

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN**



**"UMBRAL DE COSTO-EFICACIA EN LA INVERSIÓN PÚBLICA DE  
RECUPERACIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE  
REGULACIÓN HÍDRICA EN ECOSISTEMAS ANDINOS"**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR TÍTULO  
DE ECONOMISTA**

**MIGUEL ANGEL BERNUY ALLPOCC**

**LIMA - PERÚ**

**2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN**

**“UMBRAL DE COSTO-EFICACIA EN LA INVERSIÓN PÚBLICA  
DE RECUPERACIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE  
REGULACIÓN HÍDRICA EN ECOSISTEMAS ANDINOS”**

**PRESENTADO POR  
MIGUEL ANGEL BERNUY ALLPOCC**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR  
TÍTULO DE ECONOMISTA**

**Sustentado y aprobado ante el siguiente Jurado:**

.....

Mg. Sc. Agapito Linares Salas

**Presidente**

.....

Dr. Luis Alberto Jiménez Díaz

**Asesor**

.....

Dr. Carlos Enrique Orihuela Romero

**Miembro**

.....

Mg. Sc. Miguel Ángel La Rosa Salazar

**Miembro**

Lima-Perú

2021

## **DEDICATORIA**

A mi padre Luis, mi madre Antonia, mi hermano Jorge, mi hermana Melissa y mi otra familia, que a pesar de estos difíciles momentos, supieron comprender y apoyar el tiempo dedicado a cursar y elaborar esta monografía. Una mención especial a mi abuelo Oscar Bernuy Verand, que es un símbolo de fortaleza, sacrificio y dedicación en el ámbito profesional, quien me ha impulsado a superarme desde mi infancia; y a los amigos, dentro y fuera de la oficina, que permitieron enriquecer mis conocimientos discusiones y debates.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial a mi asesor, Dr. Luis Jiménez Díaz, por su apoyo, disposición de tiempo para la elaboración de la presente monografía. Asimismo, mi gratitud por el tiempo y dedicación a Luis Ledesma, Marco Gutierrez y todos los profesionales que intervinieron brindando aportes y comentarios para la mejora de la monografía.

## ÍNDICE GENERAL

|        |  |    |
|--------|--|----|
| I.     | INTRODUCCIÓN.....  | 1  |
| 1.1.   | Problemática.....  | 1  |
| 1.2.   | Objetivos de la monografía.....  | 3  |
| 1.2.1. | Objetivo General.....  | 3  |
| 1.2.2. | Objetivos específicos.....   | 3  |
| II.    | MARCO TEÓRICO.....   | 5  |
| 2.1.   | La teoría económica y los proyectos públicos.....                      | 5  |
| 2.1.1. | Asignación de bienes y servicios públicos.....                         | 5  |
| 2.1.2. | Orientación teórica de la evaluación de proyectos públicos.....        | 6  |
| 2.1.3. | El mercado de los proyectos públicos.....                              | 8  |
| 2.1.4. | La normatividad de la inversión pública en el Perú.....                | 10 |
| 2.2.   | Evaluación económica de los servicios ecosistémicos.....               | 12 |
| 2.2.1. | Definición de servicio ecosistémico.....                               | 12 |
| 2.2.2. | Los servicios ecosistémicos en un panorama económico.....              | 12 |
| 2.2.3. | Concepto de valor de bienes y servicios ecosistémicos.....             | 14 |
| 2.3.   | Evaluación de proyectos en servicios ecosistémicos.....                | 16 |
| 2.3.1. | Indicadores de evaluación de proyectos ambientales.....                | 16 |
| 2.3.2. | Análisis costo-eficiencia en proyectos de servicios ecosistémicos..... | 19 |
| 2.3.3. | Método Bootstrap.....  | 22 |
| III.   | MARCO METODOLÓGICO.....  | 24 |
| 3.1.   | Delimitación temporal y de ámbito geográfico.....                      | 24 |
| 3.1.1. | Delimitación temporal.....   | 24 |
| 3.1.2. | Ámbito geográfico.....   | 25 |
| 3.2.   | La naturaleza del estudio: Monografía.....                             | 25 |
| 3.2.1. | Tipo de investigación.....   | 25 |
| 3.2.2. | Tipo de estudio por variables.....                                     | 25 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 3.3.   | Población y muestra .....  | 25 |
| 3.3.1. | Población .....  | 25 |
| 3.3.2. | Muestra .....  | 26 |
| 3.4.   | Las fuentes estadísticas consultadas.....                          | 26 |
| 3.4.1. | Fuente de información .....  | 26 |
| 3.4.2. | Técnica de recolección.....  | 26 |
| 3.4.3. | Procedimientos y análisis de datos .....                           | 26 |
| 3.5.   | Procedimiento lógico para el logro de los objetivos .....          | 26 |
| 3.5.1. | Diseño metodológico de identificación de proyectos .....           | 26 |
| 3.5.2. | Diseño metodológico de la identificación de costos y efectos ..... | 28 |
| 3.5.3. | Diseño metodológico de umbral costo-eficiencia.....                | 29 |
| 3.5.4. | Descripción de las variables .....                                 | 30 |
| 3.5.5. | Descripción del Modelo.....  | 31 |
| IV.    | RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                                       | 33 |
| 4.1.   | Resultados de identificación de proyectos de inversión .....       | 33 |
| 4.2.   | Resultados de la recopilación.....                                 | 36 |
| 4.3.   | Resultados del umbral costo-eficiencia.....                        | 39 |
| 4.4.   | Discusiones de los resultados.....                                 | 40 |
| 4.4.1. | Marco normativo.....   | 40 |
| 4.4.2. | Umbral costo-eficiencia.....                                       | 41 |
| V.     | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....                               | 43 |
| 5.1.   | Conclusiones .....   | 43 |
| 5.2.   | Recomendaciones.....   | 44 |
| VI.    | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                   | 46 |
|        | ANEXOS .....   | 54 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Matriz Multicriterio para la priorización de problemas .....                      | 28 |
| Tabla 2: Matriz Multicriterio para proyectos de servicios ecosistémicos .....              | 31 |
| Tabla 3: Descripción estadística del monto de inversión .....                              | 33 |
| Tabla 4: Matriz de análisis multicriterio actualizada.....                                 | 34 |
| Tabla 5: Cartera de proyectos identificados con el análisis multicriterio.....             | 35 |
| Tabla 6: Descripción estadística de costo actualizado de proyectos identificados.....      | 36 |
| Tabla 7: Descripción estadística de inversión, hectárea y valor actual de costos .....     | 37 |
| Tabla 8: Descripción estadística de inversión y recuperación de la cobertura vegetal ..... | 38 |
| Tabla 9: Descripción estadística de inversión y adaptación al cambio climático .....       | 38 |
| Tabla 10: Ratio costo-eficiencia de proyecto y de acción .....                             | 39 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Comparación de la eficiencia de Pareto con el criterio de beneficio-costos ..... | 8  |
| Figura 2: Equilibrio de mercado de bienes y servicios públicos.....                        | 10 |
| Figura 3: Curvas de oferta y demanda del servicio ecosistémico.....                        | 15 |
| Figura 4: Equilibrio de mercado con y sin proyecto .....                                   | 16 |
| Figura 5: Plano en cuadrantes del ratio costo-eficiencia .....                             | 20 |
| Figura 6: Relación entre el CE y una línea de disposición a pagar .....                    | 21 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1: Proceso de revisión de las inversiones en el Banco de Inversión del MEF.....                    | 54 |
| Anexo 2: Lenguaje de programación en R de efecto e inversión de proyectos.....                           | 58 |
| Anexo 3: Lenguaje de programación en R de efecto y costos de recuperación de bosque .                    | 59 |
| Anexo 4: Lenguaje de programación en R de efecto y costos de revegetación de pastos...                   | 60 |
| Anexo 4: Lenguaje de programación en R de efecto y costos de instalación de qochas.....                  | 61 |
| Anexo 6: Lenguaje de programación en R de efecto y costos de instalación de zanjas de infiltración ..... | 62 |

## RESUMEN

La presente monografía tiene como objetivo determinar el umbral costo-eficiencia para las inversiones en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica en ecosistemas andinos con la finalidad de conocer la rentabilidad social de dichas inversiones sin la necesidad de comparar dos alternativas de solución propuestas por las Unidades Formuladoras, se identificó 36 de 784 inversiones registradas en el Banco de Inversiones del MEF en el periodo 2015-2019 que representa un monto de inversión de S/. 303.44 millones de soles equivalente al 9.44% del total de las inversiones registradas. A partir del modelo del beneficio incremental neto del efecto con un nivel de confianza del 95%, se identificó los valores de lambda y los límites mínimos y máximos mediante el método Bootstrap para la inversión en 10,600; 0.69 y 577.25, respectivamente, también se aplicó para las principales acciones. A partir de ello, se determinó el umbral de inversión en S/. 13,229.88 por hectárea, reforestación en S/. 6,874.78 por hectárea, revegetación en S/. 9,764.90 soles por hectárea, instalación de gochas en S/. 215,328.37 por unidad y la implementación de zanjas de infiltración en S/. 9.34 soles por metro lineal.

**Palabras clave:** costo-eficiencia, servicio ecosistémico, regulación hídrica, ecosistema andino, bootstrap, umbral.

## ABSTRACT

The objective of this monograph is to determine the cost-efficiency threshold for investments in the recovery of the ecosystem service of water regulation in Andean ecosystems in order to know the social profitability of said investments without the need to compare two alternative solutions proposed by the Units. Formulators, 36 of 784 investments registered in the MEF Investment Bank were identified in the 2015-2019 period, representing an investment amount of S/. 303.44 million soles, equivalent to 9.44% of the total investments registered. From the model of the net incremental benefit of the effect with a confidence level of 95%, the lambda values and the minimum and maximum limits were identified using the Bootstrap method for investment in 10,600; 0.69 and 577.25, respectively, were also applied for the main stocks. Based on this, the investment threshold was determined at S/. 13,229.88 per hectare, reforestation in S/. 6,874.78 per hectare, revegetation in S/. 9,764.90 soles per hectare, installation of qochas in S / . 215,328.37 per unit and the implementation of infiltration ditches in S/. 9.34 soles per linear meter.

**Key words:** cost-efficiency, ecosystem service, water regulation, Andean ecosystem, bootstrap, threshold.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Problemática

Según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005), los humanos han venido transformado rápidamente los ecosistemas en las últimas décadas, a un ritmo y extensión mucho mayor que otros periodos de la humanidad, disminuyendo la generación de los servicios ecosistémicos; reflejándose que la recuperación y conservación de los servicios ecosistémicos son considerados como activos para el desarrollo sostenible, considerándose también patrimonio natural.

El Ministerio del Ambiente (2014) indica que formamos parte de los 10 países más megabiódicos del mundo y se tiene uno de los bosques amazónicos más grandes del planeta, con un gran potencial para el servicio ecosistémico de captura de carbono y la elaboración de nuevos productos en base a la biodiversidad.

Asimismo, el Ministerio del Ambiente (2015) indica que los ecosistemas aportan con el 13% del PBI en el año 2012, de manera directa e indirecta, sobre distintas actividades económicas y sociales, tales como agricultura, pesca, electricidad, agua y saneamiento, minería, entre otros.

Al respecto, el Ministerio del Ambiente (2019) priorizó 4'168,142 hectáreas de ecosistemas degradados a nivel nacional en el año 2019 para realizar inversiones en recuperación de ecosistemas; entre ellos, se identificó 191,286 hectáreas de ecosistemas andinos degradados de interés hídrico a nivel nacional, siendo estas priorizadas por las entidades públicas para realizar proyectos de inversión.

La degradación de ecosistemas andinos de interés hídrico genera la disminución del servicio ecosistémico de regulación hídrica, que a su vez, afecta severamente a la disminución del servicio ecosistémico de provisión, generando una reducción en el bienestar de la población, principalmente en zonas rurales, al no contar con el recurso hídrico en cantidad y oportunidad para su uso poblacional o agropecuario, ello ocurre principalmente en aquellas de zonas rurales, evidenciando su fuerte dependencia para su supervivencia.

Ante ello, los Gobiernos Subnacionales han elaborado y aprobado más de 100 proyectos de inversión en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica desde el 2015 hasta el 2019. Sin embargo, muchos de estos proyectos no cumplen con los criterios técnicos mínimos establecidos en los “Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión en las tipologías de ecosistemas, especies y apoyo al uso sostenible”, requiriéndose elaborar instrumentos metodológicos más específicos para el uso eficiente de los recursos públicos.

En tal sentido, el Ministerio del Ambiente (MINAM), en calidad de ente rector de los servicios ecosistémicos, elaboró la “Ficha técnica simplificada de proyectos de inversión – recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica” con el fin de dirigir adecuadamente el diseño de este tipo de proyecto en inversiones menores o iguales a 750 Unidades Impositivas Tributarias a las Unidades Formuladoras de los Gobiernos Subnacionales.

Para lo cual, la Dirección General de Economía y Financiamiento Ambiental (DGEFA), en calidad de responsable de los servicios ecosistémicos en el Ministerio del Ambiente, contribuyó en la elaboración de los capítulos de identificación, formulación y evaluación social de la “Ficha técnica simplificada de proyectos de inversión – recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica”.

En el caso particular del capítulo de evaluación social de la mencionada Ficha técnica, el Ministerio de Economía y Finanzas (2019) indica que aplicar la metodología de evaluación costo-eficiencia, costo-eficacia o costo-efectividad en un instrumento metodológico de inversión sectorial, se requiere de la línea de corte o umbral del proyecto de inversión para comparar las acciones propuestas en términos de costos y eficiencia, con la finalidad de conocer si el proyecto es rentable socialmente.

En línea con lo anterior, los proyectos de inversión registrados en el Banco de Inversión del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) presentan la metodología de evaluación de costo-eficiencia (costo por hectárea), costo-eficacia (costo por metro cúbico de agua) y costo-beneficio; seleccionándose la metodología de evaluación de costo-eficiencia, debido a la escasa información presentada en los proyectos de inversión analizados en relación a la estimación de la ganancia hídrica.

En consecuencia, se dispuso elaborar los límites máximos y mínimos del ratio costo-eficiencia y posteriormente determinar la línea de corte o umbral para la “Ficha técnica simplificada de proyectos de inversión – recuperación del servicio ecosistémico de

regulación hídrica” con el fin de cumplir la normatividad vigente y conocer si el proyecto es rentable socialmente sin la necesidad de comparar dos alternativas de solución, que en muchos casos, esta comparación es subjetiva en términos de costos y activos al no contar con un nivel de referencia aprobado por el sector correspondiente.

Por tanto, la presente monografía tiene como objetivo determinar el umbral del ratio costo-eficiencia en inversiones públicas en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica en ecosistemas andinos para la “Ficha técnica simplificada de proyectos de inversión – recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica”.

Alcanzar dicho objetivo requirió de identificar y seleccionar aquellos proyectos de inversión registrados en el Banco de Inversión del MEF, desde el 2015 hasta el 2019, en base a los instrumentos metodológicos de inversión del sector Ambiente; posteriormente, se procedió a sistematizar la información de los proyectos seleccionados en relación a los costos de inversión y operación y mantenimiento disponibles, así como sus efectos mostrados en la recuperación de ecosistemas; y finalmente, se estimó los límites máximo y mínimos del ratio costo-eficiencia para determinar el umbral costo-eficiencia para este tipo de proyectos.

## **1.2. Objetivos de la monografía**

### **1.2.1. Objetivo General**

Determinar el umbral del ratio costo-eficiencia de las inversiones y las principales acciones para el capítulo de la evaluación social de la “Ficha técnica simplificada de proyectos de inversión – recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica”, con la finalidad de evaluar la rentabilidad social de las inversiones desarrolladas por los Gobiernos Subnacionales.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

Identificar las inversiones en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica en el Banco de Inversión del Ministerio de Economía y Finanzas desde el 2015 hasta el 2019, con el fin de seleccionar aquellas inversiones que cumplan con las condiciones mínimas establecidas en los instrumentos metodológicos de inversión del sector Ambiente para su respectivo análisis.

Analizar la información de costos de inversión, operación y mantenimiento y los efectos de las inversiones seleccionadas, así como de las acciones principales propuestas, con el fin de

sistematizar la información para poder estimar los límites máximos y mínimos del ratio costo-eficiencia.

Estimar el intervalo de confianza del beneficio incremental neto del efecto de la inversión y las principales acciones en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica, con la finalidad de conseguir una herramienta que permita identificar la rentabilidad social mediante la metodología costo-eficiencia.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. La teoría económica y los proyectos públicos**

#### **2.1.1. Asignación de bienes y servicios públicos**

La sociedad, representada por el estado, enfrenta el reto de asignar los recursos escasos para satisfacer sus necesidades y maximizar sus beneficios; para ello, deben disponer de las herramientas y mecanismos necesarios para el uso adecuado de los recursos públicos, siendo una de ellas la evaluación de proyectos.

La evaluación de proyecto es una herramienta que permite a los tomadores de decisiones realizar comparaciones comunes entre la asignación de recursos públicos y los objetivos orientados a satisfacer las necesidades de la sociedad.

La aplicación de la evaluación de proyectos es compleja, parte de esta busca cuantificar monetariamente los beneficios obtenidos por el cumplimiento del objetivo y los costos de las acciones que dan solución al problema que afecta a la sociedad, midiéndose a través de indicadores. Las técnicas y métodos a utilizar son variados y entre estas pueden generar resultados no comparables o contradictorios entre sí. Ante ello, se requiere de una metodología formal de formulación y evaluación de proyectos que forme parte de un sistema que permita orientar la asignación y uso eficiente de los recursos públicos por parte del estado.

Jenkins et al. (2011) plantean que el Estado debe valerse de una agrupación de normas y procedimientos para atender las necesidades de la población, enfocándose en la economía del bienestar para estimar los efectos de los proyectos públicos en términos de bienestar social.

Es importante señalar que el mercado asegura el uso eficiente de los recursos bajo ciertas condiciones y supuestos de competencia perfecta; sin embargo, el incumplimiento de estos supuestos permite que el Estado participe en los mercados de ciertos bienes y servicios. Belli et al. (2010) justifican que el Estado debe intervenir, bajo ciertas condiciones, para asegurar la disposición de bienes y servicios públicos.

Vizzio, (2000) indica que existen distorsiones en el mercado como naturales y provocadas, considerando las “distorsiones naturales” como la existencia de externalidades, asimetrías de la información y los mercados incompletos; ello genera fallas en el mercado privado, provocando la existencia de la demanda de otros bienes y servicios que no es satisfecha por una oferta privada, justificando la intervención del Estado.

En tal sentido, el Estado participa en los mercados ofertando bienes y servicios públicos, requiriéndose de un marco normativo que permita asignar eficientemente los recursos y maximice el bienestar social. Este marco normativo, permitirá que la evaluación de proyectos identifique aquellos que maximicen el bienestar de la población y evite la inversión de recursos a las iniciativas que no cumplan con este propósito.

### **2.1.2. Orientación teórica de la evaluación de proyectos públicos**

La economía del bienestar entrega fundamentos teóricos para la evaluación de los proyectos públicos; considerando el concepto de utilidad de los individuos, representado mediante una función matemática en base al nivel de consumo del bien o servicio público.

En base a esta definición, Varian (1987) plantea que las particularidades del individuo sobre las asignaciones, se puede modelar en una función de utilidad, indicándose que las utilidades de los individuos pueden sumarse para establecer una función de utilidad social; considerándose que la suma de funciones de utilidades es la función de bienestar social.

$$W(u_1, u_2, \dots, u_n) = \sum_{i=1}^n u_i \quad (\text{ecuación 1})$$

Del mismo modo, Contreras (2004) menciona que la función de bienestar social es una construcción teórica que representa las preferencias de la sociedad y que permite establecer una priorización en base a los diferentes “estados de la economía” derivados de la ejecución de proyectos públicos. A manera de ejemplo, se acepta el proyecto público si el estado (E1) con proyecto, es preferido por la sociedad al estado sin proyecto (E0); indicándose que la evaluación de proyecto permite realizar comparaciones entre los diferentes “estados de la economía” desde el punto de vista del cambio en el bienestar social.

