



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

---

**“DESARROLLO DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD  
AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL CAMPUS SALACHE  
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERIODO 2022”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingenieros en Medio Ambiente

**Autor:**

Moreta Muela Cinthia Lizbeth  
Sánchez Herrera Karina Estefanía

**Tutor:**

Clavijo Cevallos Manuel Patricio, Lcdo. Mg.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Moreta Muela Cinthia Lizbeth, con cédula de ciudadanía No. 1753321346 y Karina Estefanía Sánchez Herrera con cédula de ciudadanía No. 1750916130, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental de la microcuenca del campus Salache de la universidad técnica de Cotopaxi, periodo 2022”, siendo el Licenciado Mg. Manuel Patricio Clavijo Cevallos, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 30 de agosto del 2022

Cinthia Lizbeth Moreta Muela  
Estudiante  
CC: 1753321346

Karina Estefanía Sánchez Herrera  
Estudiante  
CC: 1750916130

Lcdo. Manuel Patricio Clavijo Cevallos, Mg.  
Docente Tutor  
CC: 050144458-2

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CINTHIA LIZBETH MORETA MUELA**, identificada con cédula de ciudadanía **1453321346** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** – **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental de la microcuenca del campus Salache de la universidad técnica de Cotopaxi, periodo 2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2017 - Marzo 2018

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutor: Licenciado Mg. Manuel Patricio Clavijo Cevallos

Tema: “Desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental de la microcuenca del campus Salache de la universidad técnica de Cotopaxi, periodo 2022”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 30 días del mes de agosto del 2022.

Cinthia Lizbeth Moreta Muela  
**LA CEDENTE**

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **SÁNCHEZ HERRERA KARINA ESTEFANÍA** identificada con cédula de ciudadanía **1750916130** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental de la microcuenca del campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, periodo 2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Octubre 2017 – Marzo 2018

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutor: Licenciado Mg. Manuel Patricio Clavijo Cevallos

Tema: “Desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental de la microcuenca del campus Salache de la universidad técnica de Cotopaxi, periodo 2022”

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- f) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- g) La publicación del trabajo de grado.

- h) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- i) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- j) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 30 días del mes de agosto del 2022.

Karina Estefanía Sánchez Herrera  
**LA CEDENTE**

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

**“DESARROLLO DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERIODO 2022”**, de Moreta Muela Cinthia Lizbeth y Sánchez Herrera Karina Estefanía de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 30 de agosto del 2022

Lcdo. Manuel Patricio Clavijo Cevallos, Mg.

**DOCENTE TUTOR**

CC: 0501444582

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Moreta Muela Cinthia Lizbeth y Sánchez Herrera Karina Estefanía, con el título del Proyecto de Investigación: “DESARROLLO DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERIODO 2022”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 30 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)  
Ing. José Andrade Valencia, Mg.  
CC: 0502524481

Lector 2  
Ing. Oscar Daza Guerra, Mg.  
CC: 0400689790

Lector 3  
Ing. José Agreda Oña, Mg.  
CC: 0401332101



## **AGRADECIMIENTO**

Esta tesis y el resultado de mi formación, se la debo a Dios por brindarme de su amor y protección, le agradezco por siempre guiarme y ayudarme a salir adelante, agradezco a mi tutor de tesis Master Clavijo, ya que el confió en mi conocimiento y acepto guiarme en los estudios de este proyecto, a mis padres que con su arduo trabajo permitieron que cumpla un reto más en mi vida dejando un legado de aprendizaje y conocimiento para mí misma, agradezco a mi familia y también a mis amigos más cercanos Cynthia, Kary, Leo, Mery, Luis, Brando, Nicky quienes me brindaron una mano amiga cuando más lo necesite.

Cinthia Lizbeth Moreta Muela

## **AGRADECIMIENTO**

La vida me ha dado grandes logros y triunfos, el culminar mi carrera profesional es una bendición que doy gracias a Dios ya que sin el nada es posible, a mis padres que fueron esa motivación desde niña para culminar esta etapa de mi vida universitaria, siempre conté con su apoyo incondicional y como no agradecer a mi alma Mater la Universidad Técnica de Cotopaxi por estos 5 años donde me formaron con técnicas, y me otorgaron herramientas para mi desarrollo profesional y personal.

Karina Estefanía Sánchez Herrera

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a mi madre Rosa Muela y a mi padre Marco Moreta que confiaron en mí, y siempre me apoyaron en los momentos más difíciles, y a mi princesa mi mascota vaquita por quien lucho cada día.

Cinthia Lizbeth Moreta Muela

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de investigación va dedicado de manera especial a mi padre Edgar Sánchez, a mi madre Mónica Herrera y a mi hermano Edwin Sánchez quienes fueron los que confiaron en mí, me apoyaron, me supieron dar las fuerzas necesarias para continuar y no darme por rendida jamás, siempre me dieron sus consejos, me inculcaron valores, hoy puedo decir que todos mis éxitos logrados y la persona en la que me convertí es gracias a mi familia quienes fueron mis pilares fundamentales por quienes tenía que luchar.

Karina Estefanía Sánchez Herrera

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “DESARROLLO DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA DEL CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, PERIODO 2022”.**

AUTORES: Moreta Muela Cinthia Lizbeth  
Sánchez Herrera Karina Estefanía

**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación se enfocó en el desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental de la microcuenca del Centro Experimental, Académico Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, principalmente el manejo del agua y el uso del suelo. Dentro del proyecto se propuso un plan de sostenibilidad donde se establecen indicadores que podrían mejorar el sistema de gestión ambiental dentro de la universidad en su aplicación. La metodología utilizada consistió en el estudio cualitativo de las características determinadas por las actividades académicas en relación con los recursos agua, suelo y biodiversidad esto por medio de la recopilación de datos del sector para la caracterización de las condiciones ambientales, por medio de la investigación bibliográfica en conjunto con la investigación descriptiva, y por la observación, permitiendo estudiar el sistema ambiental que se desarrolla en la institución, para la construcción de las tablas se dispuso de herramientas como sistemas de medición sostenible en centros educativos de tercer nivel, que sirvieron como guía para la elaboración de los indicadores, por lo que se ubicó fórmulas que podían ser aplicadas a los factores estudiados en cada indicador. Los resultados que se obtuvieron dentro de la caracterización ambiental actual del CEASA contemplan los componentes biofísicos, sus antecedentes hidrológicos, geomorfológicos, edafológicos, de agua, suelo y la distribución de fauna y flora, se identificó las condiciones ambientales de agua y suelo, encontrando la falta de tratamiento de agua residual, lo que ha conllevado a una alta contaminación modificando su composición y alterando el pH, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto entre otros, en el caso del suelo el cambio de uso y las prácticas antrópicas estudiantiles han modificado algunas características como la textura. Establecidas las condiciones ambientales de los recursos se escogió los indicadores que podrían añadir prácticas sostenibles que mejoren la situación ambiental del centro experimental, como la adhesión de mecanismos más sostenibles en los sistemas internos del campus. En base a los resultados se concluyó que el campus se encuentra en una situación susceptible de mejora dentro del área de sostenibilidad ambiental debido al alto índice de contaminación de agua residual por la falta de tratamiento de aguas grises y el cambio de textura que se ha ido dando en el campus, priorizando el sistema educativo y ambiental para garantizar el bienestar de la comunidad universitaria contribuyendo al desarrollo sostenible.

**Palabras claves:** Biodiversidad, cuencas hidrográficas, manejo de recursos, recurso hídrico, suelo.



**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**THEME: “DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY INDICATORS OF THE SALACHE CAMPUS MICRO BASIN OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI, PERIOD 2022”**

AUTHOR: Moreta Muela Cinthia Lizbeth  
Sánchez Herrera Karina Estefanía

**ABSTRACT**

The present research work focused on the development of environmental sustainability indicators of the micro basin of the Experimental Center, Salache Campus of the Technical University of Cotopaxi, mainly water management and land use. Within the project, a sustainability plan was proposed where indicators are established that could improve the environmental management system within the university in its application. The methodology used consisted of the qualitative study of the characteristics determined by academic activities about water, soil, and biodiversity resources, through the collection of data from the sector for the characterization of environmental conditions, through bibliographic research in conjunction with descriptive research, and by observation, allowing study of the environmental system that develops in the institution, for the construction of the tables, tools such as sustainable measurement systems were available in third-level educational centers, which served as a guide for the elaboration of the indicators, so formulas were located that could be applied to the factors studied in each indicator. The results that were obtained within the current environmental characterization of CEASA contemplate the biophysical components, hydrological background, geomorphological background, the edaphological background of water, soil and the distribution in terms of fauna and flora, and the environmental conditions of water and soil were identified, finding the lack of wastewater treatment, which has led to pollution modifying the composition and altering the pH, Electrical Conductivity, Dissolved Oxygen among others, in the case of the soil, the change of climate and anthropic practices have modified some characteristics such as texture. Once the environmental conditions of the resources were established, the indicators that could add sustainable practices that improve the environmental situation of the experimental center were chosen, such as the adhesion of more sustainable mechanisms in the internal systems of the campus. Based on the results, we concluded that the campus is in a situation susceptible to improvement within the area of environmental sustainability due to the high index of wastewater contamination due to the lack of gray water treatment and the texture change that has been taking place on the campus, prioritizing the educational and environmental system to guarantee the well-being of the university community contributing to sustainable development.

**Keywords:** Biodiversity, watersheds, resource management, water resource, soil.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
AGRADECIMIENTO.....	x
DEDICATORIA .....	xi
DEDICATORIA .....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xv
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xvi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xxi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xxi
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
4.1. Beneficiarios directos .....	4
4.2. Beneficiarios indirectos .....	4
5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
6. OBJETIVOS .....	6
6.1. Objetivo General .....	6
6.2. Específicos:.....	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
7.1. Sostenibilidad.....	7
7.2. Sostenibilidad Social .....	8



7.3.	Sostenibilidad Ambiental.....	8
7.4.	Sostenibilidad Económica.....	9
7.5.	Biodiversidad .....	10
7.6.	Recursos Renovables.....	11
7.7.	Flora .....	12
7.8.	Fauna.....	12
7.9.	Suelo.....	13
7.10.	Propiedades Físicas del Suelo .....	14
7.11.	Textura del Suelo.....	14
7.12.	Agua.....	15
7.13.	Cuencas hidrográficas .....	16
7.14.	Subcuenca hidrográfica .....	17
7.15.	Microcuenca hidrográfica.....	17
7.16.	Microcuenca el Isinche.....	18
7.17.	Desarrollo Sostenible .....	18
7.18.	Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS).....	19
7.19.	Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento .....	21
7.20.	INDICADOR 6.4.1 ODS.....	22
7.21.	Sostenibilidad Académica .....	25
7.22.	Universidades sostenibles en Ecuador.....	26
7.23.	Indicador .....	28
7.24.	Características de Indicadores.....	28
7.25.	Indicadores Ambientales .....	28
7.26.	Indicadores de Sostenibilidad Ambiental .....	29
7.27.	Criterios de selección de indicadores .....	29
7.28.	Indicadores de Sostenibilidad en aplicación a las universidades .....	30
7.29.	UI GreenMetric World University Ranking.....	32

7.30.	Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente (ARIUSA) con el proyecto RISU .....	35
7.31.	Red de Indicadores de Sostenibilidad en las Universidades.....	36
7.32.	Indicadores del Manual de Buenas Prácticas Ambientales de la UCUENCA.....	38
7.33.	Indicadores de huella hídrica .....	40
7.34.	Indicador de reutilización de agua en procesos productivos .....	42
7.35.	Indicadores establecidos de Polígono Ponciano Alto .....	42
7.36.	Indicadores de sostenibilidad propuestos en los Polígonos de Asturias.....	42
7.37.	Indicadores de Sostenibilidad para Suelo .....	43
7.38.	Indicadores de sostenibilidad para Biodiversidad .....	44
8.	MARCO LEGAL .....	45
8.1.	CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR .....	45
8.2.	CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE .....	47
8.3.	CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD) .....	50
8.4.	CÓDIGO INTEGRAL PENAL.....	50
8.5.	REGLAMENTO DEL CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE (RCOA) .....	51
8.6.	ACUERDO MINISTERIAL No 061 TULSMA .....	51
9.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS .....	52
10.	METODOLOGÍAS (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS).....	55
10.1.	Tipo de Investigación:.....	55
10.1.1.	Cualitativa .....	55
10.1.2.	Investigación Descriptiva .....	56
10.1.3.	Investigación Bibliográfica.....	57
10.2.	Técnicas .....	57
10.2.1.	Observación.....	57
10.2.2.	Recolección de datos.....	57

10.2.3.	Análisis de Datos .....	58
10.2.4.	Construcción de Tabla de indicadores .....	58
10.2.5.	Elaboración de Indicadores.....	59
10.3.	Instrumentos: .....	61
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	61
11.1.	Caracterización de la Microcuenca del Campus Salache .....	61
11.1.1.	Ubicación .....	61
11.1.2.	Orden de Hidrografía .....	62
11.1.3.	Geomorfología.....	63
11.1.4.	Suelo .....	63
11.1.5.	Agua.....	64
11.1.5.1.	Uso del Agua .....	64
11.1.6.	Biodiversidad.....	64
11.1.6.1.	Flora .....	64
11.1.6.2.	Fauna.....	65
11.2.	Condiciones Ambientales Agua y Suelo.....	66
11.2.1.	Condiciones Ambientales del Agua .....	66
11.2.1.1.	Calidad del agua.....	66
11.2.2.	Condiciones Ambientales Suelo.....	67
11.2.3.	Cobertura Vegetal .....	69
11.2.4.	Uso del Suelo.....	70
11.2.5.	Textura .....	71
11.3.	Indicadores de sostenibilidad ambiental para los componentes agua y suelo de la microcuenca del Campus. ....	71
11.3.1.	Indicadores de Agua.....	71
11.3.2.	Estrategias de aplicación de los indicadores de Agua.....	82
11.3.3.	Análisis y discusión de agua.....	89

11.3.4.	Indicadores de Suelo .....	90
11.3.5.	Estrategias y Actividades de Indicadores de Suelo.....	95
11.3.6.	Análisis y Discusión de Suelo.....	98
11.3.7.	Indicadores de biodiversidad .....	99
11.3.8.	Estrategias de Indicadores de Biodiversidad .....	104
11.3.9.	Análisis y Discusión de Biodiversidad .....	107
12.	IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS) .....	108
12.1.	Impactos Sociales .....	108
12.2.	Impactos Ambientales .....	108
12.3.	Impactos Económicos .....	109
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	109
13.1.	Conclusiones. ....	109
13.2.	Recomendaciones .....	110
14.	BIBLIOGRAFÍA .....	111
15.	ANEXOS .....	118
15.1.	Anexo No. 1: Ilustraciones de visitas in-situ.....	118
15.2.	Anexo No. 2: Muestro de Suelo.....	119
15.3.	Anexo No 3: Aval del Traductor.....	121

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Beneficiarios.....	4
<b>Tabla 2.</b>	Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados .....	6
<b>Tabla 3.</b>	Indicadores Objetivo 6 ODS.....	22
<b>Tabla 4.</b>	Criterios de selección de indicadores .....	30
<b>Tabla 5.</b>	Indicadores UI GreenMetric World University Ranking .....	32
<b>Tabla 6.</b>	Indicadores de agua proyecto RISU.....	37
<b>Tabla 7.</b>	Indicadores Manual de Buenas Prácticas Ambientales de la U CUENCA.....	38
<b>Tabla 8.</b>	Flora Microcuenca del Río Isinche .....	65
<b>Tabla 9.</b>	Fauna Microcuenca del Río Isinche .....	65
<b>Tabla 10.</b>	Coordenadas de puntos de muestreo en la Microcuenca del Campus Salache .....	67
<b>Tabla 11.</b>	Cobertura vegetal Campus Salache.....	69
<b>Tabla 12.</b>	Uso de suelo Campus Salache .....	70
<b>Tabla 13.</b>	Textura de suelo Campus Salache .....	71
<b>Tabla 14.</b>	Indicadores de sostenibilidad para agua.....	72
<b>Tabla 15.</b>	Indicadores de Suelo.....	91
<b>Tabla 16.</b>	Indicadores de Biodiversidad .....	100

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Ubicación del Área de Estudio .....	62
<b>Figura 2.</b>	Clasificación del orden de la Microcuenca del río Isinche .....	63
<b>Figura 3.</b>	Puntos de Muestreo .....	68
<b>Figura 4.</b>	Edafología del Campus Salache .....	69

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título del Proyecto:**

Desarrollo de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental en la Microcuenca del Campus Salache, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Periodo 2022.

**Fecha de inicio:** octubre 2021

**Fecha de finalización:** agosto 2022

**Lugar de ejecución:**

Centro Experimental Académico Salache, Barrio Salache, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

**Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN).

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería en Medio Ambiente.

**Proyecto de investigación vinculado:**

Sostenibilidad Ambiental

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor de Titulación:**

Lcdo. Mg. Clavijo Cevallos Patricio.

**Estudiantes:**

Moreta Muela Cinthia Lizbeth

Sánchez Herrera Karina Estefanía

**Área de Conocimiento:**

Ambiental

**Línea de investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento de la Biodiversidad Local.

**Línea de vinculación de la carrera:**

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética, para el desarrollo humano y social.

## 2. INTRODUCCIÓN

Desde la aparición del concepto de desarrollo sostenible han emergido diversos puntos de vista: los ambientalistas mantienen una preferencia por evaluar la masa de activos ambientales y contabilizar la riqueza nacional para estructurar la contabilidad ambiental a través de un balance general. Los economistas se decantan por medir niveles de renta sostenible admitiendo que no es tan necesario mantener el capital natural para garantizar la sostenibilidad (Madroñero & Guzmán, 2018).

Si bien el significado de cuenca hidrográfica es de conocimiento público, es importante remarcar la necesidad de considerar la microcuenca bajo un enfoque social, económico y operativo, además del enfoque territorial e hidrológico tradicionalmente utilizado. De esta manera, la microcuenca se define como una pequeña unidad geográfica donde vive una cantidad de familias que utiliza y maneja los recursos disponibles, principalmente suelo, agua y vegetación. Cabe destacar que en la microcuenca ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos relacionados a los bienes y servicios producidos en su área, sociales asociados a los patrones de comportamiento de las poblaciones usuarias directas e indirectas de los recursos de la cuenca y ambientales vinculados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores (FAOSV, 2018).

En el reto de encontrar una solución de sostenibilidad para la degradación de nuestros sistemas de medios de vida. Es necesario identificar y activar procesos con enfoque de paisaje mediante los cuales las comunidades puedan gestionar agua, suelo y biodiversidad.

El agua, como recurso vital para la vida y el desarrollo de cualquier país, debe ser administrada en beneficio de toda la población, lo cual implica asumir responsabilidades relacionadas con la conservación y control de uso adecuado, así como reglamentar la asignación de derechos de uso del agua. La gestión del agua tiene que ver con la forma como se administra este recurso natural. Hay que tener en cuenta que si hay o habrá una crisis del agua también habrá una crisis del desarrollo (Martínez & Villalejo , 2018).

El suelo es la capa superficial de la tierra, delgada y vulnerable. Está compuesto por partículas minerales, materia orgánica, microorganismos y agua. El suelo provee materias primas, garantiza el secuestro y almacenamiento de carbono, es el almacén del patrimonio geológico, facilita la reserva de agua, el ciclo de nutrientes y la reserva de la biodiversidad, por lo cual es crucial para satisfacer la necesidad de cultivos y el bienestar de la población creciente.

La biodiversidad como a variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y otros ecosistemas acuáticos por lo tanto los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. La biodiversidad es el sustento, en cada ecosistema, de su funcionamiento.

El desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental son medidores de información que reducen una gran cantidad de datos como al mismo tiempo, representan un fenómeno de mayor amplitud, para su calidad o valor inmediato lo cual ayudan a alcanzar las interacciones complejas entre diferentes fenómenos que permitirán comprender cuales son los aspectos que necesitan para que llegue a ser sostenibles para los recursos de agua, suelo y biodiversidad.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La investigación se desarrolla por la necesidad de conocer el grado de sostenibilidad ambiental dentro de la microcuenca del Campus Salache, para reconocer si existe algún vínculo entre las actividades académicas, con los recursos naturales de la microcuenca. El aporte de los indicadores dentro del estudio, será permitir la evaluación de desarrollo sostenible en el desenvolvimiento que puede tener el campus con los recursos estudiados, para así en el futuro se apliquen los indicadores propuestos y se generen datos que puedan definir el estado actual del campus y poder generar recomendaciones, cambios o mantener el ritmo en las actividades dentro del centro experimental, beneficiando directamente a la comunidad universitaria y al pueblo aledaño.

Las actividades en la zona de estudio se rigen principalmente al uso agrícola y ganadero, por otro lado, también la microcuenca es usada como zona de descarga de aguas grises, debido a que en el sector se encuentra la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, siendo parte esencial dentro de la alteración del medio ambiental, Al querer desarrollar indicadores de sostenibilidad conllevara el estudio de múltiples factores ambientales, enfatizando los recursos agua, y suelo, principalmente para examinar el estado sostenible en el que se encuentra la zona, para determinar qué tipo de indicadores podrían aportar al desarrollo estudiantil.

La importancia que presenta el desarrollo de indicadores en la microcuenca del Campus está en presentar una tentativa de indicadores que se dirijan a gestiones sostenibles aplicables en instituciones educativas, con una tabla estructurada con indicadores que sean



factibles que puedan ser aplicados para la verificación de nivel de sostenibilidad en el recurso agua y suelo.

## 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

### 4.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos de este proyecto serán los estudiantes de Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, favoreciendo en general a la comunidad universitaria de CEASA principalmente a estudiantes, docentes y personal administrativo.

### 4.2. Beneficiarios indirectos

El presente proyecto beneficiara a la población aledaña del campus en el sector Salache, y la provincia de Latacunga, debido a que los estudios que se realizarán podrán dar comienzo al proceso de gestión ambiental de los componentes físicos del sector los cuales son recursos utilizados regularmente por la población.

**Tabla 1.** Beneficiarios

<b>Beneficiarios Directos</b>		<b>Beneficiario Indirectos</b>	
Estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales	2400	Cantón Latacunga	170 489 hab
Docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales	75		
Personal Administrativo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales	10		
Personas de Servicio CEASA	15		
<b>TOTAL</b>	<b>2500</b>	<b>TOTAL</b>	<b>170 489 hab</b>

**Nota.** Esta tabla muestra los beneficios directos e indirectos del proyecto, teniendo en cuenta a los beneficiarios directos como toda la población dentro del CEASA, en este caso a estudiantes, docentes, personal administrativo y personal de servicio, mientras que los beneficiarios indirectos serán los habitantes del Cantón Latacunga. Datos tomados del Municipio de Latacunga (Municipio de Latacunga, 2022).

## 5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la presente investigación se identificó los principales problemas que se relacionan al incremento de la posible contaminación en la microcuenca del río Isinche teniendo en cuenta la elevada eutrofización dentro del recurso hídrico que se lo reconoce como un recurso natural renovable, y el elevado desarrollo de actividades antrópicas. Mediante el proyecto de investigación se establece estrategias ambientales, en las cuales los indicadores ambientales ayudan a determinar tanto del recurso hídrico y a su vez del suelo.

La falta de estudios sobre la microcuenca ha provocado elevadas pérdidas de suelo, afectación negativa al recurso paisajístico; además de flora, fauna y pérdida de capacidad productiva de las tierras con el arrastre del suelo fértiles distintas áreas, debido que al pasar los años esto se ha ido reflejando en el suelo.

El hábitat dentro del área institucional no reúne las condiciones adecuadas, las características físicas y biológicas necesarias para la supervivencia de especies, es decir, para que una especie puede perpetuar su presencia. Estas construcciones de cada predio dentro de la institución no están realizadas en base a indicadores de sostenibilidad ambiental.

Dentro del Campus experimental Salache existe escasas de información adecuada sobre las necesidades ambientales y sociales, por lo que existe una brecha en el tema de sostenibilidad hacia la parte productiva del campus. La erosión del suelo, la pérdida de biodiversidad, el inadecuado uso del recurso hídrico y las constantes construcciones dentro del campus han sido un problema que se vive de hoy en día en la comunidad universitaria generando mayores desafíos para así poder recurrir a realizar las gestiones necesarias.

En la actualidad la sostenibilidad ambiental es un tema de suma importancia ya que pretende establecer un equilibrio social y la protección al medio ambiente a través del aprovechamiento eficiente de los recursos naturales para mejorar la calidad de vida hacia la población universitaria.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1. Objetivo General

- Desarrollar indicadores de Sostenibilidad Ambiental para la microcuenca del Campus Salache.

### 6.2. Específicos:

- Caracterizar la microcuenca del campus CEASA.
- Identificar las condiciones ambientales (agua, suelo y biodiversidad) en las que se encuentra la microcuenca del Campus Salache.
- Determinar indicadores de sostenibilidad ambiental para los componentes agua suelo y biodiversidad de la microcuenca del Campus.

**Tabla 2.** Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Caracterizar la microcuenca del estudio, campus CEASA.	Recorrido de área de estudio. Verificación de estudios previos.	Recolección de datos e información del Campus por medio de la investigación bibliográfica.	Datos sobre ubicación, orden, hidrografía, geomorfología tipos de suelo, agua, uso de agua y biodiversidad.
Identificar las condiciones ambientales (agua, suelo y biodiversidad) en las que se encuentra la microcuenca del Campus Salache.	Revisión de estudios previos realizados en campus en referencia a biodiversidad. Visitas y recorrido en los puntos de muestreo para la verificación de los datos obtenidos.	Desarrollo de la investigación cualitativa y descriptiva, obteniendo datos de la investigación bibliográfica y por medio de la observación en la microcuenca del estudio. Con lo que se tomó características de las condiciones ambientales de la microcuenca.	Identificación de condiciones ambientales en agua y suelo, datos de la investigación (composición del agua y texturas de suelo). Composición de suelo y texturas de suelo en los puntos de muestreo).

<p>Determinar indicadores de sostenibilidad ambiental para los componentes agua y suelo de la microcuenca del Campus.</p>	<p>Revisión de los lugares con más daños ambientales captados. Selección de indicadores a partir de sistemas de gestión sostenible más aplicados en instituciones de tercer nivel.</p>	<p>Se analizó los datos obtenidos de la identificación de las condiciones ambientales de un campus estudiantil del campus, mediante el análisis cualitativo, con lo que se asoció los indicadores que incluirían acciones sostenibles en la aplicación en el campus, siendo tomados en cuenta los indicadores más usados en instituciones educativas y sistemas de medición de sostenibilidad ambiental, con lo que se construyó tablas basadas en indicadores que mejorarían el sistema de gestión ambiental sostenible interno.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Nota.** Tabla de la sistematización de objetivos con respecto a sus actividades, resultados y descripción. Elaborado por: Autores.

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 7.1. Sostenibilidad

La sostenibilidad se puede definir como la satisfacción de las necesidades presentes evitando comprometer las necesidades de generaciones futuras, asegurando un equilibrio entre el crecimiento económico, la protección del medio ambiente y beneficio social (OXFAM, 2015).

La sostenibilidad engloba un eje de cuidado y protección a los recursos futuros, dando prioridad a procesos en los cuales los recursos aseguren la subsistencia futura, el aspecto sostenible dentro del campo en el cual está aplicado se enfoca en englobar procesos que mejoren y optimicen las condiciones ambientales futuras de los ecosistemas.

## **7.2. Sostenibilidad Social**

El desarrollo social sostenible se define como el proceso por el cual una comunidad alcanza niveles altos de calidad de vida, economía, convivencia, autoconocimiento, ciencia, inclusión, equidad, salud y bienestar psicológico a través del trabajo cooperativo entre miembros, con logros progresivos en la sostenibilidad ambiental hasta desarrollar un equilibrio. El desarrollo social sostenible posee características como: autosuficiencia regional, importancia de la naturaleza para las personas y uso eficiente de los recursos (Villalobos, 2019).

