográfico la forestación • Registros de siembra 	Líder de la comunidad Calada	Anual
Perdida de cobertura de caña guadua	Escases del recurso hídrico	Potenciar la forestación con especies de caña guadua del área en estudio (fuentes de agua) en un radio de aproximadamente de 1000 m.	$\frac{\text{Total de área forestada}}{\text{Área planificada a forestar}}$	<ul style="list-style-type: none"> • Registros fotográficos • Registros de siembra de especies de caña guadua 	Líder de la comunidad Calada	Anual

PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS AGROPECUARIOS						
Objetivo: Realizar una gestión integral de los residuos agropecuarios generados en la comunidad Calada						PMA-03
LUGAR DE APLICACIÓN: Comunidad Calada						
Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Responsable	Período
Generación de excretas bovinas y porcinas	Alteración de las propiedades del suelo y agua	Se recomienda aprovechar los residuos bovinos y porcinos en la elaboración y abonos orgánicos para el uso en las actividades agrícolas de la zona.	$\frac{\text{Cantidad de abonos aplicado}}{\text{Cantidad de abono elaborado}}$	Registro fotográfico de la elaboración de abono.	Líder de la comunidad Calada en coordinación con la comunidad	Mensual
Generación de residuos forestales	Contribución con el deterioro ambiental	Aprovechar el material excedente de las especies forestales en el uso como postes o para las cercas de las fincas de la zona.	$\frac{\# \text{ postes usados}}{\# \text{ de postes generados}}$	Registros de usos de postes. Registros fotográficos	Líder de la comunidad Calada en coordinación con la comunidad	Semestral
Quema de los rastrojos	Contribución con el efecto invernadero	Se recomienda que los agricultores reincorporen al suelo los rastrojos producto de la limpieza de las áreas a cultivar.	$\frac{\# \text{ postes usados}}{\# \text{ de postes generados}}$	Verificación in situ Registros fotográficos	Líder de la comunidad Calada en coordinación con agricultores	Anual

PROGRAMA DE RELACIONES COMUNITARIAS						
Objetivo: Establecer buenas relaciones con la comunidad del área de influencia y crear mecanismos adecuados para priorizar lazos de comunicación que garanticen el equilibrio ambiental a través del desarrollo social.						PMA-04
LUGAR DE APLICACIÓN: Comunidad Calada						
Aspecto ambiental	Impacto identificado	Medidas propuestas	Indicadores	Medios de verificación	Responsable	Período
Generación de falsas expectativas por desconocimiento de las actividades del PMA	Conflictos comunitarios	Atender y resolver todas las inquietudes, dudas y reclamos generados por la comunidad.	$\frac{\# \text{ de inquietudes atendidas}}{\# \text{ de inquietudes generadas}}$	Acta de compromiso	Líder de la comunidad Calada	Cuando la situación lo amerite
Conflictos con la comunidad	Disturbios sociales	Involucrar a la comunidad en la ejecución correcta de las medidas recomendadas del presente plan.	Comunidad involucrada	Registros fotográficos	Líder de la comunidad Calada	Semestral
Carencia de reuniones informativas con la comunidad	Incumplimiento del PMA	Desarrollar reuniones informativas con la comunidad para verificar el nivel de cumplimiento del presente plan de manejo ambiental.	$\frac{\# \text{ de reuniones ejecutadas}}{\# \text{ de reuniones planificadas}}$	Registros fotográficos de reuniones efectuadas Registros de asistencias	Líder de la comunidad Calada	Semestral

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En el diagnóstico ambiental, social y económico se detectaron cambios significativos en el uso de suelo de Calada (período 1998-2018) donde el 48,40% del territorio ha sido deforestado, alrededor del 37,99% no ha sufrido cambios y el 13,61% se está regenerando de manera natural. Adicionalmente, se encontró que el 90% de los habitantes de Calada no poseen estudios superiores, solo cuentan con estudios primarios y sus ingresos económicos no son estables.
- El suelo forestado presentó mayor capacidad hídrica, en comparación con los no forestados (275 mm/m³ vs 139 mm/m³).
- La ponderación del suelo forestado con caña guadúa a través de la capacidad hídrica se presenta en condiciones de *Muy buena* y *Buena* para el aspecto ambiental, de *Muy buena* y *Regular* para el aspecto social, con un valor económico de \$ 121,8/mes; lo que permite aceptar la idea a defender.
- El PMA comprendió un total de cuatro programas que incluyeron tres medidas propuestas cada uno para la conservación de los servicios ecosistémicos desarrollados a partir de la capacidad hídrica en los suelos forestados con caña guadúa.

5.2. RECOMENDACIONES

- Tratar de llevar a cabo los planes de manejo ambiental propuestos para la comunidad Calada.
- Realizar este mismo estudio en la Comunidad Calada en la época lluviosa.
- Realizar estimaciones del valor ambiental, social y económico de las áreas forestadas con caña guadua en Calada a través de otro tipo de servicios ecosistémicos por ejemplo la biodiversidad.

