



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ATIT_2024-FIAS-096

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

“Evaluación de la disponibilidad y calidad del agua y su impacto en la sostenibilidad ambiental de la cuenca del río Ica, Departamento de Ica, 2023”

Presentado por:

GONZALES CORTEZ, LUIS ARMANDO

Autor(a) del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es **PORCENTAJE DE SIMILITUD del 1%** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Con CÓDIGO DE MATRÍCULA N° **20163237**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 29 de Agosto del 2024



**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria



BORRADOR DE TESIS

**“Evaluación de la disponibilidad y calidad del agua y su
impacto en la sostenibilidad ambiental de la cuenca del río Ica,
Departamento de Ica, 2023”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL Y
SANITARIO**

Línea de investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

AUTOR

BACH. LUIS ARMANDO GONZALES CORTEZ

Ica, Perú

2024

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Índice General	ii
Índice de Tablas	iv
Índice de Figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	09
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	11
1.1.1. Formulación del problema	12
1.2. ANTECEDENTES	12
1.2.1. Antecedentes a nivel internacional	12
1.2.2. Antecedentes a nivel nacional	13
1.2.3. Antecedentes a nivel local	14
1.2.4. Justificación e importancia de la investigación	14
1.2.5. Marco Teórico	15
1.2.6. Marco Conceptual	21
1.2.7. Marco Legal	22
II. ESTRATEGIA METODOLOGICA	23
2.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	23
2.2.1. Población	23
2.2.2. Tamaño de la muestra	23
2.3. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	25
2.3.1. Variable independiente	25
2.3.2. Variable Dependiente	24
2.3.3. Operacionalización de variables	24
2.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	26
2.4.1. Objetivo general	26
2.4.2. Objetivos específicos	26
2.5. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN	26
2.5.1. Hipótesis principal	26

2.5.2.Hipótesis específicas	26
2.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	26
2.6.1. Técnicas	26
2.6.2. Instrumentos	27
2.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	27
2.7.1. Procesamiento	27
2.7.2. Análisis	27
III. RESULTADOS	28
3.1. CUENCA DEL RIO ICA	28
3.1.1. Diagnóstico de la cuenca del rio Ica	31
3.1.2. Evaluación del “Índice de Sostenibilidad de Cuenca” del rio Ica	48
3.2. ENCUESTA A LOS USUARIOS DE LA CUENCA	63
3.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	73
3.3.1. Contrastación de la Hipótesis Principal	73
3.4. “ESTRATEGIAS PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RIO ICA”	74
III. DISCUSIÓN	75
4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	75
4.1.1. Indicador de sostenibilidad	75
4.1.2. Encuesta de percepción de los usuarios de la cuenca	75
IV. CONCLUSIONES	77
V. RECOMENDACIONES	79
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	80

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Indicadores y parámetros	18
Tabla 2: Principios de la GIRH	20
Tabla 3: Número de personas/Institución	24
Tabla 4: Operacionalización de variables	25
Tabla 5: “Características hidrogeológicas de la cuenca del río Ica”	28
Tabla 6: Distritos que conforman la cuenca	31
Tabla 7: Características de la cuenca hídricas-Región Ica	33
Tabla 8: “Inventario de infraestructura hidráulica de aguas subterráneas en el valle de Ica”	34
Tabla 9: “Volumen de agua subterránea por uso”	36
Tabla 10: “Producción per cápita de agua potable”	37
Tabla 11: “Volumen de agua superficial por uso consuntivo”	38
Tabla 12: “Volumen de agua superficial por uso no consuntivo”	39
Tabla 13: “Tipo de cobertura vegetal en la cuenca río Ica”	40
Tabla 14: “Estado de conservación de los ecosistemas”	40
Tabla 15: “Población urbana y rural”	42
Tabla 16: “Unidades agropecuarias y clases de aptitud productiva”	43
Tabla 17: “Oferta hídrica en el valle de Ica”	44
Tabla 18: “Caudales promedio/mes”	45
Tabla 19: “Demanda hídrica en el valle de Ica”	46
Tabla 20: “Cuenca del río Ica: ÍDH e ingreso familiar”	47
Tabla 21: “Parámetros de Presión del WSI”	48
Tabla 22: “Parámetro de Estado del WSI”	49
Tabla 23: “Parámetro de Respuesta del WSI”	50
Tabla 24: “Rango de sostenibilidad de cuencas”	50
Tabla 25: “Parámetro de Estado para el indicador calidad de agua”	53
Tabla 26: Resultados de los indicadores del WSI	61
Tabla 27: Actividades de la cuenca	63
Tabla 28: Variación del volumen de agua	64
Tabla 29: Contaminación de agua	65
Tabla 30: Disminución del caudal de agua	66
Tabla 31: Sistema de abastecimiento de agua	67

Tabla 32: Participación en la GIRH	68
Tabla 33: Opinión del usuario de la cuenca	69
Tabla 34: Cuota adicional por servicio	70
Tabla 35: Mecanismos de participación ciudadana en la GIRH	71
Tabla 36: Asistencia técnica o capacitación	72

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: “Esquema para determinar el ISC”	17
Figura 2: “Desarrollo sostenible”	20
Figura 3: “Diagrama del marco general de la GIRH”	21
Figura 4: “Cuenca del Rio Ica”	29
Figura 5: “Cuenca integrada del rio Ica”	30
Figura 6: “Unidades hidrográficas y lagunas del sistema Choclococha”	32
Figura 7: “Fuentes de aguas subterráneas en la cuenca productora del rio Ica”	35
Figura 8: “Mapa de cobertura vegetal”	41
Figura 9: “Cuenca del rio Ica: Accesos servicio de agua potable”	42
Figura 10: “Cuenca del rio Ica. Indicadores de pobreza”	43
Figura 11: “Porcentaje del total de la oferta de cada fuente”	44
Figura 12: “Comportamiento de los caudales”	45
Figura 13: “Porcentaje total de la demanda”	46
Figura 14: “Diagrama de flujo del WSI”	48
Figura 15: Actividades de la cuenca	63
Figura 16: Variación del volumen de agua	64
Figura 17: Contaminación de agua	65
Figura 18: Disminución del caudal de agua	66
Figura 19: Sistema de abastecimiento de agua	67
Figura 20: Participación en la GIRH	68
Figura 21: Opinión del usuario de la cuenca	69
Figura 22: Cuota adicional por servicio	70
Figura 23: Mecanismos de participación ciudadana en la GIRH	71
Figura 24: Asistencia técnica o capacitación	72

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la “disponibilidad y calidad del agua” y su impacto en la “sostenibilidad ambiental de la cuenca del río Ica”, Departamento de Ica, 2023. **Metodología:** Tipo transversal descriptivo, nivel descriptivo y diseño no experimental. **Resultados:** Se determinó el “Índice de Sostenibilidad (WSI), evaluando los cuatro indicadores: “Hidrología (H)” y “Ambiente (E)” del “componente biofísico”; y “Vida (L)” y “Políticas Públicas (P)” del “componente socioeconómico” en la cuenca hidrográfica del Río Ica. Por lo que, del análisis de los diferentes indicadores, se obtuvo el **WSI = 0,57**, que señala que la “gestión de la cuenca del río Ica”, es de **SOSTENIBILIDAD INTERMEDIA**, es decir, se encuentra en nivel moderado de sostenibilidad. Para los diferentes indicadores del WSI, los resultados fueron: “El indicador Hidrología (H) = 0,46”; determina que existe una situación moderada o intermedia en términos de la “sostenibilidad hidrológica” de la cuenca, “Indicador de Ambiente (E) = 0,58”; indica que la cuenca tiene un nivel moderadamente favorable en términos de la sostenibilidad ambiental, es decir, la calidad ambiental de la cuenca es relativamente buena, “Indicador Vida (L) = 0,5”; señala un estado intermedio de sostenibilidad en términos de calidad de vida, acceso a servicios básicos como agua potable, salud y bienestar, educación y gobernanza y el “Índice de Políticas Públicas (P) = 0,75”; sugiere un nivel alto de sostenibilidad en términos de las políticas públicas implementadas para la “gestión de la cuenca del río Ica”.

Palabras claves: “Cuenca hidrográfica, Índice de Sostenibilidad, recursos naturales, población”.

ABSTRACT

Objective: “Evaluate the availability and quality of water and its impact on the environmental sustainability of the Ica River basin, Department of Ica, 2023.” **Methodology:** Descriptive transversal type, descriptive level and non-experimental design. **Results:** The “Sustainability Index (WSI) was determined, evaluating the four indicators: Hydrology (H) and Environment (E) of the biophysical component; and Life (L) and Public Policies (P) of the socioeconomic component in the Ica River hydrographic basin. Therefore, from the analysis of the different indicators, the WSI = 0.57 was obtained, which indicates that the management of the Ica River basin is of INTERMEDIATE SUSTAINABILITY, that is, it is at a moderate level of sustainability. For the different WSI indicators, the results were: “The Hydrology indicator (H) = 0.46”; determines that there is a moderate or intermediate situation in terms of the hydrological sustainability of the basin, “Environment Indicator (E) = 0.58”; indicates that the basin has a moderately favorable level in terms of environmental sustainability, that is, the environmental quality of the basin is relatively good, “Life Indicator (L) = 0.5”; indicates an intermediate state of sustainability in terms of quality of life, access to basic services such as drinking water, health and well-being, education and governance and the “Public Policy Indicator (P) = 0.75”; suggests a high level of sustainability in terms of the public policies implemented for the management of the Ica River basin.

Keywords: Hydrographic basin, Sustainability Index, natural resources, population.

INTRODUCCIÓN

El cuidado ambiente, especialmente la conservación del agua, ha pasado a ser uno de los temas clave en las agendas políticas recientes, debido a su relación con el desarrollo sostenible. Por lo tanto, es importante contar con instrumentos que puedan medir y evaluar el nivel de sostenibilidad del recurso hídrico en una región.[1]. El manejo inadecuado de los “recursos naturales” impacta de forma negativa en las actividades productivas y en la calidad de vida de las comunidades en el entorno de la cuenca, asimismo, aumenta el riesgo de desastres naturales.[2]. Por lo que es necesario ejecutar [3] Las acciones de “gestión de cuencas” buscan prevenir problemas y al mismo tiempo promover el uso responsable de los recursos mediante la preservación, conservación, rehabilitación, mejora y tratamiento tanto de los “recursos naturales” como de los creados por el ser humano.

En la actualidad, se promueve la idea de que la gestión de cuencas debe implicar el uso adecuado de los “recursos naturales”, considerando la participación de la población y sus necesidades.[2] Pero, [2] Las acciones, mentalidades y métodos que el ser humano emplea en sus actividades y en la estructuración de sus sistemas productivos basados en recursos son esenciales para la gestión de cuencas.

Desde los años 90, el Valle de Ica ha dejado de ser un modelo económico centrado en la producción local a un aumento en la economía de agroexportación. Pero, en contrapartida, el volumen mayoritario del agua es empleada por pequeñas explotaciones agrícolas que poseen minoritariamente una hectárea de tierra.[4] Sumado a esta problemática, la calidad del agua es crítica, porque esta contaminadas por actividades antrópicas (minería, aguas residuales, agricultura, etc.), por lo tanto, es necesario el monitoreo continuo de los “parámetros fisicoquímicos y microbiológicos” para que no impacten en la salud y en los ecosistemas de la región.

El estudio está compuesto por capítulos:

Capítulo I: Detalla la situación problemática, la formulación del problema de investigación, los antecedentes, la justificación, el marco teórico, asimismo, el marco conceptual y legal.

Capítulo II: Indica la metodología de la investigación: tipo transversal descriptivo, nivel descriptivo y diseño no experimental. Muestra intencional: 55 usuarios de la cuenca hidrográfica del río Ica. Las Técnicas e Instrumentos: La observación y encuesta.

Capítulo III: Detalla los resultados de los indicadores para determinar el Índice de Sostenibilidad (WSI) y la prueba de hipótesis utilizando el estadístico Chi cuadrado.

Capítulo IV: La discusión en función a los resultados de la investigación, los que han sido contrastados con estudios relacionadas al trabajo.

Capítulo V: Las conclusiones y el Capítulo VI: Las recomendaciones

Capítulo VII: Las fuentes bibliográficas consultadas.

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En Perú, el recurso hídrico se distribuye en tres grandes vertientes hidrográficas: la del Atlántico, que cuenta con el 97,3 % del agua disponible y el 33,5 % de la población; la del Pacífico, con el 2,2 % del agua y el 62,3 % de la población; y la del Titicaca, con el 0,6 % del agua y el 4,2 % de la población (Autoridad Nacional del Agua, 2012).[5]

Además, Perú cuenta con 77,600 metros cúbicos de agua dulce por habitante, la mayor disponibilidad en América Latina. Sin embargo, experimenta escasez de este recurso debido a su distribución desigual en el territorio, que no coincide con la distribución demográfica.[5]. “En el Perú, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) es la institución encargada de preservar y administrar el agua de tal forma que toda la población se beneficie.[5]

En la cuenca del río Ica, las [6] “condiciones de pobreza en la cuenca alta y cuenca media alta, se traducen en un alto índice de desnutrición crónica infantil, en contraste con la cuenca baja (catorce distritos que conforman la provincia de Ica) cuyo índice se reduce significativamente”. Asimismo, está considerado como [4] “Uno de los más cruciales sistemas de recursos hídricos para la economía peruana, es la Cuenca Integrada del Río Ica”. [4] “Es economía regional que sustenta aporta más del 3% del producto total (medido según el Producto Bruto Interno [PBI]) y el 7% de las exportaciones totales”, indica que [4] “a pesar de la pequeña proporción de la población que vive en el área (2,5% del total) y su pequeña área geográfica (el departamento de Ica representa sólo el 1,7% de la superficie total de Perú)”.

La mayoría de los efluentes que conforman la “cuenca del río Ica”, están contaminados [4] la contaminación del agua por causas naturales es poco común, generalmente generada por grandes volúmenes de partículas suspendidas en ella. El daño específico del agua es principalmente atribuible a la actividad humana, como la industria, la agricultura y el vertido de aguas residuales urbanas, y a las alteraciones de las características, procesos químicos y biológicos de los cuerpos de agua.

[6] “Para el valle de Ica, el recurso hídrico principal que permite regar en época de sequía los cultivos instalados por los usuarios de riego de la zona agrícola, proviene del sistema de trasvase Choclococha”. Por lo que se debe aplicar [3] la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) es un enfoque ampliamente utilizado a nivel mundial para evaluar y tomar decisiones relacionadas con el agua. Este enfoque es muy beneficioso para

abordar temas que van desde la calidad del agua y sus diversos usos hasta la manera en que se administra.

1.1.1. Problema principal

¿Cómo evaluar la “disponibilidad y calidad del agua” y su impacto en la “sostenibilidad ambiental de la cuenca” del río Ica, Departamento de Ica, 2023?

1.1.2. Problemas específicos

PE1: ¿Cuál es la “disponibilidad y calidad de agua en la cuenca del río Ica”, y como está distribuida en el Departamento de Ica, 2023?

PE3: ¿Cuáles son las prácticas de “gestión del agua” para optimizar la “sostenibilidad ambiental” en la cuenca del río Ica?

1.2. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Antecedentes internacionales

Baculima et al. (2022) señalan una [7] “propuesta de un plan de manejo ambiental para la conservación y recuperación de los recursos naturales de la Microcuenca del Río Minas”. Utilizo [7] metodologías descriptivas, digitales y bibliográficas; las técnicas de investigación la realizó mediante visitas a la zona y la observación directa. Determino que [7] los principales problemas que afectan a la microcuenca incluyen la contaminación del agua, la deforestación, la expansión de la frontera agrícola y la quema de pajonales, entre otras actividades. Todo esto se debe a la falta de políticas ambientales para proteger los ecosistemas.

Muñoz Marcillo (2021) estudia: [3] La gestión de los “recursos hídricos”, la institucionalidad y la gobernanza de la cuenca del río Vines, que es parte de la gran cuenca del río Guayas, se aplican a los cambios en el uso del suelo y del agua para el riego agrícola.[3] Comprobó que hay una gran necesidad de agua para el riego de grandes plantaciones, las cuales obtienen sus mayores niveles de producción durante los ocho meses del verano del país. Esta situación genera una presión significativa sobre los cuerpos de agua superficiales, lo que anticipa una situación de escasez crítica en un futuro próximo. Evidencio [3] “falencias en la actual gestión de las

cuencas hidrográficas del Ecuador, siendo necesario aplicar modelos de gobernanza integrados para lograr un manejo sostenible de las cuencas hidrográficas”.

1.2.2. Antecedentes nacionales

Carabajal & Taza (2023). [8] Determinó el balance hídrico mediante el modelamiento hidrológico de la “cuenca del río Ica”, utilizando el software WEAP, es necesario disponer de todos los datos previamente mencionados, así como de los datos de las demandas agrícola y poblacional. Evaluó el balance hídrico, a través de los índices de confiabilidad de tiempo y volumen. El resultado fue 89,45% para el índice de confiabilidad de volumen y 75,31% para el índice de confiabilidad de tiempo. No se consideran como buenos ya que se requiere que estos índices tengan valores iguales o superiores al 90% y 80%, respectivamente. Estos resultados del balance hídrico reflejan adecuadamente el estado de la cuenca que presenta un déficit hídrico promedio/mes de 79,89 m³ para el intervalo de años especificado.

Esteban y Mayorga (2022) evaluaron [...] [4] el impacto del incremento poblacional y los cambios en el uso del suelo sobre los “recursos hídricos en la cuenca del río Ica”. En cuanto a los cambios en el uso del suelo, la población ha experimentado un crecimiento significativo.[4] El estudio abarca y combina elementos relacionados con la naturaleza, las instituciones y la sociedad, con el fin de desarrollar una estrategia completa para la gestión de microcuencas. [...] [4] concluye que, durante el período evaluado, el uso del suelo en la microcuenca ha estado dominado por la expansión de los asentamientos humanos, y la densidad poblacional, aumentando progresivamente el área de la microcuenca.