Ser autosuficiente dentro de una comunidad englobando el equilibrio ambiental con el ecosistema, es un círculo por el cual todos los actores poseen la responsabilidad de influir dentro del cuidado de los recursos para su correcto funcionamiento. Tener en cuenta que las consecuencias ambientales dependen de las acciones dentro de una comunidad, lleva a cabo una serie de problemáticas dentro de la cotidianidad y en tratar que esto no se vea influyendo en el ciclo ambiental natural.

El aspecto social configura la parte en la cual cada persona que conforma la comunidad incluya prácticas ambientales teniendo principalmente acciones sostenibles es sus actividades diarias. Contemplando un pequeño equilibrio dentro de estos tres sectores influyentes ambiental, económico y social, se podría estar hablando de un inicio de sostenibilidad ambiental teniendo como base el cuidado del futuro de los recursos, evitando el desgaste de los mismos priorizando el medio ambiente a futuro.

## **7.3. Sostenibilidad Ambiental**

Al hablar de sostenibilidad ambiental, se refiere al equilibrio social, económico y ambiental, para asegurar la continuidad en el futuro. Actualmente, el término de sostenibilidad ambiental, está siendo mal utilizado cada vez más, debido a la creciente preocupación por el cambio climático y presencia de temas ambientales en las redes y medios de comunicación. Sin embargo, la ambigüedad en su definición también ha provocado este hecho, ya que

expresar un deseo, sin explicar las instrucciones para su aplicación en la vida real. La existencia de estándares internacionales y el cumplimiento por parte de las empresas a determinados compromisos ambientales y cumplimiento de la normativa de sostenibilidad, se encuentran entre las prácticas más habituales en la actualidad (ISOTools, 2018).

Partiendo de que los recursos renovables no son inagotables, impulsar un desarrollo sostenible ambiental es clave para la evolución, enfocándose en mejorar aspectos ambientales, tales como implementar sistemas que involucren al ambiente con la estabilidad económica y social, partiendo de la economía se podrá impulsar proyectos que permitan mitigar ciertos aspectos enlazados a la contaminación e influir con el apoyo a ideas de mejoras sostenible.

Priorizar a la naturaleza involucrando cambios dentro de la atmosfera diaria, puede generar conflictos internos dentro de una sociedad con estereotipos muy marcados, al querer involucrar un sistema que desee equilibrar los ejes fundamentales de desarrollo ambiental nos enfocamos también en sectores económicos, políticos, la sociedad etc., se interpone el interés poblacional, en el que si existe una respuesta favorable y se da la adaptación de cambio se podría generar un tipo de sostenibilidad ambiental global, enfocándose en el desarrollo y avance de los factores influyentes en la actualidad, principalmente la economía, dado que esta influye en la adhesión de proyectos sostenibles en una comunidad.

#### **7.4. Sostenibilidad Económica**

Se refiere al valor presente y futuro de los recursos naturales, como el agua potable, refiriéndose a productos, inversiones, el consumo, los mercados y al desarrollo económico mundial. Los costos a largo plazo del uso de los recursos humanos y materiales se tienen en cuenta en los cálculos económicos. Es un procedimiento que trata de satisfacer las necesidades humanas, pero de manera que se preserven los recursos naturales y el medio ambiente para el futuro. De esta manera, los ecosistemas proporcionan los factores de producción que sustentan el crecimiento económico: tierra, recursos naturales, mano de obra, capital y la sostenibilidad económica gestionan estos recursos para que se encuentren siempre disponibles (EUROINNOVA, s.f.).

Los recursos naturales son necesarios para la vida, son el núcleo de subsistencia dentro del desarrollo vital, tanto en la alimentación y vestimenta por otro lado comprenden la sustentabilidad económica ya que muchos recursos como el agua son privatizados, cambiando de perspectiva no solo la privatización ha generado un desarrollo económico dentro del medio

ambiente sino más bien el conjunto de factores que permiten el desarrollo de los recursos generando capital.

Gestionar los recursos naturales y el capital que se distribuye por la circulación económica de actividades ambientales es parte influyente dentro de la sostenibilidad económica en el ambiente debido al enlace que tiene cada ciclo dentro del medio ambiente, directamente con crecimiento y desarrollo de sistemas ambientales en el entorno rural o urbano, que generan ganancias tanto dentro como fuera del sistema, incrementando trabajo y generando productos como también servicios sostenibles.

### **7.5. Biodiversidad**

La biodiversidad incluye todas las formas de vida y sus vínculos interrelacionados. Son todos los seres vivos del planeta: animales, plantas, virus, bacterias, los ecosistemas, los genes de cada especie y de cada individuo. El propio cuerpo humano no podría sobrevivir sin la cantidad de microorganismos presentes en él, que son necesarios para los diversos procesos vitales. Por lo tanto, la biodiversidad es el número de poblaciones de diferentes organismos y especies que incluyen la variedad de interacciones entre las especies y su biotopo. La biodiversidad es el garante del equilibrio en la biosfera, juega un papel decisivo en los procesos atmosféricos y climáticos, proporcionando alimentos, medicina, materias primas, recursos para asegurar la supervivencia de humanos, animales y plantas. Regula de forma natural los flujos de energía y de materia, la calidad del aire, la depuración de las aguas, regulando y estabilizando las tierras, evitando la erosión, los desastres naturales, la polinización, etc., (NATURALIZA; ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL, 2021).

Distinguimos tres niveles de biodiversidad, interrelacionados entre sí:

- De especies: es la pluralidad de los sistemas genéticos que distinguen a las especies. Seres vivos con características comunes, pero también los grupos menores, como subespecies o los grupos amplios como géneros y familias.
- Genética: es la variedad intra específica, donde se diferencian los componentes genéticos entre individuos de una población y entre poblaciones de una misma especie.
- De espacios o ecosistemas: es la diversidad de las comunidades biológicas, el conjunto de plantas, hongos, animales, microorganismos y del medio físico que los rodea.

Los elementos que conforman parte de todos los ecosistemas, son parte de la variada e única biodiversidad que posee el planeta tierra, la evolución ha permitido que las confluencias de diversos factores creen un sistema por el cual pueda desarrollarse la vida, tanto natural como humana, la biodiversidad seres bióticos y abióticos, están directamente enlazados con la evolución y la armonía de la tierra.

Cada organismo que es parte de los sistemas físicos como el agua, el suelo, el aire equilibra el medio en el cual se desarrolla la vida, configurando las conexiones que todo el ecosistema posee. La biodiversidad conecta cada pequeña parte de la vida con un sinnúmero de sistemas que generan energía, sustento y protección.

### **7.6. Recursos Renovables**

Los recursos renovables pueden entenderse simplemente como recursos con la capacidad de renovarse de forma natural y no requieren de la intervención humana dentro de su proceso, la restauración se lleva a cabo por procesos naturales, también conocidos como ciclos biológicos. Su condición implica que son recursos que se restauran a la naturaleza en su mismo elemento, gracias a su capacidad de renovación limpia sin impactos negativos en el medio ambiente. Hablamos de una amplia gama de recursos de carácter natural como: el agua, el aire, la luz solar, las mareas, entre otros elementos que han sido aprovechados desde la antigüedad hasta nuestros días. El ciclo del agua y del aire son ejemplos de mecanismos de restauración de los recursos naturales. Su readaptación biológica es resultado de fenómenos y condiciones biológicas que hacen que la recuperación de su entorno parezca simple (Nestlé, 2022).

Los recursos dentro del Ecuador son muy variados e incomparables debido a la genuinidad y lo únicos que pueden llegar a ser, los recursos renovables son aún más reconocidos por la pureza y cantidad que posee el país. Cabe recalcar que los recursos renovables como el agua es uno de los más importantes dado que permite el desarrollo de la vida, su capacidad de renovación es indispensable dentro del entorno biótico y el ciclo que cumple en el mismo permite la subsistencia entera de todos los seres vivos.

Los recursos renovables aparte de ser recursos que aseguran la recomposición de elementos como el agua, son cruciales económicamente debido a que algunos de ellos tienen un eje económico en torno a su capacidad de renovarse. Esto ha permitido que miles de



proyectos se lleven a cabo favoreciendo el desarrollo industrial. Hay que tener claro que algunos de los recursos que se recomponen son los que constituyen ciclos que son indispensables para el correcto funcionamiento del ambiente para la subsistencia de la vida.

### **7.7. Flora**

La palabra deriva del latín, más concretamente de su mitología, ya que Flora era la diosa romana de las flores, la primavera y los jardines. Hoy en día, sin embargo nos referimos a flora para referirnos a todas las flores, plantas, arbustos, árboles e incluso hongos o bacterias de una región concreta en un periodo temporal concreto (Juste, 2020).

La flora incluye seres bióticos casi en su totalidad fotosintéticos, los cuales son variados en colores, formas, propiedades, olores etc. Las plantas, arbustos, árboles, flores, todo el conjunto de vegetación son parte de este gran grupo llamado flora, todas estas especies cubren parte del planeta tierra debido a que tiene propiedades que generan y permiten la continuidad de la vida terrestre, su principal característica fotosintética hace que el aire sea posible y se pueda habitar dentro de una atmósfera óptima para la vida.

Es claro que sin la existencia de un hábitat con naturaleza viva “flora” no podría desarrollarse la vida, teniendo en cuenta no solo a los humanos sino a toda la comunidad biótica que existe en el planeta, la cadena trófica se vería alterada y el ciclo normal de la misma cambiaría. Con la pérdida de vegetación los consumidores de primer orden perderían sitios de alimentación perdiendo especies, con consecuencias irreparables en la cadena alimenticia.

### **7.8. Fauna**

La fauna son todos los seres vivos referidos a animales, vertebrados, invertebrados, herbívoros, carnívoros. Para Juste, la fauna es el conjunto de animales que habitan en una región particular durante un periodo de tiempo específico (2020). La fauna es importante dentro del flujo correcto en la tierra, por estar dentro de la cadena alimenticia y ser consumidores de segundo orden, siendo importantes en tener un balance poblacional en la naturaleza y ecosistema.

Dentro de la cadena alimenticia la fauna configura la mayor parte de este triángulo, debido a que influye en el flujo de subsistencia natural en la tierra. La existencia de cada uno

de los animales ubicados a lo largo del planeta cumple con un papel específico, el cual permite que un ecosistema pueda tener balance y desarrollarse satisfactoriamente en un sistema biótico.

### **7.9. Suelo**

El suelo es la parte superficial de la corteza terrestre, conformada principalmente su mayoría por residuos de roca resultantes de procesos erosivos y alteraciones físicas y químicas, así como de materia orgánica fruto de la actividad biológica que se tiene lugar en la superficie. Es la porción más visible del planeta Tierra. Es una superficie sumamente diversa y multiforme, sobre la cual se desarrollan fenómenos climáticos como la lluvia, el viento, etc. Es escenario de complejos procesos químicos y físicos, así como de un ecosistema subterráneo de pequeños animales y abundantes microorganismos, cuya presencia tienen un impacto directo en la fertilidad del mismo. Los suelos se forman por la destrucción de la roca y la acumulación de diversos materiales a lo largo de los siglos, en un proceso que involucra muchas variantes físicas, químicas y biológicas, lo que da como resultado una disposición en capas bien diferenciadas observables en los puntos de falla o fractura de la corteza terrestre (UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA, s.f.).

El suelo tiene propiedades que varían de su composición, regularmente es parte del desarrollo de cultivos relacionados a la producción y alimentación, pero puede tener otras direcciones dependiendo su estructura, debido a que existen diversos tipos de suelos, sus propiedades, capacidad de retención, pH, humedad, etc., determina sus aportes y su uso en el medio.

La desintegración de las rocas a través del tiempo da nacimiento al suelo en conjunto a otros factores que se determinan en torno a la ubicación donde se encuentra, la atmósfera, clima, temperatura, humedad, en algunos casos se forma a partir de desechos volcánicos que dan nacimiento a suelos infértiles por el tipo de formaciones que suelen crearse, como formaciones porosas derivadas de piedra pómez que da indicios de residuos volcánicos. En algunos casos la mezcla de suelo con restos de seres vivos crea materia orgánica, siendo suelos con ricos es micronutrientes también llamados suelos fértiles.

### **7.10. Propiedades Físicas del Suelo**

Se describen como las características físicas, que posee el suelo dentro de un entorno, que define el tipo de composición, estructura y diferentes cualidades, es decir comprende toda la información que posee un suelo para catalogarlo y otorgarle el adecuado uso y tratamiento. Para la UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA (s.f., pág. 5) estas propiedades físicas que describe la Universidad Nacional de la Plata, en su publicación llamada “El suelo Un universo invisible” se encuentran 5 propiedades que definen un suelo:

- La textura: Que determina la proporción en la que se encuentran las partículas minerales de diversos tamaños que hay presentes en el suelo.
- La estructura: Es la forma en la que las partículas del suelo se unen para formar agregados.
- La densidad: Influye en la distribución de la vegetación. Suelos más densos son capaces de sustentar más cantidad de vegetación.
- La temperatura: Influye en la distribución de la vegetación, sobre todo en altitud.
- El color: Depende de sus componentes y varía con la cantidad de humedad presente en el suelo.

### **7.11. Textura del Suelo**

El tamaño y la proporción en que se encuentran las partículas minerales que forman el suelo determinan sus propiedades físicas: textura, estructura, porosidad y el color. Según (UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA, s.f., pág. 7) en su textura podemos distinguir tres tipos de suelos: arena, arcilla y limo.

- La arena es la que existe en los diversos ríos. Los suelos arenosos, como son más sueltos son fáciles de trabajar, pero tienen pocas reservas de nutrientes aprovechables por las plantas.
- Los suelos limosos tienen gránulos de tamaño intermedio son fértiles y fáciles de trabajar. Forman terrones fáciles de desagregar cuando están secos.
- La arcilla son partículas muy finas y forman barro cuando están saturadas de agua, los suelos arcillosos son pesados, no drenan ni se desecan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes. Son fértiles, pero difíciles de trabajar cuando están muy secos.

La textura de los suelos existentes, es importante en el desarrollo de diversos proyectos y procesos diarios, ya que las distintas particularidades con la composición de estos

condicionan el uso que se le pueda otorgar. la importancia de conocer el tipo de textura que se tiene en algún punto específico determina el trabajo y el proceso que debe tener al querer generar alguna actividad.

### **7.12. Agua**

El agua es el elemento natural que hace de la Tierra un planeta habitable y que permitió la aparición de la vida. Todos los seres vivos del planeta provenimos del mar y el ciclo del agua garantiza nuestra supervivencia. Para ACNUR Comité Español, estas son sus fases de manera pormenorizada:

- **Evaporación**

La mayor parte del agua del planeta se encuentra en los océanos mezclada con sal, lo que la hace inútil para ser bebida por el ser humano, aunque alberga miles de especies animales y vegetales en su interior. El calor del sol produce que parte de esa agua cambie de estado líquido a gaseoso, separándose de la sal y ascendiendo hasta la atmósfera, dando comienzo al ciclo del agua (2018).

- **Condensación**

Cuando el vapor de agua llega a la atmósfera, el cambio de temperatura hace que se condense y se formen nubes en suspensión que son desplazadas por el viento, en algunos casos hacia las zonas continentales no sumergidas (2018).

- **Precipitación**

En algunos casos, el agua condensada se acumula en forma de gotas que, cuando alcanzan cierto peso, vuelven a caer en forma de lluvia o nieve, dependiendo de la temperatura (2018).

- **Nieve, corriente e infiltración**

Cuando la precipitación se produce sobre una zona no sumergida, el agua cae en forma de lluvia hasta la superficie terrestre. Una vez allí, la gravedad hace que el agua descienda a través de cuencas en la superficie o bien se filtre al interior de la tierra. Si cae

en forma de nieve, los cambios estacionales harán que acabe deshaciéndose y siguiendo el mismo recorrido que las lluvias (2018).

- **Regreso al mar**

Las cuencas superficiales o las filtraciones subterráneas se dirigirán por la fuerza de la gravedad de nuevo hasta el mar. Por el camino, habrán permitido la vida animal y vegetal a lo largo del continente (2018).

El agua compone la mayor parte del planeta, es un recurso renovable que desempeña un proceso natural muy importante dentro del desarrollo ambiental, su ciclo cuenta con fases que engloban múltiples procesos de desarrollo de la vida, como es el flujo del agua, permitiendo obtener agua dulce, lluvias, etc., esta puede ser dulce o salada en este caso la mayor parte de la cobertura de agua en la tierra es salada por eso es obvio que el agua dulce es un recurso renovable pero agotable.

### **7.13. Cuencas hidrográficas**

La cuenca hidrográfica suele se utilizan a menudo como unidades de planificación de los recursos hídricos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las cuencas hidrográficas de los ríos principales suelen estar formadas por cuencas de captación más pequeñas. En Ecuador, también se utiliza el concepto de demarcación hidrográfica, que es definido por la Unión Europea como: “la zona marina y terrestre que compre una o más cuencas hidrográficas vecinas y las aguas subterráneas y costeras asociadas” (Vásconez et ál., 2019).

Las cuencas hidrográficas cumplen un sistema ambiental muy importante, contiene funciones que hacen depender cierto desarrollo de organismos que son indispensables en el ciclo de un ecosistema, el habitat, los sistemas bióticos y abióticos son el conjunto biodiverso que depende de los beneficios que otorga una cuenca hidrográfica. Para Vásconez et ál., las cuencas hidrográficas dentro de un medio pueden tener las siguientes funciones puntuales (2019).

- **Función ambiental**

Constituyen sumideros de dióxido de carbono.

Alberga bancos de germoplasma.

Regula la recarga hídrica.

Conserva la biodiversidad.

Mantiene la diversidad de los suelos.

- **Función ecológica**

Provee hábitat para la fauna.

Provee hábitat para la flora.

Tiene influencia sobre la calidad física y química del agua.

**7.14. Subcuenca hidrográfica**

Cada cuenca se subdivide en Subcuencas, que se definen como la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos hacia un punto de un curso de agua (generalmente un lago o una confluencia de ríos) (MITECO, s.f.).

Se refiere a subcuencas para referirse a los territorios que drenan a través de cursos de agua que desembocan en la corriente principal de una cuenca; es decir la cuenca se subdivide en subcuencas correspondientes a los cursos de agua que terminan en el curso Principal. Esto significa que dentro en una cuenca puede haber varias subcuencas (Piñeros & Avendaño, 2016).

Las subcuencas hidrográficas derivan de las cuencas, una subcuenca reúne agua de desembocaduras alternas es decir arrastra agua de otros sistemas enlazados a la red hídrica. Es importante reconocer cuencas y subcuencas, debido a que delimitando las diferentes zonas se puede realizar análisis y estudios que se desee obtener determinado las características únicamente de esa zona hídrica.

**7.15. Microcuenca hidrográfica**

Una micro cuenca es toda área en la que su drenaje conduce al cauce principal de una Subcuenca; es decir que una subcuenca está dividida en varias micro cuencas. Las micro

cuenca son pequeñas unidades y a su vez son áreas donde fluyen quebradas y riachuelos que drenan de las laderas y pendientes altas. Las micro cuencas son parte de las unidades adecuadas para la planificación de acciones para su gestión. Independientemente de la división entre las propiedades, los caminos, etc., el agua es el elemento integrador; por lo tanto, los cambios en la calidad y cantidad de las aguas de los ríos reflejarán el comportamiento de todas las personas que viven en la cuenca (Piñeros & Avendaño, 2016).

El potencial de aprovechamiento de los suelos como parámetro de microcuenca estudia con profundidad, la textura y la pendiente de la ladera, evaluando el campo y para determinar el potencial tanto para uso agrícola, pecuario y forestal. (Piñeros & Avendaño, 2016).

#### **7.16. Microcuenca el Isinche**

Las unidades hidrográficas de la microcuenca del Río Isinche, están divididas en 3 partes, la parte alta, media y baja, esto en función del recorrido del cauce, desde donde nace, hasta donde desemboca, para unirse a la microcuenca del río Patoa y desembocar y la Río Cutuchi. El cauce principal es el río Isinche el cual recorre desde la parte Alta, ubicada en la provincia de Cotopaxi y una pequeña microcuenca donde se ubica en el cantón Pujilí Provincia de Cotopaxi y sus alrededores, Latacunga, una parte de Salcedo, y sus parroquias: La merced, Jesús de Nazareth, Alpamalag, Salache, y Sigchocalle. Para terminar en la parte baja, que es el límite en la provincia de Salcedo (Simaluisa, 2021).

La microcuenca dentro de un punto de estudio delimita las zonas de análisis, en el caso de estudio de la microcuenca del Isinche donde se ubica el Centro Experimental, Académico Salache (CEASA), permite el estudio de las zonas de afluencia de esta. Lo que determina muy explícitamente la zona de estudio en el ámbito de recurso, agua, suelo, aire y biodiversidad, siendo una microcuenca que posee afluentes parroquias aledañas, contiene un sinnúmero de características que determinan el sector.

#### **7.17. Desarrollo Sostenible**

El término “desarrollo sostenible” permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias, tiene como objetivo cumplir con los requisitos de una agenda de protección ambiental como las de asegurar el desarrollo de los países bajo nivel de desarrollo.

Por tanto, se requería la integración de las políticas ambientales y las estrategias de desarrollo (en componentes económico y social). Esta condición ha llevado al tratamiento de “tres dimensiones” o “tres pilares” del desarrollo sostenible (económico, social y ambiental) a lo largo del tiempo (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2017).

Cuando la Asamblea General determinó, en 2010, la realización de Rio+20, estableció dos temas para la conferencia: el marco institucional para el desarrollo sostenible y “economía verde en el contexto del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza”. Uno de los resultados más importantes de Rio+20 fue el lanzamiento del proceso de establecimiento de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que significaría la fusión del proceso internacional hacia el desarrollo sostenible con la agenda internacional de desarrollo para el período post-2015, dando un paso importante hacia la real integración del desarrollo sostenible como concepto orientador, más allá de las instituciones ambientales y el discurso (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2017).

### **7.18. Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS)**

A través de estos 17 ODS con sus 169 metas y 231 indicadores, los estados miembros de la ONU han expresado firmemente que la agenda propuesta es universal y profundamente transformadora, dejando de lado los viejos paradigmas donde unos países donan mientras otros reciben ayuda condicionada. En definitiva, esta agenda busca expresar las responsabilidades comunes pero diferenciadas y desarrollar una alianza real para el desarrollo donde todos los países participan (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2017).

- Son universales: Los ODS constituyen un marco de referencia verdaderamente universal y se aplicarán a todos los países. En la senda del desarrollo sostenible, todos los países tienen tareas pendientes y todos se enfrentan a retos tanto comunes como individuales en la consecución de las múltiples dimensiones del desarrollo sostenible resumidas en los ODS.
- Son transformadores: En su condición de programa para “la gente, el planeta, la prosperidad, la paz y las alianzas”, la Agenda 2030 ofrece un cambio de paradigma en relación con el modelo tradicional de desarrollo hacia un desarrollo sostenible que integra la dimensión económica, la social y la medioambiental. La Agenda 2030 proporciona una visión transformadora para un desarrollo sostenible centrado en las



personas y el planeta, basado en los derechos humanos, y en la dignidad de las personas.

- Son civilizatorios: La Agenda 2030 trata de que nadie quede rezagado y contempla “un mundo de respeto universal hacia la igualdad y la no discriminación” entre los países y en el interior de estos, incluso en lo tocante a la igualdad, mediante la confirmación de la responsabilidad de todos los Estados de “respetar, proteger y promover los derechos humanos, sin distinción alguna de raza, color, sexo, idioma, religión, opinión política o de otro tipo, origen nacional o social, propiedad, nacimiento, discapacidad o cualquier otra condición.”

Los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible son:

- Fin de la pobreza.
- Hambre cero.
- Salud y bienestar.
- Educación de calidad.
- Igualdad de género.
- Agua limpia y saneamiento.
- Energía asequible y no contaminante.
- Trabajo decente y crecimiento económico.
- Industria, innovación e infraestructura.
- Reducción de las desigualdades.
- Ciudades y comunidades sostenibles.
- Producción y consumo responsables.
- Acción por el clima.
- Vida submarina.

- Vida de ecosistemas terrestres.
- Paz, justicia e instituciones sólidas.
- Alianzas para lograr los objetivos.

Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos. Respecto a la vinculación existente entre la categorización de los indicadores propuestos

(A, B, C) y los objetivos alineados, se determinó que el 30% de los indicadores se encuentran alineados al objetivo 15 “Vida de ecosistemas terrestres”, seguido del 19% de indicadores alineados al objetivo 6 “Agua limpia y saneamiento”, y el resto de indicadores (51%) se encuentran alineados a los 7 objetivos restantes (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2018).

El desarrollo sostenible gira alrededor de procurar no malgastar los recursos para la subsistencia y asegurarlos para el futuro, es decir infiere manera consiente en el uso los recursos evitando los excesos para no implicar al futuro en la perdida de estos. Desde el inicio el objetivo del programa propuesto en el desarrollo sostenible, es salvaguardar el cuidado del medio ambiente, proponiendo proyectos e ideas que mejoren la situación ambiental, satisfaciendo las necesidades actuales y aseguren el medio, recursos y ambiente del futuro.

Los objetivos del desarrollo sostenible priorizan los recursos, la vulnerabilidad poblacional, las especies, fauna, flora, industria, etc. Teniendo claro y como eje de accionar el desarrollo sostenible, basándose directamente en implementar en países proyectos basados a indicadores que favorezcan los puntos propuestos siendo vulnerables y proponiendo su mejora en base a la sostenibilidad. Puntos como agua, suelo y aire son los primeros temas que se tienen en cuenta en los objetivos propuestos, debido a que son los puntos ambientales que han sido intervenidos entrópicamente en su mayoría.

#### **7.19. Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento**

Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2018). Los indicadores que encuentran dentro del objetivo 6 según su categoría y objetivo se dividen en 7 y son de categoría C, a continuación, se detalla y describe los indicadores (Tabla 3).

**Tabla 3.** Indicadores Objetivo 6 ODS

<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>
INDICADOR 6.5.1	Grado de aplicación de la ordenación integrada de los recursos hídricos (0-100)
INDICADOR 6.5.2	Proporción de la superficie de cuencas transfronterizas con un arreglo operacional para la cooperación en la esfera del agua
INDICADOR 6.6.1	Cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua a lo largo del tiempo
INDICADOR 6.3.1	Proporción de aguas residuales tratadas de manera segura
INDICADOR 6.4.2	Nivel de estrés por escasez de agua: extracción de agua dulce como proporción de los recursos de agua dulce disponibles
INDICADOR 6.3.2	Proporción de masas de agua de buena calidad
INDICADOR 6.4.1	Cambio en la eficiencia del uso del agua con el tiempo.

**Nota.** La tabla representa 7 indicadores planeados del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6, detallando la descripción de cada indicador propuesto. Datos tomados del Informe Nro. 1 Indicadores Ambientales de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2018).

### **7.20. INDICADOR 6.4.1 ODS**

El indicador 6.4.1 sobre el uso eficiente del agua (WUE) ha sido diseñado para abordar el componente económico de la meta 6.4. Este indicador fue introducido recientemente por el proceso de los ODS y nunca se había monitoreado a nivel global en el contexto de los ODM. El concepto de monitoreo de este indicador puede resumirse de la siguiente manera: El indicador debe evaluar el impacto del crecimiento económico sobre el uso de los recursos hídricos. Solamente se considerará el agua de escorrentía y el agua subterránea (llamada agua azul) para calcular el indicador. Esto es particularmente importante cuando se calcula el indicador para el sector agrícola. Por esta razón se ha incluido un

parámetro específico ( $C_r$ ) en la fórmula para estimar el volumen de producción agrícola bajo condiciones de secano. Por la misma razón, el valor de las producciones sub-sectoriales que utilizan principalmente agua no usada deben restarse del valor añadido sectorial general (Schade, 2019).

Fórmula de cálculo:

$$WUE = A_{we} * P_A + M_{we} * P_M + S_{we} * P_S$$

Variables:

WUE= Eficiencia en el uso del agua.

Awe = Eficiencia en el uso del agua en la agricultura de riego [USD/m<sup>3</sup>].

Mwe = Eficiencia en el uso del agua en MIMEC [USD/m<sup>3</sup>].

Swe = Eficiencia en el uso del agua en servicios [USD/m<sup>3</sup>].

PA = Porcentaje de agua usada por el sector agrícola sobre el total de agua usada.

