

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, CONTABLES, ECONÓMICAS Y

TURISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA



**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DE LAS INTERVENCIONES CON
INFRAESTRUCTURA NATURAL, UTILIZANDO EL MÉTODO DE
TRANSFERENCIA DE BENEFICIOS EN LA COMUNIDAD DE
TAUCCA, DISTRITO DE CHINCHERO, CUSCO - 2021.**

Tesis para optar el Título Profesional de Economista

Presentada por:

Bach. Miguel Ángel Choque Conde

Bach. Richard Carbajal Estrada

Asesor:

Mgt. Ernests Batallanos Enciso

Cusco – Perú

2022

DEDICATORIA

A mis padres, Leonarda y Florentino por confiar y depositar sus valores en mí. Por su trabajo y perseverancia para formar un ciudadano de bien.

Miguel Ángel...

A mis padres Mario y Eulalia quienes son engranaje de cada escala que doy en la vida, a mis hermanos, a mi hija y esposa quienes son el empuje de día a día. Gracias a todos se pudo dar el objetivo tan esperado y así cumplir con el sueño anhelado.

Richard.

AGRADECIMIENTO

A dios por haber diseñado un sendero con muchas oportunidades y aprendizajes para nosotros, por habernos rodeado de personas maravillosas, que hacen de nosotros reflejo de sus virtudes.

Al equipo profesional del Centro Bartolomé de Las Casas y The Nature Conservancy, especialmente al equipo de Gestión Social del Agua a quienes agradecemos su apoyo en el desarrollo del trabajo.

A nuestras familias quienes siempre creyeron y confiaron en nosotros, a todas las personas maravillosas que nos rodean, especialmente a aquellas que motivan nuestra superación y crecimiento profesional.

A nuestro asesor el Dr. Ernets Batallanos Enciso, por su paciencia, dedicación, y aliento.

A los pobladores, directivos y ex directivos de la comunidad de Taucuca.

Los tesistas...

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE	III
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
INTRODUCCIÓN	XI
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivos de Investigación.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Variable de la investigación.....	4
1.4.1. Variable dependiente:	4
1.4.2. Variable independiente:	4
1.5. Justificación e Importancia del Estudio	5
1.5.1. Justificación teórica	5
1.5.2. Justificación práctica.....	5
1.6. Importancia	5
1.7. Delimitación de la investigación.....	6
1.7.1. Alcance de la investigación	6
1.8. Matriz de consistencia.....	7
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	8
2.1. Marco Referencial.....	8

2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes Nacionales	10
2.2. Marco Conceptual.....	14
2.2.1. Economía Ambiental	14
2.2.1.1. Crecimiento Económico y Deterioro Ambiental	15
2.2.1.2. Planeación, Regulación e Incentivos Económicos.....	17
2.2.2. Eficiencia Económica	17
2.2.2.1. Análisis Costo-Beneficio Ambiental (ACB)	19
2.2.3. Valoración de Beneficios Ambientales.....	22
2.2.4. Métodos de Valoración de Beneficios Ambientales.....	24
2.2.4.1. Métodos de Preferencias Declaradas	25
2.2.4.2. Métodos de Preferencias Reveladas.....	26
2.2.4.3. Método de la Transferencia de Beneficios.....	27
2.2.5. Protocolo para la Valoración Económica Utilizando el Método de Transferencia de Beneficios	31
2.2.5.1. Definición del contexto (área de intervención) y la necesidad de TB	32
2.2.5.2. Definición del bien del sitio de política, y la población	33
2.2.5.3. Definición y cuantificación del cambio en la provisión del bien.....	35
2.2.5.4. Identificación y selección de la evidencia y datos de valoración	36
2.2.5.5. Selección del método de transferencia.....	38
2.2.5.6. Diseño e implementación de la transferencia	40
2.2.5.7. Agregación de valores.....	43
2.2.5.8. Análisis de sensibilidad.....	44
2.2.5.9. Presentación de la información.....	44
2.2.6. Infraestructura Natural y Cambio Climático.....	45
2.2.6.1. Forestación y Reforestación.....	48
2.2.6.2. Agroforestería	49
2.2.6.3. Zanjas de infiltración	52
2.2.6.4. Terrazas y Andenes.....	54
2.2.6.5. Qochas rusticas	56
2.3. Marco Conceptual.....	57
2.3.1. Costos.....	57
2.3.2. Costos de inversión.....	58
2.3.3. Costos operativos y mantenimiento	58
2.3.4. Costos directos.....	58
2.3.5. Los costos indirectos.....	58
2.3.6. Beneficios	58
2.3.7. Suelo	59
2.3.8. Fertilidad del suelo.....	59

CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	61
3.1. Enfoque de la Investigación.....	61
3.2. Nivel o alcance de la investigación.....	61
3.3. Métodos de Investigación	62
3.4. Universo y Muestra.....	62
3.4.1. Universo.....	62
3.4.2. Muestra	62
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	62
CAPITULO IV IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS.....	63
4.1. Estimación de Costos.....	63
4.1.1. Costos de inversión.....	63
4.1.2. Costos de operación y mantenimiento	69
4.2. Valoración de Beneficios.....	70
4.2.1. Definición del contexto y la necesidad de TB para la comunidad de Taucca	71
4.2.2. Definición del bien y la población de la comunidad de Taucca	78
4.2.3. Definición y cuantificación del cambio en la provisión del bien de los ecosistemas de Taucca	88
4.2.4. Identificación y selección de la evidencia y datos de valoración	94
4.2.5. Selección del método de transferencia de beneficios	97
4.2.6. Diseño e implementación de la transferencia de beneficios	99
4.2.7. Agregación de valores.....	101
4.3. Análisis Costo – Beneficio.....	102
4.3.1. Análisis de sensibilidad.....	104
CONCLUSIONES.....	110
RECOMENDACIONES.....	112