- Implementar filtros artesanales como medida de tratamiento primario en la remoción de sólidos suspendidos del agua retenida en los suelos forestados con caña guadúa.

BIBLIOGRAFÍA

- Acharya, K., Dangi, R., y Acharya, M. (2011). Análisis de la degradación del bosque en Nepal. *Revista internacional de silvicultura e industrias forestales*, 62(2), 31-38.
- Adams, W. M. (2014). The value of valuing nature. *Science*, 346(6209), 549-551.
- Alarcón, I. (2018). En Ecuador se gasta 40% más agua que el promedio de la región. *El Comercio*, 22.
- Antunes, C. (2009). *Novas maneiras de ensinar, novas formas de aprender*. Artmed Editora.
- Araújo, S. R., Söderström, M., Eriksson, J., Isendahl, C., Stenborg, P., & Demattê, J. M. (2015). Determining soil properties in Amazonian Dark Earths by reflectance spectroscopy. *Geoderma*, 237, 308-317.
- Aretano, R., Petrosillo, I., Zaccarelli, N., Semeraro, T., & Zurlini, G. (2013). People perception of landscape change effects on ecosystem services in small Mediterranean islands: A combination of subjective and objective assessments. *Landscape and Urban Planning*, 112, 63-73.
- Baker, J., Sheate, W. R., Phillips, P., & Eales, R. (2013). Ecosystem services in environmental assessment—help or hindrance? *Environmental Impact Assessment Review*, 40, 3-13.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Revista Ecosistemas*, 21(1-2).
- Beltran, M. J., Brutti, L., Romaniuk, R., Bacigaluppo, S., Salvagiotti, F., Sainz-Rozas, H., & Galantini, J. A. (2016). Calidad de la materia orgánica y disponibilidad de macro y micronutrientes por la inclusion de trigo como cultivo de cobertura. *Ciencia del suelo*, 34(1), 67-79.
- Braig, M., Costa, S., y Göbel, B. (2015). Desigualdades sociales e interdependencias globales en América Latina: una valoración provisional. *Revista mexicana de ciencias políticas y sociales*, 60(223), 209-236.

- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological indicators*, 21, 17-29.
- Bowman, G. M., & Hutka, J. (2002). Particle size analysis. *Soil physical measurement and interpretation for land evaluation*, 224-239.
- Cáceres, D. M., Tapella, E., Quétier, F., & Díaz, S. (2015). The social value of biodiversity and ecosystem services from the perspectives of different social actors. *Ecology and Society*, 20(1).
- Carrión, D., & Armando, D. (2017). Análisis de la dinámica de los cambios de uso del suelo mediante teledetección en una microcuenca Alto Andina de Ecuador.
- Castelán Vega, R., López Teloxa, L. C., Tamariz Flores, J. V., Linares Fleites, G., y Cruz Montalvo, A. (2017). Erosión y pérdida de nutrientes en diferentes sistemas agrícolas de una microcuenca en la zona periurbana de la ciudad de Puebla, México. *Terra Latinoamericana*, 35(3), 229-235.
- CBD (Convention on Biological Diversity). (2010). Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020, including Aichi Biodiversity Targets. Disponible en: <https://www.cbd.int/sp/default.shtml>
- Chan, K. M., Satterfield, T., & Goldstein, J. (2012). Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecological economics*, 74, 8-18.
- Chari, V. (2018). Reliable 2D Tracking using good texture and edge features for Robotic Vision.
- Che, J., Li, A., y Zhang, J. (2013). Forest Soil Water-Holding Capacity in Karst Peak-Cluster Depression Areas. In *Advanced Materials Research* (Vol. 726, pp. 3690-3696). Trans Tech Publications.
- Close, A., Zammit, C., Boshier, J., Gainer, K., y Mednis, A. (2009). *Ecosystem Services: Key Concepts and Applications*. Canberra, AUS. (En línea). Formato PDF. Consultado 28 ene del 2018. Disponible en: <http://www.environment.gov>.
- Costanza, R., & Gottlieb, S. (1998). Modelling ecological and economic systems with STELLA: Part II. *Ecological Modelling*, 112(2-3), 81-84.

- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., Van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., ... & Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change*, 26, 152-158.
- Cowling, R. M., Egoh, B., Knight, A. T., O'Farrell, P. J., Reyers, B., Rouget, M., ... & Wilhelm-Rechman, A. (2008). An operational model for mainstreaming ecosystem services for implementation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(28), 9483-9488.
- Cuni-Sanchez, A., Pfeifer, M., Marchant, R., & Burgess, N. D. (2016). Ethnic and locational differences in ecosystem service values: Insights from the communities in forest islands in the desert. *Ecosystem Services*, 19, 42-50.
- Daniel, T. C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J. W., Chan, K. M., ... & Grêt-Regamey, A. (2012). Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(23), 8812-8819.
- Daza, M. C. (2014). Efecto del Uso del Suelo en la Capacidad de Almacenamiento Hídrico en el Páramo de sumapaz. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*.
- De Groot, R., Fisher, B., Christie, M., Aronson, J., Braat, L., Gowdy, J., ... & Portela, R. (2012). Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. In *The economics of ecosystems and biodiversity: Ecological and economic foundations* (pp. 9-40). Taylor and Francis.
- Duraiappah, A. K., Naeem, S., Agardy, T., Ash, N. J., Cooper, H. D., Diaz, S., ... & Oteng-Yeboah, A. A. (2005). *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis; a report of the Millennium Ecosystem Assessment*.
- EPRS (Servicio de Estudios del Parlamento Europeo). (2015) *La promoción de la cultura europea*. Disponible en: <https://what-europe-does-for-me.eu>.
- Fashi, F. H., Gorji, M., y Shorafa, M. (2016). Estimation of soil hydraulic parameters for different land-uses. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2(4), 1-7.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación). (2014). Servicios ecosistémicos y biodiversidad: Servicios culturales. Obtenido de <http://www.fao.org>.
- _____. (2019). Laboratorio como se ilustra en las curvas de retención de humedad del suelo. Obtenido de <http://www.fao.org>.
- FECD (Fondo Ecuatoriano de Cooperación para el Desarrollo). (2002). Caña Guadúa. La Gente de la Caña Guadúa. (En línea). EC.
- Felipe, M. R., Comín, F. A., y Escalera-Reyes, J. (2015). A framework for the social valuation of ecosystem services. *Ambio*, 44(4), 308-318.
- Fisher, D., & Frey, N. (2009). Background knowledge. The missing piece of the comprehension puzzle.
- Freeman, R. E. (2010). Managing for stakeholders: Trade-offs or value creation. *Journal of business ethics*, 96(1), 7-9.
- García-Nieto, A. P., García-Llorente, M., Iniesta-Arandia, I., & Martín-López, B. (2013). Mapping forest ecosystem services: from providing units to beneficiaries. *Ecosystem Services*, 4, 126-138.
- Gómez-Baggethun, E., Barton, D. N., Berry, P., Dunford, R., y Harrison, P. A. (2016). Concepts and methods in ecosystem services valuation. In *Routledge handbook of ecosystem services* (pp. 99-111). Routledge.
- Gómez-González, A., & Plascencia-Delgado, L. E. (2016). Conservación y restauración de servicios ecosistémicos forestales: Sendero de Apreciación y Conocimiento de la Naturaleza.
- Hanley, N., Mourato, S., & Wright, R. E. (2001). Choice modelling approaches: a superior alternative for environmental valuation?. *Journal of economic surveys*, 15(3), 435-462.
- Hauck, J., Görg, C., Varjopuro, R., Ratamáki, O., Maes, J., Wittmer, H., & Jax, K. (2013). "Maps have an air of authority": potential benefits and challenges of ecosystem service maps at different levels of decision making. *Ecosystem Services*, 4, 25-32.
- Heal, G. (2000). Valuing ecosystem services. *Ecosystems*, 3(1), 24-30.

- Jiménez, C. H., Castillejos, G. R., González, R. I. A., & Cano, E. G. (2018). análisis fisicoquímico y microbiológico de agua purificada en Reynosa, Tamaulipas. *Biociencia*, 20(1), 41-46.
- Johnston, R. J., Rolfe, J., Rosenberger, R. S., y Brouwer, R. (2015). *Benefit transfer of environmental and resource values* (Vol. 14). New York: Springer.
- Karabulut, A., Egoh, B. N., Lanzanova, D., Grizzetti, B., Bidoglio, G., Pagliero, L., ... & Vandecasteele, I. (2016). Mapping water provisioning services to support the ecosystem–water–food–energy nexus in the Danube river basin. *Ecosystem services*, 17, 278-292.
- Kumar, A., Choudhary, A. K., y Suri, V. K. (2016). Influence of AM fungi, inorganic phosphorus and irrigation regimes on plant water relations and soil physical properties in okra (*Abelmoschus esculentus* L.)–pea (*Pisum sativum* L.) cropping system in Himalayan acid alfisol. *Journal of Plant Nutrition*, 39(5), 666-682.
- Lamarque, J. F., Kyle, G. P., Meinshausen, M., Riahi, K., Smith, S. J., van Vuuren, D. P., ... & Vitt, F. (2011). Global and regional evolution of short-lived radiatively-active gases and aerosols in the Representative Concentration Pathways. *Climatic change*, 109(1-2), 1
- Lannas, K., & Turpie, J. (2009). Valuing the provisioning services of wetlands: contrasting a rural wetland in Lesotho with a peri-urban wetland in South Africa. *Ecology and Society*, 14(2).
- Lawson, S., Blundell, A., Cabarle, B., Basik, N., Jenkins, M., y Canby, K. (2014). Consumer goods and deforestation: An analysis of the extent and nature of illegality in forest conversion for agriculture and timber plantations. *Forest Trend Report Series*, 131.
- Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua de Ecuador. (2014). Disponible en: <http://www.regulacionagua.gob.ec>.
- Logsdon, R. A., & Chaubey, I. (2013). A quantitative approach to evaluating ecosystem services. *Ecological Modelling*, 257, 57-65.