Tarazona (2016) [...] [9] ha examinado la influencia de las precipitaciones máximas anuales en 24 horas sobre la generación de caudales máximos en la cuenca del río Ica, con el objetivo de identificar las zonas vulnerables a inundaciones en el valle del río Ica. Analizó y pronosticó la información pluviométrica utilizando herramientas estadísticas para distintos periodos de retorno (10, 25, 50, 100 años). La información pluviométrica obtenida se procesó para derivar precipitaciones instantáneas correspondientes a una tormenta de seis horas. Posteriormente, se aplicó un modelo hidrológico y, mediante un proceso sistematizado de precipitación-escorrentía, se determinaron los caudales máximos. Con estos caudales se simuló la

escorrentía superficial en el valle del río Ica utilizando un modelo hidráulico para los periodos de retorno mencionados.

1.2.3. Antecedentes locales

En el contexto de la investigación, se ha llevado a cabo una revisión exhaustiva de la literatura y no se han encontrado estudios previos relacionados con el tema.

1.2.4. Justificación e importancia de la investigación

1.2.4.1. Justificación

El estudio de la sostenibilidad de una cuenca hidrográfica se justifica por varias razones:

- “Gestión eficiente de recursos hídricos”: Permite evaluar y mejorar la gestión del agua, asegurando que este recurso vital esté disponible para las necesidades humanas, agrícolas e industriales de manera sostenible a largo plazo.
- “Conservación del ambiente”: Ayuda a proteger y preservar los ecosistemas acuáticos y terrestres dentro de la cuenca, manteniendo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos esenciales que proporcionan.
- “Prevención de desastres naturales”: Una gestión sostenible de la cuenca puede reducir la vulnerabilidad a eventos extremos como inundaciones y sequías, mediante la implementación de prácticas de manejo adecuadas y la conservación de áreas naturales.
- “Desarrollo Sostenible”: Contribuye al desarrollo económico y social de la región, asegurando que las actividades productivas no comprometan la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.
- “Calidad de vida: Mejorar la gestión de la cuenca hidrográfica tiene un impacto directo en la calidad de vida de la población local, garantizando el acceso a agua potable de calidad y a otros recursos naturales necesarios para la vida diaria.
- “Políticas públicas y gobernanza: Proporciona una base científica y técnica para la formulación de políticas públicas y la toma de decisiones, promoviendo una gobernanza efectiva y participativa de los recursos hídricos

- “Educación y conciencia: Promueve la educación y la conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad de los recursos naturales, fomentando un comportamiento responsable y sostenible entre los habitantes de la cuenca.

La cuenca del río Ica, paulatinamente se ha ido deteriorando por las diferentes actividades socioeconómicas que se desarrollan en su entorno, pero fundamentalmente por el crecimiento de la población y las agroindustrias que generan contaminación.

1.2.4.2. Importancia

[10] Actualmente, la población no ejerce un control eficiente en las diferentes actividades que realiza, utilizando los “recursos hídricos”, lo que genera contaminación que afecta la calidad del agua superficial. [6] Se requiere fomentar un enfoque de administración que unifique la organización y el desempeño de los ecosistemas (incluyendo el suelo, la vegetación y el agua) a lo largo de toda la cuenca, resaltando los beneficios derivados de ellos. Esto se lograría mediante la combinación de técnicas modernas y tradicionales.

Frente a esta realidad problemática, la investigación evalúa la disponibilidad y calidad del agua de la cuenca del río Ica, asimismo que no esté contaminada y que pueda ser utilizada por las comunidades que se encuentran alrededor de esta cuenca, asimismo, que las agroindustrias cumplan con el ICA, que permita gestionar la sostenibilidad de este recurso.

1.2.5. Marco Teórico

1.2.5.1. “Cuenca hidrográfica”

[...][3] es una región terrestre definida por rasgos topográficos, la cual recoge y dirige el agua hacia un punto común, como un lago, río, estuario o el océano. Esta área capta la precipitación, filtra y almacena el agua, y controla su liberación (IWM, 2015).

[9] “Constituye una unidad hidrológica descrita como una unidad físico-biológica y también como unidad socio-política para la planificación y ordenamiento de los recursos naturales”.

1.2.5.2. Componentes

[4] “Los principales componentes que determinan el funcionamiento de la cuenca son factores naturales y factores antrópicos”:

- ✓ [7] “Recursos Naturales: agua, suelo, flora, fauna, recursos geofísicos, geológicos, geomorfológicos, climáticos, etc”
- ✓ [7] “Aspectos Sociales: población, cultura, creencia, costumbres, ideologías, entre otras cosas”.
- ✓ [7] “Aspectos Económicos: producción, productividad, mercadeo, consumo, comercialización, empleo”.
- ✓ [7] “Aspectos Jurídicos Institucionales: tenencia de los recursos (tierra, agua), normas y participación de organizaciones comunitarias e instituciones locales, gubernamentales y no gubernamentales”.

1.2.5.3. Funciones de la cuenca

[11] “Función Hidrológica”

[11] “Captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos”.

[11] “Almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración”

[11] “Descarga del agua como escurrimiento”.

[11] “Función Ecológica”

[11] “Provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de calidad física y química del agua”.

[11] “Provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua”.

[11] “Función Ambiental”

[11] “Constituyen sumideros de CO₂”.

[11] “Alberga bancos de germoplasma”.

[11] “Regula la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos”.

[11] “Conserva la biodiversidad”.

[11] “Mantiene la integridad y la diversidad de los suelos”

[11] “**Función Socioeconómica**”

[11] “Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población”

[11] “Provee de un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad”.

1.2.5.4. “Índice de sostenibilidad de Cuencas (ISC)”

Fue creado por Chaves y Alípaz, es una medida que evalúa la “sostenibilidad de una cuenca o subcuenca” mediante el análisis de las relaciones de causa y efecto. Este índice se utiliza como una herramienta diagnóstica para obtener información crucial que facilita la promoción de la “gestión integral de los recursos hídricos” (Belalcázar y Ortega, 2018)[12]

Metodología del ISC

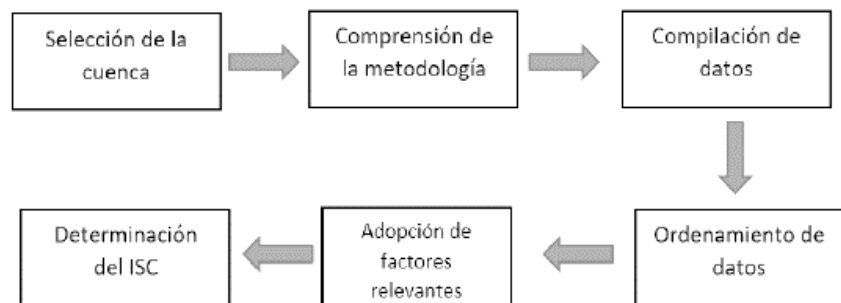


Figura 1: “Esquema para determinar el ISC”

Para determinar el ISC, se aplica la fórmula:

$$ISC = \frac{H + E + L + P}{4}$$

Donde:

H = Hidrología

E = Medio ambiente

L = Vida

P = Políticas

Tabla 1

Indicadores y parámetros

Indicadores		Parámetros		
		Presión	Estado	Respuesta
Hidrología (H)	Cantidad	Variabilidad de agua per cápita en el tiempo	Reserva per cápita de agua en la cuenca.	Variación de la eficiencia por uso del agua en el tiempo.
	Calidad	Diferenciación del DBO ₅ en el tiempo	Calculo promedio del DBO ₅ de la cuenca	Estudio de la disposición de aguas servidas en el tiempo de estudio.
Medio ambiente (E)		E.P.I. de la cuenca (rural y urbano) en la fase de estudio con respecto al periodo anterior	Conocimiento del % de superficie de la cuenca con flora natural.	Conocimiento de las áreas protegidas en la cuenca en el tiempo de estudio.
Vida (L)		Variación del coeficiente Índice de Desarrollo Humano (IDH)-Ingreso de la cuenca en el tiempo de estudio.	IDH de la cuenca (ponderado/población)	Evolución del IDH de la cuenca en el tiempo de estudio
Políticas (P)		Desviación del coeficiente IDH-Educación de la cuenca en el periodo estudiado con respecto al anterior	Capacidad legal e institucional de la cuenca en GIRH en el tiempo de estudio	Identificación de los gastos en GIRH en la cuenca en el lapso de estudio.

Fuente: Delgado (2018).

- “Indicador de Hidrología (H)”

$$WA \text{ (disponibilidad de agua/persona)} = 6\ 800\text{m}^3/\text{persona}$$

- “Indicador Medio Ambiente (M)”

$$IPA = \frac{\% \text{ variacion areas agricolas y urbanas en el lapso estudio } (\% \Delta A_{ag} - \% \Delta A_{urb})}{2}$$

- “Indicador de Vida (L)”

$$PBI \text{ per cápita} = \frac{\sum PBI \text{ de las diferentes comunidades en la cuenca} (PBI_i) \times Poblaciocomunidad (P_i)}{Población \text{ total de la cuenca} (P_t)}$$

- “Indicador de Políticas (P)”

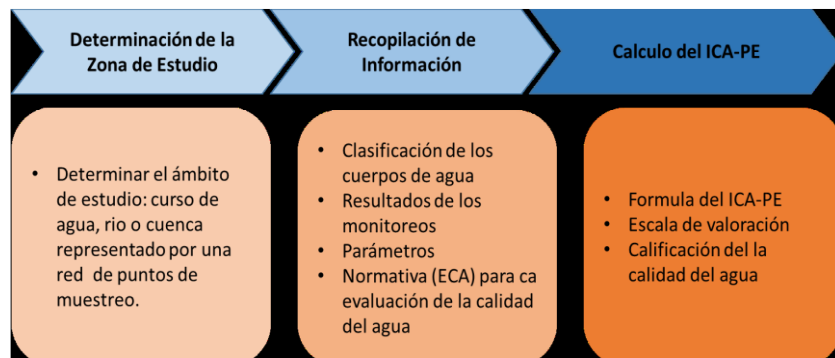
$$IDH_{Ed} = \frac{\sum IDH \text{ de cada comunidad asentada en la cuenca} (IDH_{Edi}) \times Población \text{ comunidad} (P_i)}{Población \text{ total de la cuenca} (P_t)}$$

1.2.5.5. “Calidad del agua”

[13] La calidad del agua depende de sus características “físicas, químicas y biológicas”, así como de su uso previsto. Cualquier cambio en estos atributos puede afectar la salud de las personas y de los organismos que dependen del agua. Evitar la emisión o descarga de residuos en formas sólida, líquida o gaseosa es esencial para mantener las características de los cuerpos de agua sin alteraciones perjudiciales, según lo señalado en el estudio de Medina y otros en 2013.

Índice de calidad de agua (ICA-PE)

Para determinar el ICA-PE, se debe realizar mediante tres etapas:



En el Perú, esta evaluación se realiza comparándolo con los valores que establece el ECA-Agua.

1.2.5.6. “Gestión sostenible”

Se refiere a la administración de recursos y actividades de manera que se satisfagan las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.



Figura 2: “Desarrollo sostenible”

Fuente: “Adaptado de Moller (2010)”

1.2.5.7. “Gestión Integrada de Recursos Hídricos”

La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) subraya la importancia del agua para la sociedad, la economía y la conservación del medio ambiente. Esta gestión considera los mismos pilares que el desarrollo sostenible, pero se centra exclusivamente en el recurso hídrico y su relevancia para la vida en el planeta.[5]

Tabla 2

“Principios de la GIRH”

Nº	Principio
1	Agua dulce como un recurso vulnerable y finito, esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medioambiente. (Hassing, 2009)
2	El desarrollo y manejo del agua debe estar basado en un enfoque participativo, involucrando a usuarios, planificadores y realizadores de políticas a todo nivel. (Hassing, 2009)
3	La mujer juega un papel central en la provisión, el manejo y la protección del agua. (Hassing, 2009)
4	El agua posee un valor económico en todos sus usos competitivos y debe ser reconocida como un bien económico. (Hassing, 2009)



Fuente: GWP (2002)

Figura 3: “Diagrama de la GIRH”

1.2.6. Marco conceptual

[14] **“Balance Hídrico.** - que es el equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado”.

[15] **“Calidad del agua**

La calidad del agua es el resultado del impacto de la actividad humana, del ciclo hidrológico natural, y procesos físicos, químicos y biológicos”.

[15] **“Ciclo hidrológico**

El ciclo del agua o ciclo hidrológico se fundamenta en que toda gota de agua, en cualquier momento en que se considere, recorre un circuito cerrado”.

[15] **“Los afluentes**

Son los ríos secundarios que desembocan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca hidrográfica”.

[16] **“Monitoreo del agua**

El monitoreo del agua ya sea de un río o quebrada consiste en determinar los cambios ocurridos en el agua, los animales y la tierra que le rodea, a través de varias observaciones o estudios”.

[14] **“Sub cuenca hídrica.** - Está constituida por varios ríos tributarios que van a dar a un cauce principal, formando una unidad territorial de menor superficie que la cuenca”.

1.2.7. Marco legal

- [12] “Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos”
- [12] “Decreto Supremo N° 006-2015-MINAGRI que aprueba la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos”.
- [12] “Decreto Supremo N° 006-2010-AG, Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua”.
- [12] “Decreto Supremo N° 001-2010-AG, Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos”.
- [12] “Resolución Jefatural N° 042-2016-ANA, correspondiente a la Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos”.
- [12] “Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad del Agua Superficial”.
- [12] “Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, sobre el estado de la calidad de los recursos hídricos”.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación

[17] Este estudio es de tipo transversal y descriptivo, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos. La recopilación de datos se realizó mediante la revisión bibliográfica y la aplicación de encuestas.

Nivel de investigación:

Descriptivo, porque permitirá analizar y describir la situación actual del manejo inadecuado de “envases de productos agroquímicos” que realizan los agricultores.

Diseño de investigación:

No Experimental [18] “Hernández et. al (2014), señalan que la investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables”.

2.2. POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA

2.2.1. Población

[...] [6] Engloba tanto la “cuenca natural del río Ica”, ubicada en la vertiente del Pacífico, como el Sistema Choclococha, que forma parte de la” cuenca alta del río Pampas” en la vertiente oriental.

2.2.2. Tamaño de muestra

Para el muestreo, se ha determinado el muestreo por conveniencia. Por lo tanto, el tamaño de muestra está conformado por: Junta de Usuarios de la Achirana, Junta de Usuarios con aguas subterráneas (JUASVI) y Junta de Usuarios del Distrito de Riego de Ica (JUDRI) aguas superficiales para aplicar la encuesta.

Tabla 3

Número de personas/Institución

	INSTITUCION	N.º DE PERSONAS
01	ALA Ica	08
02	Gobierno Regional de Ica	02
03	Asociación de Agricultores de Ica	18
04	Junta de Usuarios La Achirana	21
05	Junta de Usuarios con aguas subterráneas (JUSVI)	10
06	Junta de Usuarios del Distrito de Riego de Ica (JUDRI) aguas superficiales.	24
07	Comisión de Regantes Ocucaje-Pinilla	20
08	Comisión de Regantes La Venta	25
	TOTAL	128

Encuesta: 55 agricultores

2.3. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

2.3.1. Variable independiente

VI = "Disponibilidad y calidad del agua de la cuenca"

2.3.2. Variable dependiente

VD = "Sostenibilidad ambiental"

2.3.3. Operacionalización de variables

Se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4

Operacionalización de variables

Variable Independiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores
VI: Disponibilidad y calidad del agua de la cuenca	[7] “La calidad del agua se basa en sus atributos físicos, químicos y biológicos, así como en su uso previsto, es decir, cómo se planea utilizar. Cualquier modificación en estos atributos podría tener un impacto en la salud de las personas y de los organismos que dependen del agua”.	D_{I,1}: Volumen de agua de la cuenca D_{I,2}: Parámetros fisicoquímicos D_{I,3}: Calidad de las aguas superficiales	I _{I,1,1} : metros cúbicos I _{I,1,2} : pH, conductividad, oxígeno disuelto, DBO, metales I _{I,1,3} : ICA-PE
Variable Dependiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores
VD: Sostenibilidad ambiental	La sostenibilidad ambiental se refiere a la capacidad de mantener el equilibrio y la armonía entre el medio ambiente, la sociedad y la economía a lo largo del tiempo, asegurando que las necesidades actuales se satisfagan sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para cubrir sus propias necesidades	D_{D,1}: Ambiental D_{D,2}: Social D_{D,3}: Económica	I _{D,1,1} : Recursos naturales I _{D,1,2} : Calidad del agua I _{D,1,3} : Biodiversidad

2.4. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

2.4.1. Objetivo principal

Evaluar la “disponibilidad y calidad del agua” y su impacto en la “sostenibilidad ambiental de la cuenca del río Ica”, Departamento de Ica, 2023”.

2.4.2. Objetivos específicos

OE1: Determinar la “disponibilidad y calidad de agua en la cuenca del río Ica”, y como está distribuida en el Departamento de Ica, 2023”.

OE2: Identificar las prácticas de “gestión del agua” para optimizar la “sostenibilidad ambiental en la cuenca del río Ica”.

2.5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

2.5.1. Hipótesis principal

La evaluación de la “disponibilidad y calidad del agua” y su impacto influye significativamente en la “sostenibilidad ambiental de la cuenca del río Ica”, Departamento de Ica, 2023”.

2.5.2. Hipótesis específicas

HE1: “La disponibilidad y calidad de agua en la cuenca del río Ica influye significativamente en su distribución en el Departamento de Ica, 2023”.

HE2: “La identificación de prácticas de gestión del agua influye significativamente en la sostenibilidad ambiental en la cuenca del río Ica”.

2.6. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

2.6.1. Técnicas

- **Observación de campo:** Permitirá obtener información real del área de la investigación, relacionado a la evaluar la disponibilidad y calidad del “recurso hídrico de la cuenca del río Ica”.
 - a. Identificación del área de intervención
 - b. Actividades antrópicas en la cuenca

- **Análisis documental**
Se revisará libros, artículos científicos, anuarios relacionados a la investigación.
- **Cuestionario:** Se aplicará a los usuarios de la cuenca para tener conocimiento en relación al volumen, uso y calidad del agua de la cuenca.

2.6.2. Instrumentos

- Fichas bibliográficas
- Encuesta

2.7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

- Programa Microsoft Word y Excel
- Paquete estadístico SPS

Los datos se muestran en tablas y gráficas, en relación a los objetivos del estudio.

III. RESULTADOS

3.1. CUENCA DEL RIO ICA

[6] Ubicado en el suroeste de Perú, abarcando el Dpto. de Huancavelica (cuenca alta y media) y el Dpto. de Ica (cuenca baja), esta área cubre más de 7,889 km² e incluye 25 cantones, 11 están situados en Huancavelica y 14 en Ica.