BIBLIOGRAFÍA	113
ANEXO	118
1. Operacionalización de Variables	118
2. Encuesta Socioeconómica.....	119
3. Mapas.....	123
4. Valores reportados para implementar la transferencia de beneficios	125
5. Anexo Fotográfico	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Matriz de Consistencia</i>	7
Tabla 2 <i>Enfoques para Valorar Servicios Ecosistémicos</i>	23
Tabla 3 <i>Parámetros de Ajuste al Valor Económico</i>	29
Tabla 4 <i>Análisis de Similitud de Estudios entre el Sitio de Política y Sitio de Estudio</i>	38
Tabla 5 <i>Análisis de Correspondencia y Selección del Método de Transferencia</i>	39
Tabla 6 <i>Identificación de Costos de Inversión de Proyectos de Infraestructura Natural</i>	65
Tabla 7 <i>Servicios Ecosistémicos Identificados en la Comunidad de Taucca</i>	74
Tabla 8 <i>Niveles de Documentos Técnicos en Relación al Monto de Inversión</i>	75
Tabla 9 <i>Servicios Ecosistémicos Identificados en la Comunidad de Taucca</i>	78
Tabla 10 <i>Identificación de Población Afectada por Servicio Ecosistémico</i>	81
Tabla 11 <i>Resultados del Monitoreo de Temperatura Ambiental de la Comunidad de Taucca</i>	85
Tabla 12 <i>Cambio en la Provisión del Bien en la Comunidad de Taucca</i>	89
Tabla 13 <i>Evidencia y Datos de Valoración de los Servicios Ambientales de Taucca</i>	95
Tabla 14 <i>Análisis y Correspondencia de los Estudios con la Comunidad de Taucca</i>	96
Tabla 15 <i>Análisis de Similitud de los Estudios E2 y E4 con la Comunidad de Taucca</i>	98
Tabla 16 <i>Análisis de Similitud de los Estudios E2 y E3 con la Comunidad de Taucca</i>	98
Tabla 17 <i>Implementación de la Transferencia de Beneficios</i>	101
Tabla 18 <i>Agregación del Valor Económico de Bienes y Servicios Ecosistémicos de la Comunidad de Taucca</i>	102
Tabla 19 <i>Indicadores de Rentabilidad según el Flujo de Caja Construido</i>	103
Tabla 20 <i>Elasticidad del VAN Respecto a la Variable Inversión</i>	104
Tabla 21 <i>Elasticidad del VAN Respecto a la Variable Ingreso del Año 1</i>	105
Tabla 22 <i>Elasticidad del VAN Respecto a la Variable Ingreso del Año 30</i>	105
Tabla 23 <i>Elasticidad del VAN Respecto a la Variable Tasa Social de Descuento</i>	106
Tabla 24 <i>Nivelando el VAN</i>	106
Tabla 25 <i>Análisis de Sensibilidad del VAN Respecto a la Variable Crítica de Inversión</i>	107
Tabla 26 <i>Análisis de Sensibilidad del VAN Respecto a la Variable Crítica de Ingreso del Año 1</i>	108
Tabla 27 <i>Análisis de Sensibilidad Bivariante del VAN Respecto a las Variables Críticas de Inversión y COK</i>	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Curva Ambiental de Kuznet</i>	16
Figura 2	<i>Curva de la Frontera de Posibilidades de Producción</i>	18
Figura 3	<i>Métodos de Valoración Económica</i>	24
Figura 4	<i>Contextos para la Transferencia de Beneficios</i>	28
Figura 5	<i>Sub Tipos del Método de Transferencia de Beneficios</i>	28
Figura 6	<i>Condiciones para la Trasferencia de Funciones Individuales</i>	30
Figura 7	<i>Metodología para la Transferencia de Beneficios</i>	32
Figura 8	<i>Guía para la Identificación de la Población Beneficiaria</i>	34
Figura 9	<i>Ecuación General del Cambio</i>	35
Figura 10	<i>Criterios para Evaluar la Similitud entre el Sitio de Política y Sitio de Estudio</i> ..	37
Figura 11	<i>Distribución Poblacional de los Beneficiarios</i>	44
Figura 12	<i>Ventajas y Funciones de los Sistemas Agroforestales</i>	51
Figura 13	<i>Ventajas y Funciones de las Zanjas de Infiltración</i>	53
Figura 14	<i>Beneficios y Funciones del Uso de Terrazas y Andenes</i>	55
Figura 15	<i>Beneficios y funciones de las Qochas Rusticas</i>	57
Figura 16	<i>Practiclas de Conservación de Agua y Suelos</i>	63
Figura 17	<i>Porcentaje de Familias que Practica Acciones de IN</i>	68
Figura 18	<i>Porcentaje de Familias que tienen Practicas de Conservación en sus Parcelas</i> .	69
Figura 19	<i>Estructura Organizacional de la Comunidad de Taucca</i>	70
Figura 20	<i>Metodología para la Transferencia de Beneficios</i>	71
Figura 21	<i>Beneficios Directos Reconocidos por la Comunidad de Taucca</i>	72
Figura 22	<i>Beneficios Indirectos Reconocidos por la Comunidad de Taucca</i>	73
Figura 23	<i>Nivel de Complejidad de Proyectos de Inversión de IN</i>	76
Figura 24	<i>Mapa de Ubicación de la comunidad de Taucca</i>	80
Figura 25	<i>Distribución de la Población por Sexo</i>	82
Figura 26	<i>Ocupación Principal del Encuestado</i>	83
Figura 27	<i>Ingreso Mensual del Encuestado</i>	84
Figura 28	<i>Punto de Monitoreo de Temperatura Ambiental en la Comunidad de Taucca</i>	85
Figura 29	<i>Diagrama de las 8 Regiones Naturales del Perú</i>	87
Figura 30	<i>Mapa de Usos del Suelo de la Comunidad de Taucca</i>	88
Figura 31	<i>Usos Prioritarios de las Áreas con Infraestructura Natural de la Comunidad de Taucca</i>	91
Figura 32	<i>Control de Erosión en Áreas con Infraestructura Natural</i>	92
Figura 33	<i>Fertilidad en los Suelos con Infraestructura Natural</i>	93
Figura 34	<i>Humedad en los Suelos con Infraestructura Natural</i>	93
Figura 35	<i>Recarga de Acuíferos con Infraestructura Natural</i>	94

RESUMEN

Uno de los retos del siglo XXI está asociada al cambio climático y en este escenario, desde 1990 surge la infraestructura natural o las denominadas acciones de adaptación basada en ecosistemas como una estrategia inteligente para mitigar y adaptarse a los efectos de estas alteraciones. Sin embargo, la incorporación de su valor e importancia en el análisis de toma de decisiones es dificultoso por las limitaciones en la cuantificación y valoración de los beneficios ambientales.

El presente estudio busca llevar a cabo el análisis costo-beneficio de las intervenciones con infraestructura natural utilizando el método de transferencia de beneficios en la comunidad de Taucca distrito de Chinchero. Este método es utilizado para valorar los bienes y servicios ambientales como los que son proveídos por la infraestructura natural. La observación parte a partir de la identificación de los costos y beneficios en la implementación de estas iniciativas en la comunidad de Taucca. Seguidamente estos son cuantificados para finalmente ser valorados utilizando diferentes valores para cada uno de los bienes y servicios identificados.

Los resultados muestran que las intervenciones con infraestructura natural son medidas altamente rentables, así lo demuestran los indicadores económicos. Estos además son beneficiosos por la gran variedad de bienes y servicios ecosistémicos que ofrecen, siendo estos incluso factores que determinan el crecimiento sostenible de comunidades altoandinas como Taucca.

Palabras clave: Infraestructura natural, Cambio climático, análisis costo beneficio, servicios ecosistémicos

ABSTRACT

One of the challenges of the 21st century is associated with climate change and in this scenario, since 1990 the natural infrastructure or the so-called adaptation actions based on ecosystems have emerged as an intelligent strategy to mitigate and adapt to the effects of these alterations. However, the incorporation of its value and importance in the decision-making analysis is difficult due to the limitations in the quantification and valuation of environmental benefits.

The present study seeks to carry out the cost-benefit analysis of the interventions with natural infrastructure using the benefit transfer method in the community of Taucuca, district of Chinchero. This method is used to value environmental goods and services such as those provided by natural infrastructure. The observation starts from the identification of the costs and benefits in the implementation of these initiatives in the community of Taucuca. These are then quantified to finally be valued using different values for each of the identified goods and services.

The results show that interventions with natural infrastructure are highly profitable measures, as shown by the determined profitability indicators. These are also beneficial due to the great variety of ecosystem goods and services that they offer, and these are even factors that determine the sustainable growth of high Andean communities such as Taucuca.

Keywords: Natural infrastructure, Climate change, cost-benefit analysis, ecosystem services

INTRODUCCIÓN

Los servicios y funciones ambientales que se obtienen a partir del buen funcionamiento de los ecosistemas son importantes puesto que determinan los procesos de desarrollo sostenible de los pueblos. A lo largo de las últimas décadas los recursos naturales y los servicios ambientales han entrado en un proceso de degradación. Este proceso ha permitido la agudización de un fenómeno de alteración, llamado cambio climático.

El comunicado de prensa realizado por el IPCC¹ el 9 de agosto del 2021 advierte lo delicado del contexto global. Las probabilidades de superar el 1.5°C de incremento en la temperatura global en las próximas décadas es un hecho. Esta realidad será posible revertirla solo si las emisiones de los gases de efecto invernadero se disminuyen de forma inmediata, rápida y a gran escala.

Los efectos de estas alteraciones se presentan de múltiples formas en las diferentes regiones del mundo y Los Andes peruanos no son la excepción. Según estudios del PACC² en Cusco y Apurímac, para el 2030, la temperatura ambiental podría incrementarse hasta en 1.3°C y las lluvias sufrirían disminuciones entre el 8% y el 11%. La situación se agrava en cuencas altoandinas como el caso de Piuray Ccorimarca y la comunidad de Taucca, donde se prevee disminución de lluvias entre el 11% y 28%. Esto podría afectar el rendimiento en los cultivos, cambio de biotipo y en general pérdidas en la economía familiar.

Una de las estrategias a tomar en cuenta para adaptarse y mitigar los efectos múltiples del cambio climático son las intervenciones basadas en la infraestructura natural. En la práctica esto no es algo nuevo sino más bien es una sistematización de saberes locales. Su estrategia se basa en la construcción de zanjas de infiltración, forestación, recuperación de pastizales, amunas, construcción de terrazas, entre otros de forma planificada. Los beneficios de estas

¹ Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

² Programa de Adaptación al Cambio Climático - Perú

intervenciones están relacionados a los beneficios y funciones ecosistémicas o ambientales que estoy proveen. Sin embargo, estos múltiples beneficios no son adecuadamente interiorizados por la dificultad en la cuantificación y representación económica de sus beneficios.

En el Perú la principal herramienta utilizada para la toma de decisiones es el análisis costo-beneficio y en esta lógica las limitaciones en relación a la cuantificación y valoración de los beneficios ambientales son una barrera para ser utilizados en el análisis de políticas y proyectos de infraestructura natural.