A partir de la función de bienestar social, Squire y Van Der Tak (1977) establecen la modelación de la función de bienestar social en base a la utilidad del individuo y su nivel de consumo, siendo esta función la misma para todos los individuos de la sociedad. La suma de las funciones de utilidad de cada individuo genera la función de bienestar de la sociedad.

$$W_t = \int_0^n U(c)f(c)dc \quad (\text{ecuación 2})$$

Donde  $U(c)$  es la utilidad derivada del nivel de consumo  $c$ ,  $f(c)$  es la función de densidad de la distribución del consumo.

Entonces esta función de bienestar permite conocer el cambio de un “estado de la economía” generado por un proyecto público, desde el punto de vista de los principios de eficiencia paretiana, derivándose desde la relación de un análisis costo-beneficio del proyecto público y las mejoras de bienestar.

Boardman et al. (2006) mencionan que una asignación pareto eficiente es cuando no existe otra asignación alternativa de recursos en que un individuo mejore sin perjudicar a otro individuo, siendo una asignación ineficiente cuando exista otra alternativa que pueda mejorar sin perjudicar a otros; este conjunto de alternativas ineficientes se denomina “no pareto eficientes”, los cuales permitirán alcanzar “una mejora paretiana”. Entonces un proyecto público que siga el camino de mejora paretiana, se deriva en el incremento en el bienestar de la sociedad.

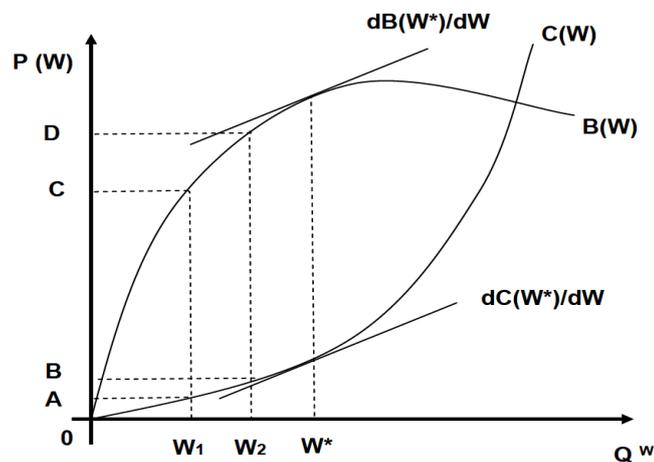
Al respecto, el análisis costo-beneficio es una herramienta que permite asignar los recursos de la sociedad en alcanzar el máximo bienestar social en el marco de la economía del bienestar.

En la literatura, Dupuit, (1995) establece un marco teórico para la medición del bienestar derivado de las obras públicas, denominándolo como “prosperidad”, iniciándose desde el análisis de la provisión pública de bienes, cubriendo el costo del proyecto y generando utilidad neta; dando origen a la evaluación de proyectos como las medidas de mayor consumo y liberación de recursos.

Por otro lado, Boardman et al. (2006) refuerzan el concepto de los principios de eficiencia económica junto a los criterios del enfoque costo-beneficio al derivarse del enunciado de “mejora pareto potencial”, señalándose que el análisis costo-beneficio es el mejor mecanismo para establecer políticas públicas que generan mejoras paretianas “si existe un proyecto o política que presenta beneficios netos positivos (beneficios menos costos), es viable encontrar un conjunto de transferencias, que generen que al menos una persona mejore, sin desmejorar a otras”.

Es decir, si un proyecto cambio el equilibrio de mercado, siendo los individuos de la sociedad parte de los consumidores, propietarios de los activos públicos y pagadores de impuestos, el análisis costo-beneficio permite medir los cambios en la utilidad de los individuos con la finalidad de evaluar si el proyecto representa una mejora para la sociedad.

Entonces, tal y como Edwards (2016) plantea, un proyecto público debe implementarse cuando los beneficios netos son positivos y los ganadores puedan compensar a los perdedores, aun cuando estos últimos no lo puedan hacer.



**Figura 1: Comparación de la eficiencia de Pareto con el criterio de beneficio-coste**

En la Figura 1, se puede apreciar una curva  $B(W)$  que representa los beneficios agregados (consumo de un bien público) de diferentes niveles de consumo de la población  $W$ ; mientras que  $C(W)$  representa los costos agregados de la intervención pública. Entonces cualquier intervención que aumenta  $W$  por ejemplo  $W_1$  a  $W_2$  es recomendable desde el punto de vista paretiano, ya que el costo marginal (distancia  $B-A$ ) es menor que el beneficio marginal (distancia  $D-C$ ), de realizar la intervención. La solución Pareto óptima se logra en  $W^*$ , donde el beneficio marginal social es igual al costo marginal social, cuando se da la máxima distancia vertical entre las curvas  $B(W)$  y  $C(W)$ . De esta manera se relaciona, la evaluación de proyectos públicos con los criterios de eficiencia económica y el análisis costo-beneficio.

### 2.1.3. El mercado de los proyectos públicos

Fontaine (2008) señala que en un sistema económico que se basara exclusivamente en la empresa privada, ciertos productos y servicios no existirían o no se producirían de manera eficiente; pues existen bienes o servicios entregados que son difíciles de establecer los derechos de propiedad y cobrar por ellos sería más caro que entregarlos gratis. Los beneficios

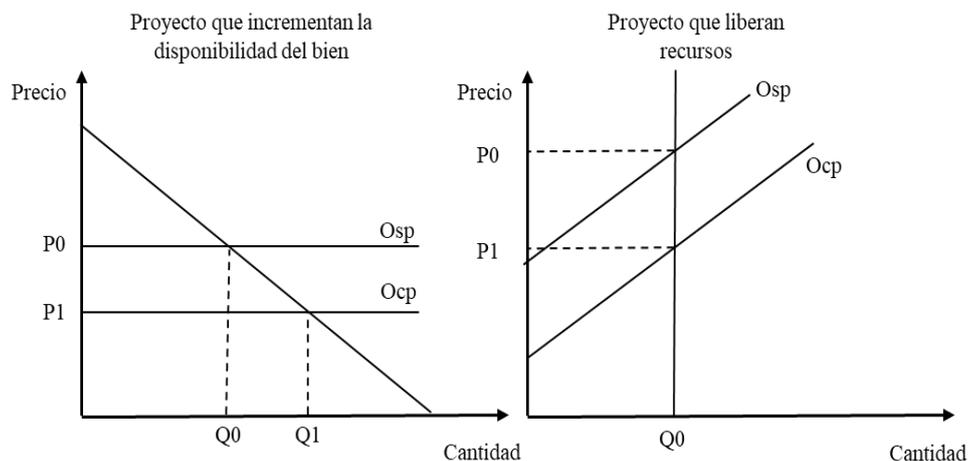
privados para el productor que prestaría este tipo de servicio sería demasiado bajo, por lo que no incentivaría su producción, por más que los beneficios sociales de proveerlos pudieran más que justificar los costos. Debido a esto, si los beneficios sociales son mayores que los privados, la sociedad debe subvencionar los proyectos que provean estos servicios, el mismo caso si los costos privados sean mayores que los costos sociales.

Cuadros et al. (2012) analizan que los efectos de un proyecto público en el mercado de bienes o servicios públicos, se inicia al medir el cambio de la situación sin proyecto del “estado de la economía” en equilibrio de mercado, con la situación con proyecto (implementación de un proyecto público), induciendo un traslado de la oferta del bien o servicio público que disminuya su precio y aumente su cantidad de producción, generando una mayor accesibilidad en oportunidad a más individuos.

Estos efectos pueden ser mayores o menores y depende de la elasticidad de la oferta y demanda del bien o servicio público, generando a su vez, métodos de cuantificación monetaria de los beneficios sociales, tanto como el “aumento de disponibilidad del bien” o por “liberación del uso de recursos”.

En relación a los proyectos públicos que “aumentan la disponibilidad del bien”, estos generan un incremento de la oferta que provoca una disminución de precio y un incremento de su consumo, siendo la curva de oferta perfectamente elástica en muchos casos de proyectos como electrificación, agua potable, entre otros.

En los proyectos públicos de “liberación del uso de recursos”, se generan los beneficios sociales a partir del ahorro de costos de los consumidores, debido que la ejecución de estos proyectos públicos modifica los precios del acceso al bien o servicio público, pero no modifican significativamente la cantidad demandada; infiriendo que las demandas tienen un comportamiento similar a las perfectamente inelásticas. Ejemplos, los proyectos de aeropuertos, muelles, carreteras, entre otros de misma característica, se encuentran en este tipo de proyectos.



**Figura 2: Equilibrio de mercado de bienes y servicio públicos**

Aguilera et al. (2011) mencionan que existen proyectos públicos de difícil medición y valoración monetaria de los beneficios sociales por no tener un mercado observable, pero se puede determinar la situación con y sin proyecto. Asimismo, considera que una alternativa para medir la rentabilidad social de estos proyectos es la metodología de evaluación costo-eficiente que permite la selección de la alternativa con menor costo que se aproxime a un mayor beneficio. A manera de ejemplo, se encuentran los proyectos de educación, justicia, salud, ecosistémicos, entre otros.

#### **2.1.4. La normatividad de la inversión pública en el Perú**

El Ministerio de Economía y Finanzas (2016), en calidad de ente rector de inversión pública en el Perú, crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones o también conocido como INVIERTE.PE que es un sistema administrativo del Estado que tiene como finalidad orientar el uso de los recursos del Estado destinados a inversión pública para proveer bienes y servicios públicos.

Mediante Decreto Supremo No. 284-2018-EF, se aprueba el reglamento del INVIERTE.PE, indicándose que los sectores pueden aprobar metodológicas específicas para la formulación y evaluación de “proyectos de inversión” y “fichas técnicas” en el marco de sus competencias sectoriales; asimismo, dichas metodologías deben guardar coherencia con los instrumentos metodológicos de inversión generales validados por el Ministerio de Economía y Finanzas.

En la “Guía General para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión”, se indica que las inversiones pueden evaluarse mediante la metodologías de

evaluación costo-beneficio o costo-eficiencia, costo-eficacia o costo-efectividad, cuyos flujos netos deben llevarse al tiempo presente con la tasa social de descuento establecida por el sector competente o del ente rector (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019).

En la mencionada Guía General, las metodologías de evaluación costo-eficiencia, costo-eficacia o costo-efectividad, comúnmente denominado CE, se utilizan cuando no se puede estimar, en términos monetarios, los beneficios sociales del proyecto, ello se realiza con la finalidad de medir el vínculo entre la ejecución de los recursos públicos y los efectos que genera el proyecto público.

Cabe señalar que la evaluación mediante costo-eficiencia permite medir el vínculo entre el resultado de la intervención en la unidad productora con los costos empleados; la evaluación mediante costo-eficacia permite medir el vínculo entre el resultado del objetivo de la inversión con los costos empleados; y la evaluación mediante costo-efectividad; permite medir el vínculo entre el resultado de la finalidad de la inversión con los costos empleados.

En línea con lo anterior, el indicador de rentabilidad social de la metodología de evaluación de las metodologías de evaluación de CE, se denomina ratio CE que es la relación entre el valor actual del costo social incremental (VACS) y la variación del indicador de CE en la situación con y sin proyecto.

$$CE = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{CST_{cp} - CST_{sp}}{(1 + TSD)^t}}{\sum_{t=0}^n (IE_{cp} - IE_{sp})} \quad (\text{ecuación 3})$$

Donde,  $CST_{cp} - CST_{sp}$  es el costo social incremental de la situación con y sin proyecto,  $n$  es el horizonte de evaluación del proyecto,  $TSD$  es la tasa social de descuento de la inversión, y  $IE_{cp} - IE_{sp}$  es el efecto incremental de la situación con y sin proyecto.

Es importante mencionar que la aplicación de la metodología de evaluación costo-eficiencia, costo-eficacia o costo-efectividad requiere que el sector correspondiente determine la línea de corte o umbral del ratio CE. Esta línea de corte o umbral del ratio CE significa que si proyecto público tiene un ratio costo-eficiencia menor o igual a la línea de corte o umbral establecida por el sector correspondiente, el proyecto público es rentable socialmente.

## **2.2. Evaluación económica de los servicios ecosistémicos**

### **2.2.1. Definición de servicio ecosistémico**

En la literatura económica existen muchas definiciones de servicios ecosistémicos y de los instrumentos que derivan de esta definición con la finalidad de recuperar, conservar y usar sosteniblemente estos servicios para beneficios de la población.

Daily (1997) define los servicios ecosistémicos como una serie de condiciones y procesos que permiten a los ecosistemas, y las especies inmersas en el ecosistema, satisfacer a las necesidades de la sociedad. Esta definición permite una distinción importante entre bienes y servicios ecosistémicos. Los bienes ecosistémicos son los productos materiales que resultan de los procesos de los ecosistemas; mientras que los servicios ecosistémicos son las mejoras en la condición o ubicación de los objetos de valor para la sociedad, como la provisión de agua, carbono, etc.

Costanza et al. (1997) menciona que la diferencia entre bienes y servicios ecosistémicos, requiere de una agrupación de los tipos de los servicios ecosistémicos. Dicho agrupamiento fue adoptado por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, el cual tiene como ventaja la simplicidad en su agrupación y como desventaja la pérdida de la relación entre la función de los servicios ecosistémicos y la provisión de bienes ecosistémicos.

En el Perú, se aprobó la Ley No. 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos, que define los servicios ecosistémicos como aquellos beneficios económicos, sociales y ambientales que las personas perciben del buen funcionamiento de los ecosistemas; considerando como patrimonio del Estado a los servicios ecosistémicos, entonces, estos servicios ecosistémicos son considerados como servicios públicos.

En ese sentido, cada instrumento técnico-normativo que apruebe el Estado en referencia a la recuperación, conservación y uso sostenible de los servicios ecosistémicos, deben guardar coherencia con lo establecido en la Ley No. 30215, y la “Ficha técnica simplificada de proyectos de inversión – recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica” no es la excepción.

### **2.2.2. Los servicios ecosistémicos en un panorama económico**

Como se mencionó anteriormente, los servicios ecosistémicos brindan beneficios a la población de manera eficiente, cuando estos ecosistemas funcionan adecuadamente; siendo

apropiado mencionar que los servicios ecosistémicos encajan en un panorama de teoría económica.

Según Krutilla y Fisher, (1976) y Kneese y Bower (1979) reconocen que la relevancia y la singularidad de los recursos naturales en la producción y el crecimiento económico de las sociedades; entonces, usando la función de producción o modelo de crecimiento para una economía convencional, se agrega la variable de recursos natural ( $M$ ), presentando la siguiente fórmula:

$$Y = f(K, L, M) \quad (\text{ecuación 4})$$

Donde  $Y$  es la cantidad total de bienes y servicios producidos en una economía y  $K$ ,  $L$  y  $M$  son las cantidades totales de capital, trabajo y recurso natural disponibles en una economía, respectivamente.

Brown et al. (2006) señala que los procesos de los ecosistemas son similares a una función de producción; por consiguiente, los procesos ecosistémicos, se pueden considerar como funciones naturales de producción o transformación.

$$E_j = r(N/H) \quad (\text{ecuación 5})$$

Donde  $E_j$  es la producción del servicio ecosistémico,  $r(.)$  es la función de producción o transformación natural,  $N$  representa el capital natural y  $H$  indica los procesos ecosistémicos que a menudo se ven dañados por intervenciones humanas, resaltando que este proceso ecosistémico no requiere de la participación humano sino más bien de su cuidado y protección para que trabaje adecuadamente.

Brown et al. (2006) también indica que un ecosistema saludable otorga un flujo natural de servicios ecosistémicos. En el caso de una cuenca, el flujo se deriva del capital natural (ecosistema) que lo conforma las precipitaciones, el terreno, suelos, acuíferos y biomasa (plantas y animales), siendo la función  $r(.)$  los procesos ecológicos e hidrológicos que generan un flujo natural caudal de los ríos en la cuenca.

$$\text{Flujo natural del caudal} = r(PP, \text{suelos}, \text{acuíferos}, \text{biomasa}) \quad (\text{ecuación 6})$$

Asimismo, mencionan que los bienes y servicios producidos por un agente económico, se derivan de la combinación del servicio ecosistémico, el trabajo y el capital en un contexto de teoría económica.

$$Q = q(K, L, SE) \quad (\text{ecuación 7})$$

Donde  $Q$  es un bien o servicio producido por un agente económico (individuo, empresa o gobierno),  $q(.)$  es un proceso de producción,  $SE$  representa los servicios ecosistémicos necesarios para producir el bien o servicio,  $K$  representa el capital,  $L$  representa el nivel de empleo requerido. De esta manera, se muestra que cada uno de los factores de producción ( $K$ ,  $L$  y  $SE$ ) son el resultado de sus propias funciones internas de producción.

### **2.2.3. Concepto de valor de bienes y servicios ecosistémicos**

Brown et al. (2006) menciona que los servicios ecosistémicos, al igual que los demás factores de producción, son valiosos para el desarrollo sostenible de la sociedad; entonces estos factores de producción son parte de la función de utilidad de los individuos y por ende de la sociedad.

$$U = u[E^1, Q(K, L, E^2)] \quad (\text{ecuación 8})$$

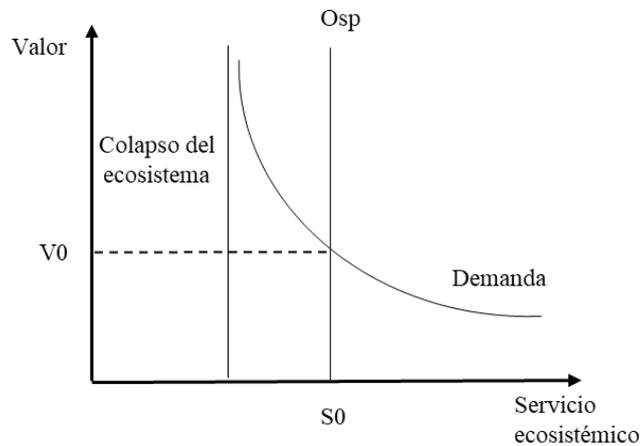
Donde  $E^1$  significa aquellos servicios ecosistémicos que ingresan a la función de utilidad sin ningún otro insumo y  $E^2$  representa un conjunto de servicios ecosistémicos que requieren de otros insumos (es decir, elementos de  $L$  y  $K$ ) para alcanzar el nivel de consumo.

Asimismo, señala que el valor económico se puede utilizar como elemento para el análisis de costo-beneficio o análisis de costo-eficiencia. En el análisis costo-beneficios, se compara los beneficios de una política o un proyecto con los costos en su implementación; mientras, que el análisis costo-eficiencia, existe la decisión de incrementar la provisión del servicio ecosistémico mediante una política o un proyecto, requiriéndose conocer si la alternativa de solución o acciones planteadas son las eficientes en términos de costos.

Salzman (2005) plantea que las tomas de decisión en proteger y degradar los ecosistemas, se basan en el interés de los individuos y si estos tomadores de decisiones cuentan con la información necesaria para comparar si se requiere la implementación de una política o de un proyecto sobre los beneficios que obtendría la sociedad.

Al respecto, la representación de la curva de demanda del servicio ecosistémico, se basa en la disposición a pagar marginal del conjunto de individuos, siendo el valor económico para dicho individuo la cantidad máxima que la persona estaría dispuesto a pagar por tener beneficios; es decir, si existen mucha disponibilidad del servicio ecosistémico la disposición a pagar marginal es pequeña, pero si el servicio ecosistémico disminuye, la disposición a pagar aumenta (Pearce, 2007).