[6] Este territorio está supervisado por dos divisiones territoriales separadas. La cuenca incluye la región natural del río Ica (costa del Pacífico), así como una porción de la cuenca alta del río Pampas (“Sistema Choclococha”), que pertenece a la cuenca del Atlántico. Las lagunas “Ccaracocha” y “Choclococha” forman parte del “Sistema Choclococha”.

El sistema hidrográfico de la cuenca del río Ica abarca un área de drenaje total de 7711 km², cerca de 2234 km² están ubicados por encima de los 2500 msnm y pertenecen a la cuenca imbrífera o húmeda.[19]

Tabla 5

[6] “Características hidrogeológicas de la cuenca del río Ica”

CLASIFICACIÓN HIDROGEOLOGICA			UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	PERMEABILIDAD	
ACUÍFERO	POROSO CONSOLIDADO FISURADO SEDIMENTARIO	NO	Depósitos eluviales, eólicos, fluviales y aluviales.	Alta porosidad	
			Formaciones Chilcatay, Choros, Murco, Labra y Hualhuani	Alta por fracturas	
	FISURADO VOLCÁNICO SEDIMENTARIO		Grupo Sacsaguero	Media por fracturas	
	FISURADO VOLCÁNICO		Formación Caudalosa, Grupo Nazca y unidades sub volcánicas.	Media por fracturas	
ACUITARDO	INTRUSIVO		Batolito de la Costa, Batolito de San Nicolás.	Baja por fracturas	
	SEDIMENTARIO		Formaciones Cañete, Yumaque, Changuillo, Pariatambo, Chulec, depósitos coluviales, glaciares y fluvioglaciares.	Baja por fracturas y porosidad	
	VOLCANICO SEDIMENTARIO		Formaciones Auquivilca, Castrovirreyna, Quilmana, Copara y Guaneros.	Baja por fracturas	
ACUICLUIDO ACUIFUGO			Formaciones Pisco y Cahíos, Complejo Basal de la Costa.	Muy Baja Impermeable	

[16] “Fuente: *Strukmeier, W., Margat, J. (1995), INRENA (2003)*”

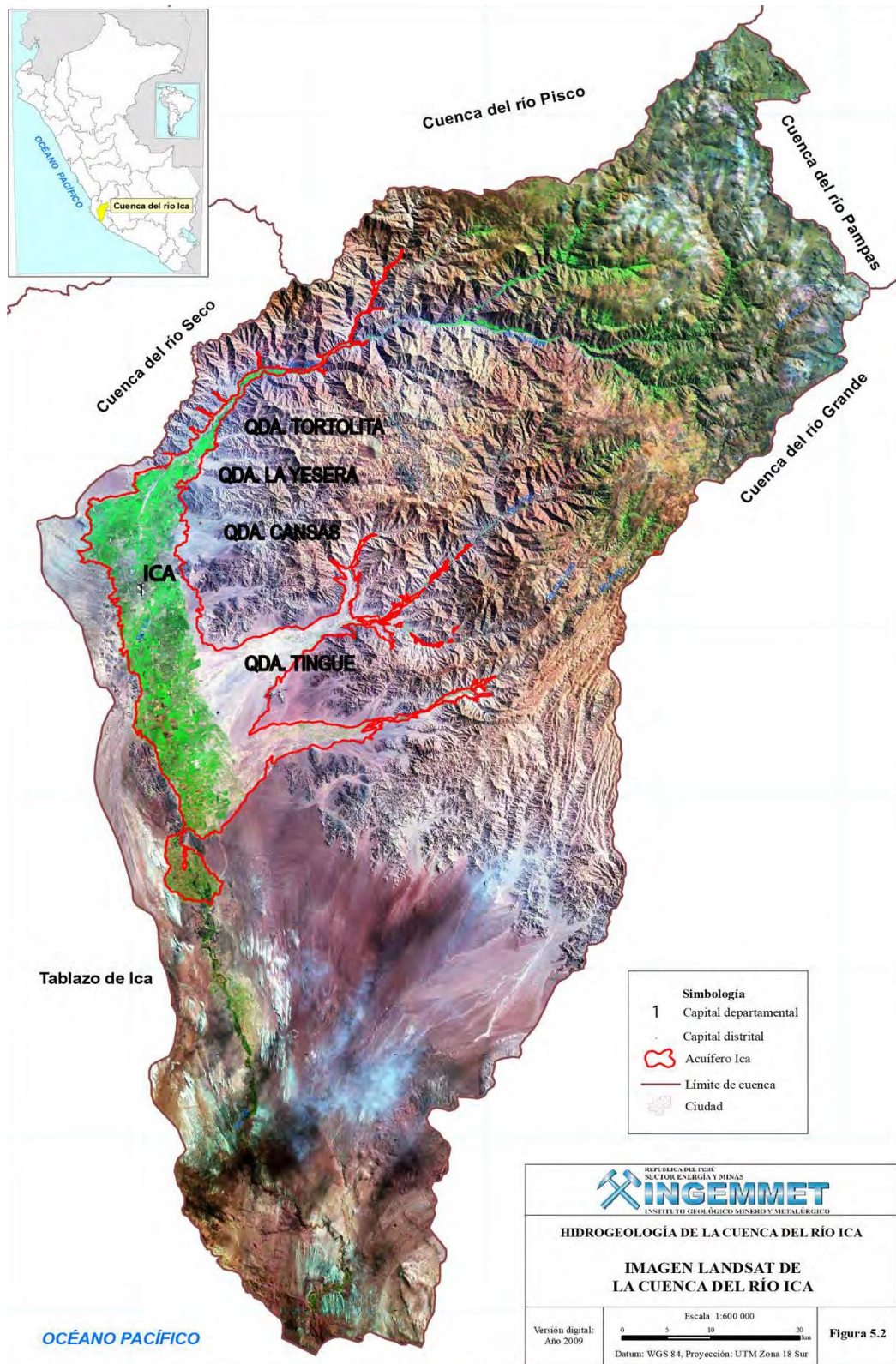


Figura 4: “Cuenca del Río Ica”.

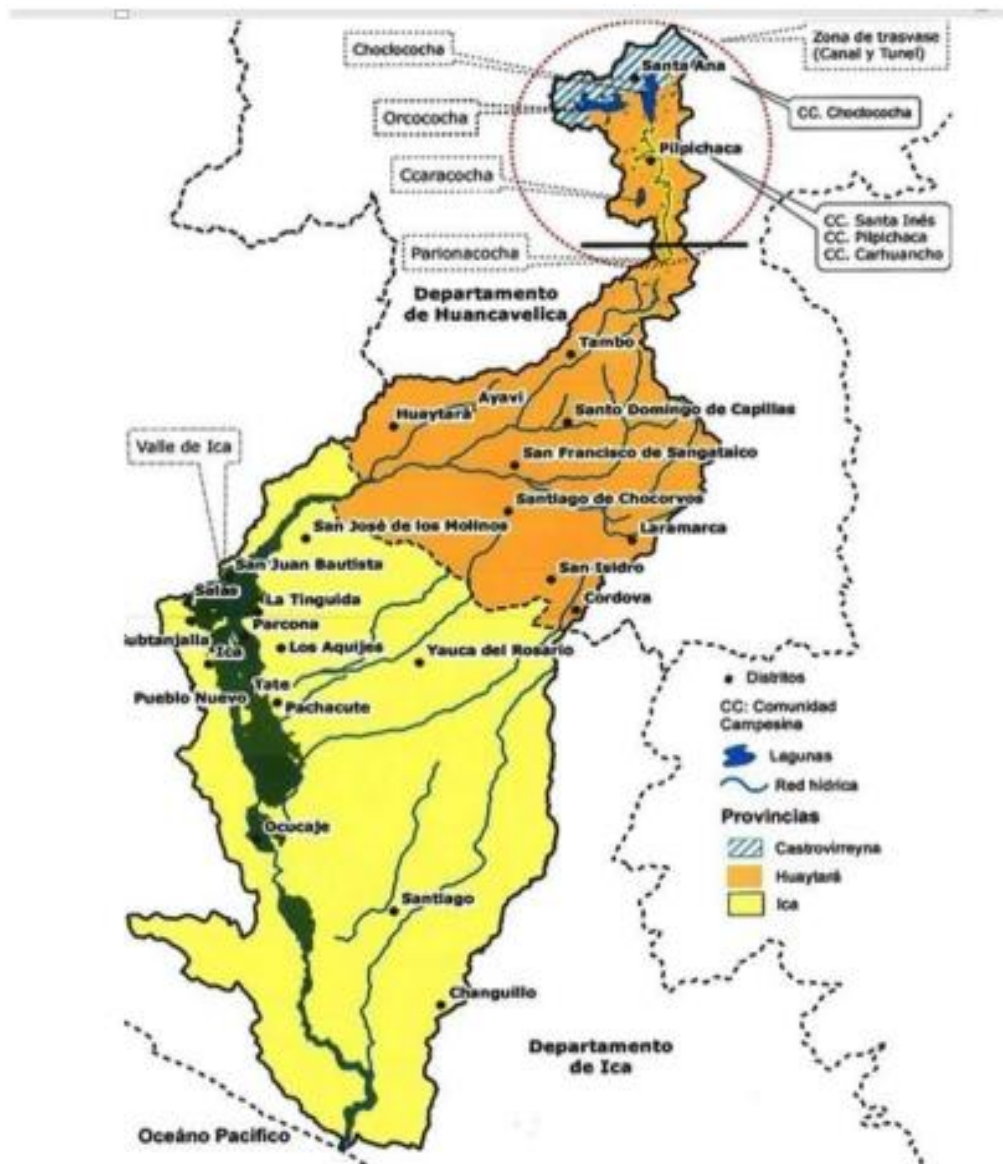


Figura 5: “Cuenca Integrada del Río Ica”.

Fuente: [6]“MINAM (2019), Ficha Técnica “Cuenca del Río Ica y su Traslase Choclococha“. GORE Ica (2014), Estrategia Regional de Cambio Climático de Ica, http://www.regionica.gob.pe/pdf/grnma/2015/ercc_1.pdf; MINCETUR (2018), Reporte de Comercio Regional Ica 2018, https://www.mincetur.gob.pe/wpcontent/uploads/documentos/comercio_exterior/estadisticas_y_publicaciones/estadisticas; MINAM (2020), Diagnóstico de servicios ecosistémicos en la cuenca integrada del río Ica para la implementación de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos, <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1678130/11.%20Diagnostico-Ica.pdf>”

3.1.1. “Diagnóstico de la cuenca del río Ica”

[6]Políticamente, esta área abarca un total de 25 distritos: 11 pertenecen al Dpto. de Huancavelica, distribuidos en la cuenca alta (2 distritos) y cuenca media-alta (9 distritos), y 14 distritos que conforman la cuenca baja, situados en la Prov. de Ica.

Tabla 6

“Distritos que conforman la cuenca del río Ica”

Departamento	Provincia	Distrito	Cuenca
Huancavelica	Castrovirreyna	Santa Ana	Alta
	Huaytará	Pilpichaca	
		Huaytará	
		Ayaví	
		Córdova	
		Laramarca	
		San Francisco de Sangayaico	
		San Isidro (San Juan de Huirpachanca)	
		Santiago de Chocorvos	
		Santo Domingo de Capillas	
		Tambo	
	Ica	Ica	Ica
La Tinguiña			
Los Aquijes			
Ocucaje			
Pachacútec (Pampa de Tate)			
Parcona			
Pueblo Nuevo			
Salas (Guadalupe)			
San José de Los Molinos			
San Juan Bautista			
Santiago			
Subtanjalla			
Tate (Tate de La Capilla)			
Yauca del Rosario (Curis) 1/			

Fuente: MINAM 2022.

3.1.1.1. Hidrología y servicios ecosistémicos de la cuenca del río Ica

“En Ica comprende los distritos de Los Aquijes, Ocucaje, Pachacútec (Pampa de Tate), Parcona, Pueblo Nuevo, Salas (Guadalupe), San José de los Molinos, San Juan Bautista, Santiago, Subjantalla, Tate y Yauca del Rosario”.

“ANA (2008), indica que la cuenca del río Ica está dividida por las siguientes unidades hidrográficas: Tambo, Alto Ica, Medio Alto Ica, Cocharcas, Medio Ica, Tingue, Gramonal, Medio Bajo Ica y Bajo Ica”.



Figura 6: “Unidades hidrográficas y lagunas del sistema Choclococha”

Fuente: “MINAM, 2021”

Tabla 7

“Características de la Cuencas Hídricas de la Región Ica (millones de m³/año)”

Descripción	Características de las Cuencas Hidrográficas			
	Rio San Juan	Rio Pisco	Rio Ica	Rio Grande
Fuente de abastecimiento	Glaciares, Lagunas, Ríos, Aguas Subterráneas	Glaciares, Lagunas, Ríos, Aguas Subterráneas	Glaciares, Lagunas, Ríos, Aguas Subterráneas	Lagunas, Ríos, Aguas Subterráneas
Época de lluviosa	Noviembre a Marzo	Enero a Junio	Octubre a Mayo	Enero a Abril
Época Estiaje	Abril a Octubre	Julio a Diciembre	Junio a Setiembre	Mayo a Diciembre
Habitantes	194 315	125 879	321 320	57 531
Uso y Consumo de agua	Agrícola Pecuario Poblacional Industrial	Agrícola pecuario poblacional industrial	Agrícola Pecuario Poblacional Industrial	Agrícola Pecuario Poblacional
Masa por cuenca (MM ³ /año)	157,59 MM ³ /año	97,66 MM ³ /año	106,22 MM ³ /año	206,83 MM ³ /año

Fuente: ALA, 2022.

Tabla 8

“Inventario de infraestructura hidráulica de aguas subterráneas en el valle de Ica”

Distrito	Total de pozos utilizables y no utilizados	Total de Pozos utilizados	Nº Total de Pozos
Ica	194	151	345
Tinguiña	73	64	137
Los Aquijes	70	76	146
Ocucaje	313	86	399
Salas	37	27	64
San José de los Molinos	39	31	70
San Juan Bautista	60	67	127
Santiago	276	251	527
Pueblo Nuevo	76	70	146
Pachacútec	55	25	80
Parcona	43	28	71
Tate	19	9	28
Subtanjalla	48	65	113
Rosario de Yauca	49	19	68
TOTAL	1352	969	2321

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, 2022

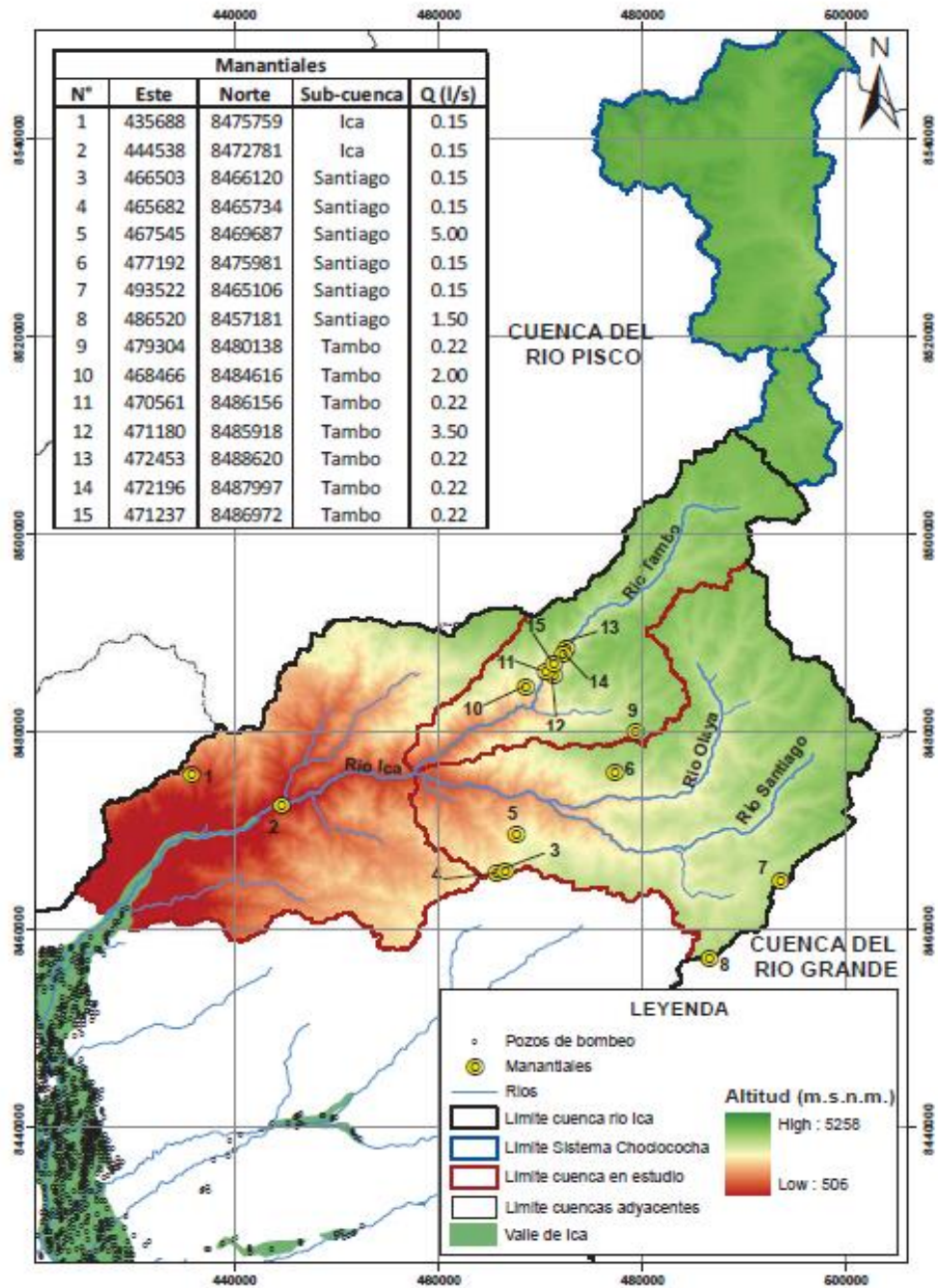


Figura 7: “Fuentes de agua subterránea en CPRI”

Fuente: ANA, 2022.