PM = Porcentaje de agua usada por el sector MIMEC sobre el total de agua usada.

PS = Porcentaje de agua usada por el sector de servicios sobre el total de agua usada.

Para poder calcular cada una de las variables propuestas dentro de la fórmula de cálculo del indicador 6.4.1 (Schade, 2019) expone las siguientes formulas:

$$Awe = \left( \frac{GVA_a * (1 - C_r)}{V_a} \right)$$

Variables:

Awe = Eficiencia en el uso del agua en la agricultura de riego [USD/m<sup>3</sup>]

GVAa = Valor añadido bruto de la agricultura (no incluye pesca de agua dulce, pesca marítima, ni silvicultura) [USD]

Cr = Porcentaje de GVA agrícola producido por la agricultura de secano [%]

Va = Volumen de agua usada por el sector agrícola (incluye riego, ganadería y acuicultura) [m<sup>3</sup>]

$$Cr = \left( \frac{1}{1 + \frac{A_i}{(1 - A_i) * 0.563}} \right)$$

Variables:

Ai = porcentaje de tierras de regadío sobre el total de tierras de cultivo, en decimales.

0.563 = coeficiente genérico predeterminado entre los rendimientos de los cultivos de secano y los cultivos de regadío.

$$Awe = \left( \frac{GVA_{al} + GVA_{aa} + [GVA_{ai} * (1 - C_r)]}{V_a} \right)$$

Variables:

GVAal = Valor añadido bruto del sub-sector ganadero.

GVAaa = Valor añadido bruto del sub-sector de acuicultura.

GVAai = Valor añadido bruto del sub-sector de la agricultura de riego.

$$Mwe = \left( \frac{GVA_m}{V_m} \right)$$

Variables:

Mwe = Eficiencia en el uso del agua en el sector MIMEC [USD/m<sup>3</sup>]

GVAm = Valor añadido bruto del sector MIMEC (incluyendo energía) [USD]

Vm = Volumen de agua usada por el sector MIMEC (incluyendo energía) [m<sup>3</sup>]

$$SWE = \left( \frac{GVA_s}{V_s} \right)$$

Variables:

Swe = Eficiencia en el uso del agua para servicios [USD/m3]

GVA<sub>s</sub> = Valor añadido bruto de los servicios [USD]

V<sub>s</sub> = Volumen de agua usada por el sector de servicios [m3]

### **7.21. Sostenibilidad Académica**

La educación para el desarrollo sostenible está basada en principios, en valores, abordando al estado en tres ámbitos de la sostenibilidad (ambiente, sociedad y economía), teniendo en cuenta el contexto, los problemas globales y las prioridades locales. La gestión del “Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible” corresponde a la UNESCO, organismo que juega un papel muy importante en relación con la educación para el desarrollo sostenible. La Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI, en 1998, promovida por esta organización, enfatiza que “la necesidad de fortalecer y fomentar aún más las misiones y valores fundamentales de la Educación Superior, en particular, la misión de contribuir al desarrollo sostenible y la mejora del conjunto de la sociedad” (Fernández, 2018).

La academia cada vez enfoca más avance estudiantil por ende se enfoca en el desarrollo de proyectos que involucran uso de recursos dentro de la universidad, poner en marcha mecanismos que proporcionen los recursos necesarios para cada proyecto sin involucrar al medio es indispensable en la actualidad, por el problema medio ambiental por el cual atraviesa el mundo. Y como no comenzar con procesos que mejoren el medio si no es por las universidades, la cual formas profesionales.

Teniendo en cuenta esto, las universidades tienen cierto poder dentro de las disposiciones y acciones de los proyectos dentro de ella, es por eso que iniciar con el termino sostenibilidad dentro de ella impulsara en el cumplimiento de diversas normativas sostenibles tales como el cumplimiento de las ODS impuestas por la ONU, o el cumplimiento de prácticas que mejoren la relación ambiente, desarrollo estudiantil.

Con el inicio de implementación de acciones sostenibles dentro de las instituciones educativas, se adentrará el término sostenibilidad en cada proyecto de investigación, como el cambio en las actividades diarias dentro de la academia permitiendo tener un flujo de confluencia de estudiantes más amable con el medio, sin involucrar el daño ambiental. Implementar acciones sostenibles como mejorar la infraestructura darle tratamiento a agua residual, mejorar el consumo y distribución de agua, mejorar el porcentaje de emisiones, tener buenas prácticas ambientales, generar menos desechos sólidos o darles tratamiento a desechos, entre otros, es clave en el desarrollo de sostenibilidad en un Campus.

## **7.22. Universidades sostenibles en Ecuador**

El Ecuador ha tomado en los últimos años iniciativas de implementación de desarrollo sostenible en instituciones educativas de nivel superior, como ya es de saberse América Latina tiene un sinnúmero de países que ya cuentan con su sistema sostenible avalado por diferentes entidades que validan la sostenibilidad ambiental institucional. Entre algunas de las universidades en el país que cuentan con el aval internacional de cumplimiento de desarrollo sostenible de sus campus, están:

### ➤ **Universidad Técnica Equinoccial**

La Universidad UTE asume su rol y responsabilidades con la sociedad al involucrarse como organización con una propuesta integral de desarrollo sostenible que promete contribuir en la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Nuestra propuesta tiene como finalidad el garantizar un desempeño ambiental sostenible de las instalaciones de la universidad. El término sostenibilidad lo entendemos como: la utilización de los recursos de forma adecuada para garantizar la permanencia y el desarrollo de la universidad como institución, y el efecto que tienen los procesos que se ejecutan en la institución y que generan impacto para la sostenibilidad de la sociedad en su conjunto (Universidad Técnica Equinoccial, 2022).

### ➤ **Universidad ECOTEC**

ECOTEC se ubica en el top #3 de las universidades más sostenibles del Ecuador y a nivel mundial ocupa la posición 426 en su segundo año de participación. Destacamos el inicio de operaciones de nuestra Planta Solar que cuenta con 188 paneles solares y el Cambio de Matriz Energética, sumado a la constante medición de la Huella de Carbono a través de acciones como la reducción de desperdicio de papel y plástico, la optimización de sistemas de

iluminación, de las rutas de buses y la renovación de aparatos electrónicos que cumplieron su vida útil (ECOTEC, 2022).

➤ **Universidad Técnica Particular de Loja**

La UTPL cuenta con un modelo de gestión que vela por el impacto social y ambiental en cuatro componentes: la gestión de un campus responsable; la gestión del conocimiento e investigación con impacto; la formación de profesionales y ciudadanos responsables; y el compromiso social. A través de este modelo se organiza, consolida e identifican las prácticas y programas socialmente responsables para mostrar coherencia con el quehacer de la comunidad universitaria en el ámbito educativo y social en donde la institución forma profesionales que asumen compromisos éticos (Universidad Técnica Particular de Loja, 2021).

➤ **ESPOL**

Desde la creación del Programa Sostenibilidad ESPOL, en 2018, se han logrado articular las iniciativas y el trabajo desarrollado en torno a este tema entre las diferentes unidades y centros de investigación que integran la Escuela Superior Politécnica del Litoral. En este sentido, destaca la implementación de una planta fotovoltaica que ayuda a cuatro centrales de climatización. Así también, el trabajo realizado desde los Centros de Investigación que aportan soluciones sostenibles; por ejemplo, modelamientos energéticos de varios edificios del campus por parte del Centro de Energía Renovable y Alternativa (CERA). Adicionalmente, se ha realizado la medición de la huella de Carbono; los cuales derivan en soluciones aplicables a la mejora continua de la operación interna de ESPOL (Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2020).

➤ **UDLA**

En la Universidad de las Américas los diferentes Campus en Quito, cumplen con estándares sostenibles en diferentes ámbitos medioambientales, dentro de las instalaciones la Universidad de las Américas, comprende lo siguiente:

Certificación Ecuatoriana Ambiental Punto Verde Sector Servicios, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Eje Temático de Producción Más Limpia-Energía, materias auxiliares, recursos naturales, residuos (2022).



### **7.23. Indicador**

Los indicadores son variables de medición, cuantitativas o cualitativas, de eventos que suceden dentro de una institución para así, poder generar acciones. Entre los principales atributos de un buen indicador que (Astudillo, 2019) expone están:

- Disponibilidad: los datos básicos para la construcción del indicador deben ser de fácil obtención sin restricciones de ningún tipo.
- Simplicidad: el indicador debe ser de fácil elaboración y fácil interpretación.
- Especificidad: debe medir lo que realmente se desea medir.
- Confiabilidad: los datos utilizados para la construcción del indicador deben ser fidedignos (fuentes de información satisfactorias).

Los indicadores permiten medir la proporción de cumplimiento de sus bases, debido a que su fin es desarrollar la medición de factores influyentes que determinen alguna acción o participación. Una de las características importantes en el estudio de los indicadores es que poseen un nivel de veracidad muy alto debido a que son estructurados por medio de valoraciones científicas validadas para conseguir estándares reales.

### **7.24. Características de Indicadores**

Los indicadores de sostenibilidad ambiental tienen características enmarcadas, debido a que son el instrumento de influencia para determinar las decisiones de la política ambiental, para que la gestión de una institución pueda ser lo más sostenible posible. Entre las características de los indicadores ambientales se encuentran 16:

Evaluar datos de calidad y fiables, ser fáciles de manejar y comprender, que puedan predecir si habrá alguna evolución negativa, su coste debe estar equilibrado con su efectividad, ser sensibles a los cambios, ser específicos con el objetivo de que no se den diferentes interpretaciones (Pilaguano & Vergara, 2022).

### **7.25. Indicadores Ambientales**

Son factores o variables cuantitativas o cualitativas que proporciona un medio simple y confiable para medir el logro (Saidani et ál., 2019) y evaluar la calidad funcional, desempeño ambiental de las operaciones de las instituciones o sistemas (Rowe & Lievesley, 2002).

Estos indicadores aplican a sistemas con enfoque al medio ambiente, es decir fijan su evaluación a puntos sistemáticos que tengan que ver con temas de biodiversidad, recursos, mecanismos ambientales, en si todo lo que englobe medioambientalmente una estructura cualquiera. Teniendo un porcentaje de confiabilidad muy alto en el ámbito ambiental debido a su estructura detallada por instituciones que engloban netamente temas de la materia, los cuales son comprobados mediante varias pruebas de función aplicadas.

### **7.26. Indicadores de Sostenibilidad Ambiental**

Un indicador ambiental es una medida que puede ser de origen físico, químico, biológico, social o económico, que evalúa todo dato ambiental disponible, para reflejar las condiciones en las que se encuentra el medio ambiente o un factor ambiental específico, en un tiempo y en un lugar determinado. Los indicadores ambientales cuantitativos se basan en parámetros con los que se arroja información sobre un fenómeno. Por el contrario, los indicadores ambientales cualitativos se centran más en las observaciones y percepciones (Romero, 2020).

Los indicadores ambientales deben tener ciertas características y cumplirlas, ya que son un instrumento que influye en la evaluación para tomar desde decisiones políticas sobre el medio ambiente, hasta en el manejo de una empresa para llegar a ser lo más sostenible posible. Entre las características de los indicadores ambientales están:

Deben evaluar datos de calidad y fiables.

Ser fáciles de manejar y comprender.

Que puedan predecir si habrá alguna evolución negativa.

Su coste debe estar equilibrado con su efectividad.

Ser sensibles a los cambios.

Ser específicos con el objetivo de que no se den diferentes interpretaciones.

### **7.27. Criterios de selección de indicadores**

La selección de estos determina efectivamente la lente a través de la cual se ve el sistema y, por lo tanto, es extremadamente importante para influir en las decisiones y juicios.

En este sentido, (Fiksel et ál., 2012) da un criterio general es su relevancia para el problema o asunto en consideración, y con base en los principios de medición del desempeño generalmente aceptado, debe poseer criterios los cuales deben ser tomados en cuenta (Tabla 4).

**Tabla 4.** Criterios de selección de indicadores

Relevante	Significativo	Objetivo	Efectivo	Completo	Consiente	Practico
Para los intereses previstos.	Para el público objetivo, en los términos de claridad, comprensión y transparencia	En términos de técnicas de medición y verificabilidad.	Para apoyar la evaluación comparativa, monitoreo a largo plazo y la toma de decisiones para mejorar el rendimiento.	Al proporcionar una evaluación general de progreso con respecto a los objetivos de sostenibilidad.	En diferentes sitios, utilizando la normalización adecuada.	Para permitir una implementación rentable y no onerosa y construir sobre la recopilación de datos existentes siempre que sea posible.

**Nota.** La tabla presenta los criterios que se deben tomar en cuanto a la correcta selección de indicadores para la aplicación en algún sistema. Datos fueron tomados del EPA United States Environmental Protection Agency (Fiksel et ál., 2012).

En la selección de indicadores se toma en cuenta estrategias para concretar una decisión de aplicación, es decir mostrar claramente el fin que se desea obtener para así estructurar un listado de indicadores potenciales que contemplen un proceso de verificación específico y que permitan validar el sistema al cual se aplica, que sea medible con los recursos e información que se tenga. Con la determinación de la verificación se puede ya concretar lineamientos de toma de decisiones.

### 7.28. Indicadores de Sostenibilidad en aplicación a las universidades

El avance de la investigación científica a cerca de este tema, determina la carencia de indicadores de evaluación integral sostenible con responsabilidad social universitaria en el contexto ecuatoriano. En aspectos económicos, ambientales y sociales, con los

correspondientes criterios de medición y en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Perero et ál., 2020).

Las diferentes necesidades ambientales son tomadas en cuenta por las universidades, las cuales afrontan la problemática como parte de sí mismas, abordando temas que aporten con el saneamiento o control ambiental dentro de cada institución, emitiendo propuestas que podrían generar cambios en el sector, dado es el caso que aplicar sistemas de eficiencia ambiental o de generar normas de control en procesos dentro de algún campus universitarios los cuales pueden implicar un cambio porcentual muy importante.

En el caso del Ecuador, la biodiversidad y los recursos son diversos, los cuales ofrecen un sin número de usos para la población. En el ámbito educacional la naturaleza ha sido uno de las palabras con enfoque de estudio, debido a que el decaimiento ambiental es enorme, así que algunas instituciones en el país han aplicado normas las cuales se enfocan en tener una relación educación- ambiente más sostenible.

En Latinoamérica hace algunos años se inició con la implantación de redes ambientales universitarias las cuales enfocaban sus actividades a un desarrollo sostenible relacionando como se dijo anteriormente la educación con el ambiente, aplicándose a proyectos y procesos internos con compromiso ambiental. Generando índices o indicadores que controlen, verifiquen y cuantifiquen el entorno sostenible dentro de las universidades.

En el país algunas universidades tienen como metas el cumplimiento de manuales de buenas prácticas ambientales, son parte de redes universitarias sostenibles, cumplen objetivos de desarrollo sostenible (ODS), o son parte de sistemas de medición como la UI GreenMetric World University Ranking. Universidades del país lideran dicho ranking nacional siendo son parte ya de un sistema de desarrollo sostenible, con prácticas o normas en base a la estructura, por otro lado, otras se rigen al cumplimiento de objetivos e indicadores sostenibles.

Los indicadores han sido aplicables en universidades en el ámbito de agua en general son tomados de algunos sistemas como son: UI GreenMetric World University Ranking, la Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente (ARIUSA) con el proyecto RISU, Indicadores del Manual de Buenas Prácticas Ambientales de la UCUNCA, indicadores de huella hídrica, indicadores reutilización de agua, , Objetivos

de desarrollo sostenible, Indicadores establecidos para el Polígono Ponceano Alto, Indicadores de sostenibilidad propuestos en los Polígonos de Asturias.

### 7.29. UI GreenMetric World University Ranking

Ranking mundial de universidades patrocinado por la Universidad de Indonesia, con el propósito de medir las políticas de sostenibilidad en las universidades de todo el mundo. El Ranking, evalúa seis campos entorno e infraestructura, energía y cambio climático, residuos, agua, transporte y educación e investigación (Tabla 5). En la primera versión del año 2010 tuvo la participación de 95 universidades de 35 países. Mientras que en la versión 2019 participaron 780 universidades de 83 países de todo el mundo. (Universidad de Guadalajara, 2022).

**Tabla 5.** Indicadores UI GreenMetric World University Ranking

<b>Criterio y objetivo del indicador</b>	<b>Indicador</b>
<p><b>Ubicación e Infraestructura:</b></p> <p>Este indicador muestra si el campus merece ser llamado Green Campus. Su objetivo es hacer que la universidad proporcione más espacio para la vegetación con la finalidad de proteger el medio ambiente, así como para desarrollar energía sostenible.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ubicación y alrededores del campus.</li> <li>- Tipo de institución de educación superior.</li> <li>- Número de campus.</li> <li>- Superficie total del campus.</li> <li>- Superficie total en planta de los edificios del campus.</li> <li>- Superficie total de edificios.</li> <li>- Superficie total de edificios inteligentes.</li> <li>- Porcentaje de la superficie del campus cubierta de vegetación en forma de bosque.</li> <li>- Porcentaje de área en el campus cubierta de vegetación.</li> <li>- Infiltración: superficie no retentiva de agua sobre el total de superficie con absorción de agua en el campus.</li> <li>- Número total de estudiantes (a tiempo completo y parcial).</li> <li>- Total, de personal académico y administrativo.</li> </ul>

**Energía y cambio climático:** Se espera que las universidades aumenten el esfuerzo en eficiencia energética en sus edificios y tomen más recursos de energía natural.

**Residuos:** Las actividades de tratamiento y reciclaje de residuos son factores importantes para crear un ambiente sostenible.

- Presupuesto anual de la universidad para la sostenibilidad.
- Sustitución de aparatos convencionales por aparatos con eficiencia energética.
- Implementación de Smart Building (edificios inteligentes).
- Producción de energía renovable dentro del campus.
- Uso de energía anual (en Kilovatios hora).
- Elementos de implementación de construcción verde como reflejo de las políticas de construcción y renovación de edificios.
- Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero – Huella de carbón (emisiones CO2 en los pasados 12 meses, en toneladas métricas).
- Programa para la reducción del uso del papel y del plástico.
- Programa de reciclaje de los residuos de la universidad.
- Tratamiento de residuos tóxicos.
- Tratamiento de residuos orgánicos.
- Tratamiento de residuos inorgánicos.
- Eliminación de aguas residuales (alcantarillado).

**Agua:** El objetivo es disminuir el consumo de agua, aumentar el programa de conservación y proteger el hábitat.

**Transporte:** El nivel de emisiones de carbono y contaminantes en la universidad está relacionado con el sistema de transporte por lo que es importante dentro del Ranking.

- Implementación del programa de conservación del agua.
- Implementación del programa de reciclaje de agua.
- Uso de aparatos eficientes en consumo de agua (grifo, inodoro, etc.)
- Agua tratada consumida.
- Número de coches propiedad de la universidad.
- Número de coches que acceden a la universidad cada día.
- Número de motocicletas que acceden a la universidad cada día.
- Número de autobuses del campus Media de pasajeros de cada autobús de enlace entre campus.
- Número total de viajes diarios del servicio de autobuses del campus.
- Número de bicicletas que se pueden encontrar en el campus un día normal.
- Tipo de área de aparcamiento.
- Reducción del área de aparcamiento para los vehículos privados en tres años.
- Iniciativas para la reducción de vehículos privados en el campus.
- Servicio de enlace entre campus.
- Política respecto de los ciclistas y los peatones
- Distancia diaria aproximada de viajes de un vehículo dentro del campus (en Km.).

<p><b>Educación (18%):</b> La universidad espera crear una generación interesada por los temas de sostenibilidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de cursos ofertados relacionados con el medio ambiente y la sostenibilidad.</li> <li>- Número total de cursos ofertados.</li> <li>- Fuentes dedicadas a la investigación del medio ambiente y la sostenibilidad.</li> <li>- Fuentes de investigación totales (en US Dólares).</li> <li>- Número de publicaciones académicas relacionadas con el medio ambiente y la sostenibilidad.</li> <li>- Número de eventos académicos relacionados con el medio ambiente y sostenibilidad.</li> <li>- Número de organizaciones de estudiantes relacionadas con el medio ambiente y sostenibilidad.</li> <li>- Existencia de un sitio web de sostenibilidad en la universidad.</li> </ul>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

---

**Nota.** La tabla expresa los seis campos evaluados por la UI GreenMetric World University en ámbitos de sostenibilidad institucional. Datos tomados del Proyecto de investigación Selección de indicadores ambientales para evaluar el desempeño ambiental de las buenas prácticas ambientales En la Universidad de Cuenca y su evaluación financiera (Ávila, 2020).

### **7.30. Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente (ARIUSA) con el proyecto RISU**

Se crearon en octubre de 2007, la Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente (ARIUSA) propuso el desarrollo de nuevas redes universitarias ambientales (RUAs) y la aplicación de proyectos colaborativos de investigación. Varias de las redes y proyectos de ARIUSA se han ocupado de seleccionar indicadores que permitan cuantificar el grado de compromiso ambiental de instituciones de tercer nivel, con el propósito de aplicarlos a las universidades con las que se trabaja directamente (Sáenz, 2015).



En ARIUSA participan 28 redes universitarias ambientales, con 442 universidades y otras IES de 16 países de la región: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, España, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Venezuela (ARIUSA, 2022).

### **7.31. Red de Indicadores de Sostenibilidad en las Universidades**

La decisión de crear la Red de Indicadores de Sostenibilidad en las Universidades (RISU) se tomó el 15 de junio de 2012 en el marco de la segunda Jornada Iberoamericana de ARIUSA, celebrada en el campus de la Universidad del Vale do Itajaí (UNIVALI), en Santa Catarina (Brasil) (Sáenz, 2015).

El proyecto se aprobó bajo el marco de la celebración del Primer Foro Latinoamericano de Universidades y Sostenibilidad, en Viña del Mar, organizado por la Universidad de Valparaíso, a través de su Facultad de Ciencias del Mar y de Recursos Naturales, convocado por la Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente (ARIUSA), la Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe (RFA-ALC) y el Capítulo Latinoamérica de la Alianza Mundial de Universidades sobre Ambiente y Sostenibilidad (GUPES-LA) (Benayas del Álamo, 2014).

En el año 2014 se elaboró un cuestionario a partir de la experiencia de aplicación de indicadores para el contexto de las universidades españolas. Los 175 indicadores de las universidades españolas fueron analizados en intenso debate y consenso con los líderes de las redes latinoamericanas participantes en el Foro de Viña del mar (Blanco-Portela, 2017). El cuestionario RISU quedó adaptado al lenguaje propio del contexto latinoamericano, conformado por 114 indicadores y 11 ámbitos (Tabla 6).

1. Política de sostenibilidad (15 indicadores)
2. Sensibilización y participación (12 indicadores)
3. Responsabilidad socio ambiental (10 indicadores)
4. Docencia (13 indicadores)
5. Investigación y transferencia (13 indicadores)
6. Urbanismo y biodiversidad (7 indicadores)

- 7. Energía (10 indicadores)
- 8. Agua (10 indicadores)
- 9. Movilidad (8 indicadores)
- 10. Residuos (11 indicadores)
- 11. Contratación responsable (5 indicadores).

**Tabla 6.** Indicadores de agua proyecto RISU

No.	Indicador
1	Existe un plan específico, eje estratégico o línea de acción del plan de sustentabilidad/ambiental sobre agua, que incluya aspectos de ahorro en agua, sanidad para consumo humano, riego y gestión de aguas residuales.
2	Se realiza un control y seguimiento del consumo de agua con medidores independientes en los puntos estratégicos del campus (edificios, zonas deportivas, puntos de riego).
3	Se realiza un control de la calidad del agua para consumo humano.
4	Existe un sistema propio de depuración o de reducción de carga contaminante de las aguas residuales producidas en el campus, (debidamente inscrito ante la entidad reguladora del agua).
5	Existe un sistema eficiente de riego de jardines (goteo programados, micro aspersión, riego nocturno).
6	Existen sistemas de captación de aguas pluviales y/o reutilización de aguas sanitarias para el riego de jardines, lavado de flotilla vehicular, etc.
7	Los lavamanos y servicios sanitarios tienen algún sistema de ahorro de agua (Pulsadores, detectores, etc.)

- 8 Los laboratorios disponen de algún sistema de ahorro de agua (circuitos de refrigeración cerrados: destiladores de agua)
- 9 Se fomenta el uso de bebedores, fuentes o grifos públicos para el consumo de agua con el fin de reducir la generación de residuos de vasos o botellas de plástico.
- 10 Se realizan actividades de sensibilización y concientización sobre el ahorro de agua dentro del ámbito de la propia universidad: información impresa y web sobre el consumo de agua, campañas de sensibilización sobre el correcto uso del agua en la universidad, información visible de sensibilización en los puntos críticos de consumo, charlas de eficiencia de uso de agua en los laboratorios húmedos, etc.

**Nota.** Dentro de la tabla se describen los diez indicadores de sostenibilidad de agua propuestos por la Red de Indicadores de Sostenibilidad en las Universidades. Datos tomados de una encuesta aplicada para la determinación de un sistema sostenible institucional en Venezuela (RISU, 2021).

### 7.32. Indicadores del Manual de Buenas Prácticas Ambientales de la UCUENCA

La Universidad de Cuenca creó 5 indicadores de desempeño / gestión de acuerdo a los ejes temáticos que establece el MAE (Tabla 7) en los ámbitos de consumo de agua, consumo de energía, generación de residuos, capacitaciones y el consumo de papel como se puede observar a continuación (Ávila, 2020).

**Tabla 7.** Indicadores Manual de Buenas Prácticas Ambientales de la U CUENCA

Criterio y Objetivo del indicador	Indicador
Capacitación: Conocer el número de personas capacitadas	$PCS = \Sigma ((\#docentes \text{ cap} * fp) / \text{total personas}) ((\#docentes \text{ sen} * (1 - fp) / \text{total personas}).$ <p>PCS: Personas capacitados y sensibilizados.            Número de docentes cap: Número de docentes capacitados frente a la dimensión ambiental.            fp: Factor de ponderación de capacitación (es igual al 50%).</p>

Total personas: Total de docentes de la universidad #docentes.

Sen: Número de docentes sensibilizados frente a la dimensión ambiental (mediante encuestas se determinará si la persona se sensibilizó).

(1-fp): Uno menos el factor de ponderación de capacitación (es igual al 50%).

Total, personas: Total de docentes de la universidad

Consumo de Agua: Definir la tendencia anual de consumo de agua de la Universidad de Cuenca

$CA = \Sigma CAC / TCU$  CA= Consumos de agua (m<sup>3</sup>/medidor de agua).

CAC= Consumo anual de agua dentro del campus universitario (m<sup>3</sup>).

TCU= # de medidores de agua

Consumo de energía: Definir la tendencia anual de consumo de energía de la Universidad de Cuenca.

$CE = \Sigma CEC / TCU$

CE= Consumos de Energía (KWh/medidor de energía)

CEC= Consumo anual de energía dentro del campus (KWh)

TCU= # de medidores de energía

$CPm = \Sigma CPC / TCU$

Consumo de Papel: Definir la tendencia anual de consumo de papel en la Universidad de Cuenca.

CPm= Consumos de papel mensual por Campus (\$/resmas de papel)

CPC= Consumo anual de papel dentro del campus universitario (\$).

TCU= # de resmas de papel

Generación de Residuos Peligrosos Químicos: Conocer el porcentaje de generación de los residuos químicos peligrosos en las áreas generadoras.

$DGA = (RP / TRS) * 100$ .

DGA= Datos Gestor Ambiental (%).

RP: Cantidad de residuos químicos peligrosos (ton/año).

TRS: Total de residuos peligrosos (ton/año).

Generación de Residuos

Peligrosos Infecciosos:  $DGA = (RP/TRS) * 100$ .

Conocer el porcentaje de DGA: Datos Gestor Ambiental (%).

generación de los residuos RP: Cantidad de residuos infecciosos peligrosos (ton/año).

infecciosos peligrosos en las TRS: Total de residuos peligrosos (ton/año)

áreas generadoras.