El presente trabajo es un esfuerzo por determinar y viabilizar el análisis costo beneficio en intervenciones con infraestructura natural, mediante el uso de la metodología de transferencia de beneficios para la valoración económica. Este análisis se realiza a partir de la experiencia de implementación de infraestructura natural en la comunidad de Taucuca. Dentro de este marco se muestra la importancia económica (a través de un indicador económico) del buen funcionamiento de los ecosistemas y de esta forma interiorizar su alcance al momento de tomar decisiones.

Como parte de un proceso de investigación este no es un documento acabado, sino más bien un estudio que invita a la discusión a la comunidad académica, resalta la importancia económica y ambiental de la infraestructura natural en un contexto de cambio climático, donde la mitigación y adaptación a sus efectos es la prioridad del siglo XXI.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

En un escenario de cambio climático los esfuerzos por mitigar y adaptarse a las variaciones son diversos, resultando incluso un tema de muchos debates, conversatorios, foros, simposios y seminarios, todos con un objetivo en común el cual es concertar políticas, mecanismos y acciones para disminuir los efectos del cambio climático.

Los impactos de estas variaciones pueden ser considerables. Al respecto, António Guterres³, secretario general de la ONU, estima que cada año se pierde 24000 millones de toneladas de tierra fértil en el mundo, lo cual implica una disminución de hasta 8% del PIB en los países en desarrollo. Además, afirma que para el 2025, dos tercios de la población mundial vivirán en condiciones de “estrés hídrico” ya que la demanda de agua superará a la oferta.

Frente a esto, desde 1990 surge la infraestructura verde/natural definida como una “una red estratégicamente planificada y gestionada de tierras naturales, paisajes y otros espacios abiertos que conservan los valores y funciones de los ecosistemas y, proporciona beneficios asociados a las poblaciones humanas” (Benedict & McMahon, 2006 citado por Valdés & Foulkes, 2016, p. 48)

La reforestación, forestación, protección de bosques, humedales, bofedales, construcción de amunas, terrazas, pata patas y en general todas aquellas actividades que contribuyen a la protección y restauración de los ecosistemas forman parte de la infraestructura natural. Estas intervenciones optimizan el funcionamiento de los

³ Declaración realizada por el Día Mundial de la Desertificación y la Sequía:
<https://news.un.org/es/story/2019/06/1457861>

ecosistemas y por lo mismo la provisión de bienes y servicios ecosistémicos (Echevarria, Zavala , Coronel, Montalvo , & Aguirre , 2015).

En ese sentido la infraestructura natural resulta ser una forma inteligente y participativa de gestionar el capital natural de los andes y ecosistemas vulnerables al cambio climático. El Perú no es ajena a esta estrategia y a través de instituciones públicas y privadas promueve su ejecución, por medio de proyectos y políticas como los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos, fondos de agua, proyectos ambientales, entre otros. Sin embargo, su importancia económica todavía no ha sido interiorizado adecuadamente y mucho menos existe un indicador económico que demuestre la conveniencia de su ejecución respecto a otras soluciones alternativas.

Asimismo, se sabe que el sector gubernamental cuenta con el análisis Costo-Beneficio (ACB) como el instrumento principal de toma de decisiones, pero en la aplicación a proyectos y políticas de infraestructura natural, encuentra la dificultad al momento de valorar sus beneficios (Postigo, 2013).

Taucca es una comunidad de 40 familias situada a 3.960 metros sobre el nivel del mar en el distrito de Chinchero. Es una de las 16 comunidades campesinas de la Microcuenca Piuray Ccorimarca, y superficie de recarga hídrica de la Laguna de Piuray, el cual abastece de agua al 42% de la población de la ciudad de Cusco. La actividad agropecuaria es su principal sustento de vida. En respuesta a los cambios en los ciclos de agua y suelos registrados desde 1980, la comunidad conformó un comité para la gestión de recursos naturales, basando su estrategia en la implementación, operación y mantenimiento de infraestructura natural.

A la fecha, Taucca ha intervenido en 9.39 ha de bofedales, plantado 7.46 ha de pinos, realizado una intervención combinada con setico, queuña y zanjas de infiltración en 107.58 ha, recuperado 410.55 ha de pastizales, construido 23.58 ha de terrazas para el

cultivo, 24.22 ha de zanjas de infiltración e implementado 71.83 ha de sistemas agroforestales. Estas intervenciones implican costos, como: materiales, mano de obra, insumos, entre otros; y beneficios como el incremento de fertilidad en los suelos, humedad, regulación hídrica, almacenamiento y purificación del agua, leña, control de erosión, captura de carbono, pastizales sanos, entre otros.

En ese sentido, teniendo en cuenta el contexto de la comunidad de Taucca, el siguiente estudio busca aproximar y determinar el costo-beneficio de infraestructura natural implementada, utilizando el método de Transferencia de Beneficios (TB). Su importancia radica en determinar un indicador económico que demuestre la conveniencia o no de su ejecución, además de viabilizar su análisis utilizando el método costo-beneficio en proyectos y políticas relacionadas a la infraestructura natural.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el costo-beneficio de las intervenciones con infraestructura natural utilizando el método de transferencia de beneficios en la comunidad de Taucca del distrito de Chinchero?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los costos asociados a las intervenciones con infraestructura natural en la comunidad de Taucca?
- ¿Cuáles son beneficios asociadas a las intervenciones con infraestructura natural en la comunidad de Taucca?
- ¿De qué manera los beneficios directos e indirectos de la infraestructura natural afectan a la comunidad de Taucca?

1.3. Objetivos de Investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el costo-beneficio de las intervenciones con infraestructura natural utilizando el método de transferencia de beneficios en la comunidad de Taucca distrito de Chinchero.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar y determinar cuáles son los costos asociados a las intervenciones con infraestructura natural en la comunidad de Taucca.
- Analizar y determinar cuáles son los beneficios asociados a las intervenciones con infraestructura natural en la comunidad de Taucca.
- Analizar de qué manera los beneficios directos e indirectos de la infraestructura natural afectan a la comunidad de Taucca.

1.4. Variable de la investigación

1.4.1. Variable dependiente:

Es la variable cuyos valores dependen de comportamiento o suma otras variables. (Flores, 2007). En este estudio se considera como variable dependiente al costo-beneficio.

1.4.2. Variable independiente:

Es aquella variable que dentro de la relación establecida no depende de ningún otro valor que sume en ella. (Flores, 2007). Este estudio considera como variable independiente a la infraestructura natural.

1.5. Justificación e Importancia del Estudio

1.5.1. Justificación teórica

En el ámbito académico permitirá conocer y profundizar el método de transferencia de beneficios, como una herramienta de valoración económica para la toma de decisiones, más aún cuando el tiempo, recurso y personal son limitados, como es el caso de la formulación de proyectos que muchos de ellos no superan los 30 días de plazo y el precio de mercado alrededor de los 10 000 soles.

1.5.2. Justificación práctica

Permitirá entender los costos y beneficios de la infraestructura natural, como una solución inteligente y mecanismo de adaptación y mitigación del cambio climático. Permitirá visibilizar los trabajos de comunidades de cabeceras de cuenca como el caso de Tauca, y replicar en espacios altoandinos similares.

1.6. Importancia

Cusco es una región ubicada al sur de Los Andes peruanos, que vive principalmente de la actividad agropecuaria. La demanda de agua para riego en esta región es de 97.74% de la disponibilidad hídrica, evidenciando de esta forma, la importancia de este recurso (Gobierno Regional del Cusco, 2012)⁴.

Según las proyecciones del IPCC, para el 2030 se estima un incremento de 1.3° de temperatura y lluvias con variabilidad de alrededor 15% en esta región. Estas condiciones afectarían los niveles hídricos y, por lo tanto, los rendimientos de la producción agrícola, incrementando pérdidas y disminuyendo ligeramente el ciclo de cultivos en 13 días (Gobierno Regional del Cusco, 2012).

⁴ Estrategia regional frente al cambio climático: <https://predes.org.pe/wp-content/uploads/2019/07/57.pdf>

En este contexto descrito surge la infraestructura natural, como una estrategia de mitigación y adaptación, en ese sentido la importancia de este estudio radica en la originalidad del tema ya que propone el uso del método de transferencia de beneficios para valorar beneficios y posibilitar la evaluación de proyectos y políticas de infraestructura natural.

1.7. Delimitación de la investigación

1.7.1. Alcance de la investigación

- **Ámbito geográfico**

El ámbito de estudio se realizará en la comunidad de Taucca, en el distrito de chinchero, provincia de Urubamba, ubicada en el departamento de Cusco.

- **Temporalidad**

La presente investigación se realizará en el año 2021.