- López, M. J. (2015). El capital social cognitivo como recurso esencial para la apropiación sustentable de la naturaleza. El caso de la Reserva de Biosfera Parque Atlántico Mar Chiquito. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 13(3), 447-462.
- Luck, G. W., Harrington, R., Harrison, P. A., Kremen, C., Berry, P. M., Bugter, R., ... & Haslett, J. R. (2009). Quantifying the contribution of organisms to the provision of ecosystem services. *Bioscience*, 59(3), 223-235.
- Maass, J. M., Balvanera, P., Castillo, A., Daily, G. C., Mooney, H. A., Ehrlich, P., ... & Martínez-Yrizar, A. (2005). Ecosystem services of tropical dry forests: insights from longterm ecological and social research on the Pacific Coast of Mexico. *Ecology and society: a journal of integrative science for resilience and sustainability*, 10(1), 1-23.
- Madejón, P., Domínguez, M. T., Fernández-Boy, E., Paneque, P., Girón, I., y Madejón, E. (2019). Soil hydraulic properties as the main driver in the establishment of biomass crops in contaminated soils. *Journal of environmental management*, 233, 812-822.
- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador). (2019). Convenio sobre la Diversidad Biológica. (En línea). Quito, EC: Biblioteca del Ministerio del Ambiente del Ecuador. Recuperado el 10 de Noviembre de 2018, de <http://www.ambiente.gob.ec>.
- Mamedov, A. I. (2014). Soil water retention and structure stability as affected by water quality. *Eurasian Journal of Soil Science*, 3(2), 89-94.
- Mangrich, A. S., Cardoso, E. M. C., Doumer, M. E., Romão, L. P. C., Vidal, M., Rigol, A., y Novotny, E. H. (2015). Improving the water holding capacity of soils of Northeast Brazil by biochar augmentation. In *Water Challenges and Solutions on a Global Scale* (pp. 339-354). American Chemical Society.
- Mayoral, F., & Niyeth, C. (2019). Análisis De La Calidad Del Agua Del Embalse Del Muña Para Su Posible Tratamiento.
- McInerney, J., & Sluiter, I. (2016). *Valuing Landscape in Classical Antiquity: Natural Environment and Cultural Imagination*. Brill.

- Minasny, B., y McBratney, A. B. (2001). The australian soil texture boomerang: a comparison of the australian and usda/fao soil particle-size classification systems. *Soil Research*, 39(6), 1443-1451.
- Moreno, J., Palomo, I., Escalera, J., Martín-López, B., & Montes, C. (2014). Incorporating ecosystem services into ecosystem-based management to deal with complexity: a participative mental model approach. *Landscape Ecology*, 29(8), 1407-1421.
- Naeth, M. A., Bailey, A. W., Chanasyk, D. S., y Pluth, D. J. (1991). Water holding capacity of litter and soil organic matter in mixed prairie and fescue grassland ecosystems of Alberta. *Journal of Range management*, 13-17.
- Nas, T. F. (2016). *Cost-benefit analysis: Theory and application*. Lexington Books.
- Nunes, P. A., & van den Bergh, J. C. (2001). Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense?. *Ecological economics*, 39(2), 203-222.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Disponible en: <https://www.un.org>.
- Ortega, E. A. (2013). *Produccion de caña Guadua para suplir demanda de fundacion de hogar de cristo*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec>.
- Ortiz, F. M. (2012). *Contribucion al manejo sostenible a la caña guadua en manabi*. *espamciencia*, 2-7.
- Pearce, D. (2002). *A Comparative Evaluation of Collocation Extraction Techniques*. In LREC.
- Perez-Verdin, G., Sanjurjo-Rivera, E., Galicia, L., Hernandez-Diaz, J. C., Hernandez-Trejo, V., & Marquez-Linares, M. A. (2016). Economic valuation of ecosystem services in Mexico: Current status and trends. *Ecosystem Services*, 21, 6-19.
- Pirard, R., & Lapeyre, R. (2014). Classifying market-based instruments for ecosystem services: A guide to the literature jungle. *Ecosystem Services*, 9, 106-114.