Tabla 9

“Volumen de agua subterránea por uso (hm³)”

Vertiente / Administración Local de Agua	Total	Poblacional	Agrario	Minero	Industrial	Acuícola	Energético	Recreativo	Turístico	Otros Usos
Total	1 445,75	375,97	913,84	96,20	41,03	6,79	0,42	4,99	0,32	6,18
Pacífico	1 349,93	334,48	912,75	51,65	37,62	5,18	0,37	4,81	0,23	2,84
Caplina-Locumba	96,71	9,41	55,86	31,12	0,09	-	-	-	-	0,23
Moquegua	6,39	1,57	-	4,81	0,01	-	-	-	-	-
Tambo-Alto-Tambo	0,79	0,52	0,15	-	-	-	-	-	-	0,13
Chili	19,36	2,29	3,24	9,55	3,99	-	-	0,17	-	0,11
Colca-Siguas-Chivay	0,13	0,08	0,00	0,01	0,01	-	-	0,03	-	-
Camaná-Majes	2,66	1,47	1,16	0,02	-	-	-	-	0,01	-
Ocoña-Pausa	2,25	0,11	0,42	0,09	1,62	-	-	-	-	-
Chaparra-Acarí	11,30	0,75	7,62	2,91	0,01	-	-	-	-	0,01
Grande	65,92	3,32	60,50	1,05	1,03	-	-	-	0,01	-
Ica	148,24	26,27	121,20	-	0,55	-	-	0,11	-	0,11
Río Seco	93,30	0,03	91,64	0,02	1,52	-	-	-	0,09	0,01
Pisco	27,54	11,54	15,42	0,04	0,53	-	-	-	-	0,01
San Juan	88,82	11,19	74,13	0,22	3,21	-	-	0,03	0,01	0,02
Mala-Omas-Cañete	24,60	8,97	8,99	0,67	1,77	-	-	3,79	-	0,41
Chillón-Rímac-Lurín	139,83	132,68	4,94	0,02	1,81	-	-	0,23	-	0,15
Chancay-Huaral	25,09	8,95	11,67	0,90	3,52	-	-	-	0,01	0,04
Huaura	23,07	15,66	5,27	-	1,94	-	-	0,19	-	0,02
Barranca	13,01	0,66	9,77	-	2,56	-	-	0,01	-	0,01
Casma Huarmey	34,04	3,58	30,22	-	0,25	-	-	-	-	-
Huaraz	0,07	-	-	0,07	-	-	-	-	-	-
Santa-Lacramarca- Nepeña	37,72	16,22	18,34	0,03	3,11	0,02	-	-	-	-
Moche-Virú-Chao	32,30	3,88	24,72	-	2,92	-	-	0,12	-	0,65
Chicama	100,70	0,02	99,30	-	1,38	-	-	-	-	-
Jequetepeque	23,58	9,93	12,49	0,10	1,04	-	0,02	-	-	-
Zaña	6,67	1,68	4,99	-	-	-	-	-	-	-
Chancay-Lambayeque	24,14	15,95	6,06	-	1,15	-	0,35	0,02	0,09	0,51
Motupe-Olmos-La Leche	125,02	2,54	120,39	-	2,05	-	-	0,02	-	0,02
Medio y Bajo Piura	59,64	33,43	24,96	-	0,79	-	-	0,06	-	0,39
Alto Piura	88,42	3,96	84,37	-	0,09	-	-	-	-	-
San Lorenzo	1,67	0,51	0,93	-	0,23	-	-	-	-	-
Chira	0,85	0,40	0,14	-	0,29	-	-	0,01	-	-
Tumbes	26,12	6,88	13,89	-	0,17	5,16	-	-	0,01	0,01

Fuente: “Anuario de Estadísticas Ambientales, Perú. 2022”.

Tabla 10

“Producción per cápita de agua potable, según tamaño de la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento(l/hab./día)”

Empresa	Departamento	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 PI
Empresa (Más de 1 millón de conexiones potables administradas)								
SEDAPAL S.A.	Lima y Callao	227	246	215	234	236	239	232
EPS Grandes (Más de 40 mil hasta 1 millón conexiones de agua potable administradas)								
EMAPASAN MARTÍN S.A.	San Martín	228	248	257	233	228	259	242
EMAPICA S.A.	Ica	341	314	295	316	295	313	287
EMSA PUNO S.A.	Puno	186	193	184	196	211	189	183
AGUA TUMBES	Tumbes	350	341	315	323	413	355	352
EPS GRAU S.A.	Piura	264	254	233	281	278	292	296
SEDACUSCO S.A.	Cusco	149	158	166	162	163	162	158
EPS SEDALORETO S.A.	Loreto	265	281	281	276	289	334	325
EPS TACNA S.A.	Tacna	247	260	280	283	262	260	253
SEDA AYACUCHO S.A.	Ayacucho	230	237	219	243	241	243	226
EPSEL S.A.	Lambayeque	201	204	206	230	232	230	227
SEDACHIMBOTE S.A.	Áncash	234	227	221	230	219	243	227
SEDAHUÁNUCO S.A.	Huánuco	236	234	236	242	277	262	270
SEDAJULIACA S.A.	Puno	156	160	162	182	181	181	174
SEDA CAJ S.A.	Cajamarca	168	168	163	172	178	172	172
SEDALIB S.A.	La Libertad	197	199	189	185	189	192	189
SEDAM HUANCAYO S.A.	Junín	272	281	291	283	261	275	272
SEDAPAR S.A.	Arequipa	224	233	230	223	235	239	204
EPS SEMAPACH S.A.	Ica	306	257	326	336	262	259	318
Empresas Medianas (Más de 15 mil hasta 40 mil conexiones de agua potable administradas)								
EMAPACAÑETE S.A.	Lima	293	306	300	319	304	323	306
EPS AGUAS DE LIMA NORTE S.A.	Lima	207	213	222	193	203	207	203
EMAPAHUARAL S.A.	Lima	305	291	283	304	258	257	248
EPS MOYOBAMBA S.A.	San Martín	219	219	215	214	194	196	182
EMAPISCO S.A.	Ica	260	257	366	275	288	306	257
EMAPACOP S.A.	Ucayali	330	293	433	398	389	379	358
EMAPAT S.A.	Madre de Dios	212	223	212	226	230	236	216
EMPSSAPAL S.A.	Cusco	175	192	194	201	214	228	221
EMUSAP ABANCAY S.A.C.	Apurímac	328	292	285	250	245	253	239
EPS CHAVIN S.A.	Áncash	296	325	336	336	343	341	329
EPS ILO S.A.	Moquegua	287	305	293	304	259	320	296
EPS MUNICIPAL MANTARO S.A.	Junín	391	353	353	392	390	400	399
EPS MARAÑÓN S.A.	Cajamarca	329	362	359	362	388	389	388
EPS MOQUEGUA S.A.	Moquegua	441	438	412	338	320	309	290
EPS SELVA CENTRAL S.A.	Junín - Pasco	594	658	641	649	644	642	582
EPS BARRANCA S.A.	Lima	423	430	427	378	366	355	343
EPS Pequeñas (Hasta 15 mil conexiones de agua potable administradas)								
EMAPAHUANCAVELICA S.A.	Huancavelica	345	339	346	342	336	335	335
EMAPAPASCO S.A.	Pasco	118	103	105	123	124	95	94
EMAPA - Y.S.R.L.	Puno	323	311	302	336	359	350	360
EMAPAB S.A.	Amazonas	365	407	446	502	183	194	531
EMAPAMGS S.A.	Ica	244	231	235	195	237	282	272
EMAQ S.R.L.	Cusco	1 202	1 136	1 060	1 132	1 133	1 144	1 122
EMSAPA CALCA S.A.	Cusco	487	523	637	571	770	804	520
EMSAPA YAULI - LAOROYAS S.R.L.	Junín	161	165	145	138	251	546	201
EMUSAP S.A.	Amazonas	204	209	212	177	178	182	205
EPS AGUAS DEL ALTIPLANO S.R.L.	Puno	196	176	217	238	233	234	236
EMSAP CHANKA S.A.	Apurímac - Ayacucho	256	189	192	202	209	197	194
EPS NOR PUNO S.A.	Puno	173	172	141	163	147	147	145
EPS SIERRA CENTRAL S.R.L.	Junín	291	277	258	290	289	301	296
EPSSMU S.A.	Amazonas	216	222	241	259	242	231	234
EPS RIOJA S.A.	San Martín	212	321	276	262	279	289	279

Fuente: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).

Tabla 11

“Volumen de agua superficial por uso consuntivo (hm³)”

Vertiente / Administración Local	Total	Agrario	Industrial	Poblacional	Minero
Total	17 002	15 072	86	1 650	194
Pacífico	12 073	10 967	42	998	66
Caplina-Locumba	379	344	-	19	16
Moquegua	69	56	-	12	1
Tambo-Alto-Tambo	459	451	1	7	-
Chili	721	604	1	80	37
Colca-Siguas-Chivay	530	523	2	5	-
Camaná-Majes	628	624	-	3	1
Ocoña-Pausa	304	302	-	2	-
Chaparra-Acarí	98	94	-	3	1
Grande	80	78	-	2	-
Ica	102	102	-	-	-
Pisco	194	193	-	-	-
San Juan	95	95	-	-	-
Mala-Omas-Cañete	419	415	-	3	1
Chillón-Rímac-Lurín	939	298	-	636	6
Chancay-Hualal	318	313	-	5	1
Huaura	598	588	8	2	1
Barranca	585	559	9	17	-
Casma Huarmey	49	47	-	2	-
Huaraz	98	66	-	31	1
Santa-Lacramarca- Nepeña	513	499	-	14	-
Santiago de Chuco	54	52	-	2	-
Moche-Virú-Chao	664	657	5	2	-
Chicama	403	399	1	3	-
Jequetepeque	590	581	-	8	1
Zaña	130	130	-	-	-
Chancay-Lambayeque	805	737	12	56	-
Motupe-Olmos-La Leche	56	56	-	-	-
Medio y Bajo Piura	502	483	-	19	-
Alto Piura - Huancabamba	224	221	-	3	-
San Lorenzo	702	695	-	7	-
Chira	641	597	3	41	-
Tumbes	124	111	-	12	-
Atlántico	4 465	3 695	44	602	123
Chinchipec-Chamaya	86	62	1	23	-
Bagua-Santiago	78	71	-	7	-
Utcubamba	388	376	-	13	-
Chotano-Llaucano	203	180	-	21	2
Las Yangas Suite	74	69	-	6	-
Cajamarca	234	206	-	23	5
Crisnejas	129	122	-	7	-
Huamachuco	64	48	-	12	4
Pomabamba	28	20	-	8	-
Huari	169	152	-	2	15
Alto Marañón	50	43	1	5	-
Iquitos	38	-	2	36	-
Alto Amazonas	1	-	1	-	-
Alto Mayo	187	169	1	17	-
Tarapoto	103	76	1	26	-
Huallaga Central	521	510	-	11	-
Tingo María	19	11	-	7	-

Fuente: “Anuario de Estadísticas Ambientales, Perú. 2022”

Tabla 12

“Volumen de agua superficial por uso no consuntivo (hm³)”

Vertiente / Administración Local	Total	Energético	Acuícola	Medicinal	Recreativo	Turístico	Transporte	Otros usos
Total	18 859 239	180	735 516	56 255	1 730 586	17 651	16 139 002	180 050
Pacífico	13 142 207	140	268 203	43 949	1 032 304	3 006	11 728 152	66 452
Caplina - Locumba	340 027	-	-	-	21 548	-	302 975	15 503
Moquegua	73 835	-	-	4	12 558	-	60 220	1 053
Tambo-Alto Tambo	270 368	-	-	862	6 874	913	261 570	150
Chili	707 487	-	-	1 466	85 856	1 487	582 086	36 591
Colca-Siguas-Chivay	535 077	-	-	1 679	6 115	66	527 198	20
Camaná-Majes	615 146	-	-	12	4 606	-	609 839	689
Ocoña-Pausa	313 591	-	-	-	2 715	-	310 095	780
Chaparra-Acari	74 469	-	-	-	3 000	-	71 251	218
Grande	79 448	-	-	-	1 633	-	77 754	61
Ica	92 160	-	-	4	60	-	92 096	-
Pisco	212 906	-	-	7	247	-	212 648	3
San Juan	109 727	-	-	-	259	-	109 468	-
Mala-Omas-Cañete	406 564	-	5 723	1 261	3 183	45	395 497	855
Chillón-Rímac-Lurín	816 327	-	-	207	646 775	248	163 432	5 664
Chancay-Huaral	335 201	-	-	28	5 127	23	329 282	741
Huaura	831 011	-	-	7 569	8 640	-	813 156	1 645
Barranca	485 191	-	-	7 077	16 868	-	461 104	142
Casma Huarmey	108 971	-	-	-	1 799	-	107 008	165
Huaraz	133 120	-	37 055	108	30 746	2	63 939	1 270
Santa-Lacramarca-Nepeña	573 675	-	1	294	13 039	2	560 338	2
Santiago de Chuco	65 539	-	-	-	2 363	-	63 176	-
Moche-Mirú-Chao	683 123	-	-	5 202	3 214	2	674 704	1
Chicama	653 829	-	1 325	1 712	3 169	-	647 619	5
Jequetepeque	808 935	-	-	68	8 005	-	800 150	710
Zaña	145 455	-	-	-	196	-	145 259	-
Chancay-Lambayeque	1 049 872	-	89	12 880	57 934	-	978 812	157
Motupe-Olmos-La Leche	87 310	-	-	-	504	-	86 807	-
Medio y Bajo Piura	553 099	-	32 919	-	18 319	219	501 642	-
Alto Piura-Huancabamba	216 037	140	-	-	3 396	-	212 501	-
San Lorenzo	751 309	-	-	-	7 127	-	744 154	27
Chira	833 058	-	168 096	3 199	42 302	-	619 461	-
Tumbes	180 343	-	22 995	310	14 128	-	142 910	-
Atlántico	5 205 007	39	438 876	12 191	646 509	14 080	3 986 456	106 855
Chinchipec-Chamaya	92 077	-	1 640	15	26 505	32	63 838	47
Bagua-Santiago	73 827	-	267	4	6 762	-	66 783	10
Utcubamba	380 177	9	5 434	11	16 148	40	358 535	-
Chotano-Llaucano	208 019	-	7 194	-	19 132	-	179 884	1 810
Las Yangas-Suite	74 552	-	126	-	5 924	-	68 502	-
Cajamarca	231 092	1	-	199	22 923	-	206 800	1 169
Crisnejas	127 906	-	757	-	7 477	-	119 464	208
Huamachuco	91 110	-	18 758	67	12 374	-	55 130	4 782
Pomabamba	37 759	-	790	-	8 984	22	27 915	48
Huari	172 952	-	1 634	130	2 102	-	152 422	16 663
Alto Marañón	52 809	-	4 149	1 469	4 726	-	42 265	200
Iquitos	87 073	29	1 959	1 428	83 657	-	-	-
Alto Amazonas	1 358	-	-	856	501	-	-	-
Alto Mayo	191 626	-	5 740	581	17 968	22	167 315	-
Tarapoto	128 540	-	11 280	725	25 921	17	90 598	-
Huallaga Central	638 267	-	1 319	-	10 767	50	626 118	14

Fuente: Anuario de Estadísticas Ambientales, Perú. 2022.

Tabla 13

“Tipo de cobertura vegetal identificados en la CPRI”

Cobertura vegetal	Superficie (ha)	Observaciones
Vegetación ribereña	3 876,64	Cuenca media – baja
Cardonal	24 484,48	Cuenca media – baja
Matorral arbustivo	187 960,38	Cuenca media
Bosquecillo de Pati	1 896,29	Cuenca media
Césped de puna/Canllar	460,93	Altoandino – cuenca alta
Pajonal de puna	9 103,36	Altoandino – cuenca alta
Césped de puna/Pajonal de puna	88 517,22	Altoandino – cuenca alta
Césped de puna	4 054,28	Altoandino – cuenca alta
Bosque relicto altoandino	960,32	Altoandino – cuenca alta
Bofedal	1 451,48	Altoandino – cuenca alta
Áreas altoandinas con escasa y sin vegetación	30 627,35	Altoandino – cuenca alta
Otras coberturas		
Lagunas	3 687,37	
Ríos	1 059,21	
Agricultura (costera y andina)	68 792,50	
Desierto costero	357 884,65	
Ciudad	4 032,20	
Área total (ha)	788 848,66	

Fuente: MINAM, 2022.

Tabla 14

“Estado de conservación de los ecosistemas”

N°	Parcela	Coordenadas		Altitud (m)	Ecosistemas	Distrito	Provincia	Estado de conservación
		X	Y					
1	2	492522	8525114	4490	Césped de puna	Pilpichaca	Huaytará	Regular
2	1	481329	8542004	4624	Césped de puna	Santa Ana	Castrovirreyña	Pobre
3	0	481571	8537414	4671	Césped de puna	Santa Ana	Castrovirreyña	Pobre
4	4	493103	8537676	4574	Césped de puna	Pilpichaca	Huaytará	Pobre
5	3	491585	8529678	4528	Pajonal de puna	Pilpichaca	Huaytará	Regular
6	6	467560	8491476	4325	Pajonal de puna	Ayaví	Huaytará	Regular
7	7	497038	8512957	4428	Césped de puna	Pilpichaca	Huaytará	Pobre
8	5	491602	8505318	4455	Césped de puna	Tambo	Huaytará	Regular
9	10	478219	8495581	3978	Pajonal de puna	Tambo	Huaytará	Pobre
10	9	490459	8498850	4409	Pajonal de puna	Santo Domingo de Capillas	Huaytará	Pobre
11	11	481688	8503809	4444	Pajonal de puna	Tambo	Huaytará	Regular
12	12	457571	8490663	3989	Pajonal de puna	Huaytará	Huaytará	Regular
13	13	480108	8482741	3951	Pajonal de puna	Santo Domingo de Capillas	Huaytará	Pobre
14	14	486636	8457389	3899	Pajonal de puna	Laramarca	Huaytará	Regular

Fuente: MINAM, 2022.