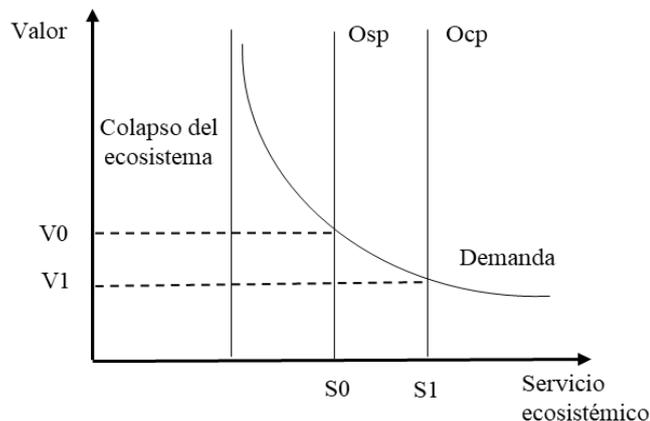
En relación a la curva de oferta del servicio ecosistémico, se indica que tiene una inelasticidad perfecta; es decir, si existe una mayor protección del ecosistema, habrá una mayor cantidad del servicio ecosistémico que a su vez significaría un mayor incremento del costo de protección (Fisher et al., 2008).



**Figura 3: Curvas de oferta y demanda del servicio ecosistémico**

Al respecto, los servicios ecosistémicos vienen siendo afectados debido al crecimiento de la actividad humana, reflejándose en la disminución de su provisión que podría afectar severamente en el bienestar de la población, fundamentalmente aquella de las zonas rurales, que en su mayoría tienen una fuerte dependencia de los ecosistemas para su supervivencia y el desarrollo de sus actividades; generando un traslado de la curva de oferta hacia la izquierda en la Figura 3.

La articulación entre los agentes que vienen degradando los ecosistemas y los que requieren de sus servicios es escasa o casi nula, por lo que el Estado interviene a través de proyectos de inversión en el marco del INVIERTE.PE, con el objetivo de recuperar y mantener la capacidad de producción de los servicios ecosistémicos afectados.



**Figura 4: Equilibrio de mercado con y sin proyecto**

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4, se puede apreciar el efecto de la formulación y ejecución de un proyecto público en recuperación de un servicio ecosistémico priorizado, logra que se desplace la curva de oferta hacia la derecha, al “estado de la economía” con proyecto; generando que se recupere el servicio ecosistémico perdido.

### **2.3. Evaluación de proyectos en servicios ecosistémicos**

#### **2.3.1. Indicadores de evaluación de proyectos ambientales**

Según Montgomery et al. (1994) indican que los proyectos en materia de conservación o recuperación de la naturaleza tienen como objetivo el aumento en la población de una especie, hábitat o servicio ecosistémico y los estudios de valoración económica presenta información útil para los tomadores de decisiones, pero no indica el nivel socialmente óptimo para la naturaleza, siendo una alternativa medir los efectos del proyecto mediante términos biológicos, físicos o biofísicos.

Cullen et al. (2005) mencionan que es probable que las acciones propuestas que miden diferentes efectos, sean útiles en situaciones en las que los tomadores de decisión elijan acciones de menor costo para lograr el objetivo de conservación o recuperación de la naturaleza; siendo los estudios de disposición a pagar una desventaja en la toma de decisiones al no centrarse en los parámetros de los efectos, por lo que se requiere de otras técnicas de evaluación para la toma de decisiones.

Busch y Cullen (2009) señalaron que muchos proyectos financiados bajo el diseño para proteger y promover las poblaciones de especies, hábitats o servicios ecosistémicos están

obligados a demostrar los beneficios de sus esfuerzos en relación a la conservación biológica mediante el método de costo-eficiencia.

Austin et al. (2015) y Laycock et al. (2009, 2011, 2013) utilizaron los costos de las acciones de gestión en la conservación y sus resultados a nivel de especies, hábitat y servicios ecosistémicos como parte de una evaluación crítica de la eficiencia o costo-eficiencia de los programas de conservación analizados, sin necesidad de estimar la disposición a pagar de cada individuo.

Cullen et al. (2012) indican que los métodos para evaluar la eficiencia económica de los proyectos de conservación de la especies, hábitats o servicios ecosistémicos generalmente implican la falta de disponibilidad de datos o la incapacidad de cuantificar monetariamente los beneficios, llevan a impulsar otros métodos de evaluación. El método más común utilizado es el análisis de costo-eficiencia y en mucho menor grado el análisis de costo-beneficio. Las mejoras e innovaciones de estos métodos han llevado al desarrollo de otros métodos, incluido la Evaluación de Reducción de Amenazas (TRA), los Años de Protección de la Producción de Conservación (COPY) y el Análisis de Costo-Utilidad (CUA).

El Análisis Costo-Eficiencia simple es más apropiado si el proyecto de conservación puede medir el aumento de unidades por acción producidas a través de diferentes esfuerzos de manejo y si tiene información de cada costo, pero es incapaz de valorar el aumento de unidades por eficiencia (Laycock et al., 2009).

En relación a la Evaluación de Reducción de Amenazas (TRA), se mide el éxito del proyecto de conservación por cada cantidad de unidad de medida deseable mediante la reducción de sus amenazas, antes y después de la implementación del proyecto (Salafsky y Margoluis, 1999). En este caso, no se puede aplicar este indicador por no guardar relación con los criterios mínimos establecidos por el Ministerio de Economía y Finanzas.

Asimismo, los Años de Protección de la Producción de Conservación (COPY) son una medida ponderada priorizada en el tiempo de la mejora o aumento de las especies, hábitats o servicios ecosistémicos, puede compararse las estimaciones de COPY de diferentes proyectos de conservación y dar una relativa eficiencia (Cullen et al., 1999, 2001, 2005; Hughey et al., 2003; y Laycock et al., 2011). En este caso, es inviable aplicar dicho método porque la ponderación de priorización de acciones o inversiones no se aplica para comparar la eficiencia de la inversión pública en el Perú.

El Análisis Costo-Utilidad (CUA) es otra alternativa popular al análisis costo-beneficio, el método Análisis Costo-Utilidad es ampliamente utilizada por los economistas de la salud para medir las mejoras en el estado de salud por dólar gastado con o sin proyecto, quienes presentan análisis estadísticos más sofisticados como regresión univariado o multivariado con remuestreo. Asimismo, indican que dicho método ha sido aplicado en la evaluación de proyectos de conservación en países de Europa y Asia (Laycock et al., 2011). En este sentido, el concepto del método Análisis Costo-Utilidad, se adecua perfectamente a las metodologías establecidas por el ente rector de la inversión pública en el Perú.

Cullen et al. (1999) señalan que las características que hacen atractivo el Análisis Costo-Utilidad para los evaluadores de atención médica también son de importancia para los evaluadores en temas de conservación. Asimismo, desarrollo el indicador de Años de Protección de la Producción de Conservación (COPY) como medio para evaluar la producción obtenida de varios proyectos de conservación, cumpliendo COPY la misma función que “Años de Vida Ajustados por Calidad” (QALY) en la evaluación de atención de salud en el sentido que permite comparar la eficiencia de actividades diferentes.

Cullen et al. (2005) consideran que COPY proporciona una valiosa evaluación del éxito de un proyecto, pero reconocen que no es la única medida posible de éxito para los proyectos de conservación. Una medida alternativa es la brecha entre el puntaje de estado de una especie, hábitat o servicio ecosistémico "con proyecto" y su puntaje de estado "sin proyecto" en el último año del período de estudio. Al respecto, se define una nueva ecuación que lo denominan como  $Ganancia_i$  como el efecto de la situación con proyecto.

$$Ganancia_i = S_{ifw} - \frac{S_{ifw}}{o} \quad (ecuación 9)$$

Dónde  $S_{ifw}$  es el estado de conservación de la especie, hábitat o servicio ecosistémico ( $i$ ) en el año ( $f$ ) con manejo o proyecto ( $w$ ) y  $S_{ifw/o}$  es el estado de conservación de la especie, hábitat o servicio ecosistémico ( $i$ ) en el año ( $f$ ) sin manejo o proyecto ( $w/o$ ).

En consecuencia, la relación entre el costo y la utilidad (beneficio) del proyecto, se puede estimar dividiendo el valor actual de los costos de inversión y manejo de la situación sin y con proyecto de conservación, logrando el Ratio Costo-Utilidad (RCU)

$$Ratio Costo - Utilidad = \frac{C_w - C_w}{\sum_0^t \frac{C_w}{(1+d)^t}} \quad (ecuación 10)$$

Dónde  $C_w$  corresponde a los costos esperados con proyecto de conservación,  $C_{w/o}$  corresponde a los costos esperados sin proyecto de conservación,  $d$  es la tasa de descuento que está sujetos los proyectos de conservación y  $t$  es el horizonte de evaluación del proyecto de conservación.

Al respecto, el *Ratio Costo – Utilidad* guarda mucha similitud con el ratio costo-eficiencia, costo-eficacia o costo-efectividad (CE) de las inversiones públicas en el marco del INVIERTE.PE; en tal sentido, se utiliza el *Ratio Costo – Utilidad* como modelo teórico de las evaluaciones de inversiones pública en servicios ecosistémicos, pero para fines normativos, se denominará como ratio costo-eficiencia (CE) en concordancia con las experiencias en evaluaciones de proyectos de conservación.

Por otro lado, Zicus et al. (2009) utilizaron el método de Razón Costo-Utilidad (ratio costo-eficiencia) para estimar un intervalo de confianza relativo del ratio costo-eficiencia para calcular el número esperado de patos en relación a los costos esperados por cada tamaño de humedal recuperado en Estados Unidos, modificando levemente la ecuación de Ratio Costo-Utilidad para absolver los problemas de incertidumbre.

$$\frac{CyM_w - CyM_{w/o}}{E_w - E_{w/o}} < \lambda \quad (\text{ecuación 11})$$

Donde  $CyM_w$  corresponde a los costos de inversión y mantenimiento llevados a valor actual en la situación con proyecto,  $CyM_{w/o}$  corresponde a los costos de inversión y mantenimiento llevados a valor actual en la situación sin proyecto,  $E_w$  es el estado de conservación de la especie, hábitat o servicio ecosistémico con proyecto,  $E_{w/o}$  es el estado de conservación de la especie, hábitat o servicio ecosistémico sin proyecto, y  $\lambda$  representa el umbral de la Ratio Costo-Utilidad o ratio costo-eficiencia.

### **2.3.2. Análisis costo-eficiencia en proyectos de servicios ecosistémicos**

Boerema et al., (2017) indican que el concepto de servicio ecosistémico ha sido muy útil para poder evaluar diferentes funciones de los ecosistemas dado que vincula intereses ecológicos y socioeconómicos.

Boerema et al., (2016) plantean que el análisis costo-beneficio es un método común para evaluar de proyectos y este método se puede utilizar para evaluar proyectos en servicios ecosistémicos, equilibrando una variedad de beneficios y costos económicos, sociales y ambientales en un solo proyecto; sin embargo, indican que aplicar el análisis costo-beneficio

requiere que todos los beneficios se expresen en valores monetarios, lo que es fuertemente discutido por las técnicas de valoración utilizadas.

Balana et al. (2011) recomiendan el análisis costo-eficiencia como alternativa, desde un enfoque económico, de evaluación de proyectos, permitiendo comparar el costo de inversión y mantenimiento con el o los efectos que el proyecto, considerando que este efecto se podría expresarse en cualquier unidad de medida; pero tiene una principal desventaja, que es complejo integrar los múltiples efectos en uno solo, eligiéndose únicamente el principal para ser materia de evaluación.

Interwies et al., (2004) indican que el gestionar los problemas ambientales, la eficiencia de las acciones planificadas para resolver el problema es un criterio importante, en combinación con las restricciones presupuestarias, se plantea encontrar la estrategia más rentable para resolver los problemas ambientales al menor costo posible; para ello, se aplica un análisis de costo-eficiencia para encontrar una solución óptima y costo-eficiente.

Boerema et al., (2018) menciona que es importante comprender plenamente y poder cuantificar el impacto de las medidas de gestión en todo el sistema ecológico y socioeconómico acoplado. Seleccionar la estrategia de gestión más eficaz para varios objetivos agrega otro grado de complejidad ya que el impacto en los diferentes objetivos no se pudo sumar porque los beneficios se expresan en diferentes unidades.

Asimismo, indican que para el enfoque de ratio de costo-eficiencia (ICER), los proyectos se comparan en relación con una medida de referencia en un plano de costo-eficiencia tanto para el costo como para el efecto.

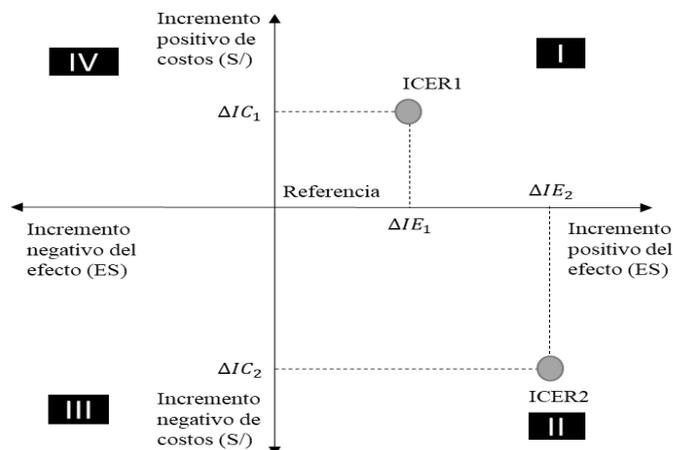
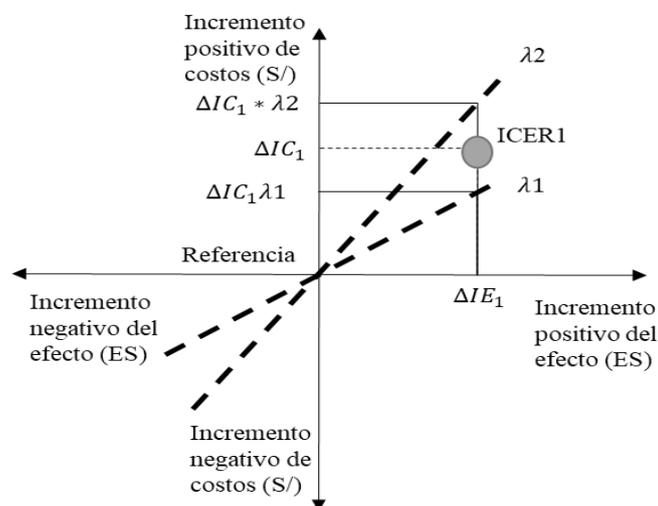


Figura 5: Plano en cuadrantes del ratio costo-eficiencia

En la Figura 5, se puede apreciar que existe cuatro opciones de comparación, el proyecto puede tener mayores costos y un mayor efecto en ES en comparación con la medida de referencia (cuadrante I); menor costo y mayor efecto en ES (cuadrante II); menor costo y menor efecto en ES (cuadrante III); o mayor costo y menor efecto en ES (Cuadrante IV); concluyendo que los proyectos se prefieren a la medida de referencia (Cuadrante II, por ejemplo, ICER2), proyectos que no se prefieren a la referencia (Cuadrante IV), o proyectos para las que no está claro si son preferibles a la referencia. (Cuadrante III y Cuadrante I, ICER1).

Boerema et al. (2018) plantea que en caso de que no se pueda tomar una decisión concluyente en el Cuadrante I, se puede determinar una relación costo-beneficio para comparar el beneficio neto de las alternativas, incluso si los beneficios no se expresan en términos monetarios.



**Figura 6: Relación entre el CE y una línea de disposición a pagar**

En la Figura 6, se puede apreciar que un valor monetario menor ( $\lambda_1$ ) o mayor ( $\lambda_2$ ) (unidad monetaria/ES) resultará en un valor monetario mayor o menor del efecto incremental, siendo ICER1 preferible sobre la referencia en caso se encuentre entre  $\lambda_2$  y  $\lambda_1$ . Cabe señalar que este análisis tiene como ventaja no estimar en términos monetarios los beneficios de la recuperación del servicio ecosistémicos, al encontrar los costos y el efecto del proyecto en un umbral o intervalo de confianza aceptable por la entidad, siendo suficiente para determinar si el proyecto es rentable socialmente.

### 2.3.3. Método Bootstrap

Entre los métodos utilizados para calcular el intervalo de confianza, se presentan los métodos paramétricos (como el Confidence Box, Expansión Series de Taylor, Confidence Ellipse y el Método de Fieller) y no paramétricos como el Método de muestreo repetitivo (Bootstrap).

Polsky et al. (1997) evaluaron la aplicación de los métodos de Confidence Box, Expansión Series de Taylor, Confidence Ellipse, Método de Fieller y Método de muestreo repetitivo en ensayos clínicos aleatorios, encontrándose el Método de muestreo repetitivo (Bootstrap) y el Método de Fieller como los más confiables; sin embargo, el Método de Fieller permite obtener resultados de intervalos de confianza de ratio costo-eficiencia incremental negativo, por lo que sugieren aplicar el Método de muestreo repetitivo.

Adicionalmente, Boerema et al. (2018) utilizan el Método de muestreo repetitivo para estimar los límites máximos y mínimos del ratio costo-eficiencia incremental (ICER) para proyectos con finalidad de recuperación y conservación de los ecosistemas.

El Método de muestreo repetitivo o también llamado método Bootstrap o método de re-muestreo, se aplica ante las limitaciones que existen con métodos convencionales al usar técnicas más robusta (al no asumir ninguna distribución particular de la población), más versátil y conocida cuya importancia radica en que es un método para estimar la distribución de una estadística con muestras finitas (Efron & Tibshirani, 1994).

Alvarez (2000) plantean que el espíritu del método Bootstrap es la idea que, la ausencia de cualquier otro conocimiento sobre la distribución de una población, la distribución de valores encontrada en “una muestra aleatoria de tamaño  $n$  de la población” es la mejor información para aproximar su distribución de probabilidades; para ello, se produce un gran número de muestras a partir de la muestra original (población Bootstrap) y posteriormente calcular el valor de los estadísticos de interés como varianza, promedio, desviación estándar, entre otros, sin necesidad de conocer el proceso generados de los datos.

Efron, (1979) propone la formulación del método Bootstrap inicialmente al considerar una secuencia de variables aleatorias  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$  con distribución común  $F$  desconocida y de valor medio  $\mu$  y de varianza  $\sigma^2$  finitos, pero desconocidos.

Sea  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  una realización de  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$ , entonces una muestra  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  va a desempeñar el rol de población Bootstrap, de esta manera se va a extraer con reposición, un gran número de muestras ( $B$ ) que se denominaran como muestras Bootstrap o re-

muestreo Bootstrap; siendo el objetivo estimar la función de distribución de la población  $F$  o algún aspecto particular.

De esta manera, se empieza a construir la función de distribución empírica  $\hat{F}_n$  que se deriva de la distribución de  $F$

$$\hat{F}_n(x) = \frac{N\{i: X_i \leq x\}}{n} \quad (\text{ecuación 16})$$

Cabe señalar que esta función se obtiene a partir de los valores observados, donde el valor fijo de  $\hat{F}_n$  permite definir una muestra Bootstrap  $(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ , donde el signo \* indica el re-muestreo con reposición de la muestra inicial.

Adicionalmente, Efron & Tibshirani (1994) mencionan que la aproximación Bootstrap es válida para la mayoría de las estadísticas. Si  $B \rightarrow \infty$  entonces las estimaciones del error estándar, del sesgo y del error cuadrático, se igualan a las estimaciones de máxima verosimilitud, teniendo como un valor mínimo de  $B$  de 1,000 para generar buenos resultados.