- PROECUADOR (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones). (2017). Perfil Sectorial - Forestal. Obtenido de II Boletín trimestral 2017: <https://www.proecuador.gob.ec>.
- Raffo, E., y Mayta, R. (2015). Valoración económica ambiental: el problema del costo social. *Industrial Data*, 18(2).
- Rea rojas, c. r. i. s. t. h. i. a. n. (2018). propuesta de elaboración y aplicación de abonos orgánicos para agricultores del municipio de cliza.
- Ringold, P. L., Boyd, J., Landers, D., & Weber, M. (2013). What data should we collect? A framework for identifying indicators of ecosystem contributions to human well-being. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(2), 98-105.
- Rodriguez, J. G. (2015). Reuso de agua en zonas áridas para generación de plantaciones forestales nativas y su uso como material constructivo. Obtenido de <http://www.lamolina.edu.pe>.
- Satz, D., Gould, R. K., Chan, K. M., Guerry, A., Norton, B., Satterfield, T., ... & Basurto, X. (2013). The challenges of incorporating cultural ecosystem services into environmental assessment. *Ambio*, 42(6), 675-684.
- Scholte, S. S., van Teeffelen, A. J., y Verburg, P. H. (2015). Integrating socio-cultural perspectives into ecosystem service valuation: a review of concepts and methods. *Ecological economics*, 114, 67-78.
- SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017–2021 Toda una Vida. Quito, ECU. (En línea). Consultado 31 de junio de 2019. Formato (PDF). Obtenido de <http://www.planificacion.gob.ec>.
- Söderqvist, T., Brinkhoff, P., Norberg, T., Rosén, L., Back, P. E., y Norrman, J. (2015). Cost-benefit analysis as a part of sustainability assessment of remediation alternatives for contaminated land. *Journal of environmental management*, 157, 267-278.
- Springmann, M., Godfray, H. C. J., Rayner, M., & Scarborough, P. (2016). Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of

dietary change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(15), 4146-4151.

Tallis, H., Mooney, H., Andelman, S., Balvanera, P., Cramer, W., Karp, D., ... & Thonicke, K. (2012). A global system for monitoring ecosystem service change. *Bioscience*, 62(11), 977-986.

Tegola, A. L., Roca, L. O., Ortiz, W. V., y Alcívar, P. L. (2015). Determinación de las características geométricas de la caña guadua en Ecuador. Obtenido de file:///C:/Users/Medio-Ambiente.

Torres, A. I., Faleschini, M., Lecomte, K. L., & Silva-Filho, E. V. (2019). Hidrogeoquímica de aguas subterráneas para consumo humano en una localidad de la cuenca baja del río Chubut. In V Reunión Argentina de Geoquímica de la Superficie (RAGSU)(La Plata, 12 al 14 de junio de 2019).

Trabucchi, C., Donlan, M., Spirt, V., Friedman, S., & Esposito, R. (2014). Application of a Risk-Based Probabilistic Model (CCSvt Model) to Value Potential Risks Arising from Carbon Capture and Storage. *Energy Procedia*, 63, 7608-7618.

Ulyanov, D., Lebedev, V., Vedaldi, A., & Lempitsky, V. S. (2016, June). Texture Networks: Feed-forward Synthesis of Textures and Stylized Images. In *ICML* (Vol. 1, No. 2, p. 4).

Umaña, V. C. (2009). Bambú Guadua: un recurso ecológico. *Tecnología en marcha*, 22(3), 3-9.

UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2016). UNEP (2010) Local governance and climate change. A discussion note. December 2010.

van Herk, A. (2012). Physicochemical parameters in soil and vegetable samples from Gongulon Agricultural site, Maiduguri, Borno state, Nigeria. *International Journal of Chemistry*, 1, 21-36.

Vogl, A. L., Goldstein, J. H., Daily, G. C., Vira, B., Bremer, L., McDonald, R. I., ... & Cassin, J. (2017). Mainstreaming investments in watershed services to

enhance water security: Barriers and opportunities. *Environmental Science & Policy*, 75, 19-27.

Walz, A., Grêt-Regamey, A., y Lavorel, S. (2016). Social valuation of ecosystem services in mountain regions.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de encuesta aplicada a los habitantes de la comunidad Calada.

CUESTIONES SOCIO-ECONOMICAS Y DEMOGRÁFICAS

1. Género:

- [1] Hombre
- [2] Mujer

2. Año de nacimiento _____

3. Estado civil (marque uno)

- [1] Soltero
- [2] Casado
- [3] Divorciado
- [4] Unión libre
- [5] Viudo

4. Número total de personas que habitan en la vivienda _____ personas

5. Nivel máximo de estudio académico:

- [0] Ninguno
- [1] Primaria
- [2] Secundaria
- [3] Tercer nivel
- [4] Cuarto nivel

6. Número de familias en la vivienda

- [1] Una familia
- [2] Dos familias
- [3] Tres familias

7. Ocupación:

- [1] Jornalero
- [2] Agricultor independiente
- [3] Tradiciones (sanar picados de culebros)
- [4] Estudiante
- [5] Comerciante
- [6] Empleado público
- [7] Empleado privado
- [8] Ama de casa
- [9] Jubilado
- [10] Otro _____

8. ¿Quién contribuye con los ingresos económicos en el hogar?

- [1] Jefe(a) del hogar
- [2] Cónyuge
- [3] Otros miembros de la familia

9. Ingresos económicos de la vivienda(total) \$ _____/mes

10. El ingreso del hogar es relativamente...

- [1] Estable
- [2] Variable

CUESTIONES GENERALES SOBRE EL APROVISIONAMIENTO DE AGUA

11. ¿Cuánta cantidad de agua consume en su vivienda mensualmente?