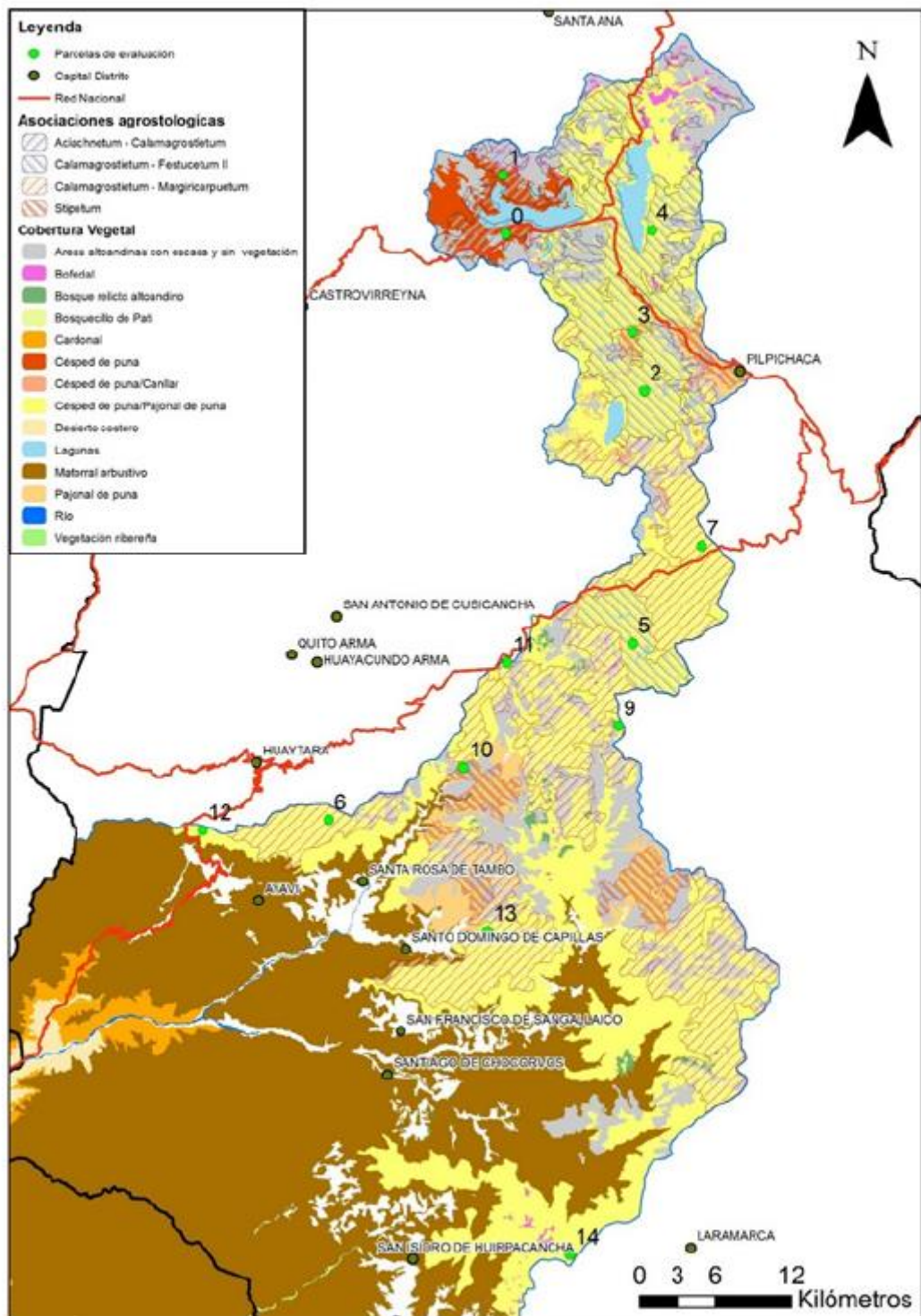


Figura 8: “Mapa de cobertura vegetal”

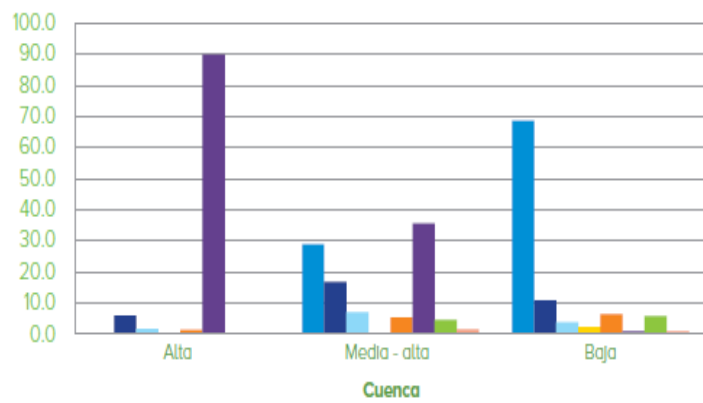
Fuente: MINAM, 2022.

Tabla 15

“Población Urbana y Rural”

Cuenca	Total	Población	
		Urbana	Rural
Alta	1,68	28,59	71,41
Media – alta	3,85	34,0	66,0
Baja	94,46	91,5	8,5

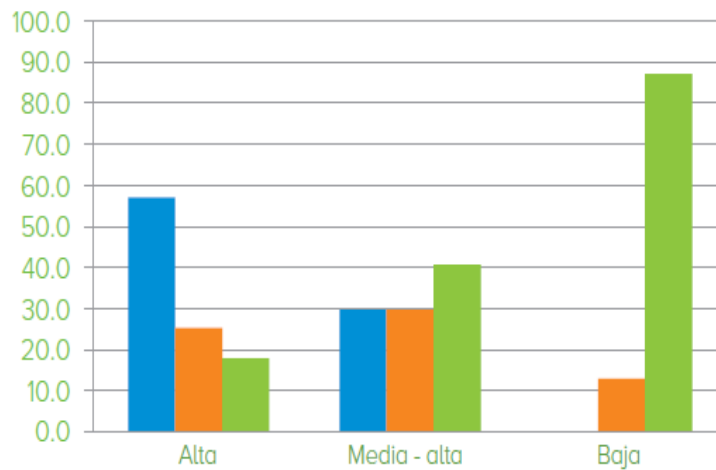
Fuente: INEI, 2017.



	Alta	Media - alta	Baja
Red pública dentro de la vivienda (Agua potable)	0.2	29.0	68.7
Red pública fuera de la vivienda	6.0	16.9	10.9
Pilón de uso público	1.7	7.0	3.9
Camión-cisterna u otro similar	0.0	0.0	2.3
Pozo	1.4	5.3	6.5
Río ,acequia, manantial o similar	90.0	35.7	0.9
Vecino	0.5	4.7	5.8
Otro	0.3	1.5	1.1

Figura 9: “Cuenca del río Ica: Accesos servicio de agua potable”

Fuente: INEI, 2017



	Alta	Media - alta	Baja
■ Pobre Extremo	56.9	29.7	0.1
■ Pobre No Extremo	25.3	29.7	12.9
■ No Pobre	17.9	40.7	87.0

Figura 10: “Cuenca del río Ica. Indicadores de pobreza”

Fuente: INEI, 2017

Tabla 16

“Unidades agropecuarias y clases de aptitud productiva”

Unidad agropecuaria	Cuenca			Total (ha)
	Baja	Media Alta	Alta	
Número de unidades agropecuarias	15 776,00	3 137,00	1 237,00	20 150,00
Total (ha)	278 699,01	114 008,14	66 990,08	459 697,23
Superficie agrícola (ha)	126 933,14	15 099,75	1 020,94	143 053,83
Bajo riego	107 097,46	11 041,11	9,54	118 148,11
En seco	19 835,68	4 058,64	1 011,40	24 905,72
Superficie no agrícola (ha)	151 765,87	98 908,39	65 969,14	316 643,40
Pastos naturales	130 733,27	65 567,36	53 928,79	250 229,42
Manejado	24,97	5 157,74	9 531,14	14 713,85
No manejado	130 708,30	60 409,62	44 397,65	235 515,57
Montes y bosques	16 166,17	3 449,80	2 853,25	22 469,22
Otras tierras	4 866,43	29 891,23	9 187,10	43 944,76

Fuente: MINAGRI, 2022.

Tabla 17

“Oferta hídrica en el valle de Ica”

N°	Oferta Hídrica	m³	MMC	Porcentaje del total
1	Sistema Choclococha	199 460 000	199,46	40,68
2	Cuenca del río Ica	130 770 000	130,77	26,67
3	Acuífero de Ica	160 100 000	160,10	32,65
Total	490 330 000	490,33	100,00	

Fuente: ALA, Ica, 2022.

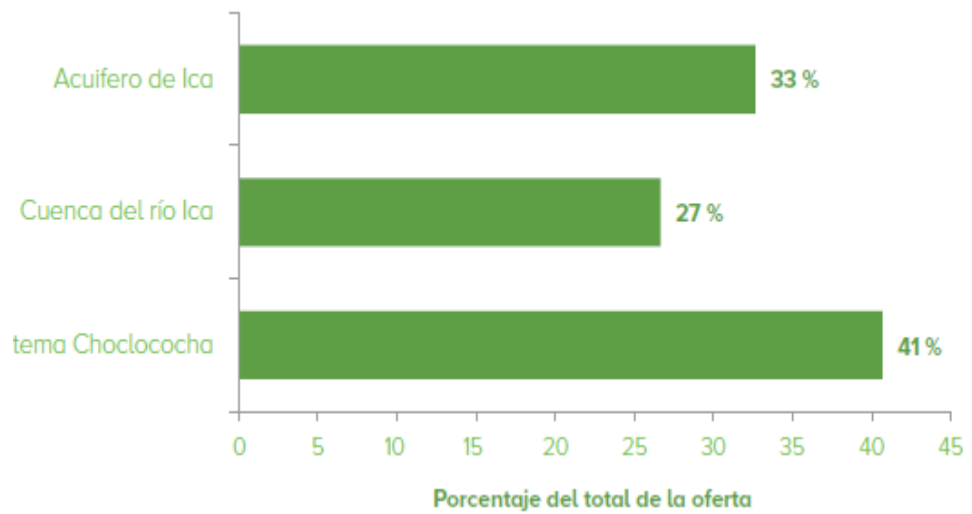


Figura 11: “Porcentaje del total de la oferta de cada fuente”

Fuente: ALA, Ica, 2022.

Tabla 18

“Caudales promedio/mes”

Caudal Promedio mensual (m ³ /s)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cuenca del río Ica (i)	13,09	25,70	26,75	9,02	1,61	0,65	0,18	0,02	0,18	0,89	1,47	2,68
Sistema Choclococha (ii)	2,21	0,60	0,55	0,81	1,66	0,49	0,40	0,11	0,81	2,98	4,49	4,57
locatoma La Achirana (iii)	15,30	26,30	27,30	9,83	3,27	1,14	0,58	0,13	0,99	3,87	5,96	7,25

Fuente: ALA, Ica, 2022.

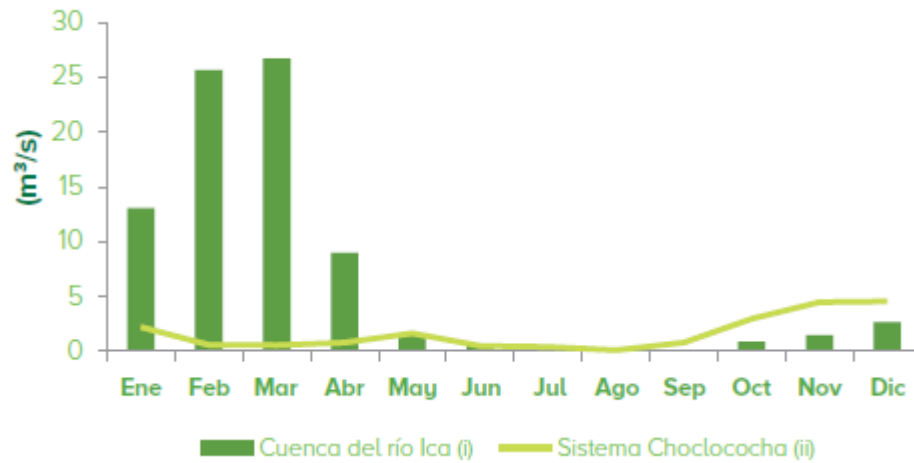


Figura 12: “Comportamiento de los caudales”

Fuente: ALA, Ica, 2022.

Tabla 19

“Demanda hídrica en el valle de Ica”

n.º	Nombre	Demanda m3	Demanda MMC	Porcentaje del total
1	Sector hidráulico menor Ica	78 060 000	78,06	22,95
2	Sector hidráulico menor La Achirana	95 430 000	95,43	28,06
3	Sector hidráulico de aguas subterráneas	166 620 000	166,62	48,99
Total		340 110 000	340,11	100,00

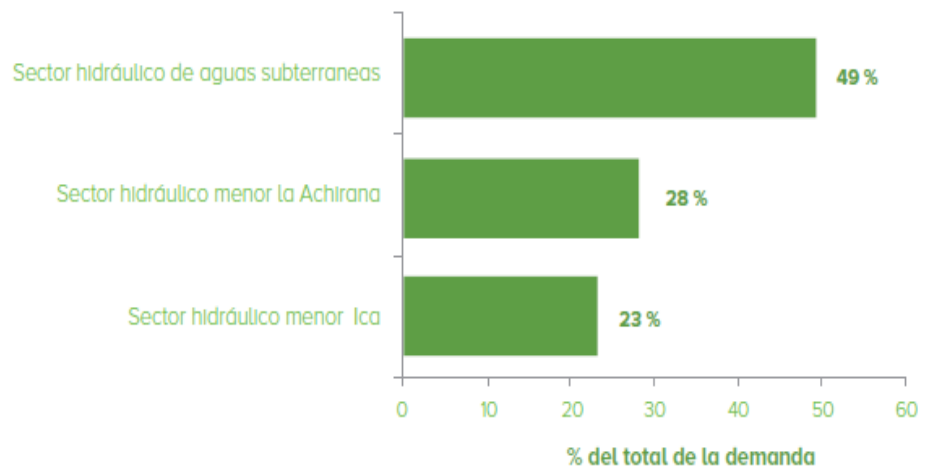


Figura 13: “Porcentaje total de la demanda”

Fuente: ALA, Ica, 2022.

Tabla 20

“Cuenca del río Ica: IDH e ingreso familiar”

Distrito	Índice de Desarrollo Humano (IDH)		Ingreso familiar per cápita	
	IDH	Ranking	S/mes	Ranking
Santa Ana	0,1769	1 615	132	1 582
Pilpichaca	0,2466	964	120	1 702
Huaytará	0,3067	553	202	830
Ayaví	0,2667	796	144	1 422
Córdova	0,2415	1 014	140	1 472
Laramarca	0,2557	884	162	1 195
San Francisco de Sangayaico	0,2171	1 258	128	1 629
San Isidro	0,2271	1 150	120	1 708
Santiago de Chocorvos	0,2237	1 194	143	1 440
Santo Domingo De Capillas	0,1992	1 452	104	1 787
Tambo	0,2120	1 313	117	1 721
Ica	0,4867	40	468	55
La Tinguíña	0,4210	127	359	185
Los Aquijes	0,4068	160	339	234
Ocucaje	0,3561	335	276	399
Pachacútec	0,3980	189	335	244
Parcona	0,4173	135	353	194
Pueblo Nuevo	0,4047	168	320	280
Salas (Guadalupe)	0,3964	194	354	192
San José de Los Molinos	0,3942	197	336	243
San Juan Bautista	0,4382	93	405	114
Santiago	0,3989	184	340	229
Subtanjalla	0,4293	110	372	163
Tate (Tate de La Capilla)	0,4239	117	355	188
Yauca del Rosario (Curis) 1/	0,3352	414	266	439

Fuente: PNUD, 2022.

3.1.2. Evaluación del “Índice de Sostenibilidad de Cuencas (WSI)” del río Ica

Para determinar este índice, se ha considerado los indicadores:

- “Medio ambiente (E)”, “Hidrología (H)”, “Política de recursos hídricos (P)” y “Vida (L)”.

Para el análisis de estos indicadores, se ha tenido en cuenta el Modelo PER (Presión-Estado-Respuesta), planteado por la OCDE.