Residuos sólidos comunes

recuperables: Conocer el RSCR:  $(CRSCR/TRSCR) * 100$ .

porcentaje de recuperación RSCR: Residuos sólidos comunes recuperables (%).

de los residuos sólidos no CRSCR: Cantidad de residuos sólidos comunes recuperados

biodegradables recuperables (kg)

en los campus TRSCR: Total de residuos sólidos comunes recuperables(kg)

universitarios.

---

**Nota.** La tabla muestra los 7 indicadores institucionales propuestos y aplicados por el Manual de buenas prácticas ambientales de la Universidad de Cuenca detallando su criterio y objetivo. Datos tomados del Informe de Gestión 2018 (Universidad de Cuenca, 2018a).

### 7.33. Indicadores de huella hídrica

El impacto humano sobre los recursos hídricos se debe al uso y contaminación del agua, medido a través del indicador ambiental Huella Hídrica (HH) (Almeida, 2020). La HH tiene múltiples alcances, se puede analizar desde el punto de vista de un consumidor, o de un grupo de consumidores, de un país, una región geográfica o negocio, los cuales tienen objetivos comunes, la sensibilización e identificación de los puntos de consumo y contaminación, para desarrollar estrategias u objetivos que pueden reducir la huella (Hoekstra et ál., 2011).

#### ➤ Huella Hídrica Verde

Representa el volumen de agua proveniente de las precipitaciones (agua lluvia), que se almacenan o son retenidas en los estratos permeables del suelo, satisfaciendo la demanda de la vegetación, y devuelto a la atmósfera por el proceso de evapotranspiración (Hoekstra et ál., 2011).

Fórmula de cálculo:

$$HH_{verde} = Precipitación\ efectiva * Superficie\ de\ vegetación$$

**Fuente:** Hoekstra et ál., (2011)

Variables:

Precipitación efectiva: Volumen de agua lluvia retenida en el suelo (m3/ha).

Superficie de vegetación: Área espacios verdes (ha).

➤ **Huella Hídrica Gris**

El concepto apareció como una forma de expresar la contaminación del agua en términos de un volumen, para mantener un buen estado de los cuerpos receptores que sustentan al ecosistema (Franke et ál, 2013).

Fórmula de cálculo:

$$HH_{Gris} = \frac{Effl * C_{effl} - Affl * C_{affl}}{C_{max} - C_{nat}}$$

**Fuente:** Hoekstra et ál., (2011)

Variables:

*Effl*: Volumen Efluente  $m^3$

*C<sub>effl</sub>*: Concentración DBO5 efluente ( $mg/L$ )

*Affl*: Volumen Afluente ( $m^3$ )

*C<sub>affl</sub>*: Concentración DBO5 afluente ( $mg/L$ )

*C<sub>max</sub>*: Límite permisible normativa ( $mg/L$ )

*C<sub>nat</sub>*: Concentración libre de contaminación ( $mg/L$ )

### 7.34. Indicador de reutilización de agua en procesos productivos

#### ➤ Reutilización del agua en procesos productivos

Calcula el porcentaje de agua que se recircula en los procesos productivos. Determinando el porcentaje de agua que se recircula, además permite conocer si se está gestionando el recurso tomando en cuenta aspectos sostenibles (Enríquez, 2020).

Formula de Calculo:

$$\left( \frac{\text{Valor AR del proceso productivo}}{\text{Valor total de AU en el proceso productivo}} \right) * 100\%$$

Variables:

AR: agua recirculada

AU: agua utilizada

Volumen de agua recirculada en el proceso productivo: litros.

Volumen total de agua requerido en el proceso productivo: litros.

### 7.35. Indicadores establecidos de Polígono Ponciano Alto

#### ➤ Indicador de Aguas Residuales

Mide el porcentaje de aguas residuales tratadas. Controla las aguas que no poseen de un tratamiento apto para implementar medidas correctivas, permitiendo visualizar si en el transcurso del tiempo aumenta el porcentaje de aguas tratadas, y si disminuye indica que el agua está siendo un problema de contaminación (Enríquez, 2020).

Fórmula de cálculo:

$$\left( \frac{\text{Volumen del efluente tratado en PTAR}}{\text{Volumen de efluente producido}} \right) * 100\%$$

Variables:

PTAR: planta de tratamiento de aguas residuales

Volumen de efluentes tratado en PTAR: litros

Volumen de efluente producido: litros

### 7.36. Indicadores de sostenibilidad propuestos en los Polígonos de Asturias

#### ➤ Distribución del agua

Establece la cantidad de agua que se distribuye en el campus. Es importante conocer la distribución que se realiza en el campus para evitar que se esté brindando agua en lugares que no lo necesiten.

Fórmula de cálculo:

$$\frac{\text{Consumo total}}{\text{suma de consumos parciales}} * 100\%$$

➤ **Consumo**

Determina el número de aparatos ahorradores que existen en el campus para así observar si existen los suficientes o es necesario implementar nuevos sistemas para disminuir el desperdicio de agua.

Fórmula de cálculo:

$$\left( \frac{\text{Número de sistemas ahorradores}}{\text{Número total de sistemas}} \right) * 100\%$$

### 7.37. Indicadores de Sostenibilidad para Suelo

Los indicadores de suelo evalúan el grado de función ya que muchas veces se dificulta medir directamente sus funciones. La medición de la calidad del suelo es un ejercicio de identificación de las propiedades del suelo que son sensibles al manejo, afectan o se correlacionan con los resultados ambientales.

Se clasifican en los siguientes:

➤ **Áreas de suelos mejoradas o recuperadas**

Producción y consumo responsable y acción por el clima con una dimensión de 1 has. /mensual.

➤ **Capacidad del uso del suelo en el campus CEASA**

Producción, consumo responsable e industria, innovación e infraestructura con una dimensión de Cada m2.

➤ **Diferencial de rendimiento en suelos degradados y no degradados**

Vida de ecosistemas terrestre y producción responsable con una dimensión de 1has por tipo de suelo.

➤ **Áreas erosionadas y tipo de erosión.**

Acción por el clima y vida de ecosistemas terrestres con una dimensión de 1has.



➤ **Áreas destinadas para la agricultura.**

Producción y consumo responsable y ciudades y comunidades sostenibles con una dimensión de 1has por área agrícola.

➤ **Tipología de suelo**

Producción y consumo responsable con una dimensión de 1has /anual.

➤ **Suelos afectados por la desertificación.**

Vida de ecosistemas terrestres con una dimensión de 1has /mensual.

### **7.38. Indicadores de sostenibilidad para Biodiversidad**

Es parte de una estrategia de conservación, es la gestión del uso de la biodiversidad de forma que se obtengan beneficios sociales, culturales y biológicos a la vez que mantiene su potencial para las generaciones futuras. Lo cual ayudan a conservar las especies nativas existentes dentro del campus y poder evitar su extinción, también se manifiesta indicadores sobre el manejo adecuado.

Se clasifican en los siguientes:

➤ **Manejo de biodiversidad**

Vida de ecosistemas terrestres con una dimensión de especies /m<sup>2</sup>.

➤ **Especies amenazadas respecto al total de especies nativas.**

Vida de ecosistemas terrestres con una dimensión de número de especies amenazadas/total de especies nativas.

➤ **Uso y aprovechamiento de material genético de la flora del campus.**

Producción y consumo responsable con una dimensión de porcentaje de cultivos aprovechables.

➤ **Conservación de paisajes.**

Acción por el clima y vida de ecosistemas terrestres con una dimensión de 1 has / mensual.

➤ **Prácticas de mejoras de ecosistemas.**

Vida de ecosistemas terrestres y acción por el clima con una dimensión de 1 has /semanal.

➤ **Diversidad y abundancia de especies.**

Vida de ecosistemas terrestres con una dimensión de 1 has / mensual (flora) número de especies/ mensual (fauna).

➤ **Especies amenazadas y protegidas.**

Vida de ecosistemas terrestres con una dimensión de 1 has / mensual (flora) número de especies/ mensual (fauna).

## **8. MARCO LEGAL**

### **8.1. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**

#### TITULO I

#### ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL ESTADO

##### Capítulo primero

##### Principios fundamentales

**Art. 3.-** Son deberes primordiales del Estado:

1. Garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, en particular la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social y el agua para sus habitantes.

##### Capítulo segundo

##### Derechos del buen vivir

##### Sección primera

##### Agua y alimentación

**Art. 12.-** El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

##### Sección segunda

##### Ambiente sano

**Art. 15.-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

##### Capítulo cuarto

## Régimen de competencias

**Art. 264.-** Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

## TÍTULO VI

### RÉGIMEN DE DESARROLLO

#### Capítulo tercero

##### Soberanía alimentaria

**Art. 282.-** El Estado normará el uso y acceso a la tierra que deberá cumplir la función social y ambiental. Un fondo nacional de tierra, establecido por ley, regulará el acceso equitativo de campesinos y campesinas a la tierra.

El Estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.

#### Capítulo segundo

##### Biodiversidad y recursos naturales

##### Sección cuarta

##### Recursos naturales

**Art. 408.-** Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución.

##### Sección quinta

##### Suelo

**Art. 409.-** Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

**Art. 410.-** El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.

Sección sexta

Agua

**Art. 411.-** El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

**Art. 412.-** La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

TÍTULO VIII

RELACIONES INTERNACIONALES

Capítulo segundo

Tratados e instrumentos internacionales

**Art. 419.-** La ratificación o denuncia de los tratados internacionales requerirá la aprobación previa de la Asamblea Nacional en los casos que:

8. Comprometan el patrimonio natural y en especial el agua, la biodiversidad y su patrimonio genético.

## **8.2. CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE**

Ley 0, Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017

Última modificación: 21-ago.-2018 Estado: Reformado

TITULO II

DE LOS DERECHOS, DEBERES Y PRINCIPIOS AMBIENTALES

**Art. 5.-** Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende:

1. La conservación, manejo sostenible y recuperación del patrimonio natural, la biodiversidad y todos sus componentes, con respeto a los derechos de la naturaleza y a los derechos colectivos de las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades;
2. El manejo sostenible de los ecosistemas, con especial atención a los ecosistemas frágiles y amenazados tales como páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y marinos-costeros;
4. La conservación, preservación y recuperación de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico;
5. La conservación y uso sostenible del suelo que prevenga la erosión, la degradación, la desertificación y permita su restauración;
6. La prevención, control y reparación integral de los daños ambientales;
7. La obligación de toda obra, proyecto o actividad, en todas sus fases, de sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental;

## TITULO II

### DE LOS DERECHOS, DEBERES Y PRINCIPIOS AMBIENTALES

**Art. 9.-** Principios ambientales. En concordancia con lo establecido en la Constitución y en los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los principios ambientales que contiene este Código constituyen los fundamentos conceptuales para todas las decisiones y actividades públicas o privadas de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, en relación con la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente.

Los principios ambientales deberán ser reconocidos e incorporados en toda manifestación de la administración pública, así como en las providencias judiciales en el ámbito jurisdiccional. Estos principios son:

3. Desarrollo Sostenible. Es el proceso mediante el cual, de manera dinámica, se articulan el ámbito económico, social, cultural y ambiental para satisfacer las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo la satisfacción de necesidades de las generaciones futuras. La concepción de desarrollo sostenible implica una tarea global de carácter permanente. Se establecerá una distribución justa y equitativa de los beneficios económicos y sociales con la participación de personas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades.

## CAPITULO II

### DE LAS FACULTADES AMBIENTALES DE LOS GOBIERNOS AUTONOMOS DESCENTRALIZADOS

**Art. 26.-** Facultades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales en materia ambiental.

8. Controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de normas técnicas de los componentes agua, suelo, aire y ruido;

## LIBRO SEGUNDO DEL PATRIMONIO NATURAL

### TITULO I

#### DE LA CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD

**Art. 29.-** Regulación de la biodiversidad. El presente título regula la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes. Asimismo, regula la identificación, el acceso y la valoración de los bienes y los servicios ambientales.

**Art. 30.-** Objetivos del Estado. Los objetivos del Estado relativos a la biodiversidad son:

1. Conservar y usar la biodiversidad de forma sostenible;
9. Establecer y ejecutar las normas de bioseguridad y las demás necesarias para la conservación, el uso sostenible y la restauración de la biodiversidad y de sus componentes, así como para la prevención de la contaminación, la pérdida y la degradación de los ecosistemas terrestres, insulares, oceánicos, marinos, marino-costeros y acuáticos;
7. Adoptar un enfoque integral y sistémico que considere los aspectos sociales, económicos, y ambientales para la conservación y el uso sostenible de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos, en coordinación con la Autoridad Única del Agua;
11. Incorporar criterios de sostenibilidad del patrimonio natural en la planificación y ejecución de los planes de ordenamiento territorial, en los planes de uso del suelo y en los modelos de desarrollo, en todos los niveles de gobierno;

**Art. 31.-** De la conservación de la biodiversidad. La conservación de la biodiversidad se realizará in situ o ex situ, en función de sus características ecológicas, niveles de endemismo, categoría de especies amenazadas de extinción, para salvaguardar el patrimonio biológico de la erosión genética, conforme a la política formulada por la Autoridad Ambiental Nacional.

### **8.3. CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL, AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN (COOTAD)**

**Art. 4.-** Fines de los gobiernos autónomos descentralizados. - Dentro de sus respectivas circunscripciones territoriales son fines de los gobiernos autónomos descentralizados: f) La obtención de un hábitat seguro y saludable para los ciudadanos y la garantía de su derecho a la vivienda en el ámbito de sus respectivas competencias.

**Art. 147.-** Ejercicio de la competencia de hábitat y vivienda. - El Estado en todos los niveles de gobierno garantizará el derecho a un hábitat seguro y saludable y una vivienda adecuada y digna, con independencia de la situación social y económica de las familias y las personas.

### **8.4. CÓDIGO INTEGRAL PENAL**

#### **CAPITULO CUARTO**

##### **Delitos contra el ambiente y la naturaleza o Pacha Mama**

**Art. 245.-** Invasión de áreas de importancia ecológica. - La persona que invada las áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas o ecosistemas frágiles, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años. Se aplicará el máximo de la pena prevista cuando:

1. Como consecuencia de la invasión, se causen daños graves a la biodiversidad y recursos naturales.

**Art. 252.-** Delitos contra suelo. - La persona que, contraviniendo la normativa vigente, en relación con los planes de ordenamiento territorial y ambiental, cambie el uso del suelo forestal o el suelo destinado al mantenimiento y conservación de ecosistemas nativos y sus funciones ecológicas, afecte o dañe su capa fértil, cause erosión o desertificación, provocando daños graves, será sancionada con pena privativa de libertad de tres a cinco años.

## 8.5. REGLAMENTO DEL CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE (RCOA)

**Art. 90.-** Mecanismos de conservación. - La Autoridad Ambiental Nacional desarrollará los mecanismos por los cuales la conservación ex situ aporte a la conservación in situ de la biodiversidad, priorizando la recuperación y rehabilitación de especies amenazadas y su reintroducción en hábitats naturales.

### SECCION 2a

#### HERRAMIENTAS PARA LA GESTION DE LAS AREAS PROTEGIDAS

**Art. 133.-** Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.- Es el instrumento de planificación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, el cual establecerá las políticas, estrategias y objetivos para la consolidación y fortalecimiento integral del Sistema, con el fin de lograr una gestión efectiva de las áreas protegidas que permita asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y mantener la diversidad biológica, garantizando a la vez los bienes y servicios ambientales vitales para el bienestar humano, el desarrollo sostenible de la población que depende de manera directa de estas áreas; y deberá estar alineado a otros instrumentos nacionales de planificación y desarrollo.

### SECCION 3a

#### CATEGORIAS DE MANEJO Y ZONIFICACION DE LAS AREAS PROTEGIDAS

**Art. 141.-** Áreas de protección hídrica. - La Autoridad Única del Agua establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica. La Autoridad Ambiental Nacional las integrará al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, mediante declaratoria; y determinará la categoría de manejo y el subsistema que les corresponda.

## 8.6. ACUERDO MINISTERIAL No 061 TULSMA

### TÍTULO I

#### DISPOSICIONES PRELIMINARES

**Art. 28 De la evaluación de impactos ambientales.** - La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento que permite predecir, identificar, describir, y evaluar los potenciales impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar al ambiente; y con este análisis determinar las medidas más efectivas para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos, enmarcado en lo establecido en la normativa ambiental aplicable. Para la evaluación de impactos ambientales se observa las variables ambientales relevantes de los medios o matrices, entre estos: a) Físico (agua, aire, suelo y clima); b) Biótico (flora, fauna y sus hábitats).



## CAPÍTULO VI

### GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS, Y DESECHOS PELIGROSOS Y/O ESPECIALES

**Art. 52 Competencias.** - La Autoridad Ambiental Nacional es la rectora en la aplicación del presente Capítulo y estará a cargo de lo siguiente:

- b) Establecer un Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y desechos peligrosos, así como aquellas sustancias que determine la Autoridad Ambiental Nacional;

**Art. 54 Prohibiciones.** - Sin perjuicio a las demás prohibiciones estipuladas en la normativa ambiental vigente, se prohíbe:

- b) Disponer residuos y/o desechos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales en el dominio hídrico público, aguas marinas, en las vías públicas, a cielo abierto, patios, predios, solares, quebradas o en cualquier otro lugar diferente al destinado para el efecto de acuerdo a la norma técnica correspondiente.

## 9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS

- ¿La microcuenca del campus CEASA está pasando por algún tipo de proceso de deterioro de suelo y calidad de agua?

Sí, debido a que las condiciones ambientales de los componentes agua y suelo por las cuales pasa la microcuenca del campus CEASA poseen cierto grado de degradación por el alto uso que tienen los recursos en las diversas carreras del centro experimental, el desarrollo de proyectos, desarrollo de productos, uso de recursos, entre otros ha generado un sinnúmero de ejes de contaminación.

El agua de descarga de la mayoría de los sectores de la universidad, en laboratorios, aulas, servicios higiénicos, plantas, productivas, etc. no contienen algún tipo de proceso de tratamiento por lo cual el sistema de contaminación y los elementos que puede traer el agua vertida, se va directamente a la red hidrológica generando contaminación hídrica a otras desembocaduras.

Para Fonseca & Clairand la cantidad de oxígeno disuelto en el agua del reservorio es de 2,92 mg/l es decir que tendría tendencia a generar agotamiento del oxígeno dentro del recurso, si se habla de la Conductividad Eléctrica del reservorio se encuentran valores de 586,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con salinidad media y en el caso de uso para riego, no podría usarse en todos

los cultivos, al igual que la cantidad de pH muy alcalino con la media de 9,60 lo que tampoco permitiría el uso de riego para todos los cultivos en especial los vegetales que se desarrollan con un pH más ácido, la turbidez media del reservorio es de 6,20 NTU, es decir el agua posee mayor particulado de sólidos suspendidos totales, albergando el crecimiento de más microorganismos, la falta de tratamiento de agua residual ha determinado elevadas cantidades de Coliformes Fecales y se ha encontrado la presencia de microorganismos, esto por el gran porcentaje de vertimientos de aguas residuales o grises (2018).

El suelo para Troya también pasa por proceso de deterioro debido a su topografía irregular ya que al tener pendientes muy pronunciadas de 30 al 50%, y condiciones climáticas muy variadas, la degradación se presenta con más celeridad permitiendo la erosión, por otro lado, el desarrollo antrópico ocasionado por la comunidad de estudiantes es clave en este caso. Los proyectos agronómicos, y la introducción de animales al sector han permitido cambios en el suelo (2020).

Las técnicas aplicadas al uso de suelo en los 4 puntos escogidos de muestreo, permitió visualizar claramente que las actividades que se desarrollan en el centro experimental genera un cambio en textura de suelos propuesto, a pesar de la distribución que se visualiza en la (figura 4) con textura de suelo franco, el trabajo de campo en el punto N° 3 y N° 4 mostro variación de tipo de suelo el cual presento textura arcillo arenosa, generando una conclusión de que las practicas desarrolladas en los últimos años en el centro educativo de tercer nivel han influido en el cambio de textura en algunas secciones del campus, se puede decir que el uso de suelo agropecuario mixto que se muestra de los puntos de muestreo ha influido en este cambio.

➤ ¿La identificación de las condiciones ambientales de los componentes agua, suelo y biodiversidad permitirá la aplicación de indicadores de sostenibilidad para el centro experimental?

Si, permite la aplicación de indicadores de sostenibilidad ambiental dentro del campus CEASA por lo que no constan con un documento base donde reflejen la existencia de indicadores de sostenibilidad para los componentes de agua, suelo y biodiversidad que se consideran como desarrollo sostenible que buscan una actividad social y económica para así establecer gestiones dentro del área de estudio, tomando en cuenta los impactos negativos del agua, suelo, la infraestructura del hábitat existente y la pérdida de biodiversidad, por lo cual estos indicadores son herramientas que ayudaran a la recuperación y conservación de los componente ambientales dentro de una dimensión teniendo presente la meta plasmada así

como los resultados esperados a futuro que serán reflejados a partir del campus y el bienestar de la población universitaria.

Los indicadores que se presentaron dentro del componente agua se establecen que se incorporen para un buen manejo de drenaje en un lapso de 1 año ya que conllevara al acceso de un lugar adecuado, seguro y cómodo para la comunidad universitaria. En el suelo se espera que se logre incorporar dichos indicadores de desarrollo sostenible en un lapso de 1 año y así poder revertir la pérdida, degradación y la erosión de suelos mediante la recuperación en un 75%. El componente de biodiversidad ayudará a conservar y preservar las diferentes especies nativas que existen dentro del campus CEASA y de esta manera poder evitar la extinción de especies en un 75%, tanto en flora y fauna, por lo cual conlleva a la población universitaria al cuidado, preservación y conservación de la biodiversidad existente dentro del área de estudio.

➤ ¿El desarrollo de indicadores de sostenibilidad para la microcuenca del Campus CEASA contribuirá en el desarrollo de la gestión ambiental?

Si, debido a que la lista de los 28 indicadores, 14 para el recurso agua, 7 para el recurso suelo y 7 para biodiversidad, tienen enfoques sostenibles, es decir describen aptitudes y actividades sostenibles que se pueden implantar en una institución.

Con el desarrollo de indicadores para un campus educativo se está incorporando un sistema de gestión ambiental, que añade procesos de mejora, en este caso de agua, suelo y biodiversidad, iniciando un estudio para la aplicación futura que pueda verificar su cumplimiento e incluir políticas de mejora en las actividades dentro de cada carrera. Satisfacer las necesidades sostenibles de la universidad es un eje fundamental al hablar del sistema, debido al grado de mejora que se quiere llegar en actividades educativas, con el fin de preservar los recursos agua, suelo y biodiversidad del campus.

Incorporando las tablas desarrolladas con indicadores que dirigen sus objetivos a cambiar, mejorar o implantar en los sectores tanto físicos como prácticos de la universidad, el estado ambiental de los recursos, se podrá encontrar una mejora dentro como fuera del sistema ambiental. Lo que se puede decir que con la aplicación de los indicadores propuesta se puede generar mejoras en el manejo de actividades y direccionamiento dentro del sistema estudiantil, en sus prácticas, proyectos y actividades que influyan directa o indirectamente el manejo y uso de los recursos agua, suelo y biodiversidad.

## 10.METODOLOGÍAS (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)

### 10.1. Tipo de Investigación:

#### 10.1.1. Cualitativa

La investigación cualitativa es aquella donde se estudia la calidad de las actividades, relaciones, asuntos, medios, materiales o herramientas en una determinada situación o problema. La misma procura lograr una descripción holística, esto es, que intenta analizar exhaustivamente, con sumo detalle, un asunto o actividad en particular, se interesa más en saber cómo se da la dinámica o cómo ocurre el proceso de en qué se da el asunto o problema (Vera, s.f.).

La investigación cualitativa permitió delimitar la zona de estudio, se investigó acerca del estado ambiental de la microcuenca del Campus Salache, y se realizó un diagnóstico físico determinando características de agua y suelo, con lo cual se estableció una idea general acerca de las necesidades de desarrollo de indicadores sostenibles en el centro educativo que podrían mejorar el manejo de los recursos dentro del campus.

Se incluyó indicadores de sostenibilidad de varias instituciones que validan las prácticas ambientales sostenibles en redes estudiantiles, en el recurso agua se tomó en cuenta indicadores y fórmulas de cálculo de la UI GreenMetric World University Ranking, la Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente (ARIUSA) con el proyecto RISU, indicadores del Manual de Buenas Prácticas Ambientales de la UCUENCA, Indicadores de huella hídrica, Indicadores de reutilización de agua, , Objetivos de desarrollo sostenible, entre otros como son los Indicadores establecidos para el Polígono Ponciano Alto, e Indicadores de sostenibilidad propuestos en los Polígonos de Asturias que no son explícitamente para instituciones pero su metodología de aplicación de adapta a el uso de fórmulas para encontrar porcentajes dentro de las instituciones.

Se estableció dentro de la investigación cualitativa que el uso de suelo del campus es su mayor parte es utilizado para la siembra de productos por lo cual se adecuo indicadores de sostenibilidad ante las condiciones ambientales que se encuentra como son las alteraciones físicas que implica las degradaciones. Dentro del manejo del suelo se dio a conocer que existe un desafío importante dentro del manejo de agua y de la producción agrícola ya que son los responsables de la productividad del área de investigación por lo que se consideró que el agua azul es utilizada como agua de riego.

Dentro del uso sostenible de la biodiversidad se desarrolló una estrategia ante la conservación y manejo adecuado, la diversidad de especies como flora y fauna dentro del campus, por lo tanto forman parte de los beneficios sociales y culturales que a su vez mantiene un potencial para las futuras generaciones de la población universitaria que contribuyan ante la protección de los ecosistemas dentro del área de estudio, en el mantenimiento como medio de sostenibilidad y a su vez la restauración de las partes afectadas por causa de la desertificación, degradación y erosión del suelo.

Se recopiló datos e información a lo largo de todo el estudio para cumplir con los objetivos en conjunto con la investigación descriptiva, principalmente se dio por medio de la observación cualitativa determinando las cualidades ambientales que poseía la microcuenca del Campus en los recursos agua y suelo, con lo que se estableció la interacción antrópica y natural dentro del lugar estudiado, permitiendo observar los sistemas sostenibles dentro del campus y las prácticas que se desarrollan en torno a estos dos recursos.

Con la información básica documentada, teniendo en cuenta las prácticas y los beneficios de mejora que podría traer al campus implantar indicadores de sostenibilidad, se escogió los indicadores que incluían ámbitos sostenibles aplicables para el campus. También se incluyó estrategias de desarrollo de indicador, incluyendo actividades para poder aplicar los indicadores, en estudios futuros.

### **10.1.2. Investigación Descriptiva**

El método descriptivo de investigación es el procedimiento usado para describir características del fenómeno, sujeto o población a estudiar. Es la investigación que estudia fenómenos o sujetos de forma cualitativa, antes de hacerlo de forma cuantitativa. Este tipo de investigación se realiza previamente a cualquier tipo de investigación analítica, ya que el desarrollo de diferentes categorías ayuda a los científicos a comprender mejor el fenómeno que deben estudiar (Martínez C., 18 de Diciembre del 2018).

El proyecto de investigación se basó en tomar características fundamentales de la microcuenca ya detalladas en estudios verídicos previos en relación con el estudio ambiental de agua, suelo y biodiversidad. Por otro lado, para comprobar la veracidad de la información y encontrar datos actuales la investigación descriptiva en este estudio se basó primordialmente en la observación de dichas características, teniendo en cuenta la relación de la información bibliografía con la recolección física de datos que posibles de observar y comprobar.

### **10.1.3. Investigación Bibliográfica**

El proyecto de investigación fue validado por medio de antecedentes científicos, por lo cual se buscó información que se adecuó a la necesidad de búsqueda de datos relacionados con estudios previos de la microcuenca del Campus, las principales fuentes de búsqueda fueron en la web, revistas científicas, tesis, monografías y páginas oficiales que brinden información verídica tanto en el ámbito de la información ambiental, como en la información general.

La información bibliográfica se tomó como base para generar un estudio de calidad científica por lo cual dio paso a la formulación de los resultados y el análisis de las actividades en la comunidad educativa con el ambiente, lo que permitió escoger los indicadores que se podrían aplicar en la universidad.