_____m³/mes

12. ¿Cuál es la principal fuente para el aprovisionamiento de agua en su hogar?

- [1] Agua privada de pozo
- [2] Agua potable colectiva
- [3] Agua captada de finca La Fuente
- [4] Agua de río
- [5] Agua purificada de supermercados
- [6] Otro

13. En caso de que no tenga agua privada ¿Cuánto tiene que pagar en el aprovisionamiento de agua para su hogar?

\$ _____/mes

14. ¿Tiene un medidor de agua?

- [1] Sí
- [2] No

15. ¿En qué época del año tiene más dificultades para la obtención del servicio de agua en su vivienda?

- [1] Época seca
- [2] Época lluviosa
- [3] Ambas épocas
- [4] Ninguna

16. ¿La cantidad de agua que es provista en su hogar es suficiente para cubrir sus necesidades y demanda en la vivienda?

- [1] Sí
- [2] No

17. ¿Estaría dispuesto a pagar un valor adicional para mejorar el servicio de agua en su vivienda?

- [1] Sí
- [2] No

Material de información (1):

*“En muchas regiones del mundo la explotación excesiva de los bosques, el mal uso y la contaminación representan una amenaza cada vez mayor para la disponibilidad y la calidad del agua potable. Las zonas boscosas suministran una gran parte del agua que se destina a satisfacer las necesidades domésticas, agrícolas, industriales y ecológicas de las zonas de río arriba tanto como las de río abajo. En general, las investigaciones sobre hidrología forestal, actualmente señalan la idea de que **“mientras existan más árboles esto será igual a más agua”**. Además, la Organización Mundial para la Salud y la Alimentación (FAO, 2009) ha demostrado que la presencia de bosques proporciona importantes beneficios en el agua, tal es el caso como una mayor calidad, disminución de la salinización, entre otros que permitirían una seguridad para la salud ante el consumo de este recurso.”*

18. ¿Usted es consciente de que existe un bosque primario dentro de la comunidad que puede proveer agua suficiente para abastecer los hogares locales?

- [1] Sí
- [2] No

19. ¿Puede usted distinguir el agua que es provista por un bosque del agua que es provista por el servicio municipal o servicio público?

- [1] Sí
- [2] No

20. ¿Qué tipo de agua valora más?

- [1] Agua provista por un bosque
- [2] Agua provista por el servicio que ya dispone
- [3] Ambos tienen un valor igual
- [4] No sabe

“Muchas gracias por participar en este cuestionario. Estoy muy agradecida de que usted haya podido brindarme parte de valioso tiempo para colaborar en este estudio.

Anexo 2. Aplicación de instrumentos sociales a habitantes de la comunidad

Anexo 3. Vista panorámica de La Fuente en área forestada con caña guadua



Anexo 4. Fuentes de agua dentro de área forestada con caña guadua.



Anexo 5. Área del suelo forestado con caña guagua en comunidad Calada.



Anexo 6. Toma de muestras en suelo forestado.

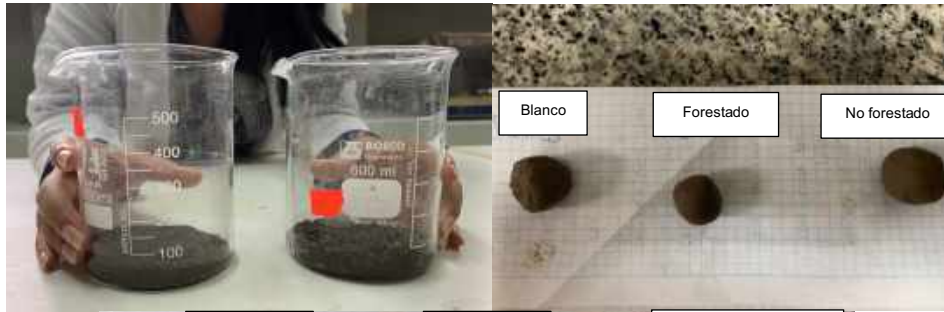


Anexo 7. Toma de muestras en suelo no forestado.



Anexo 8. Análisis de parámetros de calidad del suelo forestado con caña guadua y no forestados.





**ESPAMMFL**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL Y SUELOS****CERTIFICACIÓN**

Por medio de la presente certifico **LOOR SOLÓRZANO ANA MARIA** con **CI 1313174623** y **VERA NAVARRETE LOURDES** con **CI 1315433682** egresadas de la carrera de Ing. Ambiental de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "MFL", realizaron prácticas de suelos (materia orgánica, textura, capacidad de retención de agua) para llevar a cabo el proyecto de titulación **"VALORACIÓN DEL SUELO FORESTADO CON CAÑA GUADUA A TRAVÉS DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO "CAPACIDAD HÍDRICA", COMUNIDAD CALADA- CHONE , COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN "**

Prácticas que estuvieron supervisadas bajo el personal del laboratorio Química Ambiental y Suelos

Particular que me suscribe a usted para los fines legales pertinentes.