### **III. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Delimitación temporal y de ámbito geográfico**

##### **3.1.1. Delimitación temporal**

En el MINAM, desempeñe el cargo de Analista Socioeconómico con las funciones principales de contribuir en el diseño de proyectos de inversión pública referidos a servicios ecosistémicos, así como evaluar alternativas para financiar proyectos públicos en servicios ecosistémicos desarrollados por los Gobiernos Subnacionales desde el año 2015 hasta el 2018.

Durante el mismo tiempo, también se desarrollaron actividades como brindar asistencia técnica, revisión técnica y asesorías en la formulación y evaluación en inversiones de servicios ecosistémicos a los Gobiernos Subnacionales y Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento, destacándose las siguientes inversiones con código único de inversión: 2373791, 2341549, 2333016, 2354945, 2353097, 2304570, 2398144, 2109592, 2335300, 2269339, 2322315, 2302186.

Asimismo, se participó en el desarrollo de instrumentos metodológicos de inversión pública vinculados directamente en la formulación y evaluación, se contribuyó en el desarrollo de la “Ficha Técnica de proyectos de inversión Estándar y/o Simplificados - Recuperación de Ecosistemas Andinos, así como el instructivo para su aplicación” (Resolución Ministerial No. 84-2018-MINAM), “Lineamientos para la Formulación de Proyectos de Inversión en las Tipologías de Ecosistemas, Especies y Apoyo al Uso Sostenible de la Biodiversidad” (Resolución Ministerial No. 178-2019-MINAM), “Lineamientos para la Identificación de las Inversiones en Ampliación Marginal, Reposición y Rehabilitación (IOARR) que se Enmarcan como Inversiones en la Tipología de Ecosistemas” (Resolución Ministerial No. 410-2019-MINAM) y la “Ficha Técnica Simplificada de Proyectos de Inversión - Recuperación del Servicio Ecosistémico de Regulación Hídrica” (Resolución Ministerial No. 066-2020-MINAM).

Desde el 2019, desempeño el cargo de Responsable de la Unidad Formuladora de la DGEFA, con la principal función de elaborar y aprobar proyectos de inversión o fichas técnicas de inversiones en “servicios ecosistémicos” y “apoyo al uso sostenible de la biodiversidad”, así como contribuir en el desarrollo de instrumentos metodológicos de inversión como la “Ficha Técnica Simplificada de Proyectos de Inversión - Recuperación del Servicio Ecosistémico de Regulación Hídrica”.

### **3.1.2. Ámbito geográfico**

El lugar de estudio se desarrolló en las oficinas del Ministerio del Ambiente, en Magdalena del Mar, Lima; donde se recopiló y sistematizó la información de las inversiones en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica en ecosistemas andinos desde el 2015 hasta el 2019 del Banco de Inversión.

## **3.2. La naturaleza del estudio: Monografía**

La presente monografía presenta un diseño de “Tipo No Experimental” por no usar métodos que realizan experimentos controlados a sujetos o variables ante un cambio.

### **3.2.1. Tipo de investigación**

Tomando en cuenta las características de los objetivos de la presente monografía, se considera como una “investigación descriptiva de corte transversal”.

### **3.2.2. Tipo de estudio por variables**

Al haber definido que la presente monografía presenta un diseño “no experimental” y considerando que es una investigación descriptiva de característica transversal, se realiza la monografía por tipo de estudio de manera “relacional”, por relacionar las variables de efectos y costos de los proyectos de inversión en servicios ecosistémico de regulación hídrica.

## **3.3. Población y muestra**

### **3.3.1. Población**

Son todas las inversiones (perfiles, fichas técnicas e inversiones de ampliación marginal, reposición y rehabilitación) en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica aprobados y registrados en el Banco de Inversión desde el 2015 hasta el 2019. Es importante señalar que los perfiles y fichas técnicas son considerados en la normatividad peruana como proyectos de inversión.

### **3.3.2. Muestra**

En relación a la muestra, son todas aquellas inversiones en regulación hídrica que cumplan con las condiciones mínimas establecidas en los “Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión pública en diversidad biológica y servicios ecosistémicos” desde el año 2015 hasta el año 2019; para ello, se aplicó un muestreo “no probabilístico” por conveniencia mediante criterios de selección de proyectos en regulación hídrica. Cabe señalar que la muestra es igual a la población.

## **3.4. Las fuentes estadísticas consultadas**

### **3.4.1. Fuente de información**

Se utilizó la información registrada en el Banco de Inversión del Ministerio de Economía y Finanzas y los “Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión pública en diversidad biológica y servicios ecosistémicos” del año 2015.

### **3.4.2. Técnica de recolección**

La técnica de recolección de datos desarrollada en esta monografía fue la documental por haber revisado la información registrados en el Banco de Inversión a nivel de perfil, ficha técnica e inversiones en de Ampliación Marginal, Reposición y Rehabilitación referidos a la recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica.

### **3.4.3. Procedimientos y análisis de datos**

El procesamiento de la información, se realizó con el software Microsoft Office Excel 2013 y el resultado principal de la monografía mediante el R project.

## **3.5. Procedimiento lógico para el logro de los objetivos**

### **3.5.1. Diseño metodológico de identificación de proyectos**

En los “Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión pública en diversidad biológica y servicios ecosistémicos”, establecen las condiciones mínimas para el diseño de proyectos de inversión en el servicio ecosistémico de regulación hídrica, determinan los criterios para realizar inversiones en activos estratégicos para recuperar el servicio ecosistémico.

Cabe señalar que no se aplicó los “Lineamientos para la identificación de las Inversiones de Ampliación Marginal, Reposición y Rehabilitación (IOARR) que se enmarcan como

inversiones en la tipología de Ecosistemas” en la identificación y selección de inversiones al haberse aprobado en diciembre del 2019 y la determinación del umbral costo-eficiencia se realizó en octubre del 2019.

Entre las condiciones mínimas para identificar adecuadamente las inversiones en regulación hídrica, se estableció que su naturaleza de intervención es la RECUPERACIÓN, asimismo, debe existir una demanda del servicio de regulación hídrica, y las acción están orientadas a recuperar dicho servicio en la cuenca de aporte (del punto de captación hacia arriba de la cuenca) mediante procesos de interceptación y retención de agua en los ecosistemas de interés hídrico (humedales y acuíferos) y forestación, reforestación y revegetación en los ecosistemas asociados (pastos naturales y bosques).

De este modo, se determinó criterios de selección de inversiones para proceder a desarrollar el análisis multicriterio para evaluar las inversiones registradas en el Banco de Inversión, con la finalidad de identificar las mejores inversiones para sistematizar su información términos de costos y efectos. En este punto, es importante señalar que realizó el análisis costo-eficiencia por la escasa información del indicador de eficacia en los proyectos seleccionados.

Dichos criterios de selección, servirán para estructurar una metodología de identificación de inversiones en servicios ecosistémicos en base a métodos multicriterio, permitiendo al tomador de decisión establecer un modelo jerárquico de proyecto de inversión (Chen et al., 2012)

Contreras et al. (2008) plantean una matriz para priorizar problemas en base a criterios de selección. Asimismo, indican que los espacios para cada problema se registran con una escala de alto, medio, bajo y nulo, y posteriormente se otorgan valores numéricos con la finalidad de realizar la sumatoria de cada criterio para cada problema; y establecer una prioridad en base a puntuación, en este último se puede utilizar criterios de selección según puntaje.

**Tabla 1: Matriz Multicriterio para la priorización de problemas**

| <b>Criterio 1</b> | <b>Criterio 2</b> | <b>Criterio 3</b> | <b>...</b> | <b>Criterio n</b> | <b>Suma</b> |
|-------------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------|-------------|
| <b>Problema 1</b> |                   |                   |            |                   |             |
| <b>Problema 2</b> |                   |                   |            |                   |             |
| ...               |                   |                   |            |                   |             |
| <b>Problema n</b> |                   |                   |            |                   |             |

Fuente: Contreras et al. (2008)

En este sentido, se utilizará una matriz multicriterio para la priorización y selección de inversiones en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica en ecosistemas andinos, con la finalidad de contar con una cartera de proyectos para que sea analizada desde sus costos y efectos.

### **3.5.2. Diseño metodológico de la identificación de costos y efectos**

Una vez identificado las inversiones, se procedió a aplicar la siguiente metodología para recopilar la información de los costos y efectos de las inversiones. Es importante señalar que el efecto de las inversiones, se medirá a través de la eficiencia del proyecto y de las acciones principales de recuperación del servicio de regulación hídrica, debido a la insuficiente información registradas en los perfiles y fichas técnicas.

Boerema et al. (2018) mencionan que un análisis de costo-eficiencia tiene que seguir los siguientes pasos: (1) recopilación de datos sobre el costo de las acciones o componentes; (2) cuantificar el efecto de cada acción o componente; (3) calcular el costo incremental de cada acción o componente; (4) análisis costo-eficiencia:

- La “recopilación de datos sobre el costo de las acciones o componentes”, es el primer paso importante para el cálculo del costo incremental de las acciones o componente del proyecto, siendo necesario tener todos los costos directos, costos indirectos y de mantenimiento en un periodo de tiempo para el análisis (Duke et al., 2013).
- El “cuantificar el efecto de cada acción o componente” indica que la evaluación del efecto de las acciones o componentes del proyecto permite comparar la eficiencia de los diferentes proyectos con respecto a un objetivo específico, contribuyendo a la generación de beneficios sociales; siendo necesario establecer un indicador común para cada proyecto, así como las acciones o componentes (Boerema et al., 2017).

- El “calcular el costo incremental de cada acción o componente”, menciona que después de recopilar los datos de costos y estimar los efectos de cada proyecto y cada acción o componente, el costo incremental se calcula dividiendo el incremento de costos por el incremento del efecto (Boerema et al., 2018).

### 3.5.3. Diseño metodológico de umbral costo-eficiencia

En relación a la metodología más adecuada para representar la incertidumbre de la estimación del ratio costo-eficiencia incremental (ICER), Boerema et al., (2018) plantean un marco conceptual de los Beneficio Netos para costo-eficiencia.

$$\frac{C_1 - C_0}{E_1 - E_0} < \lambda \quad (\text{ecuación 12})$$

Donde  $C_1$  y  $C_0$  corresponden a los costos esperados con y sin proyecto respectivamente. Asimismo,  $E_1$  y  $E_0$  corresponden a los beneficios esperados de la situación con y sin proyecto, siendo Lambda ( $\lambda$ ), la representación de la disposición a pagar.

Entonces, el Beneficio Incremental Neto del Efecto (BINE), cuyo valor está expresando en unidades del efecto, se puede expresar de la siguiente manera:

$$BINE = (E_1 - E_0) - \frac{(C_1 - C_0)}{\lambda}; \quad BINE > 0 \quad (\text{ecuación 13})$$

Donde la característica lineal del BINE, permite una simple estimación de su varianza y posteriormente una fácil representación de su intervalo de confianza.

$$var(BINE) = \frac{var(E_1 - E_0)}{\lambda^2} + var(C_1 - C_0) - \frac{2 * cov(E_1 - E_0, C_1 - C_0)}{\lambda} \quad (\text{ecuación 14})$$

En línea con lo anterior, se calcula el intervalo de confianza (CI) del BINE con la finalidad de poder estimar los límites máximos y mínimos del ICER de la inversión en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica.

$$\overline{BINE} \pm 1.96 * \frac{Error\ Estandar\ (BINE)}{\sqrt{n}} \quad (\text{ecuación 15})$$

Donde  $\overline{BINE}$  representa al promedio de las variables, n es el tamaño de la muestra de los datos usados para calcular el intervalo de confianza y a un nivel de significancia de 95%.

### 3.5.4. Descripción de las variables

En relación a la identificación de inversiones en regulación hídrica del Banco de Inversión del MEF, se utilizó las siguientes variables:

- Criterio 1: Naturaleza de intervención (recuperación = 1, otro =0)
- Criterio 2: Región (andina=1; otro=0)
- Criterio 3: Año de viabilidad (2015-2019=1; otro=0)
- Criterio 4: Subprograma (relacionados a conservación=1; otros=0)
- Criterio 5: Tipo de inversión (perfil y ficha=1; IOARR=0)
- Criterio 6: Servicio Ecosistémico (Regulación hídrica=1; otros=0)
- Criterio 7: Cobertura Vegetal (nativo=1; exótico=0)
- Criterio 8: Arreglos institucionales (Actas=1; No Actas=0)

Después de haber identificado y seleccionados los proyectos, se procede a recopilar la data de los proyectos, utilizando las siguientes variables:

- *VAC* es el valor actual de costos de la inversión.
- *VACBos* es la inversión, en términos monetarios, de la recuperación de hectárea de bosque. No se considera valor actual por la escasa información.
- *VACPas* es la inversión, en términos monetarios, de la recuperación de hectárea de pasto o bofedal. No se considera valor actual por la escasa información.
- *VACQoc* es la inversión, en términos monetarios, de implementar una qocha o microreservorio. No se considera valor actual por la escasa información.
- *VACZan* es la inversión, en términos monetarios, de implementar una zanja de infiltración. No se considera valor actual por la escasa información.
- *Eff* es el indicador de eficiencia del proyecto, medida en hectárea de ecosistemas recuperados (ha).
- *EffBos* es el indicador de eficiencia de la recuperación de hectárea de bosque (ha).
- *EffPas* es el indicador de eficiencia de la recuperación de hectárea de pasto o bofedal (ha).
- *EffQoc* es el indicador de eficiencia de la implementación de una qocha o microreservorio (und).
- *EffZan* es el indicador de eficiencia de la implementación de una zanja de infiltración (metros lineales).

Posteriormente, se procede a utilizar las variables anteriores para poder estimar el umbral de costo-eficiencia de los proyectos en servicio ecosistémico de regulación hídrica, para ello se tendrán 5 umbrales de costo-eficiencia.

- $n$  representa el horizonte de evaluación de la inversión
- $\lambda$  representa la mínima disposición a pagar cuando el menor intervalo de confianza de BINE se aproxima a cero.
- *BINE* es el Beneficio Incremental Neto del Efecto

### 3.5.5. Descripción del Modelo

En el caso del modelo de identificación de inversiones y tomando en cuenta las variables descritas anteriormente, la matriz multicriterio tiene la siguiente forma:

**Tabla 2: Matriz Multicriterio para proyectos de servicios ecosistémicos**

|                                   | <b>Proyecto 1</b> | <b>Proyecto 2</b> | <b>...</b> | <b>Proyecto n</b> |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|------------|-------------------|
| <b>Naturaleza de intervención</b> |                   |                   |            |                   |
| <b>Región</b>                     |                   |                   |            |                   |
| <b>Año de viabilidad</b>          |                   |                   |            |                   |
| <b>Sub programa</b>               |                   |                   |            |                   |
| <b>Tipo de inversión</b>          |                   |                   |            |                   |
| <b>Servicios ecosistémicos</b>    |                   |                   |            |                   |
| <b>Cobertura vegetal</b>          |                   |                   |            |                   |
| <b>Arreglos institucionales</b>   |                   |                   |            |                   |
| <b>Suma</b>                       |                   |                   |            |                   |

Fuente: Elaboración propia

Las inversiones identificadas deben sumar 8 puntos, ello permitirá conocer si han cumplido con los aspectos técnicos establecidos en los “Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión pública en diversidad biológica y servicios ecosistémicos” del 2015.

En el caso del modelo de recopilación de información, se aplica el supuesto que los costos y efectos de la situación sin proyecto tiene un valor de cero, debido que nunca hubo una intervención del Estado o de un privado en recuperar o conservar los servicios ecosistémicos.

Asimismo, los ICER de las acciones no están considerando la tasa de descuento social y los gastos en operación y mantenimiento, ello se debe que la información en la base de datos

registrada tiene como alcance la totalidad del proyecto y no por acción. Cabe señalar que esta ecuación se utiliza tanto para las acciones de recuperación de bosques y pastos, implementación de qochas y zanjas de infiltración y finalmente al proyecto.

$$ICER_p = \frac{VAC}{Eff} \quad (Ecuación 17)$$

En relación a la estimación del umbral costo-eficiencia, la característica lineal del *BINE* permite una simple estimación de su varianza y por tanto es más fácil representar su intervalo de confianza, siendo su varianza la siguiente ecuación aplicando las variables señaladas anteriormente. También, esta ecuación se utiliza tanto para las acciones de recuperación de bosques y pastos, implementación de qochas y zanjas de infiltración y finalmente al proyecto.

$$var(BINE) = \frac{var(Eff)}{\lambda^2} + var\left(\sum_{t=0}^n \frac{VAC}{(1+r)^t}\right) - \frac{2*cov(Eff,VAC)}{\lambda} \quad (Ecuación 18)$$

En base a la Ecuación 18, se procederá a estimar el intervalo de confianza del *BINE* mediante el Método Bootstrap con una repetición de al menos 10,000 veces (B) para generar una distribución empírica del *BINE*.

$$[BINE_{low} = \hat{\theta} - 1.96 * \widehat{se}_R; BINE_{up} = \hat{\theta} + 1.96 * \widehat{se}_R] \quad (Ecuación 19)$$

Donde  $\widehat{se}_R = \sqrt{\frac{\sum_{b=1}^B [\hat{\theta}^*(b) - \hat{\theta}^*(.)]^2}{B-1}}$ , es el error estándar obtenido de la muestra Bootstrap del *BINE* y  $\hat{\theta}$  es el promedio de la muestra *BINE* del Bootstrap. Con los resultados de la Ecuación 19, se determina el intervalo de confianza del ratio costo-eficiencia y posteriormente el valor máximo es el umbral o la línea de corte del ratio costo-eficiencia.

$$\left[ ICER_{up} = - \frac{\overline{VAC}}{(BINE_{up} - \overline{Eff})}; ICER_{low} = - \frac{\overline{VAC}}{(BINE_{low} - \overline{Eff})} \right] \quad (Ecuación 20)$$

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados de identificación de proyectos de inversión

En relación a la aplicación de los modelos propuestos, se procedió a la búsqueda y descarga de la base de datos de las inversiones con la función “Ambiente” y del programa denominado “Desarrollo estratégico, conservación y aprovechamiento sostenible del patrimonio natural” a nivel nacional registrados en el Banco de Inversión del Ministerio de Economía y Finanzas.

**Tabla 3: Descripción estadística del monto de inversión**

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| <b>Cantidad</b>            | <b>784</b>       |
| <b>Suma (S/)</b>           | 3,215,054,759.93 |
| <b>Promedio (S/)</b>       | 4,100,835.15     |
| <b>Desviación estándar</b> | 11,356,478.41    |
| <b>Máximo valor (S/)</b>   | 225,790,491.00   |
| <b>Mínimo valor (S/)</b>   | 18,115.20        |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 3, se puede apreciar que se identificó 784 proyectos de inversión (perfiles y fichas técnicas) con la función “Ambiente” y del programa denominado “Desarrollo estratégico, conservación y aprovechamiento sostenible del patrimonio natural” registrados en el Banco de Inversión, mostrándose que la región con más inversión registrados es Cusco con 140 inversiones, Puno con 54 inversiones, San Martín con 30 inversiones y la región con menos inversiones es Tacna con solamente 4 inversiones.

En relación a la aplicación del modelo metodológico propuesto de la Matriz Multicriterio, las inversiones registradas contenían los “subprogramas” denominadas “Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica y de los recursos naturales”, “Gestión del cambio climático”, “Gestión del territorio”, “Gestión integrada de los recursos hídricos”, y “Gestión integrada y sostenible de los ecosistemas”, determinándose que los subprogramas de “Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica y de los recursos naturales”, “Gestión integrada de los recursos hídricos” y “Gestión integrada y sostenible de los ecosistemas” son los que más se alinean a este tipo de inversiones en recuperación de servicios ecosistémicos.

Entonces, se actualizó la Matriz de análisis multicriterio en base a los subprogramas identificados (Ver Tabla 4).