## **10.2. Técnicas**

### **10.2.1. Observación**

La técnica de observación es un proceso de descomposición-recomposición de informaciones obtenidas mediante la percepción, según los fines científicos establecidos en los modos de observación construidos. Se señala que es un proceso activo y organizado en el tiempo, en el cual se considera, un conjunto de fenómenos que pueden ser analizados (López et ál., 2019).

La técnica que se tomó a partir de la investigación descriptiva fue la observación cualitativa la cual permitió establecer una exploración total de los elementos agua, suelo y biodiversidad en el campus, su interacción con la comunidad educativa, sus características físicas y el empleo que tiene dentro de las actividades de la universidad. Con los datos verificados se procedió a realizar el análisis para generar una base informativa que exprese la situación ambiental.

### **10.2.2. Recolección de datos**

La recolección de datos es una de las actividades en las que es necesario agrupar y recoger elementos que son importantes en un contenido específico. Por lo general se realizan con el propósito de generar información importante para el desarrollo de un trabajo o proyecto en particular. Puede ser la aplicación de procedimientos de observación o consultas bibliográficas, este tipo de aplicación es útil en entornos educativos, y totalmente útiles en el campo organizacional para ciertas labores (CEUPE, 2021).

La recolección de datos e información consistió en utilizar los sentidos para observar los diferentes hechos que ocurrieron y las realidades sociales dentro las diferentes áreas del campo de estudio. La toma de puntos de la microcuenca y a su vez la toma de muestras de suelo fue factible. Por lo cual se determinó directamente los aspectos ambientales descritos en otros estudios referentes al recurso hídrico, suelo y biodiversidad por parte de la población universitaria.

### **10.2.3. Análisis de Datos**

El análisis de datos integro distintas operaciones en la que el investigador o analista somete ciertos datos, bien sea de orden cuantitativo o cualitativo, a una serie de análisis, lecturas e interpretaciones, según sea el enfoque de su investigación o requerimiento informativo. Este proceso de recolección de datos, con ciertos análisis preliminares, puede dejar entre ver problemas o dificultades que puede desvirtuar el objetivo inicial (Peña, 2017).

De acuerdo con la técnica de análisis de datos que se realizó mediante la toma de coordenadas de la microcuenca río Isinche, se logró establecer que es un análisis cualitativo lo cual permite que los resultados sé que obtuvieron tenga un buen nivel de confiabilidad dentro de la investigación.

#### **➤ Análisis Cualitativo**

Este proceso de análisis cualitativo tiene en cuenta aspectos descriptivos, como también causales. Este tipo de análisis se centra en aspectos orientados a la cualidad. Como toda actividad, parte de un proceso, que inicia con la recogida de datos, y culmina con la socialización del informe (Peña, 2017).

El uso adecuado de los datos cualitativos que se obtuvo a través del análisis correspondiente dentro de la investigación va con una base de lineamientos, de relación que permitió seguir el proceso de evaluación sobre los datos recolectados de agua, la recolección muestras que conllevaron a ver la fertilidad del uso de suelo y la biodiversidad que se encontró dentro del campus Salache. Por lo tanto, se logró asociar, clasificar e investigar los distintos fenómenos, para así poder llevar acabo un enlace a base de los documentados anteriormente establecidos con la aplicación de indicadores de sostenibilidad.

### **10.2.4. Construcción de Tabla de indicadores**

La selección de indicadores se dio por medio de la búsqueda bibliografía de sistemas de medición sostenible en instituciones de tercer nivel enfocándose en este caso en los

recursos agua, suelo y biodiversidad. Las selecciones de dichos sistemas de medición se basaron en las características encontradas en el Campus, observando la necesidad en algunos recursos de aplicar sistemas sostenibles, o mantener algunas prácticas ya implantadas.

### **10.2.5. Elaboración de Indicadores**

Según (Guanotasig, 2021), este nivel comprende varios puntos los cuales van desde la creación de un indicador hasta la generación definitiva del indicador, en este punto se especifican las herramientas a usarse que se puntualizan a continuación:

- Listado inicial
- Base de datos
- Hoja o formulario de indicadores
- Criterios de elegibilidad
- Marcos ordenadores
- Sistematización y registro de decisiones, cambios adicionales y fundamento.

Siguiendo la metodología propuesta por (Guanotasig, 2021), se realizó un listado inicial con los indicadores potenciales que podrían servir en el estudio del campus, en el ámbito de suelo, agua y biodiversidad.

Con los indicadores potenciales, se buscó la información pertinente de cada uno de ellos, teniendo en cuenta que algunos indicadores tenían la misma meta por lo cual existía la posibilidad de relacionarlos. También se verifico que la forma de aplicación de indicador tenga bases para ser calcula dentro del campus en el ámbito ambiental, con el uso de registros, estudios previos, estudios de campo etc.

Se realizó un listado general con los indicadores preseleccionados para la estructuración de la tabla general, y se revisó el objetivo de cada uno con lo cual se detalló la información necesaria para poder tener una correcta aplicación, se tuvo en cuenta el alcance que se deseó obtener en el desarrollo de indicadores en los recursos mencionados para una futura posible aplicación de los mismos.

Dentro de los criterios de elegibilidad aptos para el campus, se estableció criterios de selección como fue la verificación de recursos necesarios de aplicación para así, poder ver si es factible aplicar dicho indicador en una institución de tercer nivel, también se relacionó indicadores y fórmulas que tenían el mismo objetivo, para estructurar un solo indicador sin repetirlo y que su medición sea acertada a lo que sé que desea medir o verificar.



Los indicadores de sostenibilidad ambiental que se tomaron en cuenta para la estructuración de las tres tablas tanto de agua, suelo y biodiversidad, se seleccionaron por la aplicabilidad y selección frecuente en instituciones educativas de tercer nivel, debido a que son las más utilizados al querer incluir y ser parte de un sistema sostenible educativo, también por la experiencia de diversas universidades con la aplicación de estos en sus programas internos de mejora ambiental en campus.

En el sistema organizativo de la tabla de indicadores para el recurso agua, principalmente se estructuró por indicadores del proyecto RISU, los cuales fueron relacionados con otros indicadores y se escogió la estructura más aplicable, se tomó indicadores de huella hídrica, un indicador de la ODS e indicadores que no se dirijan principalmente a instituciones sino que se los tomó debido al objetivo que cumplían en la verificación de prácticas sostenibles en el recurso, como fueron los Indicadores establecidos para el Polígono Ponceano Alto, e Indicadores de sostenibilidad propuestos en los Polígonos de Asturias, los cuales son indicadores que enfocan su meta al uso y tratamiento de agua más sostenible.

Para la asignación de fórmulas se tomó en cuenta los 14 indicadores ya propuestos, algunos en su posible aplicación se verificaban por preguntas dicotómicas, es decir de (Si/No). Al resto de indicadores se les asignó la fórmula pertinente y en algunos se colocó la fórmula mediante la evaluación del indicador, es decir se verificó el enfoque que tenían y si poseían el mismo se les otorgó la fórmula pertinente. Por lo cual en su mayoría se asignó fórmulas de cálculo de otros indicadores propuestos que tenían el mismo objeto de cálculo.

Se tomó fórmulas del manual de buenas prácticas ambientales de la universidad de Cuenca, de huella hídrica gris de la UTE, del indicador de reutilización de agua, fórmulas de indicadores de sostenibilidad del Polígono Industrial de Asturias y se las ubicó en su mayoría en indicadores RISU para permitir un cálculo coherente con el objetivo que expresaba cada uno, para permitir una futura ejecución.

Dentro del sistema organizativo de indicadores para el uso de suelo y de biodiversidad existió la preocupación sobre los cambios que se efectúan en la calidad de las tierras y la percepción de las especies que habitan dentro de la zona de la investigación, por lo cual se conllevó a la toma de indicadores de sostenibilidad institucional en el ámbito ambiental que establecen temas de observación y supervisión formal que provocó el mejoramiento de la fertilidad del suelo para la agricultura y la ganadería. Se pueden distinguir los diferentes

niveles de planificación que constaron como un factor de tiempo para la conservación de los ecosistemas.

### **10.3. Instrumentos:**

#### ➤ **GPS**

El dispositivo GPS nos dio la disponibilidad de toma de coordenadas y de esta manera se realizó el mapa de ubicación del área de estudio dentro de la investigación correspondiente, y la localización de los puntos de muestreo.

#### ➤ **Libreta de Campo**

La libreta de campo es una herramienta hacia la investigación para así ejecutar los debidos apuntes tanto visuales, como los puntos a obtenerse del GPS. Mediamente los diferentes apuntes se establecieron una parte importante dentro del proceso de aprendizaje que fue relacionado con el desarrollo de cada objetivo que se empleó.

#### ➤ **Cámara Fotográfica**

El medio de verificación al realizar las actividades que se establecen dentro de la investigación se dio a través de fotografías que señalaron características de la microcuenca en especial el tipo de suelo, ya que se plasmaron las evidencias del aspecto físico de las diferentes muestras dentro del Centro Experimental Académico Salache.

## **11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **11.1. Caracterización de la Microcuenca del Campus Salache**

#### **11.1.1. Ubicación**

La microcuenca del río Isinche es parte de la Sub Cuenca del Río Cutuchi, Sistema A28 Pastaza, en el Barrio Salache bajo, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi con un área de 400 km<sup>2</sup> y posee una superficie de 81.19 hectáreas, sus límites son:

Al norte: Tiobamba

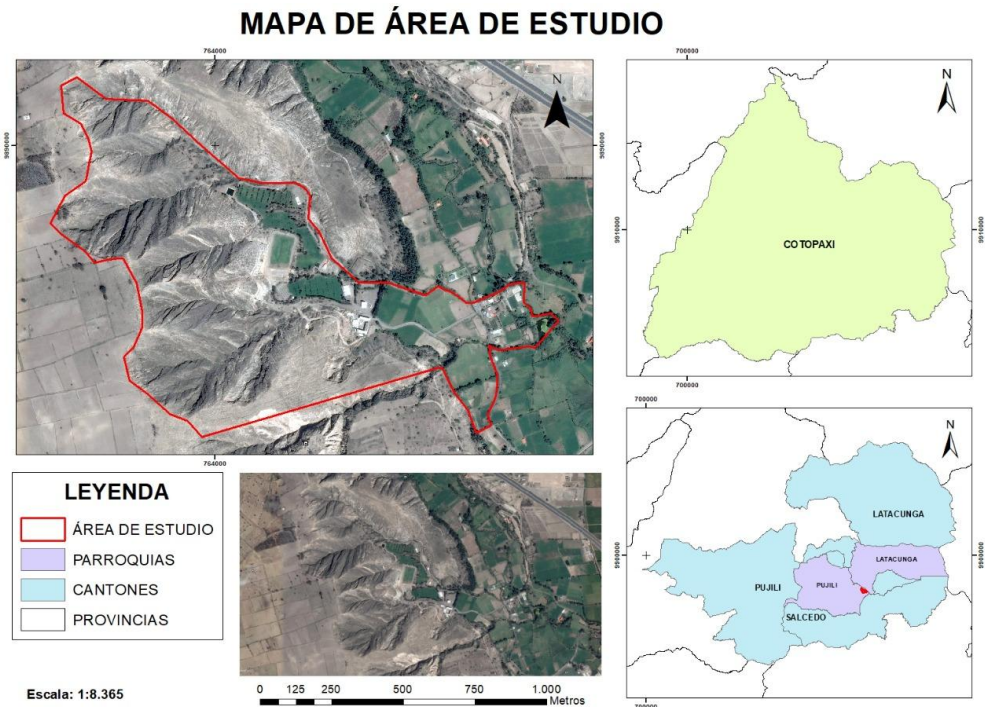
Al Sur: Barbapamba (Cantón Salcedo)

Al Este: Rumipamba

Al Oeste: Alpamalag de Acurios (Cantón Pujili)

Dentro de la microcuenca del campus se encuentran los sistemas hídricos: río Pujili, río Rumipamba, río El tingo, río Patoa, río Yucapuccha, quebrada Tipán, quebrada Yurífaso, quebrada Yaguartoa y la quebrada Yilillin (Figura 1).

**Figura 1.** Ubicación del Área de Estudio



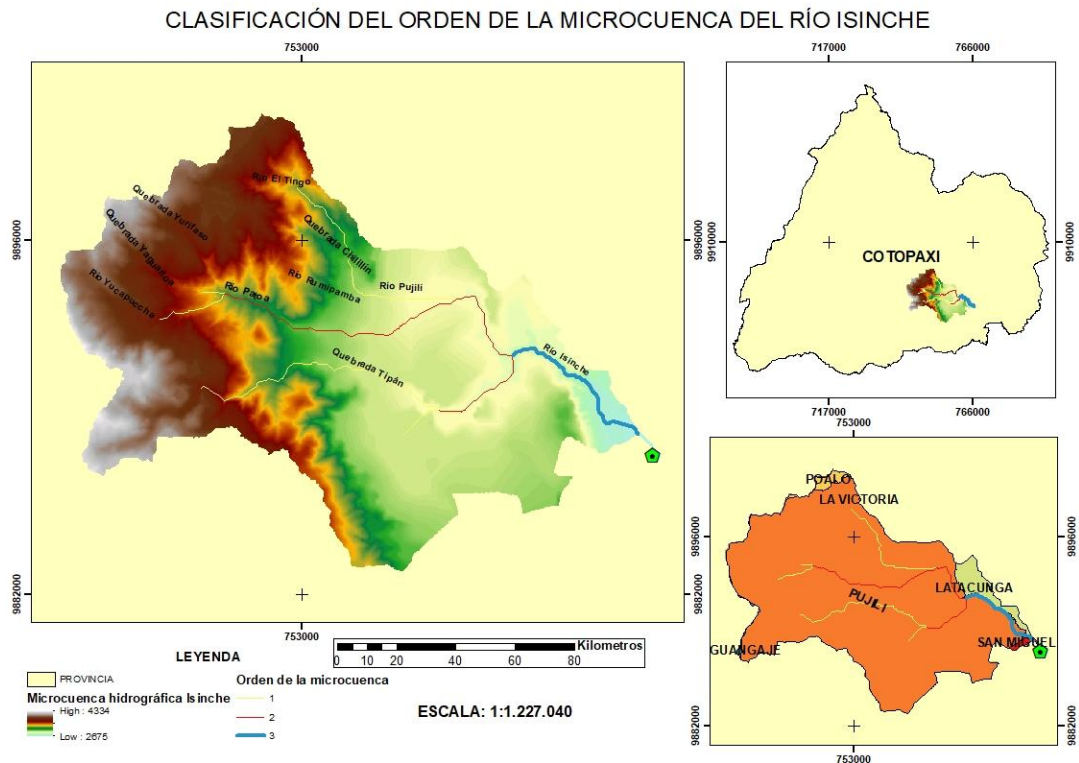
Nota: Elaboración del mapa de la zona de estudio de investigación dentro del Centro Experimental, Académico Salache. **Autores:** Moreta Cinthia, Sánchez Karina (2022).

### 11.1.2. Orden de Hidrografía

La hidrología de la microcuenca del Río Isinche, se divide en 3 partes, parte alta, media y baja, esto en función del recorrido del cauce, desde donde nace, hasta donde desemboca, para unirse a la microcuenca del río Patoa. El cauce principal del río Isinche es de orden #3 el cual nos da a conocer que en épocas de estiaje la microcuenca no es propensa a inundaciones. La ubicación de esta microcuenca se encuentra entre los cantones de Pujilí, San Miguel, Latacunga, Poalo y Guangaje (Figura 2).

La precipitación que registra la zona de Salache es de una media anual de 684.9 mm, con un promedio mensual de 57.1 los periodos de más lluviosos son de noviembre hasta abril, los meses de menos precipitación es de mayo a octubre. La humedad relativa en relación porcentual entre la humedad relativa (peso en gramos del vapor de agua contenido en un metro cúbico de aire) es de anual de 76.6% (Troya, 2020).

**Figura 2.** Clasificación del orden de la Microcuenca del río Isinche



Nota: Elaboración del mapa de la microcuenca y a su vez en la identificación del tipo de orden con su respectiva clasificación. **Autores:** Moreta Cinthia, Sánchez Karina (2022).

### 11.1.3. Geomorfología

El Ecuador se caracteriza por una gran diversidad de relieves, cuyo origen se vincula con procesos endógenos (movimientos tectónicos) y exógenos (condiciones morfo climáticas, morfo dinámicas, volcanismo, etc.). La topografía del Valle Interandino está definida por la litología, los ambientes de depósito de piro clastos, la altitud y las formas de erosión provocados por un régimen climático con temperaturas templadas, vientos y humedad variables a lo largo del año. Esto ha dado como resultado la configuración actual del terreno, con pendientes y topografía muy variadas como consecuencia de los factores mencionados (Molina, 2018).

### 11.1.4. Suelo

La erosión provocada en sectores de suelo quebradizo como en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, se deriva de los suelos de la facultad por ser de topografía irregular y condiciones climáticas adversas, que al poseer pendientes pronunciadas, se degradan con mayor rapidez por causas fluviales, eólicas, gravitatorias, antrópicas y/o

mecánicas, el desarrollo y búsqueda de alternativas para evitar el acarreamiento de suelo y pérdida de capa fértil se da mediante la aplicación de nuevas técnicas de manejo de conservación de suelos (Gutiérrez, 2020).

Para Troya el tipo de suelo de Salache se clasifico tomando en cuenta las condiciones propuestas por el INAMHI, las agropecuarias, topográficas y de explotación a través del análisis físico químico de suelos, la observación directa del campo como resultado se tiene la clasificación clase VI de relieve escarpado o fuertemente quebrado, para esto las pendientes son del 30 al 50%, el área puede estar afectada por erosión severa hasta el 60%. Profundidad efectiva muy superficial pedregosa y rocosa excesiva, suelos con aptitud especial para pastoreo, bosques (2020).

### **11.1.5. Agua**

El sistema hídrico que posee la microcuenca del río Isinche, se encuentra en total deterioro debido a la confluencia dentro de la microcuenca. La problemática radica en el arrastre de contaminantes desde las zonas altas, principalmente por actividades antrópicas que se desarrollan a lo largo de la microcuenca, por la actividad industrial agrícola, agroindustrial y por la crianza de animales en el sector. Otro gran actor dentro de la contaminación en el sistema de agua que pasa por el Campus CEASA, son las actividades de la población que pertenece al entorno educativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en mayor proporción las descargas de aguas residuales y el uso con fines académicos.

#### **11.1.5.1. Uso del Agua**

El agua de la microcuenca del centro experimental es principalmente aprovechada para el riego de lotes de pasto cultivado, césped y productos agropecuarios. Por otra parte, es importante reconocer el empleo que tiene en el sector de salubridad, el uso común para aguas de descarga posee un índice muy alto debido a la cantidad de personas que se encuentran en la universidad como en los alrededores dentro de la microcuenca, donde el agua de los sistemas sanitarios directamente se convierte en aguas negras descargadas en el caudal del río Isinche.

### **11.1.6. Biodiversidad**

#### **11.1.6.1. Flora**

Dentro del área de estudio está identificados diferentes tipos de especies florales que va acorde con ecosistemas de la sierra. Por lo cual se detalla las diferentes especies conocidas

como arbustivas, arbóreas, mala hierba. Se procede a mostrar las especies destacadas en la siguiente clasificación (Tabla 8).

**Tabla 8.** Flora Microcuenca del Río Isinche

<b>Flora Silvestre</b>			
<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Impacto</b>	<b>Servicio</b>
<b>Ashpa Chocho</b>	Lupinus pubescens		La flora silvestre oferta un servicio puesto que estas plantas han crecido sin intervención de la mano del hombre convirtiéndose de esta manera en un servicio de carácter alimenticio medicinal ornamental para el ser humano y constituye el hábitat para la fauna del sector.
<b>Chilca</b>	Baccharis latifolia		
<b>Penca Negra</b>	Agave americano		
<b>Sigse</b>	Cortadera radiuscula		
<b>Acacia</b>	Acacia macracantha		
<b>Álamo</b>	Populus alga		
<b>Aliso</b>	Agnus acuminata		
<b>Ciprés</b>	Cupressus sempervirens	Regulador	
<b>Eucalipto</b>	Eucalyptus globulus	natural del	
<b>Lechero</b>	Euphorbia latazi	clima	
<b>Malva Blanca</b>	Urena lobata		
<b>Paja Blanca</b>	Calamagrostis intermedia		
<b>Quishuar</b>	Buddelia incana		
<b>Retama</b>	Spartium jussium		
<b>Supirosa</b>	Lantana rugulosa		
<b>Tilo</b>	Tilia cordata		
<b>Hoja de achira</b>	Canna indica		
<b>Palo bobo</b>	Annona glabra		
<b>Molle</b>	Schinus molle		

Nota: Se detalla la flora existente nativa e introducida en el campus con sus nombres científicos. Datos tomados de (Guanotasig, 2021).

### 11.1.6.2. Fauna

En la fauna del campus Salache se puede apreciar distintas especies con son animales domésticos y animales silvestres que forman parte de un atractivo dentro del campo de estudio debido a su importancia ecológica, a continuación, se da a conocer a las siguientes especies más representativa (Tabla 9).

**Tabla 9.** Fauna Microcuenca del Río Isinche

<b>FAUNA SILVESTRE</b>		
<b>Especie</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>
Aves	Tórtola	Zenaida auriculata
	Pájaros Silvestres	Zonotrichia capensis
Reptiles	Lagartija de Jardín	Pholidobolus montium
	Lagartija subterránea	Proctoporus unicolor

Insectos	Abejas Bungas Zancudos Hormigas Mariposas Moscas	Dacnusa sibirica Bombus atratus Aedes albifasciatus Formica spp Siproeta stelenes Culicidae
Anélidos	Lombriz de tierra Babosa	Lumbricus terrestres Arion rufus
Gastrópodos	Caracol de Tierra	Helix aspersa
Arácnidos	Arañas	Pisaura mirabilis
Miriápodos	Ciempies	Scolopendra sp

---

#### FAUNA DOMESTICA

---

Especie	Nombre Científico	Impacto
Vacas	Bos tauruss	
Caballos	Equus caballus	
Ovejas	Ovis aries	
Llamingos	Lama glama	Desgaste de la capa superficial de suelos.
Alpacas	Vicugna pacos	
Conejos	Oryctolagus cuniculus	
Cuyes	Cavia porcellus	
Patos	Anas platyrhynchos domesticus	
Perros	Canis lupus familiaris	

Nota: Se detallan la fauna existente que se obtuvo de la recopilación de información proporcionada dentro del área de estudio. Datos tomados de (Guanotasig, 2021).

## 11.2. Condiciones Ambientales Agua y Suelo

### 11.2.1. Condiciones Ambientales del Agua

#### 11.2.1.1. Calidad del agua

La caracterización preliminar de la calidad de agua del Reservorio CEASA, especifica una conductividad eléctrica (CE), con valores de 586.75  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , refiriéndose a un tipo de salinidad media, lo que indica que en el uso de agua para la agricultura puede generar algunos problemas, es decir el agua no puede ser usada en riegos de algunos cultivos, entre estos puede desarrollarse sin ningún inconveniente la quinua y el amaranto. El agua de salinidad moderada por su parte, requiere un cierto grado de lavado para poder cultivar plantas moderadamente tolerantes a las sales (Fonseca & Clairand, 2018).

El pH del agua en el reservorio presenta una alta alcalinidad, con relación a la media 9.60, es decir es apto para riego de algunos cultivos, evitando en su mayor parte riegos para vegetales que aceptan agua con un pH más bajo. La dureza media del agua del reservorio es de 293.38 mg/l de  $\text{CaCO}_3$  (29.3°f), que corresponde a un agua medianamente dura por lo tanto no recomendable especialmente para suelos mal drenados. La evaluación conjunta del pH con la dureza indica la posibilidad de obstrucción o corrosión en tuberías de metal o el hormigón del sistema de riego del reservorio (Fonseca & Clairand, 2018).

La media de Oxígeno Disuelto del reservorio es de 2.92mg/l según el TULSMA (2013), se encuentra bajo el LMP 3 mg/l para agua de riego, poniendo en riesgo los cultivos, debido a un posible exceso de materia orgánica disuelta, biomasa de algas, amoníaco, sólidos suspendidos volátiles y sedimentos, dando lugar al agotamiento del oxígeno del sistema, mayoritariamente por procesos de oxidación y respiración, bajo condiciones de calor y de estancamiento (Sánchez et ál., 2007).

La temperatura media del reservorio es 21.83°C, incluyendo en la tasa de crecimiento de los cultivos y afectando la rizósfera implicada en el crecimiento de plantas, morfología, fotosíntesis y absorción de nutrientes. La turbidez media del reservorio es 6.20 NTU, esta tiene una relación linear con sólidos suspendidos totales y un efecto limitante para la fotosíntesis y el crecimiento de cultivos. Los nitritos y hierro se encuentran dentro del límite de la legislación ambiental (TULSMA, 2013) que admite hasta un máximo de 0.5mg/l de nitritos y 5 mg/l de hierro para agua de riego (Fonseca & Clairand, 2018).

### 11.2.2. Condiciones Ambientales Suelo

Siguiendo la metodología de observación cualitativa, para establecer las condiciones del suelo, se tomó 4 puntos específicos en lugares estratégicos (Tabla 10), para la toma de muestras y determinación de la zona de estudio (Figura 3). Las características edafológicas de los puntos detallados de la microcuenca del Campus se detallan a partir de la observación de características físicas como de sistemas de georreferenciación (Figura 4).