1.8. Matriz de consistencia

Tabla 1

Matriz de Consistencia

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION OPERACIONAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Costo- Beneficio	Los costos son los impactos negativos asociados a una decisión las consecuencias que se quieren evitar o minimizar y los beneficios son los valores positivos que buscamos obtener o maximizar (Cohen & Franco , 1992)	Infraestructura Natural / Verde	Es la red de espacios naturales que conservan los valores y funciones de los ecosistemas, proveyendo servicios ecosistémicos ⁴ .	Costos Directos	Materiales Insumos Sueldos y salarios Diseño y estudios
				Costos indirectos	Materiales Insumos Sueldos y salarios Área de cierre Frecuencia de intervención Si hubiera
				Beneficios Directos	Ph de agua Pureza del agua Calidad de agua Fertilidad del suelo Forraje para ganado Medicina Leña Almacenamiento de agua Secuestro de carbono Belleza escénica Servicios ecosistémicos
				Beneficios Indirectos	Servicios Ecosistémicos
				Intangibles	Solo basta ser identificados (externalidades no mensurables) Servicios ecosistémicos

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Referencial

2.1.1. Antecedentes Internacionales

a) **La investigación de nombre Análisis costo beneficio de la implementación de un cultivo de teca como solución para reforestación en la provincia el roble, valle de cauca realizado por Jesús Antonio Castro González, Colombia, Bogotá - 2009.** El estudio destaca la importancia de analizar y evaluar el costo beneficio sobre la implementación del cultivo teca como solución de reforestación, para este estudio se eligió la provincia de Roble, Valle de Cauca como escenario hipotético de cultivo de reforestación con teca.

Ante esta intervención se efectuó un estudio acerca de las características técnicas y económicas de la teca; poniendo énfasis su estructura de costos, el impacto económico y ambiental que se genera en el ámbito donde se implementa el cultivo con teca como alternativa de solución. Para este estudio se presentan algunas teorías referentes a la economía ambiental y a la teoría del análisis “costo beneficio” las que nos contextualiza la toma de decisiones.

El estudio encontró que, para un cultivo de 250 hectáreas y 10 años de vida útil, existe un VPN negativo lo cual permitió descartar la alternativa. De esta forma se muestra la herramienta de costo beneficio nos conduce a tomar decisiones de acuerdo a los resultados en; VPN, TIR, etc.

Desde el punto de vista ambiental se llega a algunas conclusiones como el impacto positivo directo dentro de los cuales podemos citar la captura de CO₂ y reducción de gases de efecto invernadero mediante cultivo de especies forestales,

aumento de la biodiversidad, la restauración paisajística, la reducción del uso de bosques como fuentes de combustible y de manera general el aprovechamiento de los servicios forestales. En los impactos indirectos al implementar el cultivo de reforestación encontramos la protección contra la erosión en el área de cultivo, el aumento de la fertilidad de los suelos impactados por el cultivo, mejora en la calidad del agua, mejora del paisaje.

En lo que respecta al beneficio social, con la implementación de reforestación con teca en El Roble, se encontró la generación de empleo de manera directa e indirecta.

b) La investigación de nombre **Análisis costo-beneficio de la implementación de buenas prácticas ambientales en el sector florícola de Ecuador tuvo por autora María Loren Muñoz Díaz, Ecuador, Quito – 2020**. Donde indica que en Ecuador tiene al sector florícola como fuente de ingresos y parte de su exportación de productos no tradicionales más representativos para el país. Sin embargo, este tipo de producción genera daños a los recursos naturales como agua, suelo y aire, así también a las personas que trabajan en esta actividad. Con estos antecedentes, la investigación realizó un análisis de los beneficios y costos que representa implementar buenas prácticas ambientales (BPA⁵) dentro de la producción de flores. Para ello se utilizó la herramienta de costo – beneficio desde el enfoque financiero.

Algunas de las conclusiones a donde se llegó en el aspecto de análisis costo – beneficio son:

- El beneficio ambiental, social y económico siempre posee un aspecto positivo siempre y cuando se aplique la certificación de BPA. Si las fincas cumplen los criterios intangibles de estas, no solo protegen los recursos naturales, proveen

⁵ Buenas Prácticas Agrícolas, conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción de alimentos a la fase primaria orientados a cuidar la salud humana, proteger el ambiente y mejorar las condiciones de los trabajadores y su familia.

hábitats para la vida silvestre y aseguran los derechos y bienestar de los trabajadores, sus familias y sus comunidades, sino que también aumentan la productividad y la rentabilidad de sus empresas.

- En los impactos indirectos al implementar el cultivo de reforestación encontramos la protección contra la erosión en el área de cultivo, el aumento de la fertilidad de los suelos impactados por el cultivo, mejora en la calidad del agua, mejora del paisaje.

En lo que respecta al beneficio social, con la implementación de reforestación con teca en El Roble, se encontró la generación de empleo de manera directa e indirecta.

- En referencia a la relación de costo – beneficio, el proyecto de Flor Ecuador nos indica que por cada unidad monetaria invertida se tendrá un retorno de capital 2,18 USD con una tasa de descuento del 10%, 2,17 USD con una tasa de descuento de 12% y de 2,16 USD con una tasa de descuento del 13%, lo que hace rentable la implementación de la certificación.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

c) La investigación de nombre “Análisis Costo-Beneficio de las Prácticas de conservación de suelos en Cusco y Apurímac”, realizado por Hugo Wiener, Leonith Hinojosa, Wilfredo Fernandez y Tomas Steeb, Perú en el 2003. El estudio fue realizado en el marco del proyecto Manejo Sostenible de Suelos y Agua en Suelos (MASAL⁶), que como misión contribuyó a la gestión sostenible de los recursos

⁶ Este proyecto se ejecutó en base a un convenio bilateral entre el Gobierno Peruano y la confederación Suiza, por parte de Perú fue ejecutado por el Ministerio de Agricultura y por la contraparte la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).

naturales a través del fortalecimiento de capacidades humanas e institucionales de las organizaciones de base. Gobiernos municipales y entidades públicas y privadas, promoviendo la gobernanza territorial.

El estudio busco responder a la pregunta de ¿en referencia a las inversiones ejecutadas, es posible medir un beneficio atribuible a la inversión superior al costo? ¿Cuál o cuáles son las inversiones que proporcionan mayores beneficios relativos a las poblaciones rurales, así como a la sociedad? Los estudios de caso se desarrollaron en la Microcuenca del Mariño (Apurímac), Microcuenca de Piuray Ccorimarca (Cusco) y Microcuenca Huancarmayo (Cusco).

El estudio demuestra que los campesinos dotados de mayores y mejores recursos, los que son intensamente agricultores, son los que adoptan prácticas de conservación de agua y suelo. Este indicador demuestra que las practicas sirven y permiten a los agricultores ser agricultores intensivos.

A través de análisis físicos químicos de parcelas y a su vez comparados con parcelas de control se pudo encontrar que las parcelas aterrazadas, con mayor manejo agronómico y constante trabajo contienen mayor del 1% de nitrógeno en el suelo (1.1% en suelos sin terrazas, sin manejo, 8.1% en suelos con terrazas, con manejo). Las parcelas con prácticas presentan mayores señales de suelos orgánicos. Los suelos con manejo de la microcuenca Piuray contienen 54.7 ppm más de fósforo, respecto a los suelos sin manejo y 162 ppm de potasio.

Estas condiciones permiten obtener una utilidad de 1,419.00 soles respecto a 504.0 soles de una parcela que no cuenta con prácticas de conservación de agua y suelos (terrazas, prácticas agronómicas y manejo constante).

d) La investigación de nombre Análisis costo/beneficio e impacto ambiental de la ampliación operativa del relleno sanitario Pampaya en el Distrito

de Tarma, Provincia de Tarma tuvo como autora a Hellen Yomallie Chambillo Rojas, Perú, Lima – 2017. Es una tesis de investigación para optar el grado de ingeniera ambiental por la Universidad Católica Sepes Spientiae. El estudio tiene como objetivo analizar la situación del relleno sanitario y evaluar sus indicadores de rentabilidad social e identificar los impactos socioeconómicos, culturales y ambientales basados en la ampliación del relleno sanitario.

Para esto se utilizan los indicadores de rentabilidad como son el VAN y TIR, además del método de valoración contingente y matriz de Leopold para evaluar los impactos ambientales.

Entre las conclusiones que visibiliza el estudio destaca la mala gestión del relleno sanitario, evidenciando que esta mala gestión sumado por la limitada educación ambiental fomentada en el distrito de Tarma el relleno requeriría una ampliación de 1.78 ha. La rentabilidad social proyectada para 10 años demuestra que la iniciativa es rentable, con un VAN de 77228.01 soles y un TIR de 12%.