**Tabla 4: Matriz de análisis multicriterio actualizada**

|   | <b>Proyecto 1</b> | <b>Proyecto 2</b> | <b>...</b> | <b>Proyecto 784</b> |
|---|-------------------|-------------------|------------|---------------------|
| <b>Naturaleza de intervención (Recuperación=1, otro=0)</b>  |                   |                   |            |                     |
| <b>Región (Ucayali, Loreto, Madre de Dios, San Martín, Amazonas y provincias amazónicas=0, otras=1)</b>   |                   |                   |            |                     |
| <b>Año de viabilidad (desde 2015-2019=1, otro=0)</b>  |                   |                   |            |                     |
| <b>Sub programa (“Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica y de los recursos naturales”, “Gestión integrada de los recursos hídricos” y “Gestión integrada y sostenible de los ecosistemas” = 1, otros=0)</b> |                   |                   |            |                     |
| <b>Tipo de inversión (Proyecto de inversión y Ficha=1, otro=0)</b>  |                   |                   |            |                     |
| <b>Servicios ecosistémicos (regulación hídrica=1, otro=0)</b>   |                   |                   |            |                     |
| <b>Cobertura vegetal (especie nativa=1, otro=0)</b>   |                   |                   |            |                     |
| <b>Arreglos institucionales (Actas de compromiso=1, no hay actas=0)</b>   |                   |                   |            |                     |
| <b>Suma</b>   |                   |                   |            |                     |

Fuente: Elaboración propia

Es importante señalar que existieron inversiones que no contaban con suficiente información registrada en el Banco de Inversión, generándose que no se realice una adecuada revisión de los mismos, optándose por desestimar estas inversiones por no completar algunos de los criterios establecidos en la propuesta de matriz de análisis multicriterio.

En relación a la aplicación de la matriz a las 784 inversiones, se tuvo como resultado 36 inversiones identificadas en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica en ecosistemas andinos desde el 2015 hasta el 2019 (ver Tabla 5).

**Tabla 5: Cartera de proyectos identificados con el análisis multicriterio**

| No . | Código  | Costo actualizado (\$/) | Último estudio                              | Año de viabilidad | Beneficiarios (personas) |
|------|---------|-------------------------|---|-------------------|--------------------------|
| 1    | 2471507 | 31,509,172.40           | PERFIL                                      | 2019              | 38137                    |
| 2    | 2318699 | 20,864,701.00           | PERFIL                                      | 2016              | 19525                    |
| 3    | 2306489 | 19,610,058.00           | PERFIL                                      | 2017              | 15544                    |
| 4    | 2430120 | 24,588,030.84           | PERFIL                                      | 2018              | 3975896                  |
| 5    | 2430119 | 22,630,566.86           | PERFIL                                      | 2018              | 97850                    |
| 6    | 2306447 | 19,029,576.00           | PERFIL                                      | 2017              | 27545                    |
| 7    | 2403916 | 17,853,035.89           | PERFIL                                      | 2018              | 4541                     |
| 8    | 2307546 | 18,028,667.46           | PERFIL                                      | 2016              | 23469                    |
| 9    | 2381999 | 14,339,087.36           | PERFIL                                      | 2017              | 6107                     |
| 10   | 2336518 | 12,953,353.00           | PERFIL                                      | 2016              | 550                      |
| 11   | 2380317 | 14,154,962.30           | PERFIL                                      | 2017              | 0*                       |
| 12   | 2325106 | 9,123,789.71            | PERFIL                                      | 2016              | 2629                     |
| 13   | 2334603 | 9,997,642.46            | PERFIL                                      | 2018              | 850                      |
| 14   | 2459659 | 14,702,048.81           | PERFIL                                      | 2019              | 23241                    |
| 15   | 2376803 | 6,404,460.00            | PERFIL                                      | 2017              | 2536                     |
| 16   | 2335868 | 6,940,443.69            | PERFIL                                      | 2017              | 2140                     |
| 17   | 2404310 | 5,831,062.93            | PERFIL                                      | 2018              | 678                      |
| 18   | 2338269 | 5,421,640.00            | PERFIL                                      | 2017              | 1333                     |
| 19   | 2216985 | 5,264,781.00            | FICHA TÉCNICA DE BAJA Y MEDIANA COMPLEJIDAD | 2019              | 56000                    |
| 20   | 2417796 | 4,311,859.59            | PERFIL                                      | 2018              | 956                      |
| 21   | 2403692 | 3,614,544.80            | PERFIL                                      | 2018              | 303523                   |
| 22   | 2373791 | 2,109,308.00            | PERFIL                                      | 2017              | 368316                   |
| 23   | 2403588 | 1,700,118.42            | FICHA TÉCNICA SIMPLIFICADA                  | 2018              | 5045                     |
| 24   | 2333016 | 2,903,120.13            | PERFIL                                      | 2017              | 5000                     |
| 25   | 2335822 | 1,199,924.61            | PERFIL                                      | 2016              | 545                      |
| 26   | 2344101 | 1,070,970.46            | PERFIL                                      | 2017              | 10459                    |
| 27   | 2474651 | 1,042,738.70            | FICHA TÉCNICA SIMPLIFICADA                  | 2019              | 717                      |
| 28   | 2474617 | 920,980.02              | FICHA TÉCNICA SIMPLIFICADA                  | 2019              | 622                      |
| 29   | 2459011 | 872,931.66              | FICHA TÉCNICA SIMPLIFICADA                  | 2019              | 121                      |
| 30   | 2306031 | 1,069,936.65            | PERFIL                                      | 2015              | 2668                     |
| 31   | 2378536 | 773,869.73              | PERFIL                                      | 2017              | 336                      |
| 32   | 2354945 | 743,391.00              | PERFIL                                      | 2017              | 182201                   |
| 33   | 2436017 | 661,742.06              | FICHA TÉCNICA SIMPLIFICADA                  | 2018              | 2124                     |
| 34   | 2468553 | 517,000.00              | FICHA TÉCNICA SIMPLIFICADA                  | 2019              | 300                      |

|    |             |            |                            |      |     |
|----|-------------|------------|----------------------------|------|-----|
| 35 | 244105<br>1 | 435,931.05 | FICHA TÉCNICA SIMPLIFICADA | 2019 | 170 |
| 36 | 244322<br>5 | 250,040.00 | FICHA TÉCNICA SIMPLIFICADA | 2019 | 655 |

Fuente: Elaboración propia – Banco de Inversión del MEF a febrero 2021  
\*Este proyecto no reporta personas beneficiarias.

De la revisión de los 36 proyectos de inversión a nivel nacional, se identificó que se encuentran en las regiones de Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Junín, Lima y Piura, resaltando que Cusco es la región con más inversiones (05 inversiones).

En la Tabla 6, se puede apreciar el monto de inversión total asciende a un monto aproximado de 303.44 millones de soles que representan el 9.44% del total inversiones de la función “Ambiente” con el programa de “Desarrollo estratégico, conservación y aprovechamiento sostenible del patrimonio natural”, interpretándose que existen escasos proyectos de inversión adecuadamente formulados por los Gobiernos Subnacionales.

**Tabla 6: Descripción estadística de costo actualizado de proyectos identificados**

|                            |                |
|----------------------------|----------------|
| <b>Cantidad</b>            | <b>36</b>      |
| <b>Suma (S/)</b>           | 303,445,486.59 |
| <b>Promedio (S/)</b>       | 8,429,041.29   |
| <b>Desviación estándar</b> | 8,597,238.05   |
| <b>Máximo valor (S/)</b>   | 31,509,172.40  |
| <b>Mínimo valor (S/)</b>   | 250,040.00     |

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. Resultados de la recopilación

En base a las inversiones identificadas, se aplicó la metodología propuesta para la recopilación de información de los costos de inversión y mantenimiento de la inversión y las acciones principales, así como los efectos del proyecto y las unidades de medida de las acciones principales.

De la exploración de las 36 inversiones, es necesario mencionar que se contó con insuficiente información para determinar el costo de inversión, las inversiones en las acciones de reforestación, revegetación de pastos naturales, instalación de qochas e implementación de zanjales de infiltración a “precios sociales”, procediendo a sistematizar la información a “precios privados”.

Del mismo modo, las inversiones no señalan información sobre los costos de mantenimiento de los activos generados por la reforestación, revegetación de pastos naturales, instalación de qochas y la implementación de zanjas de infiltración, únicamente presenta costos de mantenimiento a nivel de inversión; es decir, solamente se aplicó la actualización de costos a la inversión, pero no a los costos de inversión de las acción de reforestación, revegetación de pastos naturales, instalación de qochas y la implementación de zanjas de infiltración.

Asimismo, los efectos de las inversiones a nivel de eficacia fueron complicado de estimar debido a la escasa información que se encontraba en los perfiles y las fichas técnicas de las inversiones registradas, optándose a utilizar indicadores de eficiencia como hectáreas de bosques, hectáreas de pastos naturales, unidades de qochas y metros lineales respectivamente.

En el caso del nivel de inversión, se consideró la suma de las hectáreas de ecosistemas recuperados de la inversión como indicador de eficiencia al no poder estimar la ganancia hídrica por la escasa información.

**Tabla 7: Descripción estadística de inversión, hectárea y valor actual de costos**

| <b>Descripción</b>         | <b>Inversión (S/)</b> | <b>Hectárea (Ha)</b> | <b>Valor Actual de Costos (S/)</b> |
|----------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------------------|
| <b>Cantidad</b>            | 36                    | 36                   | 36                                 |
| <b>Suma</b>                | 303,445,486.6         | 39,552.99            |                                    |
| <b>Promedio</b>            | 8,429,041.294         | 1,098.69             | 8,583,082.95                       |
| <b>Desviación estándar</b> | 8,597,238.046         | 1,450.30             | 9,557,908.996                      |
| <b>Máximo valor</b>        | 31,509,172.4          | 6,145.32             | 37,442,055.81                      |
| <b>Mínimo valor</b>        | 250,040               | 6.64                 | 368,568.06                         |

Fuente: Elaboración propia, actualizado a la tasa social vigente del 8%

Como primer resultado, se puede apreciar en la Tabla 6, la descripción estadística de la inversión, hectárea recuperada y el valor actual de los costos de las 36 inversiones identificados, resaltando que la inversión total es de 303.44 millones de soles y la recuperación de 39.5 mil hectáreas de ecosistemas degradados. Asimismo, se puede visibilizar que el promedio del valor actual de costos es mayor al promedio, interpretándose que existen inversiones cuyos montos en mantenimiento tiene una representación importante en el efecto del proyecto.

**Tabla 8: Descripción estadística de inversión y recuperación de la cobertura vegetal**

| <b>Descripción</b>         | <b>Inversión en bosque (S/)</b> | <b>Hectáreas de bosques (Ha)</b> | <b>Inversión en pastos (S/)</b> | <b>Hectáreas de pastos (Ha)</b> |
|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>Cantidad</b>            | 29                              | 29                               | 16                              | 16                              |
| <b>Suma</b>                | 139,724,344.9                   | 35,816.03                        | 29,488,378.6                    | 3,597.26                        |
|                            | 6                               |                                  | 7                               |                                 |
| <b>Promedio</b>            | 4,818,080.86                    | 1,235.04                         | 1,843,023.67                    | 224.83                          |
| <b>Desviación Estándar</b> | 4,518,592.55                    | 1,390.34                         | 2,245,788.21                    | 286.50                          |
| <b>Máximo valor</b>        | 13,738,915.14                   | 5,113.32                         | 7,323,452.64                    | 1,032.00                        |
| <b>Mínimo valor</b>        | 60,542.33                       | 12.00                            | 45,100.00                       | 6.64                            |

Fuente: Elaboración propia

En el segundo resultado, se puede apreciar en la Tabla 7, la descripción estadística de las variables de inversión y el número de hectáreas recuperados en ecosistemas de pastos y bosques, resaltando que dentro de los 36 proyectos analizados, 29 y 16 de ellos están considerando acciones de reforestación y revegetación de pastos naturales respectivamente, ello se puede deber que existen proyectos que consideran acciones de reforestación y revegetación o solo de revegetación o solo de reforestación.

**Tabla 9: Descripción estadística de inversión y adaptación al cambio climático**

| <b>Descripción</b>         | <b>Inversión en qochas (S/)</b> | <b>Unidades de qochas (Unid)</b> | <b>Inversión en zanjas de infiltración (S/)</b> | <b>Metros lineales de zanjas (M)</b> |
|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------------|
| <b>Cantidad</b>            | 14                              | 14                               | 17  | 17                                   |
| <b>Suma</b>                | 28,900,917.2                    | 329.00                           | 12,365,064.15                                   | 3,376,032.93                         |
|                            | 1                               |                                  |   |                                      |
| <b>Promedio</b>            | 2,064,351.23                    | 23.50                            | 727,356.71                                      | 198,590.17                           |
| <b>Desviación Estándar</b> | 3,072,495.87                    | 19.27                            | 1,013,029.17                                    | 260,732.30                           |
| <b>Máximo valor</b>        | 8,015,713.40                    | 55.00                            | 3,119,792.00                                    | 850,000.00                           |
| <b>Mínimo valor</b>        | 21,983.68                       | 1.00                             | 21,520.00                                       | 1,500.00                             |

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en el tercer resultado, se puede apreciar en la Tabla 8, la descripción estadística de las variables de inversión en qochas o microreservorios, así como las unidades de cochas y también la inversión en zanjas de infiltración y metros lineales de zanjas, resaltándose que, de los 36 proyectos analizados, 14 de ellos consideran acciones de implementación de qochas y 17 de ellos consideran acciones de implementación de zanjas de infiltración.

Es preciso señalar que las acciones de reforestación y revegetación son parte del componente de “recuperación de la cobertura vegetal” y que las acciones de implementación de qochas

o microreservorios y zanjas de infiltración son del componente “adaptación al cambio climático”; entre los proyectos, existen 5 proyectos de inversión que consideran están 4 acciones, que se consideran como soluciones integrales cuando el ecosistema está muy degradado.

### 4.3. Resultados del umbral costo-eficiencia

En relación a la información organizada y sistematizada de los costos y las unidades de medida de cada una de las acciones principales y la inversión, se procedió a realizar la estimación de los límites mínimos y máximo del BINE a partir de un lambda calculado por un proceso de optimización lineal (Anexo 2); posteriormente con estos resultados, se obtuvo la estimación del umbral de costos-eficiencia de las acciones de reforestación, revegetación, implementación de qochas, implementación de zanjas de infiltración y de la inversión, en base a la propuesta metodología a un nivel de confianza del 95% en la Tabla 10.

**Tabla 10: Ratio costo-eficiencia de inversión y de acción**

| Ratio Costo-Eficiencia   | Lambda     | Umbral                |                       | Umbral                                  |   |
|--|------------|-----------------------|-----------------------|---|---|
|  |            | Mínimo valor del BINE | Máximo valor del BINE | Mínimo valor del ratio costo-eficiencia | Máximo valor del ratio costo-eficiencia |
| <b>Inversión (S//hectárea)</b>   | 10,600.00  | 0.69                  | 577.25                | 8,791.47                                | 13,229.88                               |
| <b>Acción de reforestación (S//hectárea)</b>                             | 5,400.00   | 12.05                 | 673.55                | 4,480.69                                | 6,874.78                                |
| <b>Acción de revegetación de pastos (S//hectárea) **</b>                 | 8,400.00   | 0.88                  | 53.23                 | 7,366.68                                | 9,764.90                                |
| <b>Acción de instalación de qochas (S//unidad)</b>                       | 145,000.00 | 0.65                  | 17.88                 | 107,805.38                              | 215,328.37                              |
| <b>Acción de instalación de zanjas de infiltración (S//metro lineal)</b> | 6.00       | 15.21                 | 154,914.77            | 4.42                                    | 9.34                                    |

Fuente: Elaboración propia

\*\*no se consideraron los proyectos con código 2471507 y 2307546

De la aplicación de la metodología propuesta mediante la técnica de Bootstrap, se tuvo como resultado que el ratio costo-eficiencia en la inversión pública en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica registrada en el Banco de Inversión del MEF, con un límite máximo de 13,229.88.27 soles por hectárea y un límite mínimo de 8,791.47 soles por

hectárea. Asimismo, se procedió a estimar cada acción principal para la recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica como la reforestación (S//ha) [4,480.69; 6,874.78], la revegetación de pastos naturales (S//ha) [7,366.68; 9,764.90], instalación qochas o microreservorios (S//unidad) [107,805.38; 215,328.37] y las zanjas de infiltración (S//metros) [4.42; 9.34].

Según lo establecido por el Ministerio de Economía y Finanzas en sus instrumentos metodológicos de inversión pública, se establece como umbral de costo-eficiencia al valor máximo del intervalo de confianza; en tal sentido, se tiene como resultado del umbral del ratio costo-eficiencia de la inversión el valor máximo de 13,229.88.27 soles por hectárea, para las acciones de reforestación de 6,874.78 soles por hectárea de bosque, revegetación de pastos naturales de 9,764.90 soles por hectárea de pastos naturales, instalación de qochas de 215,328.37 soles por unidad de qocha o microreservorio e implementación de zanja de infiltración de 9.34 soles por metro lineal para la “Ficha técnica simplificada de proyectos de inversión – recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica” para el proyecto el valor.

#### **4.4. Discusiones de los resultados**

##### **4.4.1. Marco normativo**

En relación al marco normativo sobre la elaboración de instrumentos metodológicos de inversión pública en servicios ecosistémicos, es importante señalar que la definición establecida en la Ley No. 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos, es una definición que limita el diseño e implementación de inversiones públicas en servicios ecosistémicos, debido que un ecosistema degradado puede seguir brindado servicios ecosistémicos pero en menor cantidad que cuando el ecosistema esta conservado.

Al respecto, se requeriría de una modificación de la definición de servicios ecosistémicos en la Ley No. 30215 o una adecuación del mismo en los “Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión en las tipologías de ecosistemas, especies y apoyo al uso sostenible de la biodiversidad”, con la finalidad de no encontrar incongruencias con aspectos técnicos en la formulación y evaluación de inversiones en recuperación de servicios ecosistémicos.

En cambio, los “Lineamientos para la formulación de las tipologías de proyectos de ecosistemas, especies y apoyo al uso sostenible de la biodiversidad”, establecen directrices

que orienten la formulación de proyectos de inversión en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica, control de erosión y belleza paisajística. Sin embargo, estos Lineamientos no presentan información o consideraciones mínimas para desarrollar el “análisis de mercado del servicio” en los proyectos de servicios ecosistémicos.

En línea con lo anterior, se tendría que desarrollar las modificaciones respectivas a los “Lineamientos para la formulación de las tipologías de proyectos de ecosistemas, especies y apoyo al uso sostenible de la biodiversidad” o crear instrumentos metodológicos de inversión específicos que permitan satisfacer tanto los aspectos teóricos como normativos.

#### **4.4.2. Umbral costo-eficiencia**

En relación a la identificación de las 36 inversiones en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica, se encontró información insuficiente o inadecuadamente en el registro de las inversiones por parte de las Unidades Formuladoras de los Gobiernos Subnacionales, limitando el análisis sobre el impacto de estas inversiones públicas en el desarrollo sostenible del país.

Ante ello, el MINAM tendría que reforzar técnicamente en sus instrumentos metodológicos de inversión pública en materia de servicios ecosistémicos, así como desarrollar intensivamente programas de capacitación y asistencia técnica a las Unidades Formuladoras y Unidades Ejecutoras de Inversiones de los tres niveles de gobierno.

En referencia a la estimación de los límites máximos y mínimos del ratio costo-eficiencia de inversión, se requiere de una validación o corroboración de los resultados; entonces, De Groot et al. (2013), revisaron 2,000 estudios de casos de restauración de ecosistemas, 94 de ellos presentaron datos de costos significativos; teniendo como resultado el rango de costos de recuperación para 9 tipos de ecosistemas. Para el ecosistema de pastos naturales tiene un rango de costos de 200 a 1,100 dólares por hectárea, en bosques tiene un rango de costos de 700 a 5,000 dólares por hectárea, en lagunas y bofedales tiene un rango de costos de 900 a 11,000 dólares por hectárea, y así consecutivamente.