Atentamente

MG. FABIAN PENARRIETA MACÍAS

TÉCNICO

Anexo 9. Matriz para la valoración ambiental a través de los servicios ecosistémicos identificados y evaluados

Tipo de servicios	Servicios identificados	Atributo o función de los ecosistemas	Área (m ²)	Nivel del atributo		Ponderación cuantitativa	Ponderación cualitativa
				Capacidades para suministrar servicios ecosistémicos	Demandas humanas		
Aprovisionamiento	1.						
	2.						
	3.						
	4.						
	5.						
	6.						
Regulación	1.						
	2.						
	3.						
	4.						
	5.						
Soporte	1.						
	2.						
	3.						
	4.						
	5.						
Culturales	1.						
	2.						
	3.						
	4.						
	5.						

Anexo 10. Matriz para la valoración social a través de los servicios ecosistémicos identificados.

Tipo de servicios	Servicios identificados	Atributo o función de los ecosistemas	Nivel del atributo, según la cobertura de demandas humanas	Ponderación cuantitativa establecida por la población beneficiaria	Ponderación cualitativa establecida por la población beneficiaria
Aprovisionamiento	1.				
	2.				
	3.				
	4.				
	5.				
	6.				
Regulación	1.				
	2.				
	3.				
	4.				
	5.				
Soporte	1.				
	2.				
	3.				
	4.				
	5.				
Culturales	1.				
	2.				
	3.				
	4.				
	5.				

Anexo. 11. Encuesta aplicada a los habitantes de la comunidad Calada para la valoración social.

P1. Consideraciones sobre la caña guadua para su vivienda

0. Sin utilidad
1. Muy poca utilidad
2. Poca utilidad
3. Media utilidad
4. Mucha utilidad
5. Indispensable utilidad

P2. Consideraciones sobre el abastecimiento de agua su vivienda

0. Sin servicio
1. Muy malo
2. Malo
3. Regular
4. Bueno
5. Muy bueno

P3. Consideraciones sobre la calidad del aire local

0. Sin relevancia
1. Muy malo
2. Malo
3. Regular
4. Bueno
5. Muy bueno

P4. Consideraciones sobre el clima local

0. Sin importancia
1. Muy poco importante
2. Poco importante
3. Ni importante ni no importante
4. Importante
5. Muy importante

P5. Consideraciones sobre eliminación de la basura de manera natural

0. Sin relevancia
1. Muy malo
2. Malo
3. Regular
4. Bueno
5. Muy bueno

P6. Consideraciones sobre la capacidad del suelo para evitar deslizamientos

0. Sin relevancia
1. Muy malo
2. Malo
3. Regular
4. Bueno
5. Muy bueno

P7. Consideraciones sobre las plantas y animales locales

0. Sin importancia
1. Muy poco importante
2. Poco importante
3. Ni importante ni no importante
4. Importante
5. Muy importante

P8. Consideraciones sobre los espacios de recreación locales

0. Sin importancia
1. Muy poco agradables
2. Poco agradables
3. Ni agradables ni no agradables
4. Agradables
5. Muy agradables

P9. Consideraciones sobre las costumbres locales

0. Sin importancia
1. Muy poco importante
2. Poco importante
3. Ni importante ni no importante
4. Importante
5. Muy importante

P10. Consideraciones sobre el disfrute de la naturaleza local

0. Sin importancia
1. Muy poco importante
2. Poco importante
3. Ni importante ni no importante
4. Importante
5. Muy importante

Anexo 12. Valoración social de acuerdo a las percepciones sociales.