En cuanto a impactos ambientales y a razón de la aplicación de la Matriz de Leopold, se concluye que serían no significativos y significativos moderados, estos

últimos serían reversibles en un periodo de corto plazo sin causar efectos mayores o de consideración. Por lo tanto, la ampliación del relleno sanitario sería una intervención beneficiosa para la población.

e) La investigación de nombre “Análisis costo beneficio de la innovación tecnológica en la agricultura: caso mango en UHD departamento de Piura” tuvo como autora a Marcia Arantza Vallejos Burga, Perú, Chiclayo – 2018. La investigación se contextualizó en la región de Piura como consecuencia del cambio en el rendimiento de su producción con la tecnología tradicional. Es por ello, que el presente trabajo tiene como objetivo determinar si la implementación de nuevas tecnologías agrarias (Ultra High Density), puede mejorar la sostenibilidad de los agricultores de mango de la región Piura. Por lo tanto es necesario conocer las ventajas y beneficios de una implementación de la agricultura de precisión, mediante la cuantificación de los costos y beneficios de estas mejoras tecnológicas en la agricultura; la cual se puede obtener mediante el análisis costo beneficio(ACB), de este modo se plante las siguientes preguntas de investigación: ¿permitiría la implementación de nuevas tecnología agrarias UHD, basadas en ACB, mejorar la sostenibilidad de los agricultores de mango de la región de Piura? ¿ permitiría la implementación de nuevas tecnologías agrarias (UHD), basada en ACB, una mejora económica de los agricultores de mango de la región de Piura? ¿Permitiría la implementación de nuevas tecnologías agrarias (UHD), basadas en ACB, tendría mejoras en temas ambientales y sociales de los agricultores de mango de la región de Piura?

La metodología utilizada por el autor es el análisis costo beneficio para calcular los flujos de caja en el escenario convencional y el escenario con siembra en UHD, así como los indicadores de rentabilidad: valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), ratio beneficio – costo y el criterio del periodo de recuperación de capital (PER)

El autor determinó que la implementación de nuevas tecnologías agrarias (UHD), basada en ACB, puede mejorar la sostenibilidad determinada por el análisis costo beneficio, de los agricultores de mango de la región de Piura, aduciendo los siguientes resultados: VAN del ACB de s/. 32,434, TIR de 17.68%, Ratio del ACB, es de 2,77

Se concluye que la implementación de un nuevo sistema tecnológico agrícola, tiene un impacto positivo, ya que es un proyecto con alta rentabilidad, y con periodo de recuperación de capital corto, en cual es menos de un año.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Economía Ambiental

La economía ambiental se centra principalmente en cómo y por qué las personas toman decisiones que tienen consecuencias para el medio ambiente natural. Por eso estudia los recursos naturales y ambientales de una sociedad, y examina la forma en que las personas toman decisiones que conducen a la destrucción del medio ambiente y la mejora del medio ambiente (Field & Field, 2017).

La Economía Ambiental, es una rama de la economía que provee de herramientas analíticas y cuantitativas que nos ayudan a mejorar o solucionar los problemas de asignación ineficiente de los recursos naturales y ambientales en la sociedad (Mendieta, 2000). Aguilera & Alcántara (2011) determina que la Economía Ambiental estudia dos cuestiones: el problema de las externalidades y la asignación intergeneracional optima de los recursos agotables.

Mendieta (2000), refiere que la Economía del Medio Ambiente gira en torno a aquellos bienes (recursos naturales) que por sus características son considerados bienes de propiedad común, de esta forma las personas asignan ineficientemente sus recursos,

perjudicando a sus similares y agotando los recursos. Los recursos naturales y ambientales son insumos de actividades de consumo y de producción que generan bienestar a la población. En ese sentido se entiende que los recursos naturales son activos, que tienen la capacidad de generar otros bienes o mejorar los existentes.

En consecuencia, decimos que la economía Ambiental es la encargada de determinar qué acciones son beneficiosas para la sociedad y el medio ambiente, o que acciones o intervenciones generan costos. Analiza los incentivos detrás de cada intervención, principalmente determinado por la conducta individual maximizadora de utilidad de los individuos.

Escalante & catalán (2005), explican que el deterioro del ambiente es debido a que no existen mercados estructurados y funcionales donde se intercambien bienes y servicios ambientales. En consecuencia, los costos que implican las decisiones no son incluidas por los productores y consumidores. Para dar solución a esto se ha desarrollado diferentes líneas de investigación y en consecuencia soluciones.

2.2.1.1. Crecimiento Económico y Deterioro Ambiental

El tema principal de análisis de la economía ambiental es la relación del deterioro ambiental y el crecimiento económico. Al respecto muchos estudiosos concluyen que el crecimiento económico está altamente relacionado con el deterioro ambiental, puesto que la estructura productiva de los productos está relacionado a las principales emisiones de contaminantes (Escalante & Catalán , 2005).

Las postulaciones contrarias a la anterior, giran en torno a la Curva Ambiental de Kuznets (EKC)⁷. La EKC es una postulación del premio nobel Simon Kuznets. Esta curva explica una relación no lineal en forma de campana entre el deterioro del

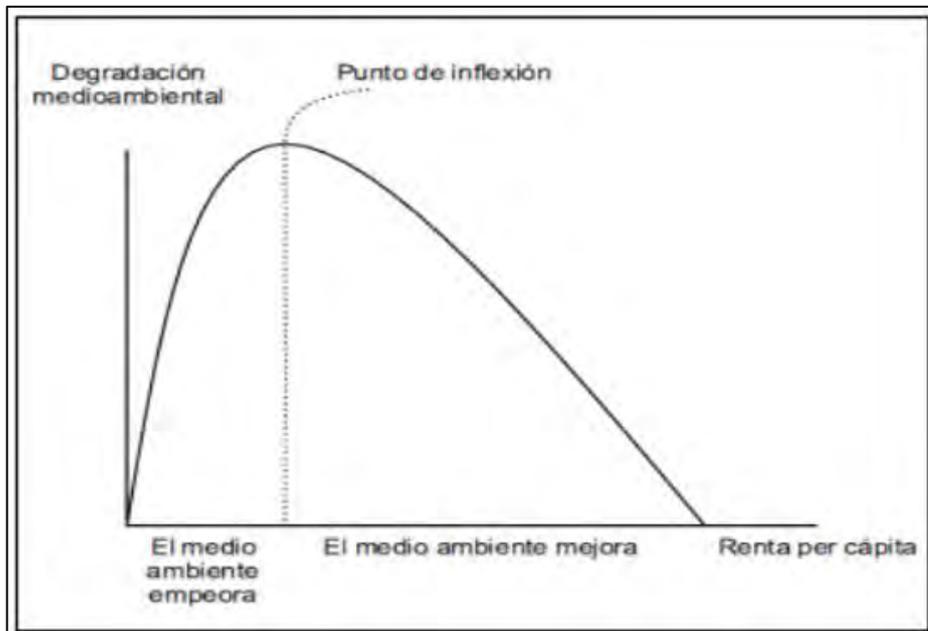
⁷Curva Ambiental de Kuznets (EKC), Por sus iniciales en inglés.

ambiente y el crecimiento económico, medido por el ingreso per cápita (Mendoza, 2015).

Gráficamente se denota de la siguiente forma:

Figura 1

Curva Ambiental de Kuznet



Fuente: Alfranca (2007), citado por (Mendoza, 2015).

La hipótesis de Kuznets explica que en las emisiones de contaminantes son mayores en etapas iniciales de desarrollo, y conforme la economía crece llega a un punto de inflexión para después disminuir paulatinamente. El deterioro inicial se debe a que, en etapas de desarrollo inicial, la agricultura y la explotación de recursos naturales sostienen la economía y se caracteriza por tecnología limpia incipiente. Con el tiempo el ingreso se incrementa y la degradación llega a un punto máximo (primero una etapa industrial para después utilizar tecnologías limpias y actividad económica de menores emisiones como los servicios y comunicación) para después disminuir a causa del cambio de la actividad económica, mayor conciencia social y cambio de preferencias (Catalan, 2014).

Sin embargo, los estudios no han podido validar esta afirmación y, por lo tanto, no se puede concluir que un mayor crecimiento de la economía asegure niveles de contaminación bajos. Solo las políticas ambientales que promuevan modos de producción y consumo ecológico, regulaciones y continua innovación tecnológica podrán disminuir los contaminantes.

2.2.1.2. Planeación, Regulación e Incentivos Económicos

La teoría económica considera que los bienes y servicios ambientales son bienes de propiedad común y, por lo tanto, de acceso ilimitado. En esta línea los problemas de la degradación ambiental son considerados externalidades. La planeación ambiental busca solucionar estos problemas mediante regulaciones y uso de incentivos económicos (Escalante & Catalán, 2005). La infraestructura natural es parte importante de la planeación ambiental (Banco Mundial, 2006).