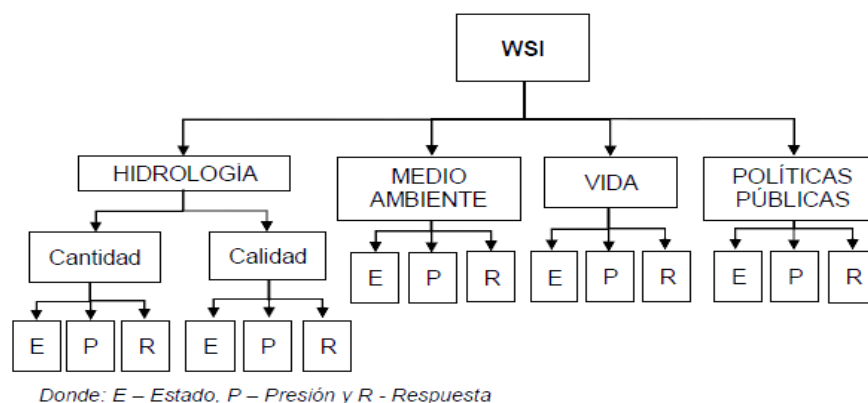


Figura 14: “Diagrama de flujo del WSI”

Tabla 21

“Parámetros de presión del WSI”

Indicador	Parámetros de presión	Nivel	Puntaje
Hidrología	Cantidad de agua	$\Delta 1 < -20\%$	0.00
		$-20\% < \Delta 1 < -10\%$	0.25
		$-10\% < \Delta 1 < 0\%$	0.50
		$0 < \Delta 1 < +10\%$	0.75
		$\Delta 1 > +10\%$	1.00
	Calidad de agua	$\Delta 2$ - Variación en la DBO5 del período, en relación al promedio histórico.	$\Delta 2 > 20\%$
$20\% > \Delta 2 > 10\%$			0.25
$0 < \Delta 2 < 10\%$			0.50
$-10\% < \Delta 2 < 0\%$			0.75
	$\Delta 2 < -10\%$	1.00	
Medio ambiente	EPI (Índice de Presión Antrópica) describe la presión ejercida por el ambiente por las actividades humanas de la cuenca en el período de estudio.	$EPI > 20\%$	0.00
		$20\% > EPI > 10\%$	0.25
		$10\% < EPI < 5\%$	0.50
		$5\% < EPI < 0\%$	0.75
		$EPI < 0\%$	1.00
Vida	Variación en del IDH ingreso <i>per cápita</i> en la cuenca, en el período de estudio.	$\Delta < -20\%$	0.00
		$-20\% < \Delta < -10\%$	0.25
		$-10\% < \Delta < 0\%$	0.50
		$0 < \Delta < +10\%$	0.75
		$\Delta > +10\%$	1.00
Políticas públicas	Variación del IDH-Ed. en el período de estudio.	$\Delta < -20\%$	0.00
		$-10\% < \Delta < -20\%$	0.25
		$-10\% < \Delta < 0\%$	0.50
		$0 < \Delta < +10\%$	0.75
		$\Delta > +10\%$	1.00

Tabla 22

“Parámetro de Estado del WSI”

Indicador	Parámetros de estado	Nivel	Puntaje	
Hidrología	Cantidad de agua	Wa – Disponibilidad de caudal promedio histórico en la cuenca (superficial y sub-terránea), en relación con la población existente en ella (m ³ /persona.año).	Wa < 1700	0.00
		1700 < Wa < 3400	0.25	
		3400 < Wa < 5100	0.50	
		5100 < Wa < 6800	0.75	
		Wa > 6800	1.00	
	Calidad de agua	DBO ₅ - Promedio de la DBO ₅ en la cuenca (largo plazo), en mg/l.	DBO ₅ > 10	0.00
			10 > DBO ₅ > 5	0.25
			5 > DBO ₅ > 3	0.50
			3 > DBO ₅ > 1	0.75
			DBO ₅ < 1	1.00
Medio ambiente	% de vegetación natural remanente en la cuenca (Av).	Av < 5	0.00	
		5 < Av < 10	0.25	
		10 < Av < 25	0.50	
		25 < Av < 40	0.75	
		Av > 40	1.00	
Vida	IDH ponderado de cuenca, el último año del período estudiado.	IDH < 0.5	0.00	
		0.5 < IDH < 0.6	0.25	
		0.6 < IDH < 0.75	0.50	
		0.75 < IDH < 0.9	0.75	
		IDH > 0.9	1.00	
Políticas públicas	Capacidad legal e institucional en el manejo de los recursos hídricos en la cuenca (existe marco legal, marco institucional y manejo de la participación).	Muy pobre	0.00	
		Pobre	0.25	
		Regular	0.50	
		Buena	0.75	
		Excelente	1.00	

Tabla 23

“Parámetro de Respuesta del WSI”

Indicador	Parámetros de respuesta	Nivel	Puntaje
Hidrología	Cantidad de agua	Muy pobre	0.00
		Pobre	0.25
		Regular	0.50
		Buena	0.75
		Excelente	1.00
	Calidad de agua	Muy pobre	0.00
		Pobre	0.25
		Regular	0.50
		Buena	0.75
		Excelente	1.00
Medio ambiente	Evolución en las áreas protegidas (áreas de reservas) en la cuenca, en el período estudiado.	$\Delta < -10\%$	0.00
		$-10\% < \Delta < 0\%$	0.25
		$0\% < \Delta < 10\%$	0.50
		$10\% < \Delta < 20\%$	0.75
		$\Delta > 20\%$	1.00
Vida	Variación en el IDH (ponderado) en la cuenca, en el período estudiado.	$\Delta < -10\%$	0.00
		$-10\% < \Delta < 0\%$	0.25
		$0\% < \Delta < 10\%$	0.50
		$10\% < \Delta < 20\%$	0.75
		$\Delta > 20\%$	1.00
Políticas públicas	Evolución en la inversión monetaria en el manejo integrado de los recursos de agua (durante período anterior v/s actual) en la cuenca.	$\Delta < -10\%$	0.00
		$-10\% < \Delta < 0\%$	0.25
		$0\% < \Delta < 10\%$	0.50
		$10\% < \Delta < 20\%$	0.75
		$\Delta > 20\%$	1.00

Tabla 24

Rango de “sostenibilidad de cuencas”

Valores de WSI	Nivel de gestión
$WSI < 0.5$	Baja
$0.5 < WSI < 0.8$	Intermedia
$WSI > 0.8$	Alta

Fuente: (Chaves & Alipaz, 2007)

I. “HIDROLOGÍA”

La hidrología es la ciencia que estudia el ciclo del agua, su distribución y movimiento en la Tierra y en la atmósfera. Incluye el análisis de la “precipitación”, la “evapotranspiración”, la “escorrentía”, la “infiltración” y el “almacenamiento en acuíferos, ríos, lagos y océanos”.

- **“Parámetro de presión”**
“El indicador de cantidad evalúa la variación entre la disponibilidad promedio de agua durante el periodo de estudio y la disponibilidad promedio a largo plazo (periodo histórico)”. [1]

- **“Parámetro de Estado”**

$$W_a = \frac{Q}{P_{Total}}$$

Donde:

W_a = Disponibilidad per cápita de agua subterránea y superficial en la cuenca (m³/persona/año)

Q = Caudal promedio histórico (m³/s)

P_{total} = Población total en la cuenca

- **“Parámetro de Respuesta”**
La evaluación de la cantidad de agua implica analizar las mejoras y/o cambios en el uso eficiente del agua en la cuenca durante los años de estudio. [1]

II. “MEDIO AMBIENTE”

- **“Parámetro de presión”**
En este parámetro se detalla la presión ejercida sobre el medio ambiente a causa de diversas actividades humanas. [1]

$$EPI = \frac{(\% \Delta A_{ag} + \% \Delta P_{urb})}{2}$$

Donde:

EPI = Environment Pressure Index (%)

% ΔA_{ag} = porcentaje de variación de las áreas agrícolas en el periodo de estudio

% ΔP_{urb} = porcentaje de variación de la población urbana en el periodo de estudio

- **“Parámetro de Estado”**

Está íntimamente relacionado con la biodiversidad, por lo que es esencial contar con datos sobre el porcentaje del área de la cuenca que presenta bosques y/o vegetación natural.[1]

- **“Parámetro de Respuesta”**

Incluye las acciones implementadas por las entidades gubernamentales para salvaguardar las áreas de biodiversidad en la cuenca.[1]

III. “VIDA”

- **“Parámetro de Presión”**

$$PBI \text{ per cápita} = \frac{\sum PBI_i * P_i}{P_{total}}$$

Donde:

PBI_i = PBI para las diferentes comunidades en la cuenca

P_i = Población de la comunidad “i”

P_{total} = Población total de la cuenca

- **“Parámetro de Estado”**

[...] Indica el IDH del último año del periodo de estudio.[1]

- **“Parámetro de respuesta”**

[...] La evaluación se lleva a cabo utilizando el porcentaje de variación del IDH ponderado a lo largo del período de estudio. Se examinan los valores del IDH al inicio y al final del período.[1]

IV. “POLITICAS PÚBLICAS”

Está vinculado con las acciones y la inversión asignada por las autoridades locales para el desarrollo [1] de la cuenca.

- **“Parámetro de Presión”**

$$IDH_{Ed} = \frac{\sum IDH_{Ed_i} * P_i}{P_{total}}$$

Donde:

IDH_{Ed} = IDH Educación ponderado para la cuenca en estudio para el periodo inicial o final

IDH_i = IDH Educación para cada comunidad “i” asentada en la cuenca, en el periodo de estudio

P_i = Población de la comunidad “i”

P_{total} = Población total de la cuenca

- **“Parámetro de Estado”**

[...] “Refleja la capacidad institucional y legal de las instituciones en la GIRH”[1].

3.1.2.1. Aplicación de los indicadores

“Hidrología-Calidad del agua”

[...] “se consideró la clasificación de los cuerpos de agua establecidas en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM”[1].

Los datos se han obtenido de la “ALA-Sub Dirección de Gestión de la Calidad de Recursos Hídricos”.

Tabla 25

“Parámetro de Estado para el indicador calidad del agua”

Indicador	Parámetro de estado	Nivel	Puntaje
		2000<CE	0.00
Hidrología (Calidad de agua)	Promedio de la Conductividad en la cuenca (en el periodo de largo plazo) umhos/cm	1600<CE<2000	0.25
		750<CE<1600	0.50
		600<CE<750	0.75
		CE<600	1.00

“Superficie Agrícola y cobertura natural en la cuenca”

Año 2017: 199 546,10 ha

Año 2022: 143 053, 83 ha

$$\% \Delta \text{ Sup. Agrícola} = \frac{(199\ 546,10 - 143\ 053,83) \times 100}{143\ 053,83}$$

$$\% \Delta \text{ Sup. Agrícola} = 39,49 \%$$

Este valor es elevado, dado que la cuenca del río Ica, se encuentra actividad agrícola que realiza la población rural.

“Índice de Presión Ambiental (EPI)

No se cuenta con un registro de la relación entre la variación de las áreas agrícolas y las áreas urbanas en la “cuenca del río Ica”.

3.1.2.2. Aplicación del INDICE WSI

- “HIDROLOGÍA”

- ✓ Presión

- a. Cantidad

Promedio Histórico: 98,33 m³/año

Promedio estudiado: 82,24 m³/año

$$\frac{(\text{caudal del promedio estudiado} - \text{caudal del promedio histórico})}{\text{caudal del promedio histórico}} \times 100$$

$$= \frac{(82,24 - 98,33)}{98,33} \times 100$$

$$= - 16,36 \%$$

La “cuenca del rio Ica”, está en los niveles (-20% y -10%), por lo tanto:

Puntaje = 0,25 (parámetro presión)

b. Calidad (DBO₅)

Los datos se recabaron de “ALA-Sub Dirección de Gestión de la Calidad de Recursos Hídricos”.

Promedio Histórico: 42,17 mg/l

Promedio estudiado: 14,96 mg/l

$$\frac{(DBO5 \text{ promedio estudiado} - DBO5 \text{ promedio histórico})}{DBO5 \text{ promedio histórico}} \times 100$$

$$= \frac{(14,96 - 42,17)}{42,17} \times 100$$

$$= - 64,52 \%$$

La “cuenca del rio Ica”, está entre los niveles ($x < -0\%$), por lo tanto:

Puntaje = 1 (parámetro presión)

✓ **Estado**

a. Cantidad

En base a los datos del ALA-Ica, el promedio del caudal = 82,94 m³/año

La “cuenca del rio Ica”, está entre los niveles ($W_a < 1700$), por lo tanto:

Puntaje = 0,00

b. Calidad

DBO₅ = 14,96 mg/l

La cuenca del río Ica, se encuentra entre los niveles ($DBO_5 > 10$), por lo tanto:

Puntaje = 0,00

✓ **Respuesta**

a. Cantidad

Este parámetro, se evaluó considerando los proyectos de inversión que se están realizando para generar la eficiencia del uso del agua en la cuenca. El GORE, señala que se ha ejecutado el proyecto “*RECUPERACION DE LOS SERVICIOS DE REGULACION HIDRICA EN LA CABECERA DE LA CUENCA DEL RIO ICA, EN LOS DISTRITOS SANTIAGO DE CHOCORVOS, SAN FRANCISCO DE SANGAYAICO, SANTO DOMINGO DE CAPILLAS, TAMBO, AYAVI Y HUAYTARA, EN LA PROVINCIA DE HUAYTARA - REGION HUANCAVELICA*”, con un monto que asciende a Total: S/ 22,166,873.16 soles.

El GORE, señala que aproximadamente 118 148,11 ha están bajo riego, por lo tanto, el “parámetro respuesta”, el nivel es “Regular”.

Puntaje = 0,50

b. Calidad

Se ha evaluado, como las inversiones se han asignado para optimizar la el “cuidado y conservación de las fuentes de agua”.
calidad del agua”.

Año 2020: S/1,450,000.00

Año 2023: S/: 1,700,000.00

$$= \frac{(\text{Costo de inversión del año 2020} - \text{Costo de inversión del año 2023})}{\text{Costo de inversión del año 2020}} \times 100$$

$$= \frac{(1,700,000.00 - 1,450,000.00)}{1,450,000.00} \times 100$$

$$= 107,24 \%$$

La “cuenca del río Ica”, está en el nivel “Excelente”, dado que se ha incrementado las inversiones, por lo tanto:

Puntaje = 1,00

- **“AMBIENTE”**

- ✓ **Presión**

$$EPI = \frac{(Aag + Purb)}{2}$$

Donde:

EPI = Environment Pressure Index (%)

Aag = porcentaje de variación de las áreas agrícolas en el periodo de estudio.

Purb = porcentaje de variación de la población urbana en el periodo de estudio.

	Años	
	2017	2022
Superficie total de la cuenca (ha)	771 100,00	771 100,00
Superficie agrícola (ha)	168 358,12	143 053,83
Superficie urbana (ha)	85 390,16	112 150,00

$$Aag = \frac{(143 053,83 - 168 358,12)}{168 358,12} \times 100$$

$$Aag = -15,03 \%$$

$$P_{urb} = \frac{(112\,150,00 - 85\,390,16)}{85\,390,16} \times 100$$

$$P_{urb} = 31,33\%$$

$$EPI = \frac{(-15,03\% + 31,33\%)}{2}$$

$$EPI = 8,15\%$$

La “cuenca del río Ica”, está en el nivel de 5% y 10%, por lo tanto:

$$\text{Puntaje} = 0,5$$

✓ **Estado**

$$Av = \frac{\text{Promedio de la vegetación natural}}{\text{Área total de la cuenca}} \times 100$$

$$Av = \frac{788\,848,66}{771\,100,00} \times 100$$

$$Av = 102,30 \%$$

La “cuenca del río Ica”, está en el nivel de >40%, por lo tanto:

$$\text{Puntaje} = 1,00$$

✓ **Respuesta**

Total cobertura vegetal = 788 848,66 ha

Montes y Bosques ribereño = 22 469,22 ha

La “cuenca del rio Ica”, está en nivel de 0% y 10%, porque no se han declarado áreas protegidas, por lo tanto:

Puntaje = 0,50

- “VIDA”

- ✓ **Presión**

Se determino mediante el PBI *per cápita*

$$\text{PBI per cápita} = \frac{(\text{Promedio PBI del año 2023} - \text{Promedio del PBI año 2020})}{\text{Promedio PBI del año 2020}} \times 100$$

$$\text{PBI per cápita} = \frac{(34,9 - 25,2)}{25,2} \times 100$$

$$\text{PBI per cápita} = 38,49\%$$

La “cuenca del rio Ica”, está en nivel mayores a 10%, por lo tanto:

Puntaje = 1,0

- ✓ **Estado**

Se ha considerado el promedio del IDH de los distritos que son parte de la cuenca (año 2022).

$$\text{IDH} = 0,839$$

La “cuenca del rio Ica”, está en el nivel $0,75 < \text{IDH} < 0,9$, por lo tanto:

Puntaje = 0,75

✓ **Respuesta**

$$\text{IDH} = \frac{(\text{IDH promedio año 2022} - \text{IDH promedio año 2019})}{\text{IDH promedio año 2019}} \times 100$$

$$\text{IDH} = \frac{(0,839 - 0,600)}{0,600} \times 100$$

$$\text{IDH} = 39,83 \%$$

La “cuenca del río Ica”, está en el nivel X >20%, por lo tanto:

Puntaje = 1,00

• **“POLITICAS PÚBLICAS”**

Para la evaluación de este indicador, se ha considerado: “nivel de educación, marco jurídico y participación de las instituciones en la GIRH”.

✓ **Presión**

$$\text{IDH} = \frac{(\text{IDH}_{\text{ed.}} \text{ promedio año 2022} - \text{IDH}_{\text{ed.}} \text{ promedio año 2019})}{\text{IDH}_{\text{ed.}} \text{ promedio año 2019}} \times 100$$

$$\text{IDH} = \frac{(12,7 - 10,3)}{10,3} \times 100$$

$$\text{IDH} = 23,30 \%$$

La “cuenca del río Ica”, está en el nivel X >10%, por lo tanto:

Puntaje = 1,00

✓ **Estado**

Marco Legal

En el contexto de las responsabilidades legales del MVCS, se introdujo el "Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MERESE)", que vincula la provisión de servicios de agua, tanto en

áreas urbanas como rurales, con la” gestión de los recursos hídricos”.[20].

El marco legal nacional, se ha detallado en el Capítulo I.

Marco institucional

GORE: “Proyecto especial Tambo Ccaracochoa (PETACC)”

“Formación del Consejo de Cuenca”

“Autoridades Locales del Agua (ALAS)

Manejo de participación

No se ha realizado de forma continua talleres con los usuarios de la cuenca, por lo tanto, por lo que se concluye, que la cuenca en estudio se encuentra en nivel Pobre.

Indicador	Parámetro de estado	Nivel	Puntaje
Políticas públicas	Capacidad legal e institucional en el manejo de la cuenca, del río Ica, existencia de marco institucional y mínima participación del usuario.	Muy pobre	0,00
		Pobre	0,25
		Regular	0,50
		Buena	0,75
		Excelente	1,00

✓ Respuesta

Este parámetro evalúa los costos en proyectos de inversión en la cuenca, actualmente (año 2024), se ha transferido 8'409 012,00 (Ocho millones cuatrocientos nueve mil con doce 00/100) para recuperar la cabecera de la cuenca del río Ica en 5 distritos.

Indicador	Parámetro de estado	Nivel	Puntaje
Políticas públicas	Evolución en la inversión monetaria en el manejo integrado de la cuenca del río Ica.	X<-10%	0,00
		-10% X< 0%	0,25
		0% X< 10%	0,50
		10% X< 20%	0,75
		X> 20%	1,00

Tabla 26

Resultados de los indicadores del WSI

Variable			Valores			
	Indicador		Presión	Estado	Respuesta	Total
Índice de Sostenibilidad de Cuencas (WSI)	Hidrología	Cantidad de agua	0,25	0,00	0,50	0,25
		Calidad del agua	1,00	0,00	1,00	0,67
	Ambiente		0,50	0,75	0,50	0,58
	Vida		1,00	0,00	0,50	0,50
	Políticas Públicas		1,00	0,25	1,00	0,75
	Promedio		0,75	0,20	0,70	0,57

El valor global de WSI de la “cuenca del río Ica” = 0,57

Por lo tanto, de acuerdo al valor obtenido:

$$\text{WSI} = \frac{0,46 + 0,58 + 0,5 + 0,75}{4}$$

$$\text{WSI} = 0,57$$

“NIVEL DE LA CUENCA” = SOSTENIBILIDAD INTERMEDIA

(Valores entre 0,5 y 0,8, de acuerdo a lo que señala el PNUD)

3.2. ENCUESTA A LOS USUARIOS DE LA CUENCA

1. ¿Qué actividad realiza en la cuenca?