**Tabla 10.** Coordenadas de puntos de muestreo en la Microcuenca del Campus Salache

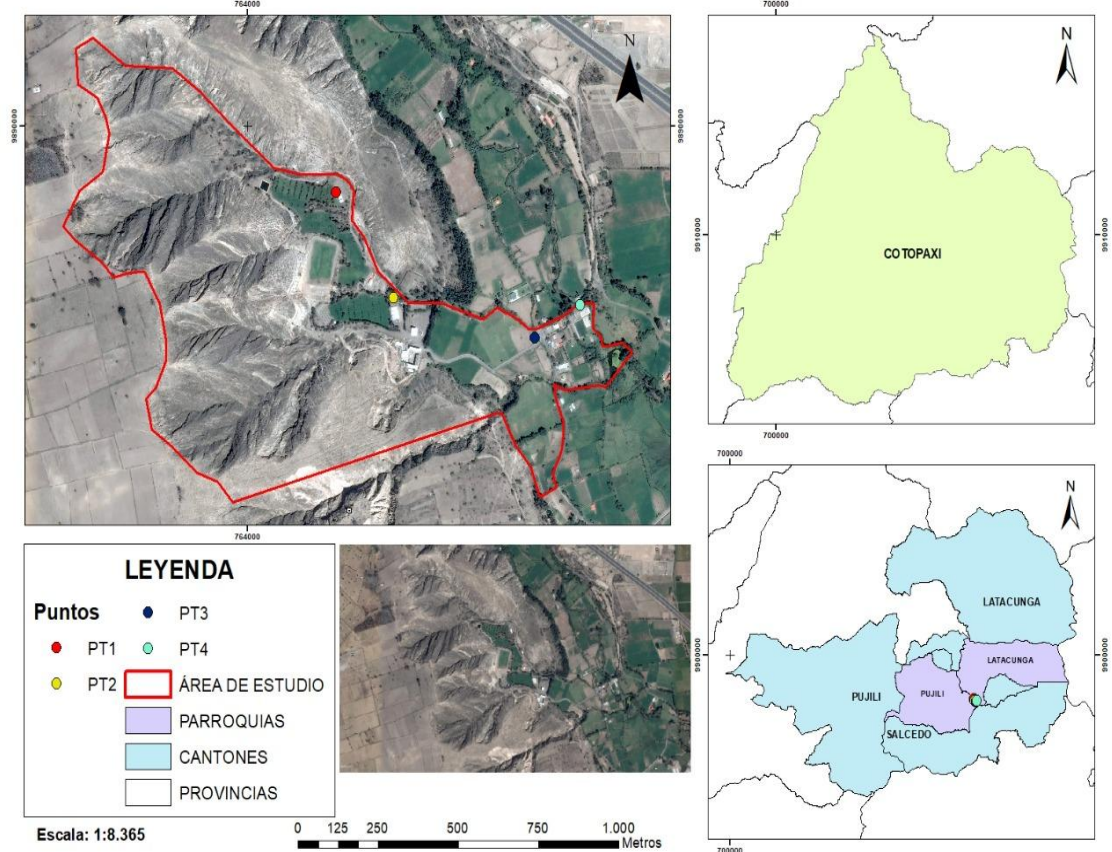
No.	Y	X	ALTURA
<b>Punto 1</b>	764275	9889822	2760
<b>Punto 2</b>	764455	9889535	2739
<b>Punto 3</b>	764897	9889427	2723
<b>Punto 4</b>	765037	9889516	2706



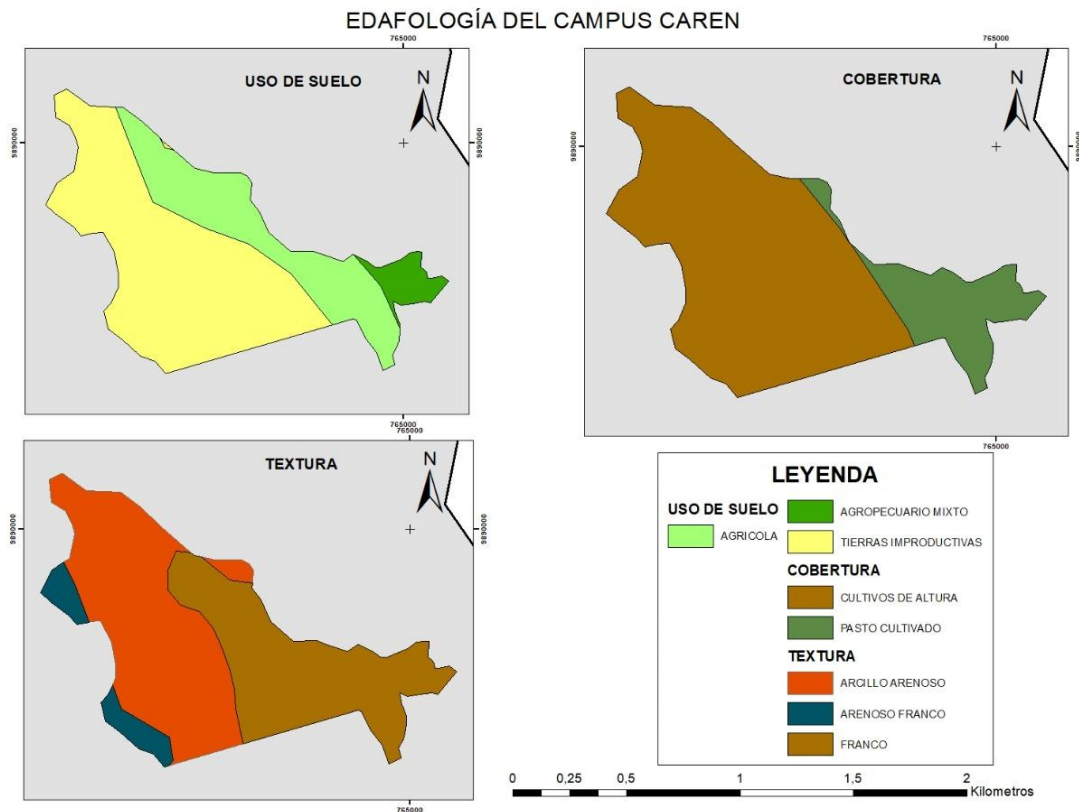
**Nota.** La tabla muestra los puntos de muestreo y coordenadas tomadas para la verificación física del suelo. Datos tomados del GPS MAP 64s en la microcuenca del CEASA

**Figura 3.** Puntos de Muestreo

**MAPA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DEL RECURSO HÍDRICO Y EDAFOLOGÍA**



Nota: Ubicación de las coordenadas obtenidas a través del GPS del área de estudio. **Autores:** Moreta Cinthia, Sánchez Karina (2022).

**Figura 4.** Edafología del Campus Salache

Nota: Mapa del tipo de edafología del suelo bajo datos establecidos por la institución.

**Autores:** Moreta Cinthia, Sánchez Karina (2022).

### 11.2.3. Cobertura Vegetal

En base a los puntos de muestreo se interpreta lo siguiente:

**Tabla 11.** Cobertura vegetal Campus Salache

No.	COBERTURA VEGETAL
<b>Punto 1</b>	Cultivo de altura
<b>Punto 2</b>	Pasto cultivado
<b>Punto 3</b>	Pasto cultivado
<b>Punto 4</b>	Pasto cultivado

**Nota.** La tabla muestra la cobertura vegetal determinada en los 4 puntos de muestreo aplicados a la microcuenca. Datos obtenidos de la (Figura4).

La cobertura vegetal del centro experimental está distribuida por: cultivos de altura y pasto cultivado en su mayoría (Tabla 11). El pasto cultivado en la microcuenca es un recurso

sustancial en la ganadería y crianza de animales, debido a que asegura alimentación en épocas secas, aumentando la probabilidad de una buena crianza y producción de ganado bovino, ovino, llamas etc., teniendo como ventaja el cuidado de pastos naturales y evitando des configurar el ciclo del agua (Figura 4).

Los cultivos de altura se derivan de cultivos de paramo como: papas, habas, maíz entre otros, los cuales cuentan con producción alimenticia tanto de distribución como de consumo.

#### 11.2.4. Uso del Suelo

En base a los puntos de muestreo se interpreta lo siguiente:

**Tabla 12.** Uso de suelo Campus Salache

No.	USO DE SUELO
<b>Punto 1</b>	Agrícola
<b>Punto 2</b>	Agrícola
<b>Punto 3</b>	Agropecuario mixto
<b>Punto 4</b>	Agropecuario mixto

**Nota.** La tabla muestra el uso de suelo determinado en los 4 puntos de muestreo aplicados a la microcuenca. Datos obtenidos de la (Figura4).

El suelo dentro de la microcuenca está compuesto por zonas agrícolas, agropecuario mixto y tierras improductivas (Tabla 12). La población dentro del sector tiene como sistema productivo la agricultura y la ganadería y se podría decir que es el principal medio de subsistencia, es decir usan sus tierras para la siembra y cultivo. El uso agropecuario también es parte fundamental en la microcuenca debido a que la crianza de animales se practica en un gran porcentaje en conjunto con el uso mixto de uso de tierras (Figura 4).

Las tierras improductivas que se encuentran en la zona descrita se debe a que está ubicada en la zona interandina, con evidencia de procesos volcánicos pasados, es decir que el material piro clástico que los volcanes iban desprendiendo se fue añadiendo a la estructura natural del suelo con el tiempo, inhabilitando las propiedades naturales de desarrollo de vida, por ello los indicadores de sostenibilidad para uso de suelo se han implementados en tiempo de 1 año para abarque en un 75% la restauración de la zona de estudio.

### 11.2.5. Textura

En base a los puntos de muestreo se interpreta lo siguiente:

**Tabla 13.** Textura de suelo Campus Salache

No.	TIPO DE SUELO
<b>Punto 1</b>	Arcillo Arenoso
<b>Punto 2</b>	Franco
<b>Punto 3</b>	Franco
<b>Punto 4</b>	Franco

**Nota.** La tabla muestra el tipo de suelo determinado en los 4 puntos de muestreo aplicados a la microcuenca. Datos obtenidos de la (Figura4).

Teniendo en cuenta la observación de características del suelo en textura por medio del análisis físico de muestras de tierra en los puntos de muestreo, en mayor parte está compuesta por textura franca y arcillosa arenosa, esto debido, a la composición de la misma, su soltura, muy adecuada para actividades agrícolas (Tabla 13). Es importante denotar que fuera de los puntos muestreados existe una proporción de suelos arenosos francos que no se tomó como punto de referencia, dicha extensión dentro la cuenca cuenta con ellos en una proporción mínima (Figura 4).

### 11.3. Indicadores de sostenibilidad ambiental para los componentes agua y suelo de la microcuenca del Campus.

Con la información y verificación de las condiciones ambientales dentro del campus CEASA, se determinó las características influyentes en el agua, suelo y biodiversidad, en base a la metodología de construcción y selección de indicadores para los componentes se determinaron 28 indicadores aplicables para el campus, que se construyeron en 3 tablas con 14 indicadores sostenibles de agua (Tabla 15), 7 indicadores sostenibles de suelo (Tabla 16) y 7 indicadores sostenibles de biodiversidad (Tabla 17).

#### 11.3.1. Indicadores de Agua

**Tabla 14.** Indicadores de sostenibilidad para agua

<b>INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA AGUA</b>						
<b>No.</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>	<b>Importancia</b>	<b>Fórmulas de calculo</b>	<b>Variables de indicador</b>	<b>de Obtención de datos</b>
1	Presencia de plan específico, eje estratégico o línea de acción del plan de sustentabilidad/ambiental sobre agua, que incluya aspectos de ahorro en agua, sanidad, riego y gestión de aguas residuales.	Establece proyectos aplicados de desarrollo sostenible dentro del Campus que contengan procesos ambientales como ahorro de agua, cuidado de agua de consumo, riego y tratamiento de aguas residuales.	Permite conocer los planes estratégicos sustentables en el ámbito del uso de agua en general, en las actividades dentro del campus.	-	Planes estratégicos, ejes sistemáticos, líneas de acción.	Registros de proyectos, planes, líneas de sostenibilidad.
2	Control y seguimiento del consumo de agua con medidores independientes en los puntos del campus (edificios, zonas deportivas, riego).	Establece mecanismos dentro del campus que cuantifiquen la medición de consumo de agua en diversos puntos estratégicos.	Determina el consumo de agua que tiene la comunidad del campus en sus procesos educativos.	$CA = \sum CAC / TCU$	CA= Consumos de agua (m3/medidor de agua) CAC=Consumo anual de agua dentro del campus universitario (m3)	Estudios previos, Análisis de campo, Registros

- 3** Control de la calidad del agua para consumo humano. Establece procesos que permitan la verificación de calidad para el consumo que tiene el agua de los estudiantes dentro del Campus. Permite controlar la la calidad de agua para el consumo de los estudiantes evitando posibles problemas de salud.
- 4** Existencia de sistemas propios de depuración o de reducción de carga contaminante de aguas residuales en el campus (debidamente inscrito ante la entidad reguladora del agua). Calculo de Huella Gris (Hoekstra et ál., 2011). Expone uso del agua, y representa el volumen de agua necesario para asimilar la carga contaminante en base a las concentraciones naturales y las normas de calidad ambiental que sustentan los cuerpos receptores ecosistemas (Franke et ál., 2013). Determina la contaminación del agua en términos de un volumen, para mantener en buen estado los cuerpos receptores

TCU= # de medidores de agua

Hojas de control de calidad de agua. Registros de control de calidad de agua.

$$HH_{Gris} = \frac{E_{ffl} * C_{effl} - A_{ffl} * C_{afl}}{C_{max} - C_{nat}}$$

*E<sub>ffl</sub>*: Volumen Efluente *m*<sup>3</sup>. Parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) Efluente (mg/L) Análisis de campo, registros, estudios previos.

*C<sub>effl</sub>*: Concentración Bioquímica de Oxígeno (DBO5) Efluente (mg/L)

*A<sub>ffl</sub>*: Volumen Afluente (*m*<sup>3</sup>)

*C<sub>afl</sub>*: Concentración DBO5 afluente (mg/L)

*C<sub>max</sub>*: Límite permisible normativa

(mg/L)

*C<sub>nat</sub>*: Concentración libre de contaminación

(mg/L)

Precipitación efectiva: Volumen de agua lluvia retenida en el suelo ( $m^3/h a$ ).  
*Superficie* de vegetación: Área de espacios verdes ( $h a$ ).  
 Variables climáticas, datos completos del año de análisis, registros de superficies de vegetación del campus

5 Huella Hídrica Verde: Representa el volumen de agua proveniente de las precipitaciones (agua lluvia), las cuales se almacenan o son retenidas en los estratos permeables del suelo, satisfaciendo la demanda de la vegetación, y devuelto a la atmósfera por el proceso de evapotranspiración (Hoekstra et ál., 2011).

Es importante conocer el cálculo del componente verde de la Universidad, debido a el aporte que tiene en el desarrollo vegetativo de las áreas verdes del Campus.

$$HH_{verde} = Precipitación efectiva * Superficie de vegetación$$

- 6 Existencia de un sistema eficiente de riego de Campus jardines(goteo programado, micro aspersion, riego nocturno. Determina si el Campus posee cantidad de agua que se utiliza en los diferentes tipos de riego de los lotes dentro de las parcelas y jardines del campus es importante en el ambito de ahorro eficiente de agua. Controlar la cantidad de agua que se utiliza en los diferentes tipos de riego de los lotes dentro de las parcelas y jardines del campus es importante en el ambito de ahorro eficiente de agua. Informe de tipos de sistemas eficientes de riego de infraestructura del Campus. de Registros
- 7 Existencia de sistemas de captación de aguas pluviales y/o reutilización de aguas sanitarias para el riego de jardines, lavado de flotilla vehicular, etc. Determina si el Campus posee algún sistema de captación y reutilización de agua. permite conocer si se está gestionando el recurso tomando en cuenta aspectos hacia la sostenibilidad Determinar el porcentaje de agua que se recircula, permite conocer si se está gestionando el recurso tomando en cuenta aspectos hacia la sostenibilidad. AR: agua recirculada Estudios previos, AU: agua utilizada Análisis de Volumen de agua campo, Registros recirculada en el proceso productivo: litros Volumen total de agua requerido en el proceso productivo: litros
- $$\frac{\text{Vol. AR del proceso productivo}}{\text{Vol total de AU en el proceso productivo}} * 100\%$$



(Enríquez, 2020).

- 8 Los lavamanos y servicios sanitarios tienen algún sistema de ahorro de agua (pulsador, detector, etc.) los servicios sanitarios
- Determina si existe algún sistema de eficiencia en ahorro de agua que existen en el campus que permiten disminuir el desperdicio de agua innecesaria.
- Determina el número de sistemas eficientes en ahorro de agua que existen en el campus que permiten disminuir el desperdicio de agua innecesaria.
- Núm. de sistemas ahorradores en lavamanos y servicios sanitarios  

$$\frac{\text{Núm. de sistemas ahorradores en lavamanos y servicios sanitarios}}{\text{Núm. total de lavamanos y servicios sanitarios}} * 100$$
- Número de sistemas sanitarios. Base de datos de infraestructura ahorradores.
- 9 Los laboratorios disponen de algún sistema de ahorro de agua (circuitos de refrigeración cerrados: destiladores de agua).
- Establece el uso de sistemas de ahorro de agua en laboratorios
- Determina el número de sistemas eficientes en ahorro de agua que existen en laboratorios que permiten disminuir el desperdicio de agua innecesaria.
- Núm. de sistemas ahorradores de agua en laboratorios  

$$\frac{\text{Núm. de sistemas ahorradores de agua en laboratorios}}{\text{Núm. total de sistemas de agua en laboratorios}} * 100$$
- Número de sistemas ahorradores de agua en laboratorios. Base de datos de infraestructura
- Número total de sistema de agua en laboratorio.

**10** Se fomenta el uso de bebedores, fuentes o grifos públicos para el consumo de agua con el fin de reducir la generación de residuos de vasos o botellas de plástico.

Establece el uso de sistemas hidratantes para la comunidad educativa, evitando dentro del Campus, evitar el uso de botellas y vasos, evitaría daño ambiental a largo plazo

Bebedores, fuentes, o grifos

Base de datos de infraestructura

-

11 Se realizan actividades de sensibilización y acciones de concienciación sobre el ahorro de agua dentro del ámbito de la propia universidad: información impresa y web sobre consumo de agua, campañas de sensibilización sobre el correcto uso del agua en la universidad, información visible de sensibilización en los puntos críticos de consumo, charlas de eficiencia de uso de agua en los laboratorios húmedos, etc.

Actividades de sensibilización y fotografías. Registros de conciencias sobre el ahorro de agua.

12	Distribución del agua	<p>Establece la cantidad de agua que se distribuye en el campus</p> <p>Es importante que se conozca si existe una distribución adecuada en el campus con el fin de evitar que se esté brindando agua en secciones que no tengan consumo.</p>	$\frac{\textit{Consumo total}}{\textit{suma de consumos parciales}}$	<p>Consumo total</p> <p>Estudios previos, Análisis de campo, Registros</p> <p>Suma de consumos parciales</p>
13	Aguas Residuales	<p>Establece el porcentaje de tratamiento de aguas residuales del campus</p> <p>Es importante para poder controlar las aguas que no constan de un tratamiento correcto y poder implementar medidas para corregir esta acción (Enríquez, 2020).</p>	$\frac{\left( \begin{array}{c} \textit{Volumen de} \\ \textit{efluente} \\ \textit{tratado} \\ \textit{en PTAR} \end{array} \right)}{\textit{Volumen de efluente producido}} * 100\%$	<p>PTAR: planta de tratamiento de aguas residuales</p> <p>Estudios previos, Análisis de campo, Registros</p> <p>Volumen de efluentes tratado en PTAR: litros</p> <p>Volumen de efluente producido: litros</p>

<p><b>14</b> INDICADOR 6.4.1 ODS El indicador debe Detalla valor WUE=Awe*PA+MWE WUE = Eficiencia en Estudios previos, el uso del agua Análisis de</p> <p>Cambio en la eficiencia del evaluar el impacto del añadido por agua *PM+Swe*Ps el uso del agua en la Registros.</p> <p>uso del agua con el tiempo crecimiento económico usada, expresado Awe = Eficiencia en campo, el uso del agua en la Registros.</p> <p>sobre el uso de los en USD/m3 en el agricultura de riego</p> <p>recursos hídricos tiempo, de un [USD/m3]</p> <p>(Schade, 2019). sector principal Mwe = Eficiencia en el uso del agua en</p> <p>determinado (mostrando la MIMEC [USD/m3]</p> <p>tendencia en la Swe = Eficiencia en el uso del agua en</p> <p>eficiencia del uso del agua) (Schade, servicios [USD/m3]</p> <p>2019). PA = Porcentaje de agua usada por el</p> <p>sector agrícola sobre el total de agua usada</p> <p>PM = Porcentaje de agua usada por el sector MIMEC sobre el total de agua usada</p> <p>PS = Porcentaje de</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

---

agua usada por el  
sector de servicios  
sobre el total de agua  
usada

---

**Nota.** Dentro de la tabla se detalla indicadores recomendados para su aplicación en el Centro Experimental, Académico Salache. Datos tomados de (Universidad de Cuenca, 2018a), (RISU, 2021), (Ávila, 2020), (Almeida, 2020), (Enríquez, 2020), (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2018)

### 11.3.2. Estrategias de aplicación de los indicadores de Agua

**Indicador 1:** Presencia de plan específico, eje estratégico o línea de acción del plan de sustentabilidad/ambiental sobre agua, que incluya aspectos de ahorro en agua, sanidad para consumo humano, riego y gestión de aguas residuales.

**Factor:** Agua

**Estrategia:** Realizar la revisión o auditoria de documentos académicos de normativa y legislación ambiental, líneas de acción, sistemas de gestión ambiental y cualquier proyecto que incluya prácticas sostenibles en las actividades y procesos académicos aplicados en la universidad.

**Actividades:**

- Recolección de documentos, proyectos, líneas de acción etc.
- Revisión previa de documentos con procesos sostenibles dentro del campus.
- Evaluación de los procesos sostenibles aplicados incluidos en los documentos dentro del campus.
- Generación de un Excel con la lista de prácticas y procesos detallados en los documentos.
- Revisión de cumplimientos y no cumplimientos por parte de la institución.
- Difusión de los resultados obtenido con las autoridades del Campus.
- Redacción de informe final de resultados, con propuestas de planes de acción si es que fuese necesario.

**Indicador 2:** Control y seguimiento del consumo de agua con medidores independientes en los puntos estratégicos del campus (edificios, zonas deportivas, puntos de riego).

**Factor:** Agua

**Estrategia:** Desarrollar un proyecto que se dirija a determinar el consumo de agua de la comunidad educativa en el campus, para así conocer el uso y gasto que genera este, tomando en cuenta medidores en sectores estratégicos, revisando el gasto generado por dichos sectores, para definir la cantidad de consumo por actividad y verificar si existe un consumo excesivo o desgaste.

**Actividades:**

- Recolección de información de los medidores en los lugares seleccionados.
- Verificación de datos de los medidores.

- Generación de un Excel con los datos por fechas, dependiendo el periodo de estudio que se desee realizar.
- Desarrollo de análisis estadístico con los datos, relacionando los años, el lugar estratégico, uso y consumo.
- Composición de matrices que expongan el consumo de agua por sección.
- Redacción de informe con los datos encontrados.
- Propuesta de acciones de mejora en el uso de agua si es que fuese necesario.

**Indicador 3:** Control de la calidad del agua para consumo humano.

**Factor:** Agua

**Estrategia:** Realizar un proyecto que enfoque sus objetivos a determinar las cualidades principales de calidad de agua, estableciendo principalmente factores que intervengan en el estudio de calidad hídrica de consumo humano, examinando las características físicas, químicas y microbiológicas del Campus estudiantil.

**Actividades:**

- Planificación de lugares estratégicos para realizar el estudio
- Toma de muestras de agua.
- Análisis de muestras.
- Relación de análisis con los límites permisibles de calidad de agua para consumo
- Desarrollo de informe con los resultados de muestras de agua
- Exposición de resultados de calidad de agua del Campus.
- Aplicación de estrategias de remediación o mejora de calidad de agua si es que fuese necesario.

**Indicador 4:** Sistema propio de depuración o de reducción de carga contaminante de aguas residuales en el campus (debidamente inscrito ante la entidad reguladora del agua), Calculo de Huella Gris.

**Factor:** Agua

**Estrategia:** Elaborar un proyecto que tenga como objetivos el estudio de cálculo de huella gris, y la implementación de un sistema de depuración, donde se analice los límites de descarga al alcantarillado, enfatizando el estudio del afluente y efluente, analizando las muestras elementos como PH, conductividad eléctrica, temperatura, solidos disueltos, considerando el parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno.



**Actividades:**

- Determinación de parámetros de estudio (PH, conductividad eléctrica, temperatura, sólidos disueltos, Demanda Bioquímica de Oxígeno).
- Recopilación de información referente a límites permisibles de alcantarillado.
- Recolección de muestras en el afluente y efluente.
- Análisis de muestras.
- Análisis y desarrollo de resultados de muestras.
- Redacción del informe con los resultados.
- Verificación de aplicabilidad de un sistema de depuración o tratamiento de aguas residuales en el campus.
- Desarrollo de propuesta de proyecto a la carrera de Ingeniería Ambiental.

**Indicador 5:** Huella Hídrica Verde**Factor:** Agua

**Estrategia:** Desarrollar un proyecto que se enfoque en el estudio del volumen de agua de lluvia que se retiene en el suelo, calculando el rendimiento hídrico que tiene con las superficies en áreas verdes del campus, que permitan conocer datos acerca de la saturación del estrato vegetativo.

**Actividades:**

- Recolección de datos de precipitación de la estación meteorológica del campus en el periodo requerido.
- Procesamiento de datos de precipitación del periodo requerido de la estación en Excel.
- Desarrollo de cálculos de la precipitación efectiva.
- Recolección de datos de infraestructura específicamente de espacios verdes.
- Desarrollo de cálculos de superficie de vegetación de espacios verdes en el sitio de estudio, precipitación efectiva huella verde.
- Relación de resultados y volumen de agua de precipitación captado.
- Redacción de informe con resultados.

**Indicador 6:** Sistemas eficiente de riego de jardines (goteo programado, microaspersión, riego nocturno).

**Factor:** Agua

**Estrategia:** Revisión de infraestructura dentro del sitio de estudio, por el cual se verifique el tipo de sistemas de riego que posea el campus, determinando la existencia de manejo eficiente de agua para riego, con el fin de tener control en la distribución del agua.

**Actividades:**

- Reconocer los lugares donde se encuentran los dispositivos de riego y aspersión de agua en el Campus.
- Determinación de tipo de riego que tiene cada dispositivo.
- Elaboración de inventario.
- Clasificación de sistemas eficientes de riego de jardines.
- Determinación de la relación de tipos de sistemas eficientes de riego y aspersión de agua, en relación con la cantidad de sistemas de riego.
- Redacción de informe final.
- Propuesta de mejora y adaptación de sistemas con tipo de riego eficiente si es que fuera necesario.

**Indicador 7:** Sistemas de captación de aguas pluviales y/o reutilización de aguas sanitarias para el riego de jardines, lavado de la flotilla vehicular, etc.

**Factor:** Agua

**Estrategia:** Desarrollar un programa que se enfoque en aplicar sistemas de captación de agua de lluvia en sectores de la universidad de manera que exista la reutilización y la recirculación del recurso, en donde se exprese los beneficios del uso sostenible en la distribución de dicha agua, la reducción del desgaste de agua.

**Actividades:**

- Desarrollo de un plan estratégico donde se encuentren los posibles sectores donde se puede generar sistemas de captación de gran cantidad de agua pluvial.
- Elaboración de encuestas en la comunidad donde se desarrolla el sistema, con el fin de generar estadísticas de uso, apoyo y opiniones acerca del sistema de captación a implantar.
- Análisis de resultados de las encuestas.
- Elaboración de los planos del sistema de captación.
- Realización de las primeras pruebas.
- Aplicación de sistemas de captación de aguas pluviales en los sectores estratégicos.
- Difusión del programa de reutilización de agua en procesos productivos.

**Indicador 8:** Los lavamanos y servicios sanitarios tienen algún sistema de ahorro de agua (pulsador, detector, etc.)

**Factor:** Agua

**Estrategia:** Revisión de infraestructura del campus en el sector de servicios sanitarios, con el objetivo de generar un inventario con tipos aparatos sanitarios y griferías, de manera que se evalúe si poseen algún sistema de ahorro eficiente de agua.

**Actividades:**

- Verificación de los lavamanos y servicios sanitarios en todas las secciones que los contengan.
- Desarrollo de un inventario que contenga todos los sistemas sanitarios y lavamanos con sus características.
- Revisión del inventario de servicios sanitarios y griferías en las instalaciones del Campus.
- Determinación de sistemas eficientes dentro de los servicios sanitarios.
- Medición y relación en porcentaje de sistemas ahorradores con sistemas sanitarios sin ahorro en el campus.
- Análisis de resultados.
- Redacción de informe y recomendaciones de ser necesario.

**Indicador 9:** Los laboratorios disponen de algún sistema de ahorro de agua (circuitos de refrigeración cerrados: destiladores de agua).

**Factor:** Agua

**Estrategia:** Revisión de infraestructura del campus en laboratorios con el objetivo de generar un inventario con tipos de sistema que utilicen agua, de manera que se evalúe si poseen algún sistema de ahorro eficiente del recurso.

**Actividades:**

- Verificación de los sistemas que usen agua en laboratorios.
- Desarrollo de un inventario que contenga todos los sistemas que usen agua en los laboratorios describiendo sus características, y el porcentaje de uso de agua.
- Revisión del inventario de sistemas que utilicen agua en los laboratorios de las instalaciones del Campus.
- Determinación de sistemas eficientes dentro del laboratorio.
- Medición y relación en porcentaje de sistemas ahorradores de agua en laboratorios con sistemas sin ahorro.

- Análisis de resultados.
- Redacción de informe y recomendaciones de ser necesario.

**Indicador 10:** Se fomenta el uso de bebedores, fuentes o grifos públicos para el consumo de agua con el fin de reducir la generación de residuos de vasos o botellas de plástico.

**Factor:** Agua

**Estrategia:** Revisar el sistema de infraestructura del Campus, con el objetivo de determinar los diferentes sistemas de hidratación presentes, atribuyendo el uso de estos a la reducción de uso de plásticos como botellas y vasos en el sector.

**Actividades:**

- Revisión de registros de infraestructura o construcción de zonas hidratantes en el campus.
- Verificación de la existencia de bebedores, fuentes, o grifos dentro del campus.
- Verificación de funcionamiento de cada zona hidratante, para descartarlo.
- Desarrollo de inventario con las zonas hidratantes, grifos, fuentes.
- Análisis de resultados.
- Redacción de informe
- Propuesta de adición de bebedores en sectores estratégicos si es que fuese necesario.