Las regulaciones, implican sanciones administrativas y controles directos (manejo de residuos, control de ruidos, manejo de suelos, etc), y los incentivos económicos se refieren a mecanismos para influir en la oferta y demanda de bienes y servicios ambientales. Los instrumentos económicos pueden ser instrumentos fiscales, instrumentos financieros (inversión) e instrumentos de mercado y derecho administrativo (creación de mercados y otros) (Perman et al, citado por Escalante & Catalán, 2005).

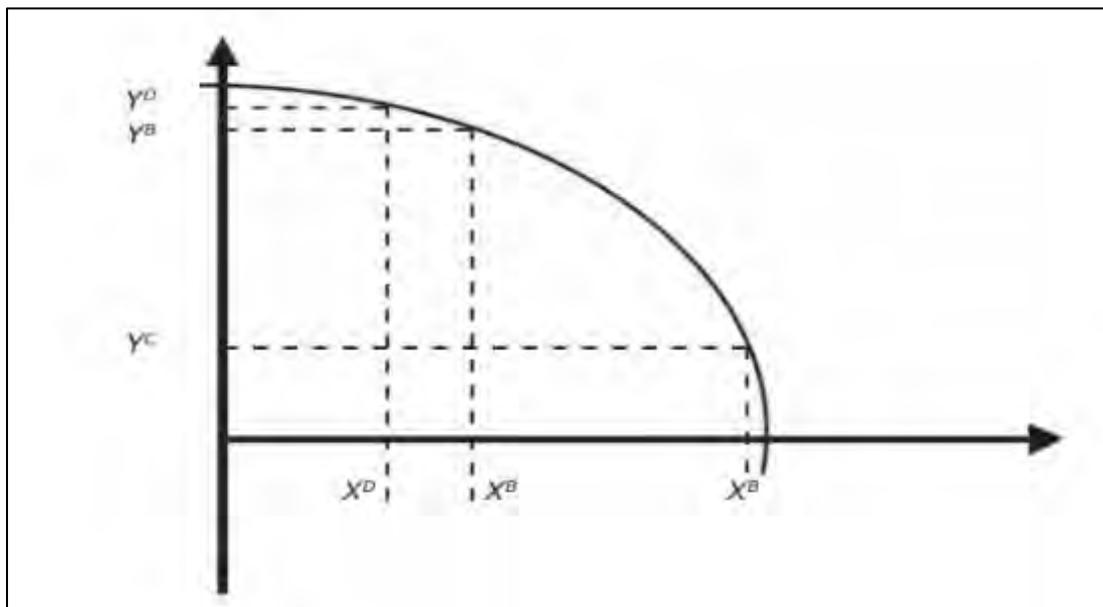
2.2.2. Eficiencia Económica

La idea de eficiencia está relacionado a alcanzar resultados globalmente positivos y a conseguir el bienestar colectivo, en un escenario donde los recursos siempre son limitados. Este término está íntimamente ligado a la lógica del uso de recursos existentes, para el logro de mayor productividad y así el desarrollo de los países (Cuadrado, 2012).

El postulado de Adam Smith y posteriormente de los economistas clásicos es que el mercado bajo el equilibrio competitivo asigna eficientemente los recursos, puesto que maximizan el excedente del consumidor y del productor (Pindyck & Rubinfeld , 2009). De esta forma, dado ciertos factores y a partir de ellos un conjunto de posibilidades de producción se tiene la curva $Y^D X^B$, la cual se denomina frontera de posibilidades de producción (FPP). Las combinaciones a lo largo de esta curva son combinaciones técnicamente eficientes⁸ (Sarmiento & Castellanos , 2008).

Figura 2

Curva de la Frontera de Posibilidades de Producción



Fuente: Varían, Citado por Sarmiento & Castellanos, 2008.

Esta eficiencia técnica es una condición necesaria pero no suficiente para lograr la eficiencia en el sentido de Pareto. Que para Bellido (2017) se logra cuando “no hay forma de reorganizar el consumo y la producción de manera que se incremente la utilidad de uno o más individuos sin reducir la utilidad de los restantes”.

⁸ explica un punto a lo largo de la curva de FPP donde se está utilizando todos los factores productivos y que no existe capacidad ociosa (Cachanosky , 2012) (Bellido , 2017).

En la misma línea Pindyck & Rubinfeld (2009), determinan que una asignación de bienes es eficiente o en el sentido de Pareto cuando no es posible mejorar el bienestar de una persona sin empeorar el de alguna otra.

Las combinaciones técnicamente eficientes aseguradas por la FPP no implican una eficiencia económica, puesto que podría haber productos que no son consumidos, es decir que podría haber sobre producción. Dado un punto de eficiencia técnica y cantidades de producción iguales a las demandas, entonces estamos frente a un punto de eficiencia económica, el cual es el principal dilema de la ciencia económica (Cachanosky , 2012).

A partir de los conceptos mencionados se hallan ciertas situaciones en las que los recursos no son asignados eficientemente y por lo tanto no se podrán alcanzar el óptimo de Pareto. A estas ineficiencias se les conoce como fallas de mercado. Los principales son: los bienes públicos, las externalidades y la información asimétrica (FAO & PNUD, 2019; Pindyck & Rubinfeld, 2009).

En esta lógica los daños ambientales son externalidades, puesto que son impactos negativos o positivos causados a terceros a consecuencia de actuaciones primigenias de una unidad económica.

2.2.2.1. Análisis Costo-Beneficio Ambiental (ACB)

El análisis costo-beneficio, al igual que el análisis de impacto⁹, análisis de daño, análisis de riesgo y análisis de eficiencia del gasto, es un instrumento de análisis ambiental. Este instrumento es para el sector público lo que para el sector privado es el análisis de pérdidas y ganancias. Implica estimar costos como mano de obra, materias

⁹ Esta puede ser Análisis de Impacto Económico (AIE) y Análisis de Impacto Ambiental (AIA)

primas, equipo, energía, transporte, etc. y ganancias sirviéndose de un análisis de mercado, para finalmente comparar ambos (Field & Field, 2017).

En la misma lógica para la CEPAL (2019), el ACB es una herramienta de soporte que ayuda a la sociedad asignar eficientemente los recursos escasos. El ACB suele ser utilizado en el sector público y es el principal método analítico para evaluar políticas, programas y proyectos. Este considera la sociedad en su conjunto al momento de apoyarse en la toma de decisiones.

Según Torres & Diaz (2014), el ACB es un indicador de rentabilidad y aceptabilidad de un proyecto o simplemente un instrumento decisor entre varias alternativas analizadas.

El marco general describe al ACB como la medición, suma y comparación de todos los beneficios y costes del proyecto o programa concreto, es decir el bienestar social. De esta forma implica básicamente el desarrollo de los siguientes puntos.

- Describir en detalle el programa o proyecto.
- Precisar los recursos que requiere el programa y los resultados que producirá.
- Estimar el costo de los recursos y los beneficios sociales de los resultados.
- Comparar los beneficios y los costos.

Los autores antes mencionados indican que a fin de comparar los beneficios y costes determinados y expresados en la misma unidad de medida, se busca un indicador cuantitativo. En esta lógica, el Valor Actual Neto es el indicador comúnmente utilizado. Este puede ser mayor a cero, en cuyo caso la intervención es rentable, puede ser igual a cero, por lo tanto, la intervención es indiferente, en caso el resultado sea negativo la intervención no es rentable y se rechaza el proyecto y/o política.

Para Ortega (2012), el ACB tiene fundamento teórico en la economía del bienestar cuyo uso habitual se da para determinar la conveniencia de la asignación de recursos. El objetivo que persigue el ACB es el bienestar social y su marco metodológico es:

- Identificar el proyecto o política
- Definir el ciclo de vida del proyecto y la distribución de ingresos y gastos sociales durante este periodo.
- Calcular el valor actual neto económico, este se halla descontando los costos y beneficios futuros utilizando una tasa social de descuento.

$$VANE = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

- VANE: Valor actual neto económico.
- T: Ciclo de vida del proyecto
- B: beneficio en el periodo t
- C: Costo en el periodo t
- r: Tasa social de descuento.