Tabla 27

Actividades en la cuenca

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Agricultura	26	47,27
Ganadería	12	21,81
Agricultura-ganadería	10	18,18
Minería	7	12,72
TOTAL	55	100,0

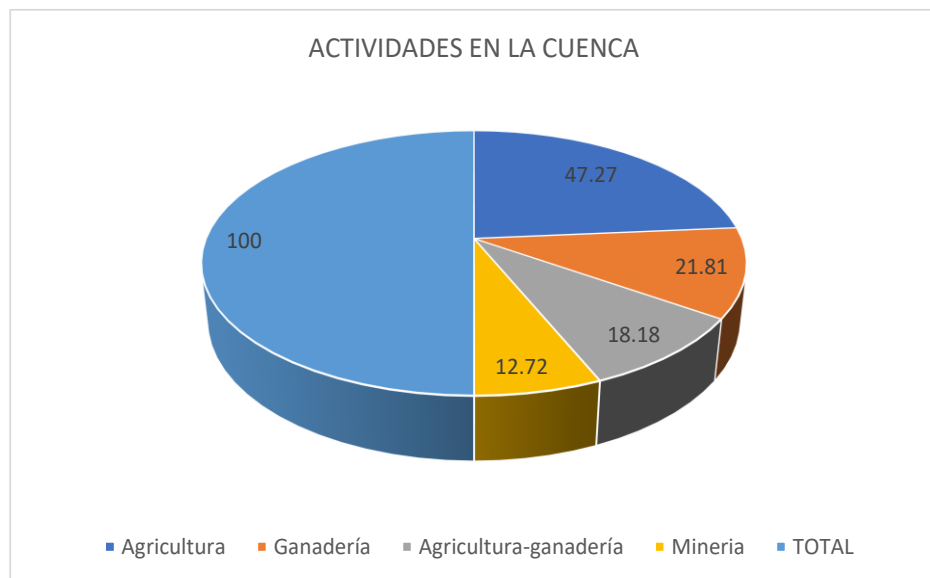


Figura 14: Actividades en la cuenca.

Interpretación:

El 47,27% de los usuarios de la cuenca, se dedican a la agricultura, el 21,81% a la ganadería, el 18,12% realizan actividades de agricultura-ganadería y el 12,72% a la minería.

2. ¿Considera Ud., que ha variado el volumen de agua en la cuenca?

Tabla 28

Variación de volumen de agua

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	44	80,0
No	8	14,54
Algunas veces	3	5,45
TOTAL	55	100,0

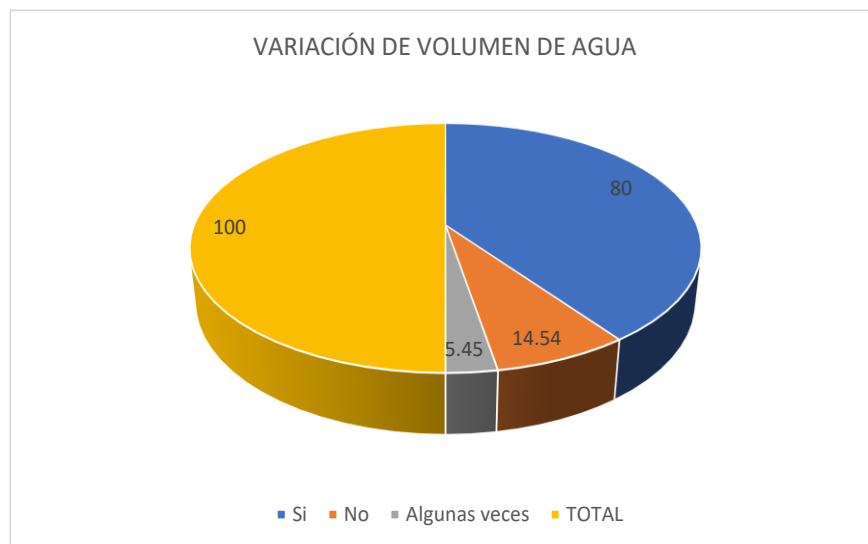


Figura 15: Variación de volumen de agua

Interpretación:

El 80,0% de los usuarios, señalan que ha variado el volumen de agua, el 14,54% responden que no y el 5,45% algunas veces.

3. ¿Cree Ud. que el agua que proviene de la cuenca está contaminada por diferentes actividades?

Tabla 29

Contaminación del agua

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Agricultura (productos agroquímicos)	32	58,18
Actividades mineras	18	32,73
Actividades de ganadería	5	9,09
TOTAL	55	100,0

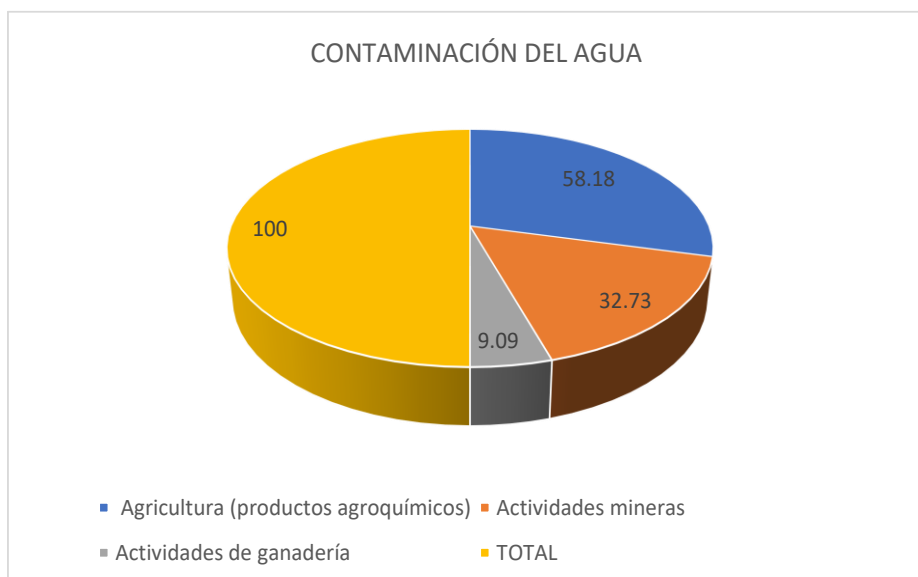


Figura 16: Contaminación del agua

Interpretación:

El 58,18% de los participantes, indican que el agua, está contaminada por el uso de agroquímicos en la agricultura, el 32,73% por actividades mineras y el 9,09% por la ganadería.

4. ¿Considera que la disminución progresiva del caudal de agua en la cuenca es por?

Tabla 30

Disminución del caudal de agua

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Cambio climático	11	20,0
Distribución desigual del agua a la junta de usuarios	20	36,36
Mayor distribución de agua a actividades agroindustriales	24	43,63
TOTAL	55	100,0

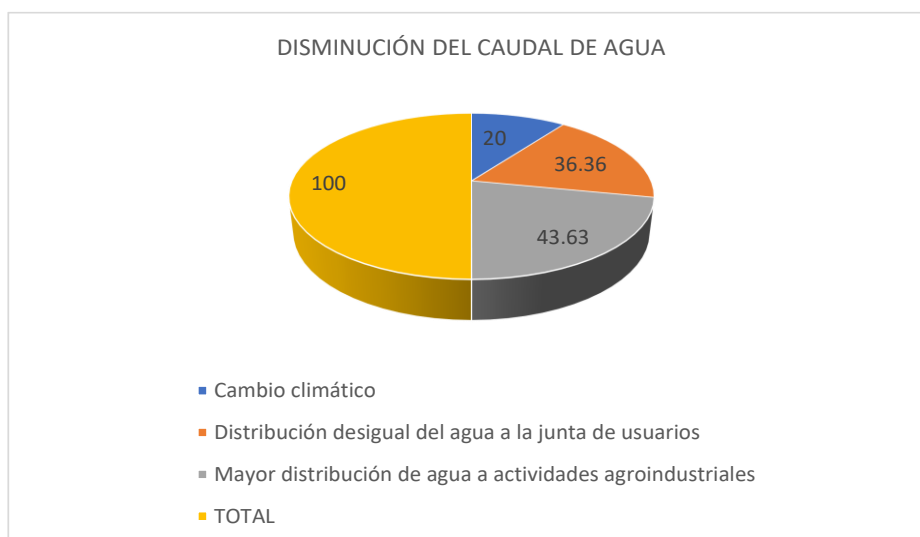


Figura 17: Disminución del caudal de agua.

Interpretación:

El 43,63% de los participantes, indican que el caudal ha disminuido que la mayor distribución es para actividades agroindustriales, el 36,36% por la distribución desigual a la junta de usuarios, y el 20,0% por efecto del CC.

5. ¿Mediante qué sistema se abastece de “agua para el riego de sus cultivos?”

Tabla 31

Sistema de abastecimiento de agua

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Agua superficial de la cuenca	31	56,36
Agua subterránea	10	18,18
Sistema Choclococha	14	25,45
TOTAL	55	100,0

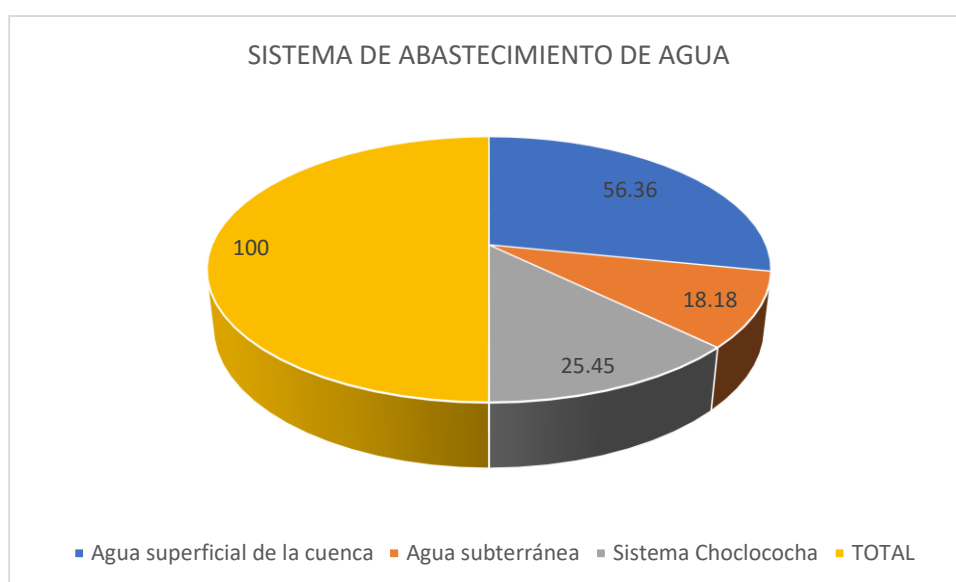


Figura 18: Sistema de abastecimiento de agua.

Interpretación:

El 56,36% de los participantes, indican que se emplean del agua superficial de la cuenca, el 25,25% por el “Sistema de Choclococha”, y el 18,18% por agua subterránea.

6. ¿Participa en mesas de diálogos institucionales para la GIRH?

Tabla 32

Participación en la GIRH

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	15	27,27
No	17	30,90
Algunas veces	23	41,81
TOTAL	55	100,0



Figura 19: Participación en la GIRH

Interpretación:

El 41,81% de los encuestados responden que participan en la GIRH, el 30,90% responde que no y el 27,27% señala que si participa.

7. ¿Cómo usuario de la cuenca, qué opinión tiene de?

Tabla 33

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Calidad y cantidad de agua	19	34,54
Calidad de servicio del agua	29	52,72
Tarifa por uso del agua	7	12,72
TOTAL	55	100,0

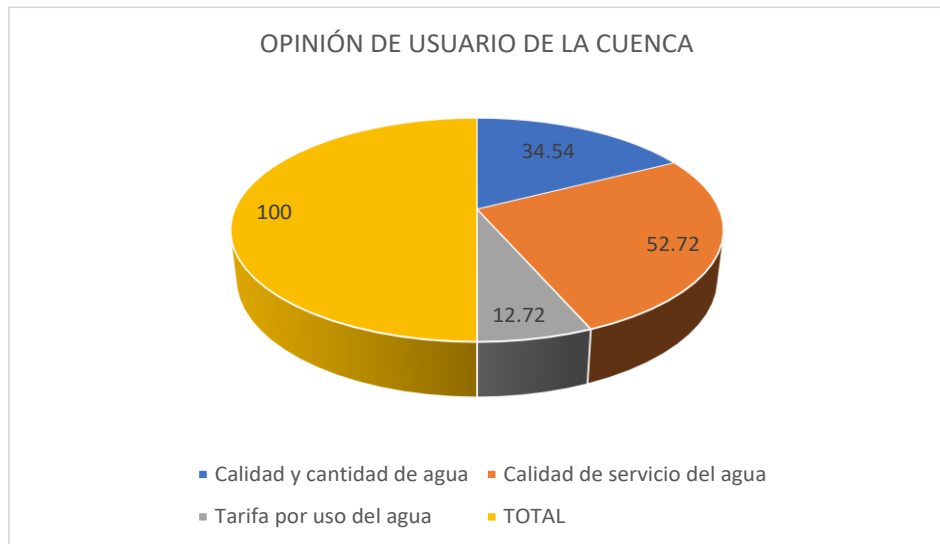


Figura 20: Opinión de usuario de la cuenca.

Interpretación:

El 52,72% de los participantes indica que la “calidad de servicio del agua” es deficiente, el 34,54% responde que la calidad y cantidad no es buena y el 12,72% señala que la tarifa es alta.

8. ¿Ud. pagaría una cuota adicional para la conservación de la cuenca?

Tabla 34

Cuota adicional por servicio

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	14	25,45
No	10	18,18
Algunas veces	31	56,36
TOTAL	55	100,0

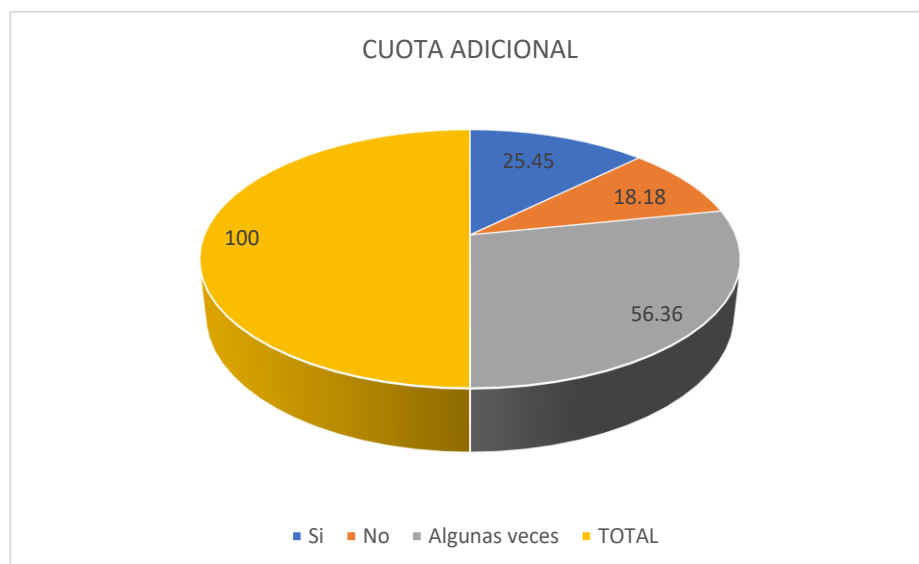


Figura 21: Cuota adicional por servicio

Interpretación:

El 56,36% de los encuestados indica que algunas veces pagaría por la conservación de la cuenca, el 25,45% responde que sí y el 18,18% señala que no.

9. ¿Cree Ud., que los “mecanismos de participación ciudadana” son importantes en la GIRH?

Tabla 35

Mecanismos de participación ciudadana en la GIRH

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	33	60,0
No	9	16,36
Algunas veces	13	23,63
TOTAL	55	100,0

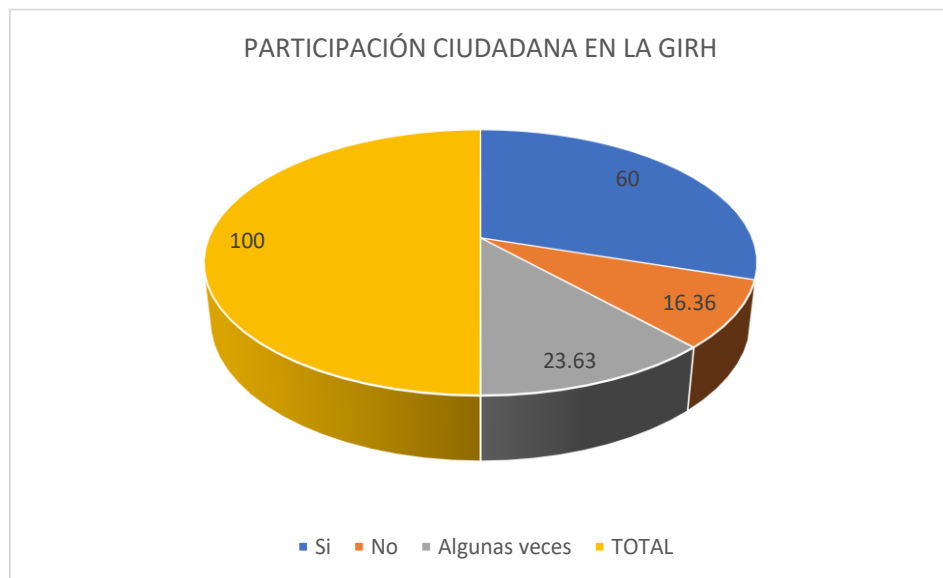


Figura 22: Mecanismos de participación ciudadana en la GIRH.

Interpretación:

El 60,0% de los usuarios indica que si son importantes, el 23,63% responde que algunas veces y el 16,36% señala que no.

10. ¿Ha recibido “asistencia técnica o capacitación” para el “manejo de la cuenca”?