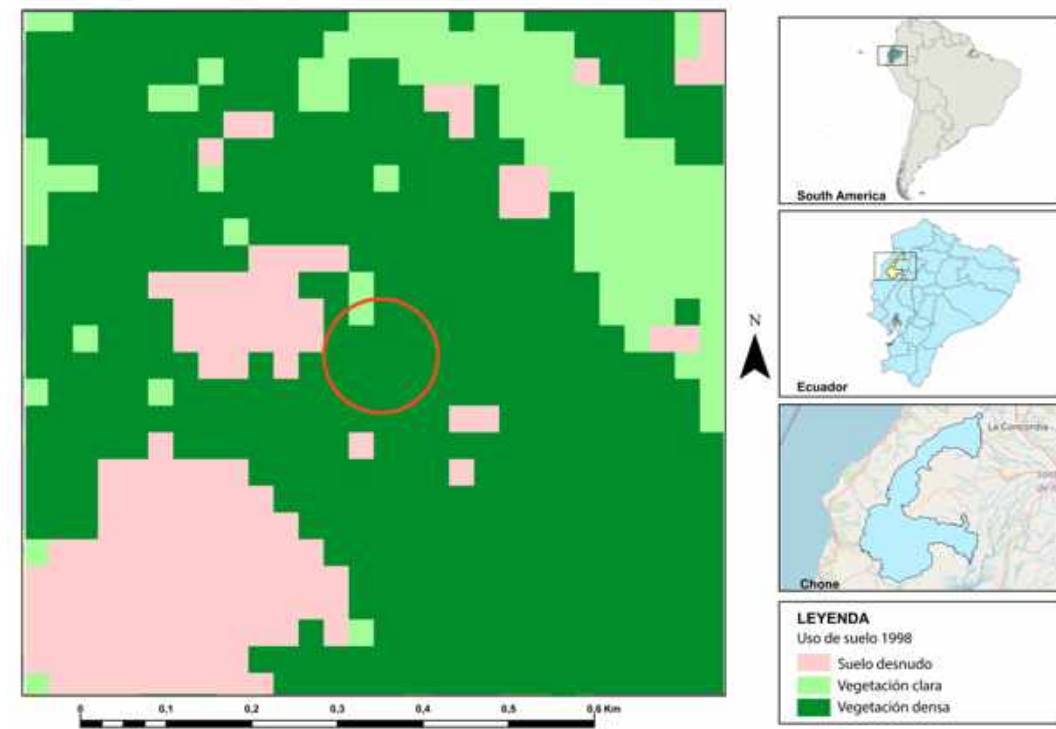
Anexo 13. Matriz para la valoración económica a través de los servicios ecosistémicos identificados.

Tipo de servicios	Servicios identificados	Bioma	Área (m ²)	Valoración por área	Valoración por precio de mercado
Aprovisionamiento	1.				
	2.				
	3.				
	4.				
	5.				
	6.				
Regulación	1.				
	2.				
	3.				
	4.				
	5.				
Soporte	1.				
	2.				
	3.				
	4.				
	5.				
Culturales	1.				
	2.				
	3.				
	4.				
	5.				

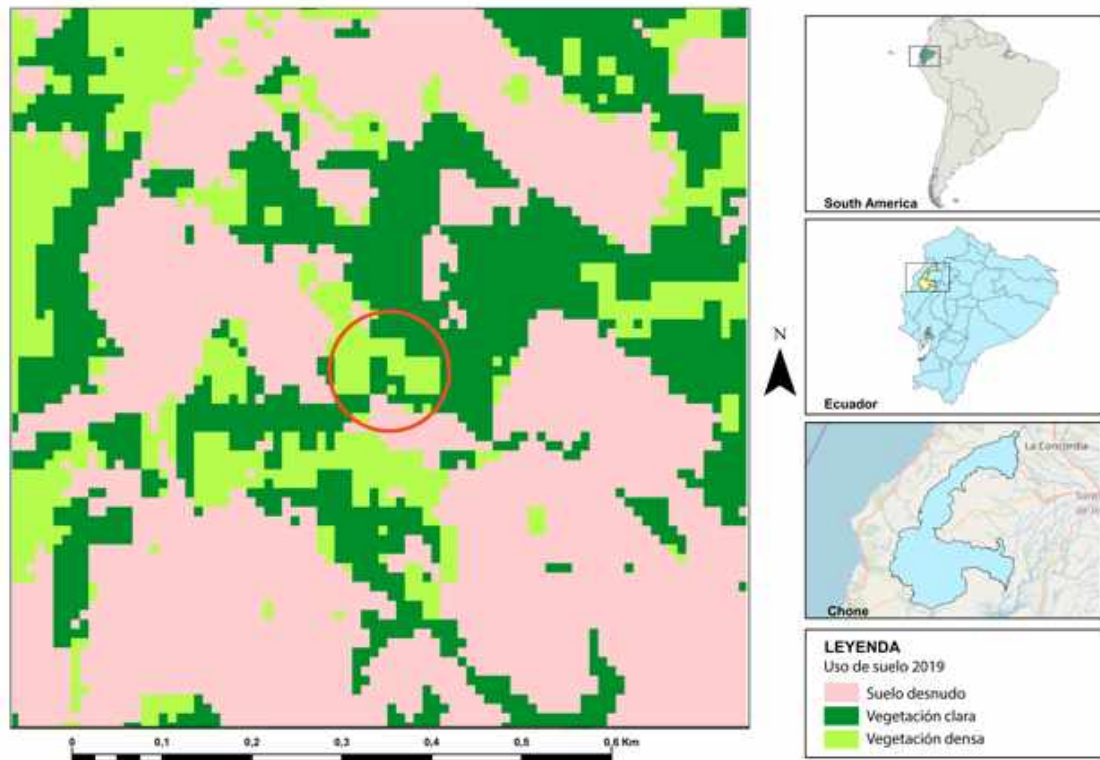
Anexo 16. Socialización del PMA a habitantes de la comunidad.



Anexo 17. Mapa de uso de suelo en comunidad.



Anexo 18. Mapa de uso de suelo en comunidad.



Anexo 19. Mapa de cambios de uso de suelo en comunidad Calada 1998-2018.