El análisis costo - beneficio ambiental, es denominada también análisis ambiental para referirse al proceso mediante el cual analizamos si las acciones realizadas son convenientes o no, de esta forma en el contexto ambiental se observa que existen beneficios ambientales cuando la calidad del medio ambiente mejora y costos cuando el entorno o el medio ambiente es deteriorado, en ese contexto algunas personas estas dispuestos a sacrificar tiempo y recursos con el objetivo de conseguir beneficios ambientales y está la exteriorizan y visibilizan con su disposición a pagar por el bien o

servicio (Field & Field, 2017, pág. 55). En este caso la valoración económica es un herramienta esencial e indispensable para su aplicación (Postigo, 2013).

El análisis Costo-Beneficio se basa en el principio de eficiencia y equidad, y por lo tanto se espera maximizar el uso de recursos económicos. Matemáticamente esta eficiencia económica se expresa a través de la igualdad entre el ingreso marginal y coste marginal. (Torres & Diaz , 2014).

2.2.3. Valoración de Beneficios Ambientales

La valoración de beneficios y costes ambientales son una de las principales preocupaciones de la economía ambiental, puesto que los bienes y servicios ambientales no tienen mercado (Cristeche & Penna , 2008). La valoración es una visión neoclásica y mide la capacidad de los ecosistemas para satisfacer las necesidades de las personas (Bustamante & Ochoa , 2014).

Existen dos enfoques de valoración, la primera es el enfoque antropocéntrico. Está basada en el ser humano y el valor que le asigna a los diferentes servicios y bienes que provee el ecosistema. La segunda, es el valor intrínseco e involucra las características propias de los ecosistemas.

Cristeche & Penna (2008), indican que todos los métodos de valoración económica de servicios ambientales se enmarcan en el paradigma utilitarista antropocéntrico y, clasifica a los bienes y servicios de acuerdo a como son utilizados. Los autores citados mencionan que la suma de los diferentes valores es el Valor Económico Total (VET), e incluye el Valor de Uso y Valor de No Uso. El primero está conformado por el valor de uso directo, el valor de uso indirecto, y valor de opción; El segundo es formado por el valor de existencia.

Tabla 2

Enfoques para Valorar Servicios Ecosistémicos

Valor Económico Total	Enfoques de Valoración	Tipos de Valor	
	Enfoque Antropocéntrico	Valor de Uso	Valor de Uso Directo
			Valor de Uso Indirecto
Enfoque Intrínseco	Tipos de Opción		
	Valor de No Uso	Valor de Existencia	

Fuente: (Bustamante & Ochoa , 2014).

Valor de Uso

Son los beneficios directos o indirectos del ecosistema que son empleados por el hombre con fines de consumo y de producción. Engloba también su posibilidad de uso futuro (Cristeche & Penna , 2008).

Valor de Uso Directo

Hace referencia a los bienes y servicios ecosistémicos que obtiene un individuo o la sociedad por el uso o consumo de un bien. Se caracteriza por su alta exclusión y rivalidad.

Valor de Uso Indirecto

Son los bienes y servicios ecosistémicos que son propias de las funciones de un ecosistema, son insumos naturales en los sistemas de producción y consumo. Se caracteriza por su baja exclusión y rivalidad en su consumo.

Valor de Opción

Conforma la satisfacción que vive una persona al saber que tiene la posibilidad de consumir ciertos bienes y servicios ecosistémicos en el futuro. Puede ser posibilidad de consumo de las generaciones presentes (Valor de Opción) o posibilidad de consumo de generaciones futuras (Valor de Legado).

Valor de No Uso

Es el valor que atribuyen los individuos o la sociedad a la pura existencia de los ecosistemas.

Valor de existencia

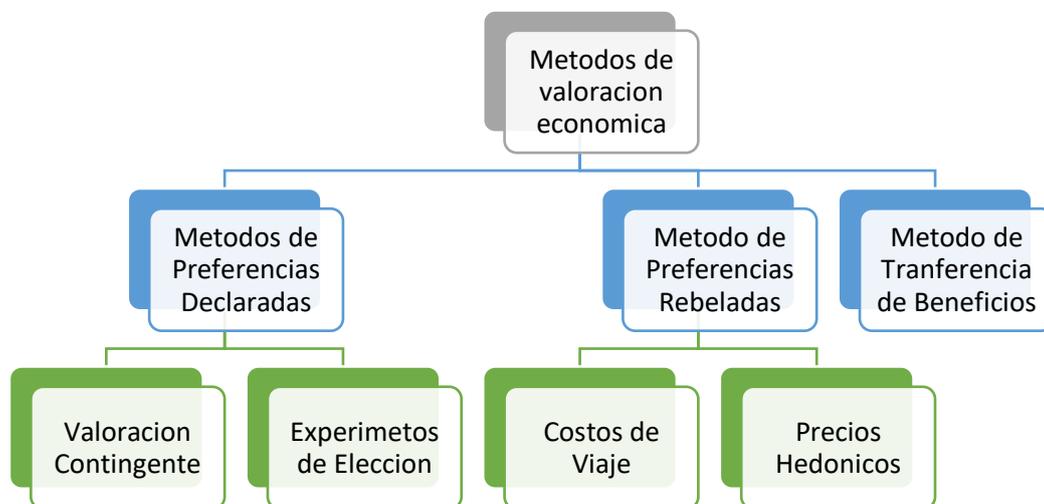
Es el valor que se le asigna a los ecosistemas, por el simple hecho de existir, incluso si no tienen un valor de uso directo, indirecto, legado y herencia.

2.2.4. Métodos de Valoración de Beneficios Ambientales

Los métodos más conocidos son los siguientes

Figura 3

Métodos de Valoración Económica



Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2016)

2.2.4.1. Métodos de Preferencias Declaradas

Son métodos de estimación directa, para esto se crean mercados hipotéticos, y se realizan preguntas, respecto a su disposición a pagar (Field & Field, 2017). Las medidas de bienestar utilizadas son la disposición a pagar (DAP) por obtener mejoras en la provisión de servicios ecosistémicos, o la disposición a aceptar (DAA), como compensación por la disminución de servicios ecosistémicos (Ministerio del Ambiente, 2016).

Entre los métodos más conocidos y desarrollados se encuentran el método de valoración contingente y experimentos de elección.

Valoración Contingente

Es un método basado en una entrevista o encuesta, para esto el entrevistador es el ofertante de servicios ecosistémicos y el entrevistado el demandante. El procedimiento típico está basado en una pregunta de la disposición máxima a pagar por mejoras en la provisión de servicios ecosistémicos (Riera, 1994).

El autor citado menciona que la principal complejidad del método es contrastar el verdadero valor del bien o servicio. Entre las principales causas están el sesgo estratégico y la divergencia entre la disposición a pagar y el valor de la compensación por la disminución de servicios ecosistémicos.

Experimentos de Elección

Conocido en la literatura internacional como “choice experiments”, también está basada en entrevistas y encuestas. Las personas entrevistadas son interrogadas para elegir entre bondades y atributos en diferentes niveles que tiene el bien o servicio ecosistémico (Espinal & Gómez, 2011).

En esta misma línea el Ministerio del Ambiente (2016), describe que el método de experimentos de elección ofrece distintos estados de los bienes, a las personas entrevistadas, ellos escogen la alternativa preferida dentro de un conjunto de selección.

Estos conjuntos contienen una alternativa fija, que describe el estado actual del bien y el resto los posibles cambios.

2.2.4.2. Métodos de Preferencias Reveladas

Estos métodos incluyen el método de precios hedónicos y costos de viaje, son métodos que estiman el valor de los bienes y servicios, a partir de mercados existentes (Riera , 1994). Las personas revelan el valor de los bienes ambientales a partir del consumo de otros bienes. Estos métodos requieren una relación entre los dos tipos de bienes y la existencia de valores de uso (Mogas , 2004).

Costos de Viaje

Es un método que obtiene el valor de servicios ecosistémicos a partir del uso de ciertos servicios, un ejemplo clásico es el valor de acceso a un parque nacional, reserva nacional y para esto se debe incurrir en algunos costos; como el caso del costo de viaje y costo de entrada al parque. En este método se estima valores de uso asociados a los ecosistemas (Cristeche & Penna , 2008).

Los autores citados mencionan que este método funciona cuando un grupo de personas o personas realizan el viaje con el único objetivo de conocer el sitio que provisiona de servicios. Esta condición muchas veces no se cumple puesto que las personas visitan un lugar y adicional realizan muchas actividades, por lo que esta es la principal limitación de este método.

Precios hedónicos

La principal característica de este método es que el bien ambiental es un atributo del bien privado, esto supone que hay ciertos bienes que poseen atributos o características que no pueden ser comercializados por separado, puesto que estos no se comercializan en el mercado. A estos bienes se les llama “multiatributo” y pueden satisfacer diferentes valores de uso.