**Indicador 11:** Se realizan actividades de sensibilización y concienciación sobre el ahorro de agua dentro del ámbito de la propia universidad: información impresa y web sobre consumo de agua, campañas de sensibilización sobre el correcto uso del agua en la universidad, información visible de sensibilización en los puntos críticos de consumo, charlas de eficiencia de uso de agua en los laboratorios húmedos, etc.

**Factor:** Agua

**Estrategia:** Verificar de la difusión de actividades de sensibilización y concienciación sobre el ahorro de agua en el campus, con el objetivo de conocer la aplicación real del mismo, por medio de la observación del uso de agua en procesos educativos y actividades de la comunidad, de forma que sea visible las practicas sostenibles al uso de agua distribuidas por la universidad.

**Actividades:**

- Revisión de documentos, planes, o proyectos de difusión de actividades de sensibilización y concienciación del ahorro del agua en la universidad.

- Verificación de material expuesto en la universidad, online y físico con temas de reutilización y buen uso de agua en el campus.
- Aplicación de encuestas que determinen si la comunidad educativa conoce a cerca de estas prácticas.
- Desarrollo de un análisis estadístico sobre el conocimiento de la comunidad educativa en temas de correcto uso de agua.
- Exposición de resultados del análisis de conocimiento de los estudiantes en el tema.
- Relación de buenas prácticas ambientales expuestas en el análisis con el uso de agua con las practicas aplicadas en el campus.
- Aplicación de mejoras en difusión de información en el campus, si es que fuese necesario.

**Indicador 12:** Distribución del agua

**Factor:** Agua

**Estrategia:** Emplear un sistema que revise el consumo que se realiza en los lugares donde se brinda el recurso, para así determinar si la distribución es adecuada, si existe un consumo moderado o si no existe consumo, por lo que se determine cuánta agua se si la distribución es equilibrada en relación con su consumo.

**Actividades:**

- Recolección de datos de consumo en lugares estratégicos del campus.
- Revisión de documentos que contengan información de los sistemas de distribución de agua en el campus.
- Relación de consumo total con suma de consumos totales.
- Relación de distribución – consumo.
- Análisis y verificación de resultados.
- Redacción de informe.
- Redistribución de sistemas difusión de agua si es que fuese necesario.

**Indicador 13:** Aguas Residuales

**Factor:** Agua

**Estrategia:** Generar un proyecto que involucre el estudio de aguas residuales, enfocándose en establecer el porcentaje de aguas que generan la comunidad educativa del campus, relacionando dicho porcentaje con la normativa ambiental vigente para aguas de descarga.

**Actividades:**

- Visita a la zona de estudio.
- Recopilación de información acerca de estudios de aguas residuales en el campus, preferible de estudios, registros, levantamiento de campo o datos de PTAR.
- Desarrollo de análisis de datos obtenidos relacionando el volumen de efluente tratado con el volumen de efluente producido.
- Generación de porcentaje aplicando la formula.
- Verificación de resultados.
- Redacción de informe.
- Aplicación de opciones de mecanismos de mejora si es que es necesario.

**Indicador 14:** INDICADOR 6.4.1 ODS Cambio en la eficiencia del uso del agua con el tiempo.

**Factor:** Agua

**Estrategia:** Relacionar el uso de agua con el impacto del crecimiento económico sobre el uso de los recursos hídricos dentro del campus (Schade, 2019).

**Actividades:**

- Recolección de información y datos sobre estudios de eficiencia en el uso del agua en la agricultura, eficiencia en el uso del agua en servicios, porcentaje de agua usada por el sector agrícola sobre el total de agua usada, porcentaje de agua usada sobre el total de agua usada, porcentaje de agua usada por el sector de servicios sobre el total de agua usada
- Aplicación de fórmulas, para la obtención de resultados.
- Relación de resultados con el sistema manejado por los Objetivos de desarrollo sostenibles propuestos.
- Análisis de resultados.
- Verificación de cumplimiento o no cumplimiento del indicador en la institución.
- Redacción de informe.
- Propuesta de sistemas de mejora si es que fuese necesario.

### **11.3.3. Análisis y discusión de agua**

#### **➤ Análisis**

Según la estructura y diseño explicada en la metodología de construcción de la tabla propuesta para los indicadores de sostenibilidad ambiental para el recurso agua en la microcuenca del CEASA (Centro Experimental, Académico Salache), se construyó una tabla

de indicadores enfocándose en los sistemas necesarios que un campus educativo sostenible de tercer nivel debe tener presente en prácticas y procesos educativos.

La tabla propuesta específica indicadores ambientales aplicables en campus universitarios, referente a actividades y procesos sostenibles, en base al diagnóstico realizado se tomó en cuenta la carencia de prácticas en el ámbito de tratamiento de efluentes, por lo que elementos contaminantes han generado la mayor problemática en este recurso, siendo necesario la integración de sistemas sostenibles en las actividades académicas tanto e tratamiento de agua como de otros factores sostenibles presentes en la tabla de indicadores.

#### ➤ **Discusión**

El agua es un recurso importante dentro del ámbito de desarrollo ambiental en el sistema en el cual vivimos, dado que la vida depende de él, es por cuando en los últimos años este recurso se ha ido degradando debido a la cantidad de contaminación que se tiene en efluentes de agua dulce. En la investigación se evidencio que en el campus principalmente se desechaba una gran cantidad de agua de descarga al efluente de la microcuenca, el cual no posee ningún tratamiento previo que limite o disminuya la carga contaminante, teniendo un cantidad de solidos suspendidos que permite la proliferación de más microorganismos, otro factor importante es el uso que tiene en sistemas agropecuarios de riego, debido a que algunas especies tienen a absorber contaminantes, y que algunas características como salinidad o pH no permite el crecimiento normal de algunos productos.

#### **11.3.4. Indicadores de Suelo**

El término del suelo dentro del Centro Experimental, Académico Salache se basa en acotar al momento de reconocer las funciones del suelo, para así promover la productividad del sistema sin perder sus propiedades tanto físicas, químicas y biológicas sostenibles, atenuar contaminantes ambientales, patógenos calidad ambiental y favorecer la salud de plantas, animales y humanos, por lo cual se dan a conocer variables que se establecen como indicadores de sostenibilidad ambiental, puesto que representan una condición y se encargan de conllevar la respectiva información acerca de los cambios, tendencias ante la pérdida, la erosión, la conservación y protección de las perdida de suelo.

Tabla 15. Indicadores de Suelo

## INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA SUELO

No.	Indicador	Descripción	Importancia	Formula de calculo	Variables del Indicador	del	Obtención de Datos
1	Áreas de suelos mejoradas o recuperadas.	Tiene como finalidad lograr niveles aceptables de salud y calidad del suelo.	Determina la capacidad del suelo para así poder mantener las funciones de productividad, calidad ambiental y así favorecer la salud vegetal y animal.	$c=CNc+yDfNq+yBNY/2$	Df= profundidad de desplante o cimentación, B= ancho de la cimentación, Ym= peso volumétrico del suelo en su condición real, c= cohesión del suelo en estado natural, = ángulo de fricción interna de la parte friccionaste del suelo, $\emptyset$ qc= capacidad de carga.		Identificación del área de estudio y el número de puntos de muestreo.
2	Capacidad del uso del suelo en el campus CEASA.	Es una clasificación técnica interpretativa basada en los efectos del clima y las características permanentes del suelo.	Es de importancia económica ya que influye decisivamente en el comportamiento del suelo respecto a su capacidad de retención de	$c=CNc+yDfNq+yBNY/2$	Df= profundidad de desplante o cimentación, B= ancho de la cimentación, Ym= peso volumétrico del suelo en su condición real, c= cohesión del suelo en estado natural, = ángulo de fricción		El muestreo de detalle, cuantifica y delimita las zonas de afectación del suelo tanto en el espacio y tiempo.



			agua y nutrientes.		interna de la parte friccionaste del suelo, $\emptyset$ qc= capacidad de carga.	
3	Diferencial de rendimiento en suelos degradados y no degradados.	Se puede entender como la pérdida de equilibrio de sus propiedades, lo que limita su productividad sostenida.	Recuperar rápidamente los niveles anteriores de producción después de un período adverso a causa de sequías, inundaciones o abandono, mal manejo humano, entre otros factores.	$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$	Dónde: R es el Índice de erosividad de la precipitación (MJmm ha-1 año), K el factor de erosión del suelo (toneladas ha-1 unidad R-1), LS el factor topográfico (sin dimensiones), C es el factor de gestión del cultivo (sin dimensiones), práctica de conservación de factor P (adimensional), pérdida de suelo media anual a largo plazo (toneladas ha-1 año-1).	Monitoreo Preliminar a través de la lectura visual y por medio fotografías.
4	Áreas erosionadas y tipo de erosión.	La erosión puede presentar por diferentes causas. Los tipos de erosión son hidráulica, antrópica, gravitatoria y la erosión de los	La erosión del suelo dentro del campus Salache afecta al suministro de agua y conduce a la capacidad de degradación de los	$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$	Dónde: R es el Índice de erosividad de la precipitación (MJmm ha-1 año), K el factor de erosión del suelo (toneladas ha-1 unidad R-1), LS el factor topográfico (sin dimensiones), C es el	Estudios previos, Análisis de campo, Registros.

suelos. ecosistemas encontrados.

factor de gestión del cultivo (sin dimensiones), práctica de conservación de factor P (adimensional), pérdida de suelo media anual a largo plazo (toneladas ha-1 año-1). pérdida de suelo media anual a largo plazo (toneladas ha-1 año-1).

- 5 Áreas destinadas para la agricultura. Estas zonas agrícolas pueden proporcionar un marco definido para el desarrollo de las actividades agrícolas que envuelven a la agricultura, así como a la ganadería y a la actividad forestal. Determina el tipo de cultivo dentro de la agricultura que se consume o fija nutrientes al suelo que va de acorde al producto que se siembra y la ganadería a su vez ayuda como abono orgánico mediante las heces fecales para la producción.
- $c = CNc + yDfNq + yBNY/2$
- Df= profundidad de cimentación, B= ancho de la cimentación, Ym= peso volumétrico del suelo en su condición real, c= cohesión del suelo en estado natural,  $\phi$  = ángulo de fricción interna de la parte friccionaste del suelo,  $\phi$  qc= capacidad de carga.
- Análisis de campo, registros fotográficos.

6 Tipología de Segun su textura Los suelos  $q_{ULTM} = q + CNc$

Skempton encontró el Las técnicas y los

suelo. podemos distinguir tres tipos de suelos: arena, arcilla y franco. La arena es la que existe en los diversos ríos. arenosos, son más sueltos, fáciles de trabajar y tienen pocas reservas de nutrientes aprovechables por las plantas que son cultivadas dentro del campus CEASA.

valor de Nc no es independiente de la profundidad de desplante, también se encontró e acuerdo a la institución que Nc crece al aumentar la profundidad de desplante de cimiento, si bien este crecimiento no es ilimitado, de manera que Nc permanece constante a una cierta profundidad de desplante. instrumentos a emplearse en el muestreo, que aseguren la homogeneidad y la representatividad de las muestras.

**7 Suelos afectados por la desertificación.**

Es un fenómeno que implica que el suelo de Salache pierde su fertilidad y a su vez los ecosistemas pierden su capacidad de regular bienes y servicios. La importancia se debe a la pérdida de suelo que se da dentro del campus y su vez al deterioro que conlleva la pérdida de los recursos ambientales debido a la desertificación.

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Donde: R es el Índice de erosividad de la precipitación (MJmm ha-1 año), K el factor de erosión del suelo (toneladas ha-1 unidad R-1), LS el factor topográfico (sin dimensiones), C es el factor de gestión del cultivo (sin dimensiones), práctica de conservación.

Análisis preliminar a través de lo visual, documentación y por medio de registros del suelo.

---

Nota. Dentro de la tabla se detalla indicadores de sostenibilidad ambiental para el recurso suelo recomendado para su aplicación en el Centro Experimental, Académico Salache en el área de agricultura, para evitar la erosión del suelo y su debida conservación. **Autores:** Moreta Cinthia, Sánchez Karina (2022).

### 11.3.5. Estrategias y Actividades de Indicadores de Suelo

**Indicador 1:** Áreas de suelos mejoradas o recuperadas.

**Factor:** Suelo

**Estrategia:** El suelo es considerado como un recurso natural no renovable por lo que se implementa la recuperación por medio de la conservación evitando votar productos nocivos, tóxicos, basuras, la compactación del suelo, enriquecimiento por medio de materia orgánica y la presencia consistente de agricultura y ganadería dentro del campus Salache.

**Actividades:**

- Disminuir la descomposición de los materiales orgánicos de la labranza.
- Constituir sistemas agrosilvopastoriles y silvopastoriles.
- Cuidar los terrenos de la quema.
- Evitar la sobreexplotación de suelos.
- Evitar los insecticidas artificiales.
- Usar un sistema de riego eficiente para el manejo adecuado del agua.
- No usar fertilizantes que sean artificiales.
- Controlar las plagas.

**Indicador 2:** Capacidad del uso del suelo en el campus CEASA.

**Factor:** Suelo

**Estrategia:** Evitar las quemas de materia orgánica, por lo que se llegan a transformar en gases tóxicos que afectan la vida. Evitar el arado total y el pisoteo excesivo del ganado, los cascos y pezuñas llegan a compactar el suelo de manera que endurecen e impiden la respiración de microorganismos.

**Actividades:**

- Análisis del suelo del campus.
- Aplicación de cal agrícola.
- Reducción del compacto de suelo.
- Desarrollo de diversidad de cultivos.
- Implementación de áreas para evitar las escorrentías.
- Instalación de un barril de lluvias o un sumidero.
- Aplicación de un mantillo sobre las plantas en crecimiento.
- Aplicación de nutrientes para el suelo.

**Indicador 3:** Diferencial de rendimiento en suelos degradados y no degradados.

**Factor:** Suelo

**Estrategia:** En estos tipos de suelo el modo más eficaz de emprender su recuperación, es previo a la introducción de cualquier especie vegetal, mejora la calidad mediante la incorporación de una enmienda orgánica. La enmienda orgánica quiere decir que promueve el desarrollo de reacciones físico-químicas que ayuda a la fertilidad y al proceso microbiológico del suelo de la zona de estudio.

**Actividades:**

- No relacionar aplicaciones de prácticas no sostenibles.
- Análisis de suelo
- Minimización de la labranza.
- Desarrollo de una bio-generación.
- Elaboración de barreras hidráulicas.
- Utilización de abonos orgánicos.
- Implementación de la desalinización.
- Elaboración de un alumbrado artificial en los momentos en los cuales no haya suficiente luz natural.

**Indicador 4:** Áreas erosionadas y tipo de erosión.

**Factor:** Suelo

**Estrategia:** Reducir el flujo del agua creando barreras naturales desde la parte superior de la cuenca hidrográfica hasta los terrenos que existen en la parte inferior de la casa hacienda del campus. Repartir el agua creando canales para así dividirla, dirigirla y así poder favorecer a la agricultura.

**Actividades:**

- Prevención ante el pastoreo excesivo.
- Implementación de estrategias para prevenir la tala de árboles en de laderas empinadas.
- Recuperación de las tierras que han sido minadas.
- Elaboración de barreras para prevenir la escorrentía y la erosión del suelo en sitios de construcción.
- Restricción ante el uso de vehículos todo terreno, en especial en áreas con colinas.
- Reducción ante el flujo del agua bajo estudios.
- Elaboración de canales de agua para dividirla y dirigirla donde fluye.

**Indicador 5:** Áreas destinadas para la agricultura.

**Factor:** Suelo

**Estrategia:** Se encuentran los métodos tradicionales como es el arado que asegura que la tierra tenga movimiento y que puedan aprovechar a su vez del aire. Los fertilizantes naturales como el estiércol o los cultivos de cobertura, así como el uso de cenizas de carbón natural también pueden mejorar la calidad de las tierras, y la calidad del cultivo que se producen.

**Actividades:**

- Desarrollar surcos superficiales en el terreno y así prepararlo para recibir la semilla.
- Implementación de materia orgánica para el suelo.
- Utilización de semillas mediante surcos trazados en el suelo.
- Desarrollo de técnicas para el cuidado del sembradío.
- Desarrollo de actividades de apoyo ganadero.
- No hacer siembra directa.
- Planificación de cultivos en entorno.
- Análisis de cultivos en fajas.

**Indicador 6:** Tipología de suelo.

**Factor:** Suelo

**Estrategia:** La técnica del muestreo al aplicar dentro del estudio las condiciones edáficas, geológicas e hidrogeológicas en la zona, la profundidad y accesibilidad de la contaminación que requieren de métodos analíticos para diferenciar la cantidad y calidad de las muestras obtenidos del suelo

**Actividades:**

- Verificación de la profundidad máxima de donde se va a recolectar la muestra.
- Accesibilidad al punto de muestreo.
- Estimación del número total de muestras.
- Análisis del tipo de textura de suelo.
- Monitorización sobre la calidad de suelo
- Implementación de condiciones fáciles de drenaje.

**Indicador 7:** Suelos afectados por la desertificación.

**Factor:** Suelo

**Estrategia:** Evitar circular por el monte en vehículo motorizado. No arrojar desperdicios. Respecto a la sobreexplotación de acuíferos: consumir productos de temporada y locales, los cuales generan y exigen menos consumo de agua.

**Actividades:**

- Coordinar la gestión del suelo y de los recursos hídricos.
- Proteger la cubierta vegetal.
- Combinar los métodos tradicionales de explotación del suelo.
- Fomentar la coexistencia del pastoreo y los cultivos.
- Aprovechar mejor el agua de riego por goteo.
- Aplicar la reforestación.
- Reciclar y reutilizar.
- Reintroducir determinadas especies.

**11.3.6. Análisis y Discusión de Suelo**

➤ **Análisis**

El diagnóstico de la situación actual con respecto al suelo del campus CEASA por medio de una visita in – situ en la cual se obtuvo 4 tipos de muestras distintas de suelo, se realizó la indagación necesaria del tipo de factores que afectan a la agricultura y a su vez a la ganadería, mediante la recopilación de datos de manera visual y la adquisición de estudios anteriores que se elaboraron en el área, lo cual permitió analizar el estado actual del campus, por lo que se elaboró una tabla con 7 indicadores de sostenibilidad ambiental enfocados a al nivel institucional que son sistemas necesarios para prevenir los impactos ambientales.

La edafología del suelo existente dentro del campus CEASA se clasifica por los 3 diferentes tipos de suelo, por lo cual en el primer punto de muestreo del suelo se caracteriza por la retención de agua, por la poca presencia de raíces, poca mineralización de materia orgánica, presentan material rocoso. El segundo muestro se logra identificar que es apto para la agricultura ya que esta área permite realizar prácticas culturales de campo, este tipo de textura esta mesclado con tierra negra y arena para su mejor funcionamiento presentando un color oscuro, la cobertura está constituida bajo la presencia de raíces, buena actividad biológica, buenas condiciones de drenaje y alta actividad de ganado. En la parte baja que se obtuvo se pudo apreciar que era un suelo con escasa actividad agrícola, una textura delgada, presencia de raíces arbustivas y erosión del suelo.

### ➤ **Discusión**

El suelo es uno de los componentes fundamentales para el ser humano y medio ambiente que se han visto afectados por la gran contaminación existente desde grandes construcciones, como invasiones de zonas, generando la degradación, la erosión y la pérdida de nutrientes ya sea por la naturaleza o las actividades realizadas por el ser humano. En el proyecto realizado se evidenció que en el área de estudio se ha realizado técnicas donde se puede recuperar el suelo disminuyendo así el porcentaje de erosión y degradación del suelo obteniendo un resultado positivo, así como la reforestación del mismo para la recuperación, conservación de áreas verdes y nutrientes esenciales que requiere el suelo para el crecimiento adecuado de las plantas, y a su vez una estructura que las mantenga firmes y derechas a la tierra.

#### **11.3.7. Indicadores de biodiversidad**

La importancia de la biodiversidad como componente fundamental de las condiciones ambientales y calidad de la flora y fauna, en un sentido, y las dificultades inherentes a su medición y estandarización, en otro, han promovido amplios debates en la comunidad científica acerca de la formulación y significación de indicadores de biodiversidad.

Es así que con el presente proyecto de investigación se busca evaluar el uso de indicadores de biodiversidad dentro de los estudios de evaluación de impacto ambiental dentro del campus Salache, por lo cual un indicador de biodiversidad es una medida basada en datos verificables que transmiten información sobre el estado actual de la población tanto de una especie o los ecosistemas hallados en la institución. Dichos indicadores de sostenibilidad ambiental pueden ser medidas sencillas o complejas dependiendo la situación en la que se encuentre el área de estudio. Por ejemplo, las estimaciones relativas a la población de especies silvestres tanto de flora y fauna como las especies de fauna doméstica, encontradas pueden ser un indicador relativamente sencillo de la integridad o salud de sus ecosistemas terrestres.

Los indicadores ambientales dentro del ámbito sostenible para los ecosistemas pueden desempeñar una función fundamental en la comunicación de estos nuevos conceptos e incrementar la efectividad ante las respuestas para mitigar los cambios.



Tabla 16. Indicadores de Biodiversidad

<b>INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA BIODIVERSIDAD</b>						
<b>N</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>	<b>Importancia</b>	<b>Formula calculo</b>	<b>de Variables de Indicador</b>	<b>de Obtención de Datos</b>
<b>1</b>	Manejo de biodiversidad.	Persevera la integridad ecológica dentro del campus mediante la protección de las poblaciones viables de especies nativas encontradas.	Proporción adecuada de los ecosistemas para así prevenir las afectaciones negativas que se encuentran dentro de la biodiversidad existente dentro del campus CEASA.	$H = \sum_{j=1}^S (P_i)(\log n F)$	El índice de Shannon Dónde: H = Índice de la diversidad de la especie S = Número de especie Pi = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i	Estudios previos, Análisis de campo y Registros sobre la biodiversidad del campus Salache.
<b>2</b>	Especies amenazadas respecto al total de especies nativas.	Son poblaciones que han ido disminuido con el tiempo debido a las actividades de los seres humanos que alteran su hábitat.	Es importante la obtención de datos sobre las especies nativas y los porcentajes que existen dentro del área de estudio sobre las especies en peligro.	$H = \sum_{j=1}^S (P_i)(\log n F)$	El índice de Shannon Dónde: H = Índice de la diversidad de la especie S = Número de especie Pi = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i	Por la actividad inadecuada de la población universitaria que se basa en la contaminación hacia la fauna y flora que se encuentra dentro del campus.

3	Uso y aprovechamiento de material genético de la flora del campus.	El uso de la materia genética coincide en que es importante e proteger, conservar las especies y preservar los géneros de flora.	Desarrolla técnicas de uso y manejo adecuado que va de acuerdo a las especies existentes de flora, para así establecer un buen aprovechamiento y a su vez conlleva a la reforestación de especies generadas dentro del campus Salache.	$D_i = \sum AB_i; D_i\% = \left(\frac{D_i}{\sum D_i}\right) \times 100$	La dominancia absoluta (Di) es la suma de los individuos de una especie. La dominancia relativa (Di%) es la relación porcentual entre la dominancia absoluta de una especie con respecto al área basal total de la parcela (Dt). El área basal total es una medida indirecta de la biomasa y de la productividad de un sitio, se expresa en m <sup>2</sup> /ha.	Estudios previos ante la flora, Análisis de campo y Registros sobre el manejo adecuado de los ecosistemas.
4	Conservación de paisajes.	Mantiene el equilibrio dentro de los ecosistemas desérticos, bosques, pastizales y a la microcuenca del río Isínche que sostienen la biodiversidad	Reconoce la relevancia y el valor que abarca la conservación adecuada que se encuentra dentro del área de servicios ecosistémicos para su desarrollo y	$H = \sum_{j=1}^S (P_i)(\log n F P_i)$	El índice de Shannon Dónde: H = Índice de la diversidad de la especie S = Número de especie Pi = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i	Mediante la observación del entorno natural y Análisis de información documental sobre el área de estudio.

		dad.	bienestar del campus.			
5	Prácticas de mejoras de ecosistemas.	La Práctica está considerando un factor fundamental que permite el funcionamiento correcto dentro de los ecosistemas, ya que se considera como su hábitad natural de las especies por lo que proporcionan servicios y dan una mejora al área de estudio.	Desarrollar medidas que eviten daños ocasionados por el cambio climático, la desertificación que provoca la pérdida de la fertilidad del suelo, la escasez de agua por la desaparición de acuíferos para así poder conservar la biodiversidad existente.	$-\sum_i \left( \frac{n_i}{N} \right) \cdot \log_2 \left( \frac{n_i}{N} \right)$	La fórmula de SHANNON: donde ni es el número de individuos de cada especie y N es el número total de individuos, se utiliza frecuentemente como un índice de diversidad porque combina los dos componentes de la misma, la variedad y la uniformidad, en una única aproximación.	Estudios previos, Análisis de campo, Registros y caracterización del campus.

<p>6 Diversidad abundancia de especies.</p>	<p>La diversidad describe la cantidad de especies que existen dentro de la zona de estudio, por lo que generan interacciones y presentan diferentes tipos de ciclos de nutrientes dentro de los ecosistemas del campus CEASA.</p>	<p>Contribuye al equilibrio de la biodiversidad, de tal manera que la diversidad también resulta de forma decisiva, ya que permite identificar el número de especies halladas tanto dentro del área y adaptación.</p>	$\beta = \gamma / \alpha$	<p>La fórmula fue planteada por R.H. Whittaker: La diversidad alfa puede ser el número de especies en el ámbito local, la diversidad gamma es el número total de especies de una región y la beta como la relación entre la diversidad gamma y la diversidad alfa (gamma dividida entre alfa). La diversidad beta, por lo tanto, sería el número de comunidades biológicas totalmente diferentes que existen en una región.</p>	<p>Mediante la obtención de datos recopilados de estudios previos que se basan en el número de especies que interactúan dentro del campo.</p>
<p>7 Especies amenazadas protegidas.</p>	<p>Son especies sujetas a incorporar medidas legales para su debida protección y conservación lo cual impide su captura, venta, caza,</p>	<p>Porque nos ofrece servicios naturales esenciales para la comunidad universitaria tales como: recursos medicinales, alimentos, patrimonio o natural</p>	$H = \sum_{j=1}^S (P_i)(\log n F)$	<p>El índice de Shannon Dónde:  <math>H =</math> Índice de la diversidad de la especie  <math>S =</math> Número de especie  <math>P_i =</math> Proporción de la muestra que corresponde a la especie <math>i</math>.</p>	<p>Análisis de la Lista Roja de UICN Red</p>

posesión y a su vez  
o la  
destrucción de la biodiversidad es  
n del ecosistema saludable  
a. para los ecosistemas dentro  
del área  
de  
estudio.

---

Nota: Dentro de la siguiente tabla se detalla indicadores de sostenibilidad ambiental para la biodiversidad recomendado para su aplicación en el Centro Experimental, Académico Salache, el cual ayudará a conservar y proteger las diferentes especies nativas existentes dentro del área de estudio **Autor:** Moreta Cinthia, Sánchez Karina (2022).

### **11.3.8. Estrategias de Indicadores de Biodiversidad**

**Indicador 1:** Manejo de biodiversidad.

**Factor:** Biodiversidad.

**Estrategia:** Evitar la deforestación y degradación de los bosques. Restaurar las diversas áreas con vocación forestal, áreas para la conservación de los recursos naturales y rehabilitar los suelos degradados dentro del campus.

**Actividades:**

- Evitar la deforestación y degradación de los bosques.
- No extraer de las áreas naturales.
- Evitar hacer fogatas dentro del campus CEASA.
- No utilizar semillas de especies exóticas.
- Restaurar las áreas de flora.
- Elaborar productos sostenibles.
- Asumir las tres erres ecológicas.
- Actuar de forma responsable con los ecosistemas del are de estudio.

**Indicador 2:** Especies amenazadas respecto al total de especies nativas.

**Factor:** Biodiversidad.

**Estrategia:** Los ecosistemas son considerados como patrimonio natural por lo que se emplea la conservación de in situ, fomentar temas sobre la educación ambiental para los

estudiantes de la institución, el fortalecimiento institucional para las áreas protegidas y la planificación participativa para así poder llegar a concientizar al ser humano.