Como resultado de los límites máximo o mínimo del ratio costo-eficiencia de las inversiones en recuperación del servicio ecosistémico de regulación en el Perú, la revegetación de pastos naturales tiene un rango de costos de 2,104 a 2,789 dólares por hectárea; la reforestación tiene un rango de costos de 1,280 a 1,964 dólares por hectárea, tomando como referencia un tipo de cambio de 3.5 dólares por sol.

Por tanto, la estimación realizada al rango de costos de pastos naturales es superior al estudio realizado por De Groot et al. (2003); mientras que la estimación del rango de costos de reforestación, se encuentra dentro de los valores sistematizados.

Es importante señalar que la revegetación de pastos naturales en las inversiones identificadas contiene muchas más actividades que la reforestación como la extracción de la mala hierba, tratamiento y abonamiento de los suelos, implementar un semillero temporal y plantar en terreno definitivo los pastos productivos, así como aislar las áreas con cerco fijo o móvil y elaborar un plan de pastoreo rotativo, por lo que se explicaría los altos costos en la recuperación de los pastos naturales.

En el caso de la búsqueda de metodologías de evaluación en recuperación de ecosistemas en los Sistemas Nacionales de Inversión Pública en Latinoamérica, se identifica que la mayoría realiza el análisis costo-beneficio; pero, se requiere de determinar los precios sociales de los servicios ecosistémicos por el sector Ambiente, como el caso de Colombia con el “Manual Metodológico General para la Identificación, Preparación y Evaluación de Proyectos Ambientales” en base al estudio de Costanza en el año 2007.

Esta propuesta de utilizar precios sociales fijos puede dar como resultado una rentabilidad social negativa al solo identificar un solo servicio ecosistémico, requiriéndose que las Unidades Formuladoras identifiquen más beneficios ambientales en el proyecto, conllevando a un aumento significativo de los costos en la elaboración de los perfiles.

Por último, los resultados obtenidos en los ratios costo-eficiencia del proyecto y por las acciones identificadas a precios privados, no ha sido una limitante para poder determinar la línea de corte o umbral del ratio costo-eficiencia de la inversión en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica en ecosistemas andinos; debido que el ente rector, en base al Reglamento del INVIERTE.PE e instrumentos técnicos sectoriales, tiene aprobado las líneas de cortes para otros sectores a precios privados como es el caso del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) y el Ministerio de Desarrollo Agrario (MIDAGR

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Analizando las 784 inversiones registradas en el Banco de Inversiones del MEF en la Función Ambiente desde el 2015 hasta el 2019, mediante la aplicación del análisis multicriterio con 08 parámetros de evaluación, se logró identificar a 36 inversiones en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica en ecosistemas andinos, distribuidas en 09 regiones (Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Junín, Lima y Cusco).

El monto total de las 36 inversiones identificadas, asciende a un valor de S/. 303.44 millones de soles equivalente al 9.44% del total de las inversiones registradas en la Función Ambiente del Banco de Inversión del MEF; identificando a la reforestación, la revegetación de pastos naturales, la instalación de qochas, y la implementación de zanjas de infiltración, como las acciones principales para la recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica, siendo sus respectivos indicadores de eficiencia las hectáreas de bosques reforestados, hectáreas de pastos naturales revegetados, unidades de qochas instaladas y metros lineales de zanjas de infiltración, respectivamente.

A partir de la propuesta de modelo del beneficio incremental neto del efecto con un nivel de confianza del 95%, se identificó los valores lambda y los límites mínimo y máximo mediante el método Bootstrap para las inversiones (10,600; 0.69; 577.25), reforestación (5400; 12.05; 673.55), revegetación (8400; 0.88; 53.23), instalación de qochas (145,000; 0.65; 17.88) e implementación de zanjas de infiltración (6; 15.21; 154,914.77), respectivamente.

Se determinó el valor mínimo y máximo para el ratio costo-eficiencia de las inversiones en recuperación del servicio ecosistémico de regulación con los valores de S/. 8,791.47 y S/. 13,229.88 soles por hectárea, respectivamente. Asimismo, los valores mínimos y máximos para el ratio costo-eficiencia de las principales acciones de recuperación del servicio ecosistémico como la reforestación (S/. 4,480.69 – S/. 6,874.78 por hectárea reforestada), revegetación (S/. 7,366.88 – S/. 9,764.90 por hectárea revegetada), instalación de qochas (S/. 107,805.38 – S/. 215,328.37 por unidad de qocha) e implementación de zanjas de infiltración (S/. 4.42 – S/. 9.34 por metro lineal de zanja implementada), respectivamente.

El umbral costo-eficiencia corresponde al valor máximo del intervalo de confianza determinado, siendo este valor para la inversión en recuperación en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de S/. 13,229.88 soles por hectárea. En ese mismo sentido, el valor del umbral costo-eficiencia para cada una de las acciones de recuperación del servicio de regulación hídrica fue de: S/. 6,874.78 por hectárea reforestada, S/. 9,764.90 por hectárea revegetada, S/. 215,328.37 por unidad de qocha instalada y S/. 9.34 por metro lineal de zanja implementada.

A partir del umbral costo-eficiencia determinado, se identificó que 21 inversiones equivalente al 58.3% de las 36 inversiones analizadas, presentan evidencia técnica para corroborar un uso eficiente de los recursos públicos; mientras que el resto de inversiones muestran deficiencias al permitirse evaluar técnicamente mediante la comparación de dos o más alternativas de solución sin niveles de referencia, conllevando a sobrevalorar los costos de inversión y manipular las alternativas de solución en base a preferencias.

## **5.2. Recomendaciones**

En la Ficha técnica simplificada de proyectos de inversión – recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica”, se recomienda actualizar la pestaña de “Rango de Costos” con la información hallada en la presente monografía.

La metodología empleada para determinar los umbrales costo-eficiencia para los proyectos de inversión en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica, puede ser utilizado para otras tipologías de proyectos de inversión relacionado con la conservación y recuperación de ecosistemas y especies, por tener las mismas propiedades biofísicas para medir el impacto del proyecto.

Se requiere la mejora de los reportes de proyectos de inversión registrados en el Banco de Inversión del Ministerio de Economía y Finanzas, considerando la información del cierre de brechas sectoriales para facilitar el seguimiento y análisis de los proyectos aprobados por los tres niveles de gobierno, así como la identificación adecuada de los componentes, acciones y tareas de manera desagregada en unidades físicas y monetarias.

En relación a las acciones de revegetación de pastos naturales, requieren de un mayor análisis sobre los costos y los efectos, necesitándose realizar trabajos de campo y encuestas a actores locales para tener una información más precisa sobre los motivos que llevaron a los altos costos de revegetación por hectárea en los proyectos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, R., Aroca, P., Benitez, P., Cabezas, M., Cavada, J., Cofre, M., Contreras, Y., Díaz, M., & Rivera, N. (Eds.). (2011). *Evaluación social de proyectos: Orientaciones para su aplicación*. ECON UDEC, Departamento de Economía, Universidad de Concepción : DECON, Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República.  
<http://decon.edu.uy/esp/Evaluacion%20Proyectos%202011.pdf>
- Alvarez, J. (2000). Metodología Bootstrap en series heterocedasticas, una aplicación al IBEX 35. *Reunion ASEPELT. Anales de Economía Aplicada*, 21.
- Austin, Z., McVittie, A., McCracken, D., Moxey, A., Moran, D., & White, P. (2015). Integrating quantitative and qualitative data in assessing the cost-effectiveness of biodiversity conservation programmes. *Biodiversity and Conservation*, 24(6), 1359-1375. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0861-4>
- Balana, B. B., Vinten, A., & Slee, B. (2011). A review on cost-effectiveness analysis of agri-environmental measures related to the EU WFD: Key issues, methods, and applications. *Ecological Economics*, 70(6), 1021-1031. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.12.020>
- Belli, P., Anderson, J., Barnum, H., Dixon, J., & Tan, J.-P. (2010). *Economic analysis of investment operations analytical tools and practical applications*. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/792771468323717830/Economic-analysis-of-investment-operations-analytical-tools-and-practical-applications>
- Boardman, A., Greenberg, D., Vining, A., & Weimer, D. (2006). *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice* (Tercera). <https://doi.org/10.1017/9781108235594>
- Boerema, A., Geerts, L., Oosterlee, L., Temmerman, S., & Meire, P. (2016). Ecosystem service delivery in restoration projects: The effect of ecological succession on the benefits of tidal marsh restoration. *Ecology and Society*, 21(2). <https://doi.org/10.5751/ES-08372-210210>

- Boerema, A., Rebelo, A., Bodi, M., Esler, K., & Meire, P. (2017). Are ecosystem services adequately quantified? *Journal of Applied Ecology*, 54(2), 358-370. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12696>
- Boerema, A., Van Passel, S., & Meire, P. (2018). Cost-Effectiveness Analysis of Ecosystem Management With Ecosystem Services: From Theory to Practice. *Ecological Economics*, 152, 207-218. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.06.005>
- Brown, T., Dixon, J., & Loomis, J. (2006). *Ecosystem Goods and Services: Definition, Valuation and Provision*. [https://www.fs.fed.us/rm/value/docs/ecosystem\\_goods\\_services.pdf](https://www.fs.fed.us/rm/value/docs/ecosystem_goods_services.pdf)
- Busch, J., & Cullen, R. (2009). Effectiveness and cost-effectiveness of yellow-eyed penguin recovery. *Ecological Economics*, 68(3), 762-776. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.007>
- Chen, S., Jiang, Y., Liu, Y., & Diao, C. (2012). Cost Constrained Mediation Model for Analytic Hierarchy Process Negotiated Decision Making. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 19(1-2), 3-13. <https://doi.org/10.1002/mcda.488>
- Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos, Pub. L. No. 30215, 3 (2014). [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/06/ley\\_302105\\_MRSE.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/06/ley_302105_MRSE.pdf)
- Contreras, E. (2004). *Evaluación social de inversiones públicas: Enfoques alternativos y su aplicabilidad para Latinoamérica*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/5603-evaluacion-social-inversiones-publicas-enfoques-alternativos-su-aplicabilidad>
- Contreras, E., & Pacheco, J. (2008). *Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos* (CEPAL). CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/35914-manual-metodologico-evaluacion-multicriterio-programas-proyectos>
- Contreras, F., Hanaki, K., Aramaki, T., & Connors, S. (2008). Application of analytical hierarchy process to analyze stakeholders preferences for municipal solid waste management plans, Boston, USA. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(7), 979-991. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.03.003>
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>

- Cuadros, J., Pacheco, J., Cartes, F., & Contreras, E. (2012). *Elementos conceptuales y aplicaciones de microeconomía para la evaluación de proyectos*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/5519-elementos-conceptuales-aplicaciones-microeconomia-la-evaluacion-proyectos>
- Cullen, R., Anderson, A., White, P., & Shwiff, S. (2012). Assignment of measurable costs and benefits to wildlife conservation projects. *USDA National Wildlife Research Center - Staff Publications*, 134-141. <https://doi.org/10.1071/WR12102>
- Cullen, R., Fairburn, G., & Hughey, K. (1999). COPY: A new technique for evaluation of biodiversity protection projects. *Pacific Conservation Biology*, 5. <https://doi.org/10.1071/PC990115>
- Cullen, R., Fairburn, G., & Hughey, K. (2001). Measuring the productivity of threatened-species programs. *Ecological Economics*, 39(1), 53-66. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00191-4](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00191-4)
- Cullen, R., Moran, E., & Hughey, K. (2005). Measuring the success and cost effectiveness of New Zealand multiple-species projects to the conservation of threatened species. *Ecological Economics*, 53(3), 311-323. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.09.014>
- Daily, G. (1997). Daily\_1997\_Natures-services-chapter-1.pdf. En *Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems* (p. 10). [https://www.raincoast.org/library/wp-content/uploads/2012/07/Daily\\_1997\\_Natures-services-chapter-1.pdf](https://www.raincoast.org/library/wp-content/uploads/2012/07/Daily_1997_Natures-services-chapter-1.pdf)
- De Groot, R., Blignaut, J., Van Der Ploeg, S., Aronson, J., Elmqvist, T., & Farley, J. (2013). Benefits of Investing in Ecosystem Restoration. *Conservation Biology*, 27(6), 1286-1293. <https://doi.org/10.1111/cobi.12158>
- De Groot, R., Wilson, M., & Boumans, R. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41(3), 393-408. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- Manual Metodológico General para la Identificación, Preparación y Evaluación de Proyectos Ambientales, 25 (2015). <https://www.dnp.gov.co/programas/inversiones-y-finanzas-publicas/Paginas/Metodologias.aspx>
- Duke, J., Dundas, S., & Messer, K. (2013). Cost-effective conservation planning: Lessons from economics. *Journal of Environmental Management*, 125, 126-133. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.03.048>

- Dupuit, J. (1995). De la mesure de l'utilité des travaux publics (1844). *Revue Française d'Économie*, 10(2), 55-94. <https://doi.org/10.3406/rfec.1995.978>
- Edwards, G. (2016). Estimación de la tasa social de descuento a largo plazo en el marco de los sistemas nacionales de inversión. Aplicación al caso chileno. *El Trimestre Económico*, 83, 99-125.
- Efron, B. (1979). Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. *The Annals of Statistics*, 7(1), 1-26. <https://doi.org/10.1214/aos/1176344552>
- Efron, B., & Tibshirani, R. J. (1994). *An Introduction to the Bootstrap. Primer volumen*. <https://www.routledge.com/An-Introduction-to-the-Bootstrap/Efron-Tibshirani/p/book/9780412042317>
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005). *Informe de Síntesis de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf>
- Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta). McGrawHill. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Fisher, B., Turner, K., Zylstra, M., Brouwer, R., De Groot, R. de, Farber, S., Ferraro, P., Green, R., Hadley, D., Harlow, J., Jefferiss, P., Kirkby, C., Morling, P., Mowatt, S., Naidoo, R., Paavola, J., Strassburg, B., Yu, D., & Balmford, A. (2008). Ecosystem services and economic theory: Integration for policy-relevant research. *Ecological Applications*, 18(8), 2050-2067. <https://doi.org/10.1890/07-1537.1>
- Fontaine, E. (2008). *Evaluacion social de proyectos* (Decimo tercera). Pearson Educación. <https://www.economicas.unsa.edu.ar/iie/Archivos/Fontaine.pdf>
- Freeman, M. (2003). Economic Valuation: What and Why. En P. Champ, K. Boyle, & T. Brown (Eds.), *A Primer on Nonmarket Valuation* (pp. 1-25). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-0826-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0826-6_1)
- Hughey, K., Cullen, R., & Moran, E. (2003). Integrating economics into priority setting and evaluation in conservation management. *Conservation Biology*, 17, 93-103. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01317.x>
- Interwies, E., Kraemer, A., Kranz, N., Dworak, T., Borchardt, D., Richter, S., & Willecke, J. (2004). *Basic Principles for Selecting the Most Cost-effective Combinations of Measures for Inclusion in the Programme of Measures as Described in Article 11 of the Water Framework Directive*. <https://www.ecologic.eu/11142>

- Jenkins, G., Kuo, C.-Y., & Harberger, A. (2011). Chapter 1: The Integrated Analysis of Investment Projects. En *Cost-Benefit Analysis for Investment Decisions* (p. 21). JDI Executive Programs. <https://ideas.repec.org/p/qed/dpaper/194.html>
- Kapos, V., Balmford, A., Aveling, R., Bubb, P., Carey, P., Entwistle, A., Hopkins, J., Mulliken, T., Safford, R., Stattersfield, A., Walpole, M., & Manica, A. (2008). Calibrating conservation: New tools for measuring success. *Conservation Letters*, *1*(4), 155-164. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2008.00025.x>
- Kneese, A., & Bower, B. (1979). *Environmental quality and residuals management: Report of a research program on economic, technological, and institutional aspects*. Published for Resources for the Future by the Johns Hopkins University Press. [https://librarysearch.lse.ac.uk/primo-explore/fulldisplay/44LSE\\_ALMA\\_DS21110746910002021/44LSE\\_VU1](https://librarysearch.lse.ac.uk/primo-explore/fulldisplay/44LSE_ALMA_DS21110746910002021/44LSE_VU1)
- Krutilla, J. V., & Fisher, A. C. (1976). The Economics of Natural Environments: Studies in the Valuation of Commodity and Amenity Resources. *Land Economics*, *52*(4), 567-577. <https://doi.org/10.2307/3145200>
- Labiosa, W., Forney, W., Esnard, A.-M., Mitsova-Boneva, D., Bernknopf, R., Hearn, P., Hogan, D., Pearlstine, L., Strong, D., Gladwin, H., & Swain, E. (2013). An integrated multi-criteria scenario evaluation web tool for participatory land-use planning in urbanized areas: The Ecosystem Portfolio Model. *Environmental Modelling & Software*, *41*, 210-222. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.10.012>
- Laycock, H., Moran, D., Raffaelli, D., & White, P. (2013). Biological and operational determinants of the effectiveness and efficiency of biodiversity conservation programs. *Wildlife Research*, *40*, 142. <https://doi.org/10.1071/WR12073>
- Laycock, H., Moran, D., Smart, J., Raffaelli, D., & White, P. (2009). Evaluating the cost-effectiveness of conservation: The UK Biodiversity Action Plan. *Biological Conservation*, *142*(12), 3120-3127. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.08.010>
- Laycock, H., Moran, D., Smart, J., Raffaelli, D., & White, P. (2011). Evaluating the effectiveness and efficiency of biodiversity conservation spending. *Ecological Economics*, *70*(10), 1789-1796. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.05.002>
- Maes, J. (2014). *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020*. [https://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem\\_assessment/pdf/2nd\\_MAESWorkingPaper.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/ecosystem_assessment/pdf/2nd_MAESWorkingPaper.pdf)

- Ministerio de Economía y Finanzas (2018), Aprueban el Reglamento del Decreto Legislativo No 1252, Decreto Legislativo que crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, Decreto Supremo N° 284-2018-EF 26 (2018). <https://www.mef.gob.pe/es/normatividad-inv-publica/temas/sistema-nacional-de-programacion-multianual-y-gestion-de-inversiones-invierte-pe/18648-decreto-supremo-n-284-2018-ef-2/file>
- Ministerio de Economía y Finanzas (2019), Aprueban instrumentos metodológicos en el marco del Sistema Nacional de Programación y Gestión de Inversiones y dictan otras medidas, Resolución Directoral N° 004-2019-EF/63.01 2 (2019). [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/373837/RD004\\_2019EF6301.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/373837/RD004_2019EF6301.pdf)
- Ministerio del Ambiente (2014), Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021 y su Plan de Acción 2014-2018, Resolución Ministerial N° 009-2014-MINAM 95 (2014). <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/11/EPANDB-2014-20181.pdf>
- Ministerio del Ambiente (2015), Lineamientos de Política de Inversión Pública en materia de Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos 2015-2021, Resolución Ministerial N° 199-2015-MINAM 17 (2015). <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/RM-N%C2%B0-199-2015-MINAM1.pdf>
- Ministerio del Ambiente (2019), Aprueban indicadores de brechas de infraestructura o de acceso a servicios públicos del sector Ambiente, para su aplicación en la fase de Programación Multianual de Inversiones 2020-2022, Resolución Ministerial N° 068-2019-MINAM 9 (2019). <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/267047-068-2019-minam>
- Ministerio del Ambiente (2019), Lineamientos para la Formulación de Proyectos de Inversión en las Tipologías de Ecosistemas, Especies y Apoyo al Uso Sostenible de la Biodiversidad, Resolución Ministerial N° 178-2019-MINAM 59 (2019). [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/319848/RM\\_N\\_\\_178-2019.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/319848/RM_N__178-2019.pdf)
- Ministerio del Ambiente (2019), Lineamientos para la Identificación de las Inversiones en Ampliación Marginal, Reposición y Rehabilitación (IOARR) que se Enmarcan como Inversiones en la Tipología de Ecosistemas, Resolución Ministerial N° 410-2019-MINAM 94 (2019). <https://www.minam.gob.pe/oficina-general-de-planeamiento-y-presupuesto/wp-content/uploads/sites/139/2020/03/RM-N-410-2019-Lineamientos-para-la-ident.IOARREcosistemas.pdf>