2.2.4.3. Método de la Transferencia de Beneficios

Conocida también como método de la transferencia de beneficios ambientales. Surge en las últimas décadas a raíz de costosos y tediosos métodos y técnicas desarrolladas, para cuantificar y valorar adecuadamente cambios en el capital natural, materializado en bienes y servicios ecosistémicos.

Este método se basa en estimaciones obtenidas en estudios ya realizados, con el fin de hallar el valor económico de ciertos bienes y servicios ambientales prestados por un ecosistema en un sitio de estudio diferente al que se analizó. De esta forma utiliza los valores monetarios de servicios ambientales similares de diferentes contextos, para estimar el valor monetario de los beneficios del ecosistema en estudio (Osorio Múnica, 2006).

El Ministerio de Ambiente del Perú (2015) describe el método de transferencia de beneficios como una “técnica que consiste en extrapolar valores o funciones estimadas por otros estudios realizados en base a alguna metodología de valoración económica” y se utiliza cuando los recursos financieros y el tiempo son las principales limitantes para realizar estudios primarios.

En ese sentido la literatura reconoce dos contextos o espacios, la primera definida como el “sitio de estudio”, el cual es el lugar donde se desarrolló el estudio primario, de características similares al “sitio de política”, donde se pretende analizar los valores de beneficios ambientales o se pretende implementar cierto proyecto o política.

Figura 4

Contextos para la Transferencia de Beneficios

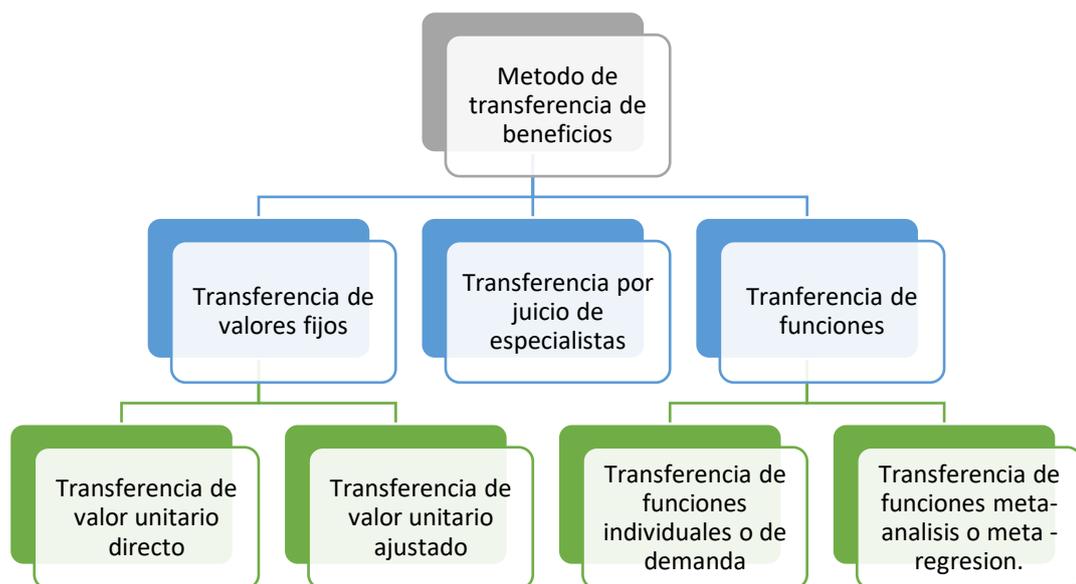


Fuente: Adaptación (Osorio Múnera , 2006)

El método de transferencia de beneficios tiene las siguientes variantes:

Figura 5

Sub Tipos del Método de Transferencia de Beneficios



Fuente: Adaptado de (Ministerio del Ambiente , 2016); (Osorio Múnera , 2006)

Transferencia de valores fijos o transferencia de valor unitario

Consiste en tomar un valor de un estudio (sitio de estudio), o el promedio de varios, para aplicarlos a un nuevo estudio (sitio de política). Generalmente este valor

económico es estimado mediante la Disponibilidad a Pagar (DAP), que inicialmente fue calculado utilizando las metodologías de preferencias declaradas y preferencias reveladas.

a) Transferencia de valor unitario directo

Se toma el valor económico estimado del sitio de estudio para utilizarlo en el sitio de política, de forma directa y sin realizar ajustes, en esta línea el valor del sitio de estudio, se denota Y_{js} , donde; j representa el lugar donde se realizó el estudio primario y s denota la población de la muestra del estudio primario, además se tiene Y_{ir} , donde i denota el sitio de política y r la población de muestra del sitio de política.

Para realizar la transferencia de valor unitario de forma directa se asume que la DAP del sitio de estudio es igual a la DAP del sitio de política, $Y_{js}=Y_{ir}$, por lo tanto, $j=i$ y $s=r$. En caso de que existan varios sitios de estudio, se especifica un rango de valores o se calcula el valor del promedio.

b) Transferencia de valor unitario ajustado

Es una variante del método anterior, pero con ciertos ajustes con el objetivo de tener en cuenta de las diferencias de los factores socio-económicos de los sitios de estudio y de política.

Tabla 3

Parámetros de Ajuste al Valor Económico

Inflacion	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando existe variedad en los años de publicacion de los estudios, es necesario actualizar los valores a un año comun.
Paridad del Poder de Compra(PPC)	<ul style="list-style-type: none"> • Se utiliza en el caso que los estudios son de diferentes paises, puesto que el poder de compra de cada moneda es diferente por lo tanto se requiere ajustar mediante el tipo de cambio.
Utilidad Marginal del Ingreso	<ul style="list-style-type: none"> • Se usa cuando se utiliza DAP de paises con difrentes niveles de desarrollo.

Fuente: Adaptado de (Ministerio del Ambiente , 2016).

Transferencia por juicio de especialistas

Se estima tomando en cuenta valores por unidad provenientes del juicio de un especialista o de un proceso de opinión. Sin embargo, según Rosenberger & Lomis, citado por Osorio Numera (2006), los especialistas tienden a ignorar evidencia empírica importante, por lo tanto, el valor tiende a ser sesgada y sobreestimada.

Transferencia de funciones

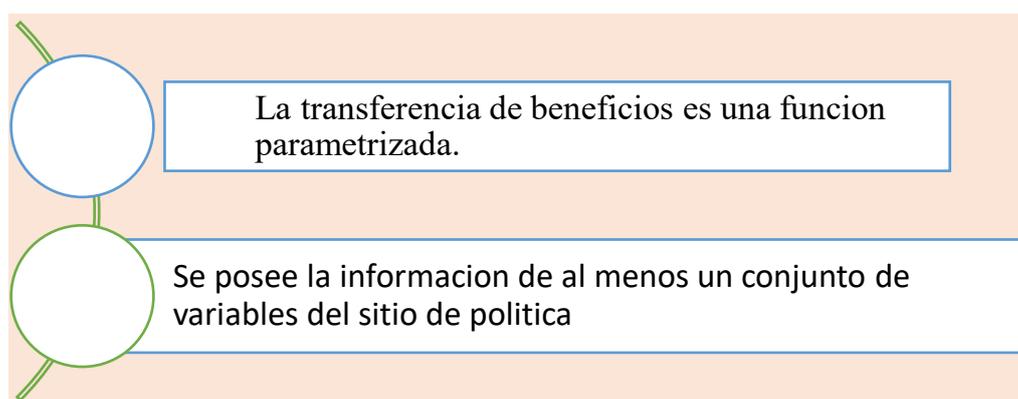
El método consiste en transferir funciones o modelos estadísticos que definen la relación de variables de un caso de estudio, estas funciones son usadas reemplazando las variables explicativas del sitio de estudio con los datos del sitio de política.

a) Transferencia de funciones individuales o de demanda

Es la forma directa del método de transferencia de funciones, permite mayor ajuste y control de una serie de factores tales como las características socio económicas, el estado del bien, el cambio en la provisión y la disponibilidad de sustitutos. Este método requiere de un supuesto sumamente importante el cual consiste en afirmar que la función parametrizada del sitio de política es idéntica al sitio de estudio. Para el uso de este método debe cumplirse dos condiciones.

Figura 6

Condiciones para la Trásferencia de Funciones Individuales



Fuente: Adaptado de (Ministerio del Ambiente , 2016).

b) Transferencia de funciones Meta – Análisis o Meta - Regresión

Es un método que sintetiza el resultado de muchos estudios, incluye dentro de su desarrollo las variaciones encontradas a través de estudios empíricos realizados sobre bien o servicio ambiental. El objetivo principal de este método es identificar los factores claves que influyen en la estimación del valor económico del bien o servicio.