Tabla 36

Asistencia técnica o capacitación

Alternativas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Si	13	23,63
No	19	34,54
Algunas veces	23	41,81
TOTAL	55	100,0

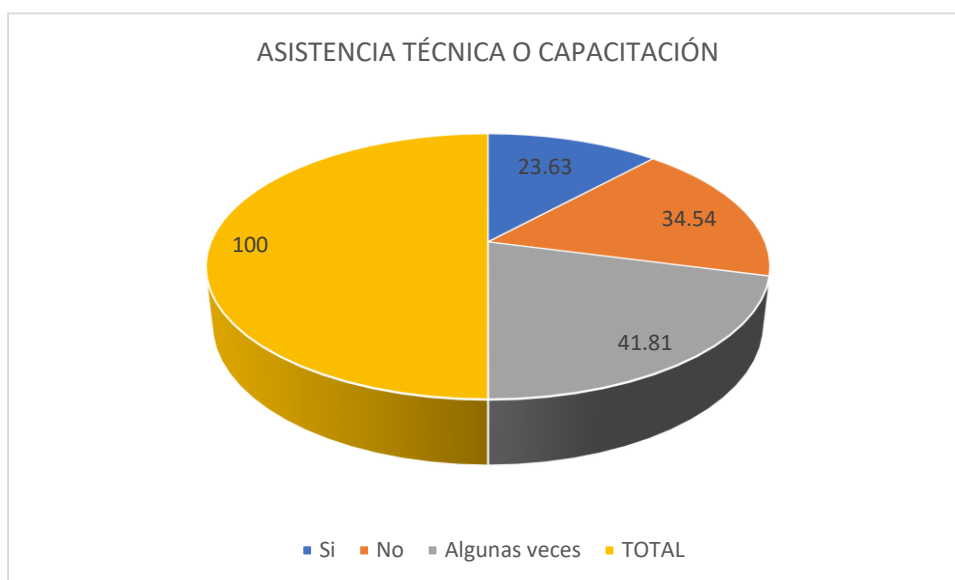


Figura 23: Asistencia técnica o capacitación.

Interpretación:

El 41,81% de los usuarios indica que algunas veces han recibido capacitación o asistencia técnica, el 34,54% responde que no y el 23,63% señala que sí.

3.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

3.3.1. Contrastación de hipótesis principal

Ha = La evaluación de la “disponibilidad y calidad del agua” y su impacto influye significativamente en la “sostenibilidad ambiental de la cuenca del río Ica”, Departamento de Ica, 2023.

Ho = La evaluación de la “disponibilidad y calidad del agua y su impacto” no influye significativamente en la “sostenibilidad ambiental de la cuenca del río Ica”, Departamento de Ica, 2023.

Aplicando la prueba de Chi cuadrado.

$$gl = 3$$

grado de confianza = 90%

margen de error = 5%

Valor de Tabla = 0,584

$$x^2 = \frac{\sum(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Reemplazando:

$$X^2 = 12,320$$

Por lo tanto $x^2 >$ valor crítico, se acepta Ha

3.4. “ESTRATEGIAS PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RIO ICA”

El acuífero de Ica representa un caso particular en la “gestión del agua en el Perú” y Latinoamérica, debido a las características únicas de su cuenca, la alta cantidad de sol que recibe, la productividad de sus tierras y la sobreexplotación del acuífero.[21]

1. “Cambio de método y tipo de cultivo”

El valle de Ica no es adecuado para cultivar productos como el algodón o la papa mediante métodos tradicionales de riego por surcos. Aunque los cultivos de alta producción han adoptado sistemas de riego por goteo o aspersión, aún existen pequeños productores que necesitan cambiar sus cultivos y mejorar sus sistemas de riego.[21]

2. “Represamiento y trasvase intercuenca”

El río Ica tiene una cuenca pequeña en sus partes altas, donde se producen las lluvias. Los esquemas de gestión sostenible del acuífero requieren el trasvase de aguas desde cuencas vecinas para garantizar la sostenibilidad del uso.[21]

3. Limitar el uso del agua

Es necesario limitar el uso del agua subterránea, desde la perspectiva de los usuarios, el problema se divide entre grandes y pequeños usuarios. Es fundamental no promover el valle de Ica como una región para la agricultura de exportación. Se debería crear incentivos (préstamos, reducción de impuestos) para que las empresas agrícolas se trasladen a los valles del norte de Perú, donde el déficit hídrico es menor.[21]. Es más viable que los pequeños usuarios, adopten “esquemas sostenibles del agua” que les permita estandarizar sus cultivos y “métodos de irrigación”.

IV. DISCUSIÓN

4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. “Índice de sostenibilidad de cuenca (WSI)”

WSI = 0,57, que señala que la “gestión de la cuenca del río Ica”, es de **SOSTENIBILIDAD INTERMEDIA**. [1] Los “índices de sostenibilidad” son especialmente valiosos para la planificación, gestión y educación en el campo de los recursos hídricos. Estos índices deben ser fáciles de aplicar, inclusivos y aplicables en cualquier contexto. Además, deben trascender las fronteras administrativas y tener en cuenta las relaciones causa-efecto para evaluar los posibles impactos de las acciones tomadas (Chaves & Alipaz, 2007).

[22] Emplea 4 indicadores: “Hidrología (H)” y “Ambiente (E)” del componente biofísico; y “Vida (L)” y “Políticas Públicas (P)” del componente socioeconómico. Cada indicador se evalúa de manera individual, utilizando el modelo presión-estado-respuesta (PER).

4.1.2. Encuesta de percepción de usuarios de la cuenca

Tabla 28, el 80,0% de los usuarios, indican que ha variado el volumen de agua, el 14,54% responden que no y el 5,45% algunas veces. [5] La preocupante situación del “recurso hídrico” genera la importancia de gestionar de forma eficaz y responsable, ya que es esencial en la mayoría de las actividades económicas, que permita garantizar la “seguridad alimentaria”.

Tabla 30, el 43,63% de los participantes, indican que el caudal ha disminuido que la mayor distribución es para actividades agroindustriales, el 36,36% por la distribución desigual a la junta de usuarios. [4] El gran reto que enfrenta la “Cuenca Integrada del Río Ica” es cómo asegurar el desarrollo macroeconómico y la inversión privada en una zona con un agudo estrés hídrico.

Tabla 31, el 56,36% de los participantes, indican que utilizan el agua superficial de la cuenca, el 25,25% por el sistema de Choclococha, y el 18,18% por agua

subterránea. [23] Es importante señalar que el acuífero de la Región Ica se recarga a una tasa anual del 5% (según el ANA), siempre y cuando se utilice el riego por gravedad. Sin embargo, dado que todos los grandes fundos emplean riego tecnificado (por goteo) para sus cultivos, la recarga del acuífero es mucho más lenta y preocupante.

Tabla 32, el 41,81% de los encuestados indica que participa en la GIRH, el 30,90% responde que no y el 27,27% señala que si participa. [15] El manejo de las “cuencas hidrográficas” es un proceso de planificación que engloba la “gestión ambiental”, la OT, el desarrollo regional y acciones orientadas a mejorar la “calidad de vida” de la población dentro de una cuenca, asegurando al mismo tiempo la “sostenibilidad de los ecosistemas”.

Tabla 33, el 52,72% de los encuestados indica que la calidad de servicio del agua es deficiente, el 34,54% responde que la calidad y cantidad no es buena y el 12,72% señala que la tarifa es alta. [24] Entender la “vulnerabilidad de la cuenca” es crucial para el OT según factores de “peligrosidad, riesgos o amenazas”. Un factor importante en la “caracterización de la cuenca” es la “cantidad de agua” disponible y la “calidad”, por los usos que se le atribuye, específicamente para el consumo poblacional (Ordoñez, 2011, pág. 123).

Tabla 34, el 56,36% de los encuestados indica que algunas veces pagaría una cuota adicional por la conservación de la cuenca, el 25,45% responde que sí y el 18,18% señala que no. [25] En la actualidad, los estados han adoptado “mecanismos de retribución por los servicios ecosistémicos”, que suministran agua potable a las comunidades. Los pagos por “servicios ambientales”, son para conservar los “ecosistemas naturales de las fuentes hidrológicas”. (Zegarra, 2014).

Tabla 35, el 60,0% de los usuarios indica que si son importantes los mecanismos de participación en la GIRH, el 23,63% responde que algunas veces y el 16,36% señala que no. [24] El manejo de los “recursos hídricos” en el marco de las “cuencas hidrográficas”, empleando soluciones económicamente viables, socialmente aceptables y ambientalmente sostenibles, se presenta como una estrategia óptima no solo para gestionar de manera eficiente estos recursos, sino también para reducir y mitigar la “vulnerabilidad” frente a los “desastres naturales”.

V. CONCLUSIONES

1. Del análisis de los diferentes indicadores, se obtuvo el **WSI = 0,57**, que señala que la gestión de la cuenca del río Ica, es de **SOSTENIBILIDAD INTERMEDIA**, es decir, se encuentra en nivel moderado de sostenibilidad. Esto implica que, aunque se están realizando esfuerzos para gestionar y conservar los “recursos naturales” y el “medio ambiente de la cuenca”, todavía hay áreas significativas de mejora, es decir la sostenibilidad intermedia de la cuenca, está en un estado de transición, donde se están logrando algunos avances hacia la sostenibilidad, pero se requiere una mayor planificación, inversión y cooperación para alcanzar niveles más altos de sostenibilidad y asegurar la preservación a largo plazo de los “recursos naturales” y la “calidad de vida” de las comunidades que dependen de ellos.
2. “El indicador Hidrología (H) = 0,46”; dentro del “Índice de sostenibilidad de Cuencas (WSI)”, determina que existe una situación moderada o intermedia en términos de la sostenibilidad hidrológica de la cuenca, es decir, la cantidad de agua disponible en la cuenca del río Ica es suficiente para cubrir las necesidades básicas de la población y los ecosistemas, pero puede no ser suficiente para satisfacer todas las demandas, especialmente en épocas de sequía o durante períodos de alta demanda, asimismo, las prácticas de gestión del agua, como la distribución y el uso eficiente, están implementadas pero no de manera óptima.
3. “El indicador de Ambiente (E) = 0,58”; indica que la cuenca tiene un nivel moderadamente favorable en términos de la sostenibilidad ambiental, es decir, la calidad ambiental de la cuenca es relativamente buena, pero no excelente. Los ecosistemas pueden estar en buen estado, aunque algunas áreas pueden estar degradadas o en riesgo debido a la existencia de niveles de contaminación que deben ser evaluados y controlados.
4. “El Indicador Vida (L) = 0,5”; señala un estado intermedio de sostenibilidad en términos de calidad de vida, acceso a servicios básicos como agua potable, salud y bienestar, educación y gobernanza, es decir, las condiciones de vida de las personas en la cuenca son aceptables, pero no óptimas, asimismo, la participación de la comunidad en la “gestión de la cuenca” es moderada, con algunos mecanismos de gobernanza participativa en funcionamiento.

5. “El indicador de Políticas Públicas (P) = 0,75”; sugiere un nivel alto de sostenibilidad en términos de las políticas públicas implementadas para la gestión de la cuenca del río Ica, es decir, existe un marco regulatorio sólido y bien desarrollado que respalda la “gestión sostenible de la cuenca”, por lo tanto, las leyes y regulaciones ambientales son adecuadas y se aplican de manera efectiva.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que para el “Indicador Hidrología (H)”, en las cuencas hidrográficas del río Ica, se debe realizar monitoreos continuos de caudal, implementando estaciones de monitoreo para registrar de manera continua los niveles y caudales de agua, asimismo, implementar técnicas para promover la recarga de acuíferos y controlar el uso de agua subterránea para evitar la sobreexplotación de los acuíferos.
2. Para el “Indicador Ambiente (E)”, se debe implementar planes de reforestación y restauración ecológica para recuperar áreas degradadas, estableciendo zonas de protección alrededor de las fuentes de agua para prevenir la contaminación. Asimismo, se debe promover prácticas agrícolas sostenibles e integrar la conservación ambiental en la planificación y ordenamiento territorial de la cuenca.
3. Se recomienda que para el “Indicador Vida (L)”, de las cuencas hidrográficas, debe de estar enfocada en la salud y el bienestar de las comunidades humanas y la biodiversidad que dependen de estos ecosistemas, optimizando el acceso a agua potable y servicios de saneamiento para las comunidades locales e implementando programas de monitoreo y control de enfermedades transmitidas por el agua y vectores, para lo cual se deben realizar campañas educativas para informar a la comunidad sobre la importancia de conservar la biodiversidad y los recursos hídricos.
4. Para el “Indicador Políticas Públicas (P)”, se recomienda promover la ejecución de programas integrales de manejo de cuencas que involucren a múltiples actores y sectores gubernamentales, estableciendo plataformas de coordinación interinstitucional para la GIRH, desarrollando y fortaleciendo marcos legislativos y normativos que protejan los recursos hídricos y promuevan prácticas sostenibles a través de la participación activa comunitaria y consulta pública en la toma de decisiones en relación la contaminación y la sobreexplotación del agua.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. L. Delgado Villaverde, “APLICACIÓN DE LOS INDICADORES DEL ÍNDICE DE SOSTENIBILIDAD DE CUENCAS (WSI) EN LAS SUBCUENCAS DEL RÍO MANTARO,” Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2018.
- [2] Y. Y. Zambrana Sevilla, “PLAN DE MANEJO Y GESTIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN FRANCISCO,” Universidad Nacional Agraria, 2008.
- [3] J. L. Muñoz Marcelllo, “GESTIÓN, INSTITUCIONALIDAD Y GOBERNANZA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RIO VINCES. CANTONES VALENCIA, QUEVEDO Y MOCACHE (ECUADOR),” Universidad Nacional Del Sur, 2021.
- [4] J. L. Esteban Jiménez and J. C. Mayorga Rojas, “CRECIMIENTO POBLACIONAL, CAMBIO DE USO DE SUELO Y SU IMPACTO EN LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RIO ICA, PERÚ,” *Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 6, no. 3, pp. 1485–1502, 2022.
- [5] A. P. Melgar Reyes, “Huella hídrica para la eco-eficiencia organizacional y la gestión integrada de recursos hídricos de una cuenca: el caso del CITE agroindustrial de Ica,” Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2020.
- [6] MINAM - PERÚ, *Diagnóstico de servicios ecosistémicos en la cuenca integrada del río Ica para la implementación de un Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos.*, vol. 1. Lima - Perú, 2020.
- [7] J. A. Baculima Sáenz and N. G. Camposano Pineda, “ANÁLISIS Y PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RIO MINAS EN LA PARROQUIA BAÑOS, CANTÓN CUENCA,” Universidad Politécnica Salesiana, 2022.
- [8] R. P. Carbajal Perez and R. A. J. Taza Rojas, “Determinación del balance hídrico de la cuenca del rio Ica mediante índices de confiabilidad de tiempo y volumen,” Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, 2023.
- [9] H. G. Tarazona Roldán, “MODELAMIENTO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO ICA CON FINES DE PREVENCIÓN DE INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE ICA,” Universidad Agraria La Molina, 2016.
- [10] H. C. Diaz Roque, “GESTIÓN INTEGRAL ESTRATÉGICA PARA LA RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL RÍO CHILLÓN, 2020’.”, Universidad privada Del Norte, 2022.

- [11] D. K. Pazce Zúñiga, “Propuesta de Gestión Ambiental de la subcuenca del río Cunas-Junín,” Universidad Nacional Mayor De San Marcos, 2010.
- [12] D. R. López Ramos, “ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CHILI MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL INDICE DE SOSTENIBILIDAD DE CUENCAS (ISC),” Universidad Católica de Santa María, 2022.
- [13] R. A. Cacsire Ponce and V. M. Valencia Córdova, “EVALUACIÓN DEL INDICES DE CALIDAD AMBIENTAL FISICOQUÍMICOS DE LA LAGUNA TINQUICOCHA MEDIANTE LA METODOLOGÍA ICA-PE EN EL DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO EN EL AÑO 2018-2019,” Universidad Católica de Santa María, 2021.
- [14] G. M. Ibañez Esquivel, “Elaboración de un plan de manejo ambiental para la conservación de la sub cuenca del rio San Pablo en el Cantón de la Maná, provincia de Cotopaxi,” “Universidad Técnica de Cotopaxi,” 2012.
- [15] T. M. Yaguachi Cuenca, “Diagnóstico ambiental y desarrollo del plan de manejo y conservación de la subcuenca del río Chillayacu de la cuenca media del Río Jubones en la provincia de El Oro,” Universidad Central Del Ecuador, 2013.
- [16] M. E. Cuenca Palacios and A. M. Pazuña Gómez, “Evaluación ambiental de los recursos hídricos de la microcuenca Tzunantza, abastecedora de agua para consumo doméstico, Cantón Zamora,” Universidad Nacional de Loja, 2011.
- [17] M. J. Carrillo Barranco and A. C. Jiménez Guzmán, “Evaluación ambientales por el uso y manejo de productos agroquímicos,” Universidad De La Costa, 2020.
- [18] L. Chipana Sosa and M. I. Llacta Conislla, “Buenas prácticas ambientales en los actores de desarrollo agrario del distrito de Acobamba - Huancavelica,” Universidad Nacional De Huancavelica, 2019.
- [19] M. A. Canales Torres, “MODELACIÓN DEL PROCESO PRECIPITACIÓN ESCORRENTÍA EN LA CUENCA DEL RÍO ICA,” Universidad Nacional Agraria La Molina, 2015.
- [20] OCDE, *Gobernanza del Agua en Perú*. Paris: OECD Publishing, 2021.
- [21] <https://gidahatari.com/ih-es/5-claves-para-la-sostenibilidad-del-acuifero-de-ica>, “5 claves para la sostenibilidad del acuífero de Ica,” 2015. .
- [22] A. del P. Pretell Fernandez, “Análisis de la gestión en el periodo 2017 – 2021 de la microcuenca hidrográfica del río Amojú mediante el Índice de Sostenibilidad de Cuencas (WSI), Jaén - Perú,” Universidad ESAN, 2023.
- [23] V. R. Osorio Yupanqui, “EL AGUA Y LA SUPERFICIE INSTALADA CON CULTIVO EN EL VALLE DE LA PROVINCIA DE ICA-PERÚ, EN EL PERIODO 2011 – 201,” Universidad Nacional “San Luis Gonzaga,” 2020.
- [24] F. A. Ambuludi Pacheco, “DETERMINACIÓN DEL NIVEL DEL CAUDAL DE

AGUA Y ALTERNATIVAS DE CONSERVACIÓN DE LA MICRO CUENCA

“QUEBRADA LOS MONOS” AFLUENTE DEL RÍO SANTA ROSA,” Universidad Técnica de Machala, 2016.

- [25] J. D. Castañeda Requejo, “Valoración económica, social y ambiental de los servicios ecosistémicos de regulación hídrica, en Cutervo - Cajamarca,” Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2021.