- Montgomery, C., Brown, G., & Adams, D. (1994). *The Marginal Cost of Species Preservation: The Northern Spotted Owl*. 111-128. <https://doi.org/10.1006/JEEM.1994.1007>
- Moreno-Mateos, D., Power, M., Comín, F., & Yockteng, R. (2012). Structural and functional loss in restored wetland ecosystems. *PLoS Biology*, *10*(1), e1001247. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001247>
- Munda, G., Nijkamp, P., & Rietveld, P. (1995). Qualitative multicriteria methods for fuzzy evaluation problems: An illustration of economic-ecological evaluation. *European Journal of Operational Research*, *82*(1), 79-97. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(93\)E0250-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(93)E0250-2)
- Pearce, D. (2007). Do we really care about Biodiversity? *Environmental & Resource Economics*, *37*(1), 313-333.
- Polsky, D., Glick, H., Willke, R., & Schulman, K. (1997). Confidence intervals for cost-effectiveness ratios: A comparison of four methods. *Health Economics*, *6*(3), 243-252. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1099-1050\(199705\)6:3<243::aid-hec269>3.0.co;2-z](https://doi.org/10.1002/(sici)1099-1050(199705)6:3<243::aid-hec269>3.0.co;2-z)
- Decreto Legislativo que crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, Pub. L. No. Decreto Legislativo N° 1252, 10 (2016). <https://www.mef.gob.pe/es/normatividad-inv-publica/instrumento/decretos-legislativos/15603-decreto-legislativo-n-1252/file>
- Salafsky, N., & Margoluis, R. (1999). Threat Reduction Assessment: A Practical and Cost-Effective Approach to Evaluating Conservation and Development Projects. *Conservation Biology*, *13*(4), 830-841. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98183.x>
- Salzman, J. (2005). The promise and perils of payments for ecosystem services. *International Journal of Innovation and Sustainable Development - Int J Innovat Sustain Dev*, *1*, 5-20. <https://doi.org/10.1504/IJISD.2005.008079>
- Smith, P., Ashmore, M., Black, H., Burgess, P., Evans, C., Quine, T., Thomson, A., Hicks, K., & Orr, H. (2013). REVIEW: The role of ecosystems and their management in regulating climate, and soil, water and air quality. *Journal of Applied Ecology*, *50*(4), 812-829. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12016>
- Squire, L., & Van Der Tak, H. (1977). *Análisis económico de proyectos* (Vol. 1). Banco Mundial. <https://documentos.bancomundial.org/es/publication/documents-reports/documentdetail/595511468017659118/Analisis-economico-de-proyectos>

- Varian, H. (1987). *Microeconomía intermedia: Un enfoque moderno*. ISBN 13: 9788485855438. Primera Edición.
- Vizzio, M. (2000). Los sistemas de inversión pública en América Latina y el Caribe. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/7542-sistemas-inversion-publica-america-latina-caribe>
- Zicus, M., Rave, D., & Fieberg, J. (2009). Cost-Effectiveness of Single- Versus Double-Cylinder Over-Water Nest Structures. *Wildlife Society Bulletin*, 34, 647-655. [https://doi.org/10.2193/0091-7648\(2006\)34\[647:COVD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0091-7648(2006)34[647:COVD]2.0.CO;2)

## ANEXOS

### Anexo 1: Proceso de revisión de las inversiones en el Banco de Inversión del MEF

Como primer paso, se tiene que acceder al Banco de Inversión del Ministerio de Economía y Finanzas en el siguiente link [https://www.mef.gob.pe/es/?id=5455&option=com\\_content&language=es-ES&Itemid=100280&lang=es-ES&view=article](https://www.mef.gob.pe/es/?id=5455&option=com_content&language=es-ES&Itemid=100280&lang=es-ES&view=article)



Como segundo paso, se tiene que entrar a la opción de “Consulta avanzada” con la finalidad de poder seleccionar los proyectos que uno estaría interesado revisar.

The image shows a screenshot of the 'Consulta Avanzada de Inversiones' search form. The form is titled 'Banco de Inversiones Consulta Avanzada de Inversiones' and includes the 'invierte.pe' logo. It contains several sections for filtering search results: 'Nombre de la inversión' with a search box; 'Ubicación geográfica' with radio buttons for 'Por departamento', 'Por provincia', and 'Por distrito', and dropdown menus for each; 'Nivel de Gobierno' with radio buttons for 'Todas', 'Gobierno Nacional', 'Gobierno Regional', and 'Gobierno Local'; 'Responsabilidad funcional' with radio buttons for 'Todos', 'Al 2009', '2009 al 2017', and 'Invierte', and dropdown menus for 'Función', 'Ambiente', 'División', 'Selección', and 'Grupo'; and 'Situación, fechas y montos' with radio buttons for 'No filtrar por fecha', 'Registrado en Banco de Inversiones', and 'Fecha de Declaración de viabilidad/aprobación'.

Para efectos del presente trabajo monográfico, se seleccionó la pestaña de “2009 al 2017” y función “Ambiente” División “Desarrollo Estratégico, Conservación Y Aprovechamiento Sostenible Del Patrimonio Natural, posteriormente seleccionar “buscar”.

| Código único | Nombre de la inversión                               | Estado de la inversión | Situación     | Fecha de viabi | Nivel d | Sector          | Entidad         | Función  | Tipo de desactivac |
|--------------|--|------------------------|---------------|----------------|---------|-----------------|-----------------|----------|--------------------|
| 1 2309051    | GESTION INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS           | ACTIVO                 | VIABLE        | 21/02/2017     | GN      | AGRICULTURA Y R | MINISTERIO DE A | AMBIENTE |                    |
| 2 2281508    | MEJORAMIENTO, AMPLIACION DEL SERVICIO DE CONTROL     | ACTIVO                 | VIABLE        | 20/04/2016     | GN      | AMBIENTAL       | ORGANISMO DE A  | AMBIENTE |                    |
| 3 2337027    | RECUPERACION DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DE BELL  | ACTIVO                 | VIABLE        | 28/04/2017     | GN      | AMBIENTAL       | SERVICIO NACIO  | AMBIENTE |                    |
| 4 2307891    | RECUPERACION DEL SERVICIO ECOSISTEMICO DE LIMPIEZA P | ACTIVO                 | EN FORMULACIO |                | GR      | GOBIERNOS REGI  | GOBIERNO REGIO  | AMBIENTE |                    |
| 5 2280453    | MEJORAMIENTO, AMPLIACION DEL SERVICIO DE LIMPIEZA P  | ACTIVO                 | VIABLE        | 25/11/2015     | GL      | GOBIERNOS LOCA  | MUNICIPALIDAD F | AMBIENTE |                    |
| 6 2300946    | MEJORAMIENTO, AMPLIACION DEL SERVICIO DE LIMPIEZA P  | ACTIVO                 | VIABLE        | 11/02/2016     | GL      | GOBIERNOS LOCA  | MUNICIPALIDAD F | AMBIENTE |                    |
| 7 2267380    | CREACION DE ÁREAS VERDES EN LA NUEVA CIUDAD DE OLM   | ACTIVO                 | EN FORMULACIO |                | GR      | VIVIENDA, CONST | MINISTERIO DE V | AMBIENTE |                    |
| 8 2285877    | INSTALACION DE UN SERVICIO FORESTAL CON EL REUSO DE  | ACTIVO                 | EN FORMULACIO |                | GN      | GOBIERNOS REGI  | GOBIERNO REGIO  | AMBIENTE |                    |
| 9 2300074    | MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE CERTIFICACION AMBIENT   | ACTIVO                 | VIABLE        | 27/06/2017     | GN      | AMBIENTAL       | SERVICIO NACIO  | AMBIENTE |                    |
| 10 2225760   | MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA GESTION INTEGRAL D   | ACTIVO                 | VIABLE        | 20/09/2012     | GL      | GOBIERNOS LOCA  | MUNICIPALIDAD F | AMBIENTE |                    |

Se descarga la información, seleccionando la información de “Exportar”. Cabe señalar que este proceso también lo tiene que desarrollar con la pestaña de “Invierte” y función “Ambiente”.

| Código único de inversión | Código SNIP | Nombre de la inversión                               | Monto viable | Función  | Programa                   | Subprograma                      |
|---------------------------|-------------|--|--------------|----------|----------------------------|----------------------------------|
| 7 2309051                 | 302961      | GESTION INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN DIEZ C | 225790491    | AMBIENTE | DESARROLLO ESTRATÉGICO, C  | GESTIÓN INTEGRADA DE LOS IVIABLE |
| 8 2281508                 | 324583      | MEJORAMIENTO, AMPLIACION DEL SERVICIO DE CONTROL     | 201449065    | AMBIENTE | GESTIÓN INTEGRAL DE LA CAL | VIGILANCIA Y CONTROL INTEC       |
| 9 2337027                 | 376023      | RECUPERACION DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DE BELL  | 177786552    | AMBIENTE | DESARROLLO ESTRATÉGICO, C  | GESTIÓN INTEGRADA Y SOSTE VIABLE |
| 10 2307891                | 346491      | RECUPERACION DEL SERVICIO ECOSISTEMICO DE CONTROL    | 96043065     | AMBIENTE | DESARROLLO ESTRATÉGICO, C  | CONSERVACIÓN Y APROVECH          |
| 11 2280453                | 324059      | MEJORAMIENTO, AMPLIACION DEL SERVICIO DE LIMPIEZA P  | 78979798     | AMBIENTE | GESTIÓN INTEGRAL DE LA CAL | GESTIÓN DE LOS RESIDUOS S        |
| 12 2300946                | 338988      | MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE LIMPIEZA P | 75842111     | AMBIENTE | GESTIÓN INTEGRAL DE LA CAL | GESTIÓN DE LOS RESIDUOS S        |
| 13 2267380                | 318335      | CREACION DE ÁREAS VERDES EN LA NUEVA CIUDAD DE OLM   | 56210260     | AMBIENTE | GESTIÓN INTEGRAL DE LA CAL | CONSERVACIÓN Y AMPLIACION        |
| 14 2285877                | 261774      | INSTALACION DE UN SERVICIO FORESTAL CON EL REUSO DE  | 54530160     | AMBIENTE | DESARROLLO ESTRATÉGICO, C  | GESTIÓN INTEGRADA Y SOSTE        |
| 15 2300074                | 322397      | MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE CERTIFICACION AMBIENT   | 53953110     | AMBIENTE | GESTIÓN INTEGRAL DE LA CAL | GESTIÓN DE LOS RESIDUOS S        |
| 16 2225760                | 186508      | MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA GESTION INTEGRAL D   | 49342274     | AMBIENTE | GESTIÓN INTEGRAL DE LA CAL | GESTIÓN DE LOS RESIDUOS S        |
| 17 2166420                | 241932      | RECUPERACION DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES, MEDIANTI  | 47785413     | AMBIENTE | DESARROLLO ESTRATÉGICO, C  | CONSERVACIÓN Y APROVECH          |
| 18 2294298                | 309284      | RECUPERACION DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DE REGU  | 46503231     | AMBIENTE | DESARROLLO ESTRATÉGICO, C  | GESTIÓN INTEGRADA Y SOSTE        |
| 19 2234300                | 147098      | MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS DEL EMBALS   | 43586559     | AMBIENTE | GESTIÓN INTEGRAL DE LA CAL | VIGILANCIA Y CONTROL INTEC       |
| 20 2339730                | 378576      | RECUPERACION DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS EN LA M  | 42851209     | AMBIENTE | GESTIÓN INTEGRAL DE LA CAL | VIGILANCIA Y CONTROL INTEC       |
| 21 2342332                | 381063      | MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE CONTROL Y VIGILANCIA E  | 41933687     | AMBIENTE | DESARROLLO ESTRATÉGICO, C  | GESTIÓN INTEGRADA Y SOSTE        |
| 22 232748                 | 372027      | RECUPERACION DE LA FORESTACIÓN, REFORESTACIÓN Y ZAP  | 37006986     | AMBIENTE | DESARROLLO ESTRATÉGICO, C  | CONSERVACIÓN Y APROVECH          |
| 23 2338549                | 377440      | RECUPERACION ERVICIOS ECO SISTÉMICOS EN LA CUENCA H  | 34647260     | AMBIENTE | GESTIÓN INTEGRAL DE LA CAL | VIGILANCIA Y CONTROL INTEC       |
| 24 2253933                | 149181      | MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LA GESTION INTEGRAL D   | 31057228     | AMBIENTE | GESTIÓN INTEGRAL DE LA CAL | GESTIÓN DE LOS RESIDUOS S        |
| 25 2324997                | 262610      | RECUPERACION DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES CON ENFO   | 30527979     | AMBIENTE | DESARROLLO ESTRATÉGICO, C  | GESTIÓN INTEGRADA Y SOSTE        |

Después de descargar la información, se presenta un archivo en Excel con muchas características y en base a los criterios mínimos establecidos en los “Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión en las tipologías de ecosistemas, especies y apoyo al uso sostenible”, se asigna una puntuación a los proyectos de inversión. Para fines

demostrativos, se realiza el siguiente filtro de información para seleccionar los proyectos de inversión de manera preliminar.

- Sub Programa: “Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica y de los recursos naturales”, “Gestión integrada de los recursos hídricos” y “Gestión integrada y sostenible de los ecosistemas”
- Situación: Viable
- Fecha de viabilidad: 2015 al 2019

Posteriormente se realiza un segundo filtro preliminar al nombre de las inversiones resultantes.

- Naturaleza de intervención: Recuperación.
- Objeto de intervención: no se considera aquellos que contengan las palabras pino, eucalipto, exóticas y forestación.
- Objeto de intervención: se considera aquellos que contengan las palabras servicios ecosistémicos, ecosistemas, servicios ambientales, agua, recurso hídrico, regulación hídrica.

Por último, se realiza la descarga de los perfiles o fichas de las inversiones seleccionadas con el código SNIP o código único de inversión, para su respectiva revisión.

Código SNIP del PROYECTO : 355703 Fecha de registro en el DP-25/04/2016 11:44:46 a.m.

Estado: ACTIVO Nivel Min. Recom. OPI:

Estado de Viabilidad: Viable DOCUMENTOS DE VIABILIDAD REGISTROS EN LA FASE DE INVERSION

---

FORMATO SNIP-03:  
FICHA DE REGISTRO - BANCO DE PROYECTOS  
[La información registrada en el Banco de Proyectos tiene carácter de Declaración Jurada]

Fecha de la última actualización: 06/02/2021

1. IDENTIFICACION

1.1 Código SNIP del Proyecto de Inversión Pública: **355703**

1.2 Nombre del Proyecto de Inversión Pública: RECUPERACION DE LOS SERVICIOS ECOSISTEMICOS DE REGULACION HIDRICA EN LAS MICROCUENCAS DEDE HUAC HUAS, LLAUTA, LARAMATE, OCAÑA, SAN PEDRO DE PALCO, OTOCA, LEONCIO PRADO, SAISA, SANTA LUCIA Y SAN CRISTOBAL, AFLUENTES DEL RIO GRANDE EN LUCANAS - AYACUCHO

1.3 Responsabilidad Funcional del Proyecto de Inversión Pública:

|   |  |
|---|--|
| Función                                     | 17 AMBIENTE  |
| División Funcional                          | 054 DESARROLLO ESTRATÉGICO, CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL PATRIMONIO NATURAL |
| Grupo Funcional                             | 0122 GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HIDRICOS  |
| Responsable Funcional (según Anexo SNIP 04) | AGRICULTURA Y RIEGO/ AMBIENTAL   |

1.4 Este Proyecto de Inversión Pública NO pertenece a un Programa de Inversión

1.5 Este Proyecto de Inversión Pública NO pertenece a un Conglomerado Autorizado

1.6 Localización Geográfica del Proyecto de Inversión Pública:

| Departamento | Provincia | Distrito | Localidad          |
|--------------|-----------|----------|--------------------|
| AYACUCHO     | LUCANAS   | SAISA    | Rio Grande y Acari |

## Documentos de Viabilidad

Para la inversión con Código SNIP 355703

Lista de Documentos de Viabilidad

| Fecha de registro        | Fecha de Documento | Tipo  | Nro Documento                | Descripcion | Ver                 |
|--------------------------|--------------------|---|------------------------------|-------------|---------------------|
| 24/04/2016 11:38:17 a.m. | 19/04/2016         | DOC APROBACION  | INF. N°001-2016-MDS-A/OPI    |             | <a href="#">Ver</a> |
| 25/04/2016 11:43:48 a.m. | 19/04/2016         | TDR PERFIL  | INF. N°008-2016-MANSURLA-UF  |             | <a href="#">Ver</a> |
| 23/08/2016 05:36:47 p.m. | 20/08/2016         | Informe Técnico de declaración de viabilidad          | INF. TEC N° 015-2016         |             | <a href="#">Ver</a> |
| 23/08/2016 05:44:16 p.m. | 18/08/2016         | Resumen Ejecutivo de dicho estudio                    | INF. N°012-2016-UF- MANSURLA |             | <a href="#">Ver</a> |
| 23/08/2016 06:14:02 p.m. | 18/08/2016         | Estudio de preinversión que sustentaría la viabilidad | INF. N°012 UF- MANSURLA      |             | <a href="#">Ver</a> |
| 23/08/2016 06:16:06 p.m. | 18/08/2016         | Estudio de preinversión que sustentaría la viabilidad | INF. N°012 UF- MANSURLA      |             | <a href="#">Ver</a> |

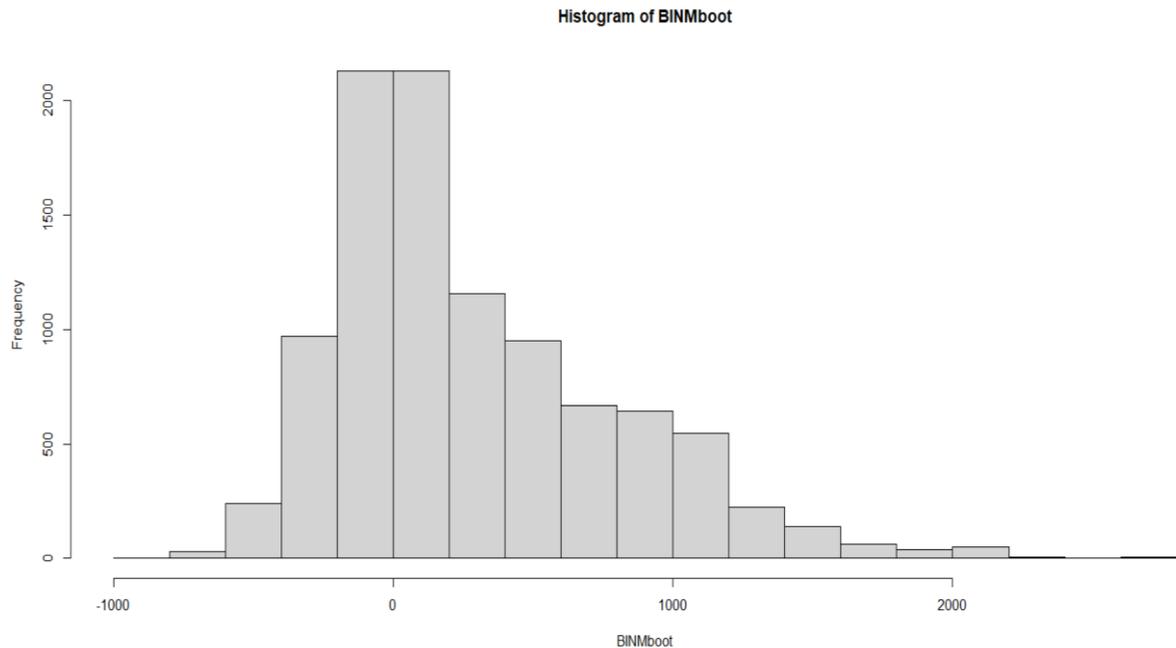
[Exportar PDF](#)

© 2021 - Ministerio de Economía y Finanzas

Cuando se termine de descargar todos los archivos de los perfiles o fichas técnicas, así como los anexos respectivos como presupuestos y arreglos institucionales, se procederá a revisar cada uno de los perfiles y fichas en base a los siguientes criterios para determinar si efectivamente son inversiones en recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica.