**Actividades:**

- Reducir el impacto a nuestra naturaleza.
- Consumir de forma sostenible con la naturaleza.
- Evitar a la deforestación de los bosques dentro del campus.
- Delimitar las áreas protegidas.
- Evitar la contaminación.
- Ayudar a restaurar los ecosistemas.
- Usar menos productos de plástico.
- Sembrar árboles dentro del campus.

**Indicador 3:** Uso y aprovechamiento de material genético de la flora del campus.

**Factor:** Biodiversidad.

**Estrategia:** Integrar el sistema político con el de investigación y docencia a los efectos de tomar conciencia sobre los riesgos que implican la uniformidad de cultivos, pérdida de hábitats, sistemas productivos sostenibles, y por medio de las consecuencias socio-económicas y ambientales dentro del área de estudio.

**Actividades:**

- Reciclar las hojas de papel.
- Evita el uso de fertilizantes químicos.
- Evitar la tala de bosques.
- Consumir el agua de manera racional.
- Usar abono verde.
- Reducir la contaminación provocada por la comunidad universitaria.
- Adquisición de predios en las áreas estratégicas.
- Evitar la degradación de la flora.

**Indicador 4:** Conservación de paisajes.

**Factor:** Biodiversidad.

**Estrategia:** Invertir en infraestructura verde. Producir alimentos, materiales de forma sostenible. Consumir el agua de manera racional y eficiente para un mayor aprovechamiento de los recursos naturales. Apoyar a la población universitaria, quienes resguardan la biodiversidad de la zona de estudio.

**Actividades:**

- Evite arrojar al suelo las basuras o residuos.
- No malgastar el recurso hídrico.
- Evitar producir ruidos excesivos.
- Crear áreas verdes.
- Llevar tus propias bolsas al comprar.
- Realizar salidas de campo con el objetivo de proteger las áreas del campus.
- Enriquecimiento de vegetación.
- Promover actividades del reciclaje.

**Indicador 5:** Prácticas de mejoras de ecosistemas.

**Factor:** Biodiversidad.

**Estrategia:** Restauración de áreas con vocación forestal, conservación de las áreas de los recursos naturales y de suelos degradados. Adquisición de predios en áreas estratégicas ubicadas en las instituciones.

**Actividades:**

- Protección de la biodiversidad.
- Control de tráfico ilegal de especies.
- Regulación de agua.
- Protección del suelo.
- Restauración de las áreas desérticas del campus.
- Evitar daños a las partes donde existen especies.

**Indicador 6:** Diversidad abundancia de especies.

**Factor:** Biodiversidad.

**Estrategia:** La acción de conservación es la conservación del hábitat, esto nos permite proteger o resguardar miles de especies de manera simultánea.

**Actividades:**

- Recolección de datos a través de informes, de forma visual y de documentaciones que fueron halladas dentro del campus.
- Calcular la abundancia relativa de especies.
- Evaluar la abundancia relativa de una especie o taxonomía.
- Análisis de los resultados obtenido sobre flora y fauna.
- Mantener un equilibrio ante la cantidad de especies existentes.

- Resguardar a las especies nativas.
- Ayudar a las especies que mantengan su vida diaria en sus habitat.

**Indicador 7:** Especies amenazadas protegidas.

**Factor:** Biodiversidad.

**Estrategia:** La estrategia destaca que la conservación y el desarrollo, definen a la conservación como la gestión de la utilización del medio ambiente y de los recursos naturales para así poder asegurar los beneficios de sostenibilidad tanto para las generaciones actuales como las futuras dentro de la comunidad universitaria.

**Actividades:**

- Conservación del medio ambiente.
- Sembrar plantas nativas que proveen alimento y refugio para la fauna.
- No comprar producto derivados de especies amenazadas.
- Proteger el habitat de las especies silvestres.
- Contribuir a disminuir la tala de árboles.
- Respetar las áreas de recreación natural.
- Hacer donaciones.
- Desarrollar actividades para la restaurar los ecosistemas desde una respectiva individual.

### 11.3.9. Análisis y Discusión de Biodiversidad

#### ➤ Análisis

Dentro de la información proporcionada y por medio de la técnica de observación pudimos estimar la magnitud y variabilidad sobre la biodiversidad dentro de nuestra área de investigación, logrando identificar su flora y fauna existente dentro del campus CEASA, por lo cual hemos establecido 7 indicadores de sostenibilidad ambiental para dar la adecuada conservación de especies y su adecuado manejo.

La flora existente dentro del Centro Experimental, Adámico Salache se apreció una gran variedad florística de diferentes especies tales como especie de cultivos silvestres y medicinales, estas especies pueden ser beneficiosas para el ambiente y a su vez perjudiciales por lo que llegan a provocan emisiones de gases, erosión de suelos, entre otros y sus beneficios son la alimentación, medicina tradicional, y ayudan al ambiente con la transformación del dióxido de carbono en oxígeno purificando el aire dentro de los ecosistemas existentes dentro del área de investigación. La diversidad faunística y mega diversa dentro del campus CEASA, la cual representa una barrera ecológica donde se



encuentran especies silvestres y domésticas que forman parte del ecosistema, se reproducen por sí mismo, son de mucha importancia para la humanidad ya que sirven de alimento y fuentes de materia prima para la industria. La existencia de estas especies depende de los factores bióticos y abióticos, donde se encuentran dos tipos de fauna la silvestre y doméstica, en el ámbito del ganado ayuda de forma factible a la recuperación y conservación del suelo por medio del uso de abono orgánico.

### ➤ **Discusión**

Se da a conocer los resultados por medio de observaciones directas en el campo, a través de informaciones obtenidas de estudios anteriores, durante la visita de campo se pudo apreciar varias especies de flora y fauna, como son arbustos, vegetales y de especies animales como es el ganado que se encuentran dentro del campus, dentro de la información secundaria se obtuvo el nombre de diferentes especies como es el búho, lagartijas, arañas entre otros que existen en la zona, pero no se logran visualizar con facilidad, no existe un plan de desarrollo sostenible anteriormente estructurado dentro del campus CEASA, por lo cual ejecutó en base a los indicadores de sostenibilidad ambiental propuestas dentro de la investigación, que tienen una meta establecida a cumplirse tras las actividades competentes y estrategias que serán herramientas muy importantes para poder conllevar el cumplimiento adecuado dentro de la zona de estudio, para así lograr mitigar los impactos negativos, las inadecuadas prácticas que afectan a la flora y fauna, el compromiso con las autoridades a cargo de las actividades tendrá como resultado la protección de la biodiversidad eficiente ante nuevos predios para el bienestar de la población universitaria.

## **12.IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)**

### **12.1. Impactos Sociales**

Los indicadores de sostenibilidad dentro de la intervención social en el centro educación de tercer nivel, van orientados hacia la satisfacción de las necesidades prioritarias de la comunidad universitaria, impulsando el incremento ante la autogestión de la población con respecto a sus distintas culturas, por lo cual permita alcanzar un mayor rango de prácticas y participación en las decisiones en las diferentes áreas educativa siendo parte de la aplicación del sistema de gestión ambiental sostenible en sus actividades.

### **12.2. Impactos Ambientales**

El desarrollo de los 28 indicadores de sostenibilidad ambiental, 14 indicadores para

agua, 7 indicadores para suelo y 7 indicadores para biodiversidad para el campus CEASA, permite reconocer el sistema ambiental que lleva el centro experimental y su sistema de gestión ambiental teniendo en cuenta los factores estudiados, su contaminación, su uso y la intervención de las actividades académicas, siendo el instrumento añadido para que al ser aplicado se pueda evaluar los recursos e implantar sistemas que puedan mejorar el estado sostenible de la institución, tanto en sistema interno, actividades personales y desarrollo de proyectos.

El desarrollo de indicadores posibilita satisfacer necesidades básicas dentro del ambiente en cuestión de mejora ambiental, así que al aplicar los indicadores propuestos se adaptara sistemas que mejoren la situación ambiental, permitiendo mejoras en el aspecto visual, físico y químico dentro de los recursos en los cuales se basa la aplicación de indicadores.

### **12.3. Impactos Económicos**

El desarrollo de indicadores de sostenibilidad ambiental, determinará los sistemas a evaluar, por lo cual al ser aplicados se verificará el nivel de desarrollo sostenible presente dentro del área de estudio en conjunto con el análisis del impacto económico, para ello se utilizarán indicadores que podrán implementar sistemas de mejora que generen menos gasto de recursos, mejor desarrollo económico y productivo, estableciendo un balance económico y ambiental.

Mediante la utilización y aplicación de los indicadores de sostenibilidad ambiental en la microcuenca del campus Salache se configurará una mejor planificación de actividades, lo que posibilitara el manejo adecuado de recursos, es decir se enfocara en evitar el gasto desmedido disminuyendo las pérdidas económicas.

## **13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **13.1. Conclusiones.**

Realizada la investigación y de acuerdo a los objetivos desarrollados, se llegaron a las siguientes conclusiones:

La caracterización de la microcuenca del campus CEASA, permitió conocer el lugar de estudio teniendo en cuenta sus características geomorfológicas, hidrográficas, edafológicas, de biodiversidad y uso de recursos de manera general, presentando las condiciones en la cual se desarrolla, estableciendo el estado general de la microcuenca,

conociendo sus componentes y visualizando las actividades desarrolladas en el campus se puede decir que algunas de las características encontradas en la microcuenca son determinadas por ciertas actividades desarrolladas en el centro experimental, siendo parte de la contaminación antrópica que ha determinado características que identifican el centro experimental.

Identificar las condiciones ambientales de los recursos agua y suelo en el Campus CEASA generó datos e información acerca del estado ambiental del centro experimental, es claro que la influencia de los procesos y prácticas educativas de las diferentes carreras han sido un detonante en ciertas alteraciones en el ámbito de uso de agua y suelo, se puede recalcar que algunos sistemas dentro del sector son eficientes mientras otros no siguen ningún lineamiento en base a cuidados sostenibles, otorgando al medio ambiente condiciones que han caracterizado al campus y ha determinado diferentes tendencias ambientales, como el aspecto físico y químico del agua, como el cambio de uso de suelo y textura que se ha ido dando dentro del campus.

Con la determinación de los indicadores para cada recurso requerido agua, suelo y biodiversidad se podrá mejorar el sistema sostenible que posee la universidad tanto en prácticas estudiantiles habituales, la inclusión de sistemas eficientes y cambios en el tratamiento de uso de agua y suelo, como en el cuidado de biodiversidad. Con la futura aplicación de los indicadores propuestos se podrá verificar el nivel sostenible dentro de la microcuenca, para poder generar opciones de mejora o aplicar nuevos sistemas que incluyan el ámbito sostenible en el centro experimental.

### **13.2. Recomendaciones**

Finalizada la investigación y de acuerdo a los resultados obtenidos, se emiten las siguientes recomendaciones:

Desarrollar proyectos de investigación con la participación de los estudiantes la carrera de Ingeniería Ambiental con un enfoque que ayude contribuir al estudio de la microcuenca del río Isinche bajo la guía de los docentes encargados en el área de recursos hídricos, suelos y biodiversidad para conllevar un manejo adecuado ante la conservación del medio ambiente dentro del campus CEASA ya que son actividades amigables con el planeta tierra, por lo cual ayudaría a implementar el desarrollo sostenible ambiental en las universidades para así brindar la oportunidad de conocer el estado actual y real de las microcuencas, que permitirán tener una mejor visión hacia el futuro.

Se recomienda que las carreras que componen la facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN) generen sistemas que contenga mejores prácticas ambientales al momento de desarrollar proyectos con el uso de agua y suelo en las instalaciones, impulsando la reutilización de agua, evitando el desperdicio y brindando información acerca de los recursos y su estado ambiental en el campus, teniendo en cuenta sistemas aplicables que puedan ser accesibles tanto económicamente como de forma práctica para los estudiantes y docentes.

Implementar indicadores de sostenibilidad ambiental dentro de la institución mediante capacitaciones, técnicas de muestreo que permitan equilibrar las desventajas existentes dentro del recurso hídrico, el desgaste permanente de uso de suelos, y la pérdida de los ecosistemas dentro del campus, para poder establecer la validación de los indicadores poniéndolos en práctica y rigiéndose a través de las actividades planteadas basándose en el plan de desarrollo ambiental, y posterior mente realizar una evaluación de resultados tras una ejecución para poder reestructurar los indicadores o implementar más actividades, estrategias o alternativas de mejora dentro del área que vaya hacer investigada, por lo tanto los proyectos deben realizarse hacia un enfoque que es la conservación, preservación, calidad de agua, el uso, textura y cobertura de suelo y protección a la biodiversidad dentro del área de estudio.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

- ACNUR Comité Español. (Noviembre de 2018). *UNHCR ACNUR*. Obtenido de [https://eacnur.org/blog/la-importancia-del-agua-para-la-vida-tc\\_alt45664n\\_o\\_pstn\\_o\\_pst/](https://eacnur.org/blog/la-importancia-del-agua-para-la-vida-tc_alt45664n_o_pstn_o_pst/)
- Almeida, R. (2020). Análisis de la huella hídrica de la Universidad UTE campus occidental – Quito, e implementación de un protocolo de estrategias para su reducción. *FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES*, 89. Obtenido de <http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/handle/123456789/20992>
- ARIUSA. (2022). *ARIUSA.NET*. Obtenido de Ariusa | Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente: <https://ariusa.net/>
- Astudillo, V. (2019 de Febrero de 2019). *AGROCOLUN*. Obtenido de <https://agrocolun.cl/importancia-de-los-indicadores/>
- Ávila, P. (3 de junio de 2020). Selección de indicadores ambientales para evaluar el desempeño ambiental de las buenas prácticas ambientales En la Universidad de

- Cuenca y su evaluación financiera. (U. d. Cuenca, Ed.) 125. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34422/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Benayas del Álamo, J. (2014). RISUPROJECT Definición de indicadores para la evaluación de las políticas de sustentabilidad en Universidades Latinoamericanas. Obtenido de [https://www.iau-hesd.net/sites/default/files/documents/proyecto\\_risu\\_final\\_2014.pdf](https://www.iau-hesd.net/sites/default/files/documents/proyecto_risu_final_2014.pdf)
- Blanco-Portela, N. (2017). Análisis de Impacto del Proyecto RISU: un estudio desde las transformaciones y mejoras en las estructuras y dinámicas de las Universidades Latinoamericanas frente a la sostenibilidad. *Universidad Nacional de Educación a Distancia*, 282. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/320161656\\_Analisis\\_de\\_Impacto\\_del\\_Proyecto\\_RISU\\_un\\_estudio\\_desde\\_las\\_transformaciones\\_y\\_mejoras\\_en\\_las\\_estructuras\\_y\\_dinamicas\\_de\\_las\\_Universidades\\_Latinoamericanas\\_frente\\_a\\_la\\_sostenibilidad](https://www.researchgate.net/publication/320161656_Analisis_de_Impacto_del_Proyecto_RISU_un_estudio_desde_las_transformaciones_y_mejoras_en_las_estructuras_y_dinamicas_de_las_Universidades_Latinoamericanas_frente_a_la_sostenibilidad)
- CEUPE. (27 de Junio de 2021). *CEUPE CENTRO EUROPEO DE POSTGRADO*. Obtenido de <https://ceupe.com.ar/blog/recoleccion-de-datos-definicion-y-elementos/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (09 de Abril de 2017). *CEPAL*. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (17 de Febrero de 2017). *CEPAL*.
- ECOTEC. (15 de Marzo de 2022). *Universidad ECOTEC*. Obtenido de <https://www.ecotec.edu.ec/ecotec-ocupa-top-3-de-universidades-mas-sostenibles-del-ecuador/>
- Enríquez, K. (2020). Establecer indicadores de sostenibilidad enfocados a la conversión del polígono industrial Ponceano Alto a un polígono industrial ecoeficiente. *Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental. Carrera de Ingeniería Ambiental.*, 93. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20632>
- Escuela Superior Politécnica del Litoral. (11 de Diciembre de 2020). *ESPOL*. Obtenido de <https://www.espol.edu.ec/es/noticias/espol-universidad-1-ecuador-en-sostenibilidad-seg%C3%BAAn-greenmetric>
- EUROINNOVA. (s.f.). *EUROINNOVA INTERNATIONAL ONLINE EDUCATION*. Obtenido de <https://www.euroinnova.ec/blog/que-es-sostenibilidad-economica>

- FAOSV. (2018). “Apoyo a la rehabilitación productiva y el manejo sostenible de microcuencas en municipios de Ahuachapán a consecuencia de la tormenta Stan y la erupción del volcán Ilamatepec”. En *La Microcuenca como ámbito de planificación de los recursos naturales* (pág. 10). Obtenido de <https://www.fao.org/climatechange/30329-07fbead2365b50c707fe5ed283868f23d.pdf>
- Fernández, A. (2018). Educación para la sostenibilidad: Un nuevo reto para el actual modelo universitario. 7(4). <https://doi.org/10.17648/rsd-v7i4.219>
- Fiksel, J., Eason, T., & Frederickson, H. (2012). A Framework for Sustainability. *EPA United States Environmental Protection Agency*, 59. Obtenido de <https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-10/documents/framework-for-sustainability-indicators-at-epa.pdf>
- Fonseca, K., & Clairand, M. (20 de Enero de 2018). Caracterización preliminar de la calidad del agua del Reservorio del Centro Experimental Académico Salache. *ARTÍCULO CIENTÍFICO · Caracterización preliminar de la calidad del agua*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/350471516\\_Caracterizacion\\_preliminar\\_de\\_la\\_calidad\\_del\\_agua\\_del\\_Reservorio\\_del\\_Centro\\_Experimental\\_Academico\\_Salache](https://www.researchgate.net/publication/350471516_Caracterizacion_preliminar_de_la_calidad_del_agua_del_Reservorio_del_Centro_Experimental_Academico_Salache)
- Franke, N., Boyacioglu, H., & Hoekstra, A. (2013). *Grey water footprint accounting : tier 1 supporting guidelines / Titel*. Obtenido de <https://www.waterfootprint.org/media/downloads/Report65-GreyWaterFootprint-Guidelines.pdf>
- Guanotasig, G. (2021). Indicadores de sostenibilidad institucional en la gestión de suelos, hábitat y biodiversidad en el Centro Experimental, academico Salache, Universidad Técnica de Cotopaxi, período 2020 – 2021. 131. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7823/1/PC-001089.pdf>
- Gutiérrez, D. (Septiembre de 2020). EVALUACIÓN DE LA RECUPERACIÓN DE SUELOS EN TALUDES DE TERRAZAS DE BANCO CON PASTO MILÍN (*Phalaris tuberosa*), APLICANDO DOS TIPOS DE ABONOS Y CUATRO DISTANCIAS DE SIEMBRA EN SALACHE, COTOPAXI 2019-2020. *FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*, 71. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7045/1/PC-001000.pdf>
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Mekonnen, M., & Aldaya, M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual*. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781849775526>

- ISOTools. (30 de Octubre de 2018). *PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA LA GESTIÓN DE LA EXCELENCIA*. Obtenido de <https://www.isotools.org/2018/10/30/aspectos-fundamentales-sostenibilidad-ambiental/>
- Juste, I. (3 de Septiembre de 2020). *Ecologiaverde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-flora-y-fauna-1618.html>
- López, A., Leon , M., Benítez , X., Dominguez , D., Baez , D., & Maji , P. (2019). La observación. Primer eslabón del método clínico. *Revista Cubana de Reumatología*, 21(2). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1817-59962019000200014&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1817-59962019000200014&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Madroñero, S., & Guzmán, T. (25 de Enero de 2018). Desarrollo sostenible Aplicabilidad y sus tendencias. *Desarrollo sostenible. Aplicabilidad y sus tendencias. Tecnología en Marcha*, 31-3, 122-130. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i3.3907>
- Martínez, C. (18 de Diciembre del 2018). Investigación Descriptiva: Tipos y Características.
- Martínez, Y., & Villalejo , M. (2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Scielo*, 39(1). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382018000100005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382018000100005)
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2018). “Informe Nro. 1 Indicadores Ambientales de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Quito, Ecuador. Obtenido de [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/informe\\_nro\\_1\\_\\_indicadores\\_ambientales\\_ods\\_avances\\_marzo\\_2018.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/informe_nro_1__indicadores_ambientales_ods_avances_marzo_2018.pdf)
- MITECO. (s.f.). *VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO*. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/cuencas-y-subcuencas.aspx>
- Molina, M. (2018). ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA CONCESIÓN DE MATERIALES ÁRIDOS Y PÉTREOS CALIFICADO BAJO EL RÉGIMEN DE PEQUEÑA MINERÍA DEL ÁREA DENOMINADA “SALACHE BARBAPAMBA” CÓDIGO 402299. pág. 121. Obtenido de <https://www.salcedo.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/EsIA-Ex-Post-SALACHE-BARBAPAMBA-C%C3%93DIGO-402299.pdf>
- Municipio de Latacunga. (2022). Obtenido de <https://www.latacunga.gob.ec/es/latacunga/demografia.html#:~:text=Es%20la%20cab>

- eza%20del%20cabildo%20y%20representante%20del%20Municipio.&text=Total%20170%20489%20hab.
- NATURALIZA; ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL. (Mayo de 2021). *naturalizaeducacion.org*. Obtenido de [https://www.naturalizaeducacion.org/wp-content/uploads/2021/05/1\\_Abrazando-Biodiversidad-INTRODUCCION.pdf](https://www.naturalizaeducacion.org/wp-content/uploads/2021/05/1_Abrazando-Biodiversidad-INTRODUCCION.pdf)
- Nestlé. (Marzo de 2022). *Nestlé*. Obtenido de <https://www.nestle.com.ve/stories/que-son-recursos-renovables-importancia-para-el-planeta>
- OXFAM. (22 de Septiembre de 2015). *OXFAM Intermón*. Obtenido de <https://blog.oxfamintermon.org/definicion-de-sostenibilidad-sabes-que-es-y-sobre-que-trata/>
- Peña, S. (2017). Análisis de Datos. *Fundación Universitaria del Área Andina.*, 187. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/326425169.pdf>
- Perero , G., Isaac , C., Díaz , S., & Ramos , Y. (2020). Propuesta de indicadores valorativos de la sostenibilidad de universidades ecuatorianas. *XLI(3)*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/3604/360465197003/html/>
- Pilaguano, J., & Vergara, N. (2022). “DESARROLLO DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN LA PARROQUIA DE ALÁQUEZ, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”. 108. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8585>
- Piñeros, K., & Avendaño, R. (14 de Abril de 2016). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/kimberlynveronica/subcuencas-y-microcuencas>
- RISU. (2021). Encuesta de indicadores\_RISU\_VZLA\_XXX.pdf.
- Romero, S. (22 de Septiembre de 2020). *Ecologiaverde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/indicadores-ambientales-que-son-tipos-y-ejemplos-2759.html>
- Rowe, K., & Lievesley, D. (2002). Constructing and Using Educational Performance Indicators. 25. Obtenido de [https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1013&context=learning\\_processes](https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1013&context=learning_processes)
- Sáenz, O. (2015). TRAYECTORIA Y RESULTADOS DEL PROYECTO RISU EN EL CONTEXTO DE ARIUSA. 15(2), 137. <https://doi.org/10.14210/contrapontos.v15n2.p137-164>



- Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F., & Kendall, A. (2019). A taxonomy of circular economy indicators. 207. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.014>
- Sánchez, E., Colmenarejo, M., Rubio, A., Vicente, J., García, M., Travieso, L., & Borja, R. (2007). Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. *ELSEVIER Ecological Indicators*, 7(2), 328. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2006.02.005>
- Schade, M. (4 de Febrero de 2019). GEMI – Monitoreo Integrado del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 Metodología de monitoreo paso a paso para el Indicador 6.4.1. Obtenido de <https://www.unwater.org/app/uploads/2020/02/SP-Step-by-step-for-indicator-6-4-1-V20190204.pdf>
- Simaluisa, T. (2021). “BASE DE INFORMACIÓN Y MODELO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE HÁBITAT CON EL SISTEMA DE VALORACIÓN INTEGRADA DE LOS SERVICIOS Y COMPENSACIONES DE ECOSISTEMAS (INVEST) EN LA CUENCA DEL RÍO ISINCHE DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI 2020-2021”. *Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de ciencias agropecuarias y recursos naturales, Carrea de Ingeniería en Medio Ambiente*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7873/1/PC-001092.pdf>
- Troya, J. (16 de Diciembre de 2020). Rehabilitación de suelos erosionados para promover sostenibilidad socio-económica y ambiental en Salache UTC, San Felipe, Cotopaxi. *Universidad Nacional Agraria La Molina: doctorado en Agricultura Sustentable*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4541>
- Universidad de Cuenca. (2018a). Informe de Gestión- 2018. *Universidad de Cuenca*. Cuenca.
- Universidad de Guadalajara. (2022). *CGSAIT- COORDINACIÓN GENERAL DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS E INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA*. Obtenido de <https://cgsait.udg.mx/cs/greenmetric-world-university-ranking>
- Universidad de las Américas. (2022). *udla*. Obtenido de <https://www.udla.edu.ec/campu/nuestros-campus/>
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. (s.f.). *El suelo: un universo invisible*. Obtenido de <https://unlp.edu.ar/wp-content/uploads/98/27598/3f23fc987dbbda82587753c9796000a.pdf>
- Universidad Técnica Equinoccial. (2022). *UTE - La mejor universidad del Ecuador*. Obtenido de <https://www.ute.edu.ec/desarrollo-sostenible/>

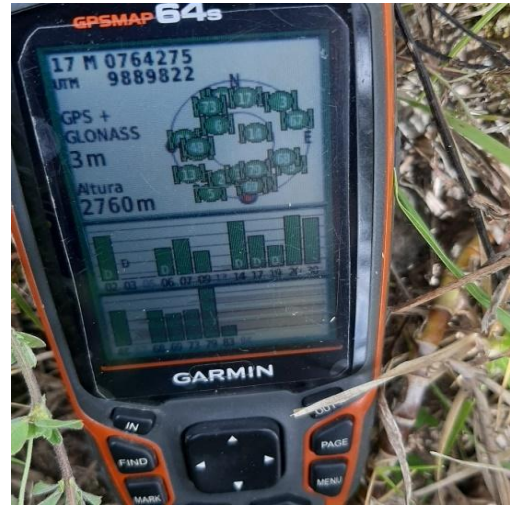
- Universidad Técnica Particular de Loja. (22 de Enero de 2021). *UTPL BLOG*. Obtenido de <https://noticias.utpl.edu.ec/utpl-se-convierte-en-la-primera-universidad-sostenible-del-pais>
- Vásconez, M., Álvarez, C., Cevallos, C., Prehn, C., Araque, M., Ortiz, L., & Mancheno, A. (2019). Cuencas Hidrográficas. *Publicación arbitrada de la Universidad Politécnica Salesiana*(1era. Edición). [https://doi.org/ISSN. 978-9978-10-380-7](https://doi.org/ISSN.978-9978-10-380-7)
- Vera, L. (s.f.). *LA INVESTIGACION CUALITATIVA*.
- Villalobos, R. (2019). Desarrollo Social Sostenible. *Memorias del II Congreso Internacional de Tecnología, Ciencia y Educación para el Desarrollo Sostenible , 1*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/330938213\\_Desarrollo\\_Social\\_Sostenible](https://www.researchgate.net/publication/330938213_Desarrollo_Social_Sostenible)

## 15.ANEXOS

### 15.1. Anexo No. 1: Ilustraciones de visitas in-situ



Tanques de la parte alta del estadio



Toma de datos con GPS



Reservorio



Toma de datos del segundo punto



Agua de riego entrada al campus Salache



Toma de datos tercer punto



Parte baja del Campus (sector puente del río)



Toma de datos cuarto punto.

**15.2. Anexo No. 2: Muestro de Suelo**



Toma de muestra parte alta



Textura de la muestra uno



Toma de muestra parte Agroindustria



Textura de la muestra dos



Toma de muestra entrada al campus



Textura del suelo muestra.



Toma de muestra de la textura del suelo parte baja de la casa hacienda

**15.3. Anexo No 3: Aval del Traductor.**