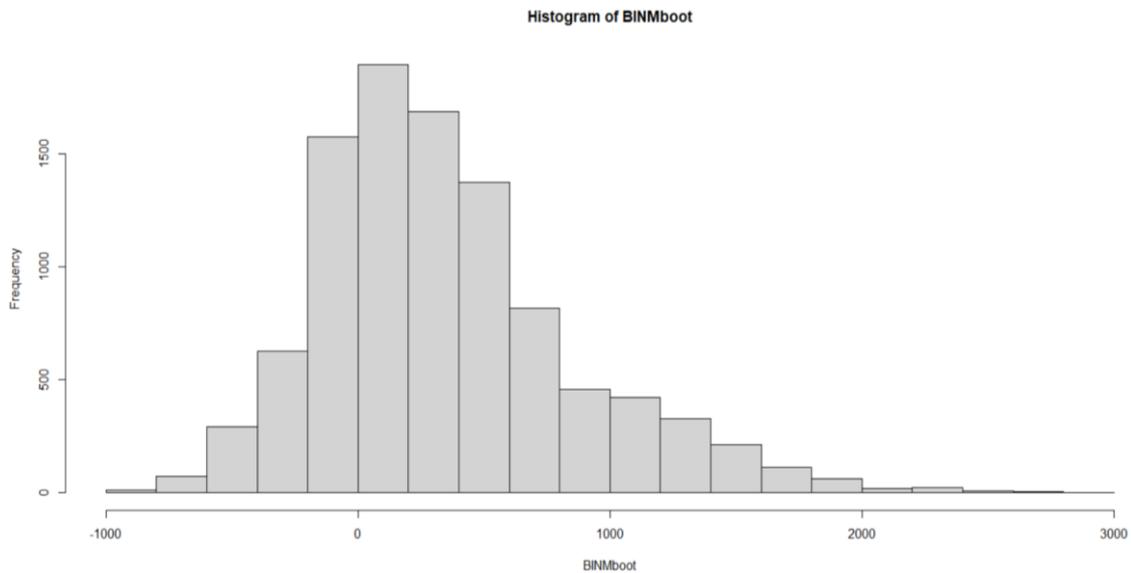
- Unidad Productora: Ecosistemas.
- Condición de la Unidad Productora: Degradado.
- Materia de análisis: regulación hídrica o el agua.
- Población beneficiaria: Población que requiere la regulación hídrica o agua
- Acciones planteadas: revegetación y/o recuperación con pastos naturales o arboles nativos, desarrollar prácticas ancestrales
- Especies: las especies a utilizar son la biodiversidad nativa del Perú como el Aliso, Bolaina, Queñual, entre otros, no se permite las especies exóticas como Pino y Eucalipto.
- Arreglos institucionales: presenta anexadas principalmente actas de compromisos de los involucrados, actas de cesión de uso de terrenos o disponibilidad de terrenos, actas de operación y mantenimiento de la inversión por una entidad pública.

## Anexo 2: Lenguaje de programación en R de efecto e inversión de proyectos



```
> local({pkg <- select.list(sort(.packages(all.available = TRUE)),graphics=TRUE)
+ if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE)})
> data<- read_excel("C:/Users/Miguel Bernuy/Desktop/Trabajo de suficiencia profesional/Miguel/Data/Data en R/RVacs.xlsx")
> lambda<-10600
> attach(data)
> BINM=ha-VACs/lambda
> BINM
 [1] 2865.81097 430.76379 -530.28942 -622.10330 -711.49545 394.31034
 [7] 3108.91755 560.10435 1099.19001 -894.44601 2058.75739 1389.52244
[13] 1259.25949 195.90459 484.48752 196.07405 -164.42084 -329.45278
[19] 124.24541 33.07932 130.49336 -200.66502 -179.41551 -353.30641
[25] 92.72883 -79.49605 -18.17111 -16.54664 -50.60429 -39.52432
[31] 33.69833 -61.67743 -51.22041 295.33312 -24.17834 -22.77057
> summary(BINM)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
-894.446 -100.727  8.266  288.969 403.424 3108.918
> n=length(data)
> B=10000
> BINMboot=rep(0,B)
> set.seed(123)
> for(i in 1:B){ BINMboot[i]=mean(sample(BINM,n,replace=T)) }
> BINMbootmean=mean(BINMboot)
> BINMbootmean
 [1] 286.1632
> BINMbootse=sd(BINMboot)/sqrt(36)
> BINMbootse
 [1] 83.55399
> hist(BINMboot)
> alfa=0.05
> #IC estandar
> LI=mean(BINM)-qnorm(1-alfa/2)*BINMbootse
> LI
 [1] 125.2065
> LS=mean(BINM)+qnorm(1-alfa/2)*BINMbootse
> LS
 [1] 452.7322
> LME=c(LI,LS)
> LME
 [1] 125.2065 452.7322
`
```

### Anexo 3: Lenguaje de programación en R de efecto y costos de recuperación de bosque

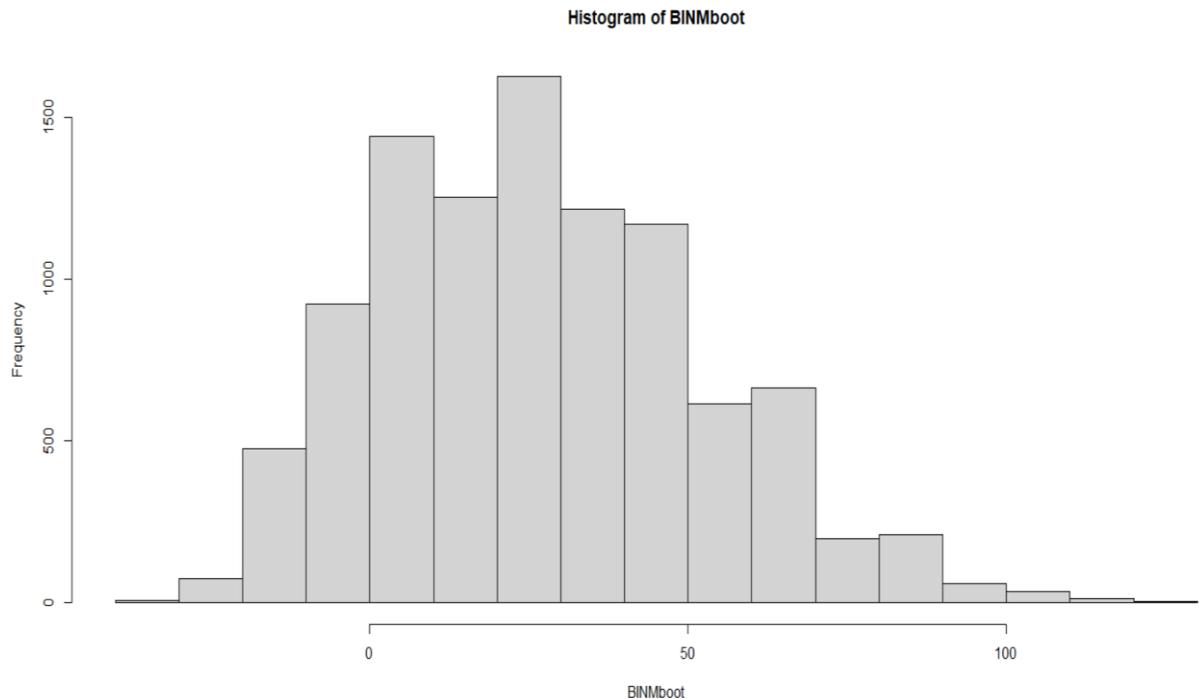


```

> local({pkg <- select.list(sort(.packages(all.available = TRUE)),graphics=TRUE)
+ if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE)})
> data<- read_excel("C:/Users/Miguel Bernuy/Desktop/Trabajo de suficiencia prof$
> lambda<-5400
> attach(data)
> BINM=hab-costb/lambda
> BINM
 [1] 3552.260535 138.403172 897.595000 -1038.483181 -1160.639074
 [6] 906.522037 1846.756456 -75.881111 1216.211465 1140.226681
[11] 1475.136550 923.953733 -256.577707 344.444444 136.022983
[16] -323.996350 -302.170185 144.850556 309.420906 28.525694
[21] 4.173056 -81.826889 -72.580981 21.358457 -87.751667
[26] 31.200463 274.100780 -40.290815 -9.813704
> summary(BINM)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
-1160.64  -75.88   31.20   342.80  897.60  3552.26
> n=length(data)
> B=10000
> BINMboot=rep(0,B)
> set.seed(123)
> for(i in 1:B){ BINMboot[i]=mean(sample(BINM,n,replace=T)) }
> BINMbootmean=mean(BINMboot)
> BINMbootmean
 [1] 346.9686
> BINMbootse=sd(BINMboot)/sqrt(29)
> BINMbootse
 [1] 95.52703
> hist(BINMboot)
> alfa=0.05
> #IC estandar
> LI=mean(BINM)-qnorm(1-alfa/2)*BINMbootse
> LI
 [1] 155.5688
> LS=mean(BINM)+qnorm(1-alfa/2)*BINMbootse
> LS
 [1] 530.0279
> LME=c(LI,LS)
> LME
 [1] 155.5688 530.0279

```

## Anexo 4: Lenguaje de programación en R de efecto y costos de revegetación de pastos

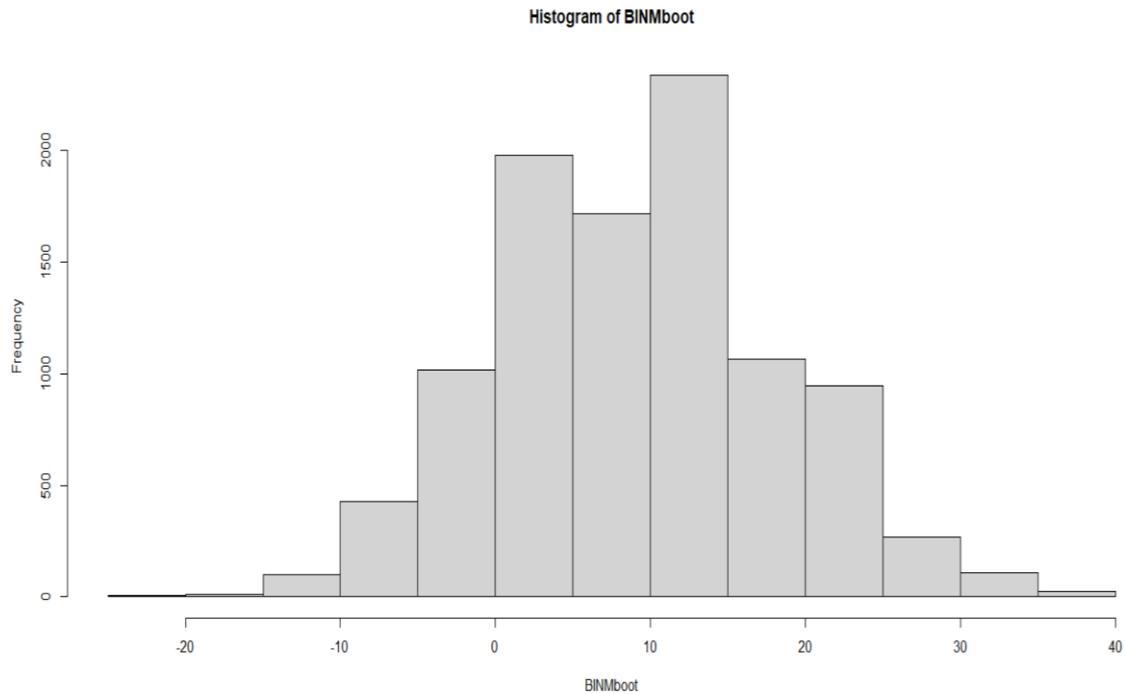


```

> local({pkg <- select.list(sort(.packages(all.available = TRUE)),graphics=TRUE)
+ if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE)})
> data<- read_excel("C:/Users/Miguel Bernuy/Desktop/Trabajo de suficiencia profesional/Miguel/Data/Data en R/Rcostp.xlsx")
> lambda<-8400
> attach(data)
> BINM=hap-costp/lambda
> BINM
[1] 7.902024 -31.985524 55.830952 -14.256429 69.848152 11.254561
[7] 73.201714 -12.290476 29.809710 128.400876 1.270952 5.685529
> summary(BINM)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
-31.986 -2.119   9.578  27.056  59.335 128.401
> n=length(data)
> B=10000
> BINMboot=rep(0,B)
> set.seed(123)
> for(i in 1:B){ BINMboot[i]=mean(sample(BINM,n,replace=T) )
> BINMbootmean=mean(BINMboot)
> BINMbootmean
[1] 27.03048
> BINMbootse=sd(BINMboot)/sqrt(12)
> BINMbootse
[1] 7.392187
> hist(BINMboot)
> alfa=0.05
> #IC estandar
> LI=mean(BINM)-qnorm(1-alfa/2)*BINMbootse
> LI
[1] 12.56758
> LS=mean(BINM)+qnorm(1-alfa/2)*BINMbootse
> LS
[1] 41.54442
> LME=c(LI,LS)
> LME
[1] 12.56758 41.54442

```

## Anexo 5: Lenguaje de programación en R de efecto y costos de instalación de gochas

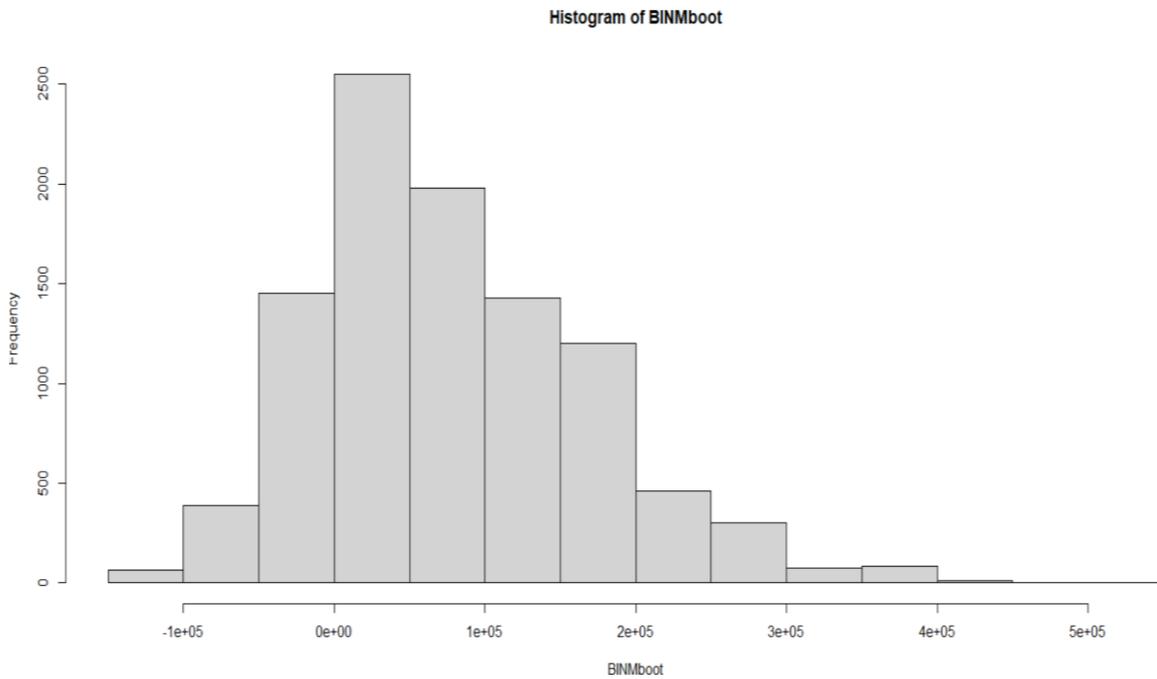


```

> local(pkg <- select.list(sort(.packages(all.available = TRUE)),graphics=TRUE)
+ if(nchar(pkg) library(pkg, character.only=TRUE))
> data<- read_excel("C:/Users/Miguel Bernuy/Desktop/Trabajo de suficiencia profesional/Miguel/Data/Data en R/Rcostqoc.xlsx")
> lambda<-145000
> attach(data)
> BINM=unid-costqoc/lambda
> BINM
 [1] 31.9354347 -20.2807821 -1.6493656 -6.5573679 24.2519586 9.8019834
 [7] 32.4328966 36.6755888 2.2546759 4.7361434 7.8296552 0.8483884
[13] -0.9561213 8.3602414
> summary(BINM)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
-20.281 -0.505   6.283   9.263 20.639 36.676
> n=length(data)
> B=10000
> BINMboot=rep(0,B)
> set.seed(123)
> for(i in 1:B){ BINMboot[i]=mean(sample(BINM,n,replace=T) )
> BINMbootmean=mean(BINMboot)
> BINMbootmean
 [1] 9.132069
> BINMbootse=sd(BINMboot)/sqrt(14)
> BINMbootse
 [1] 2.439255
> hist(BINMboot)
> alfa=0.05
> #IC estandar
> LI=mean(BINM)-qnorm(1-alfa/2)*BINMbootse
> LI
 [1] 4.482244
> LS=mean(BINM)+qnorm(1-alfa/2)*BINMbootse
> LS
 [1] 14.04395
> LME=c(LI,LS)
> LME
 [1] 4.482244 14.043946

```

## Anexo 6: Lenguaje de programación en R de efecto y costos de instalación de zanjas de infiltración



```

> local({pkg <- select.list(sort(.packages(all.available = TRUE)),graphics=TRUE)
+ if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE)})
> data<- read_excel("C:/Users/Miguel Bernuy/Desktop/Trabajo de suficiencia profesional/Miguel/Data/Data en R/Rcostzan.xlsx")
> lambda<-6
> attach(data)
> BINM=metros-costzan/lambda
> BINM
 [1] -155563.0283  533598.1317  330034.6667  197939.5000  218196.8633
 [6]  62375.1533   773.8833  24455.9017  124653.7000   993.3333
[11] -23899.8750  -2633.3333  24229.6883  -11666.6667   5716.9950
[16] -16740.6750   2724.6667
> summary(BINM)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
-155563  -2633    5717   77364  124654  533598
> n=length(data)
> B=10000
> BINMboot=rep(0,B)
> set.seed(123)
> for(i in 1:B){ BINMboot[i]=mean(sample(BINM,n,replace=T)) }
> BINMbootmean=mean(BINMboot)
> BINMbootmean
 [1] 77432.09
> BINMbootse=sd(BINMboot)/sqrt(17)
> BINMbootse
 [1] 22103.13
> hist(BINMboot)
> alfa=0.05
> #IC estandar
> LI=mean(BINM)-qnorm(1-alfa/2)*BINMbootse
> LI
 [1] 34042.71
> LS=mean(BINM)+qnorm(1-alfa/2)*BINMbootse
> LS
 [1] 120685.4
> LME=c(LI,LS)
> LME
 [1] 34042.71 120685.39
>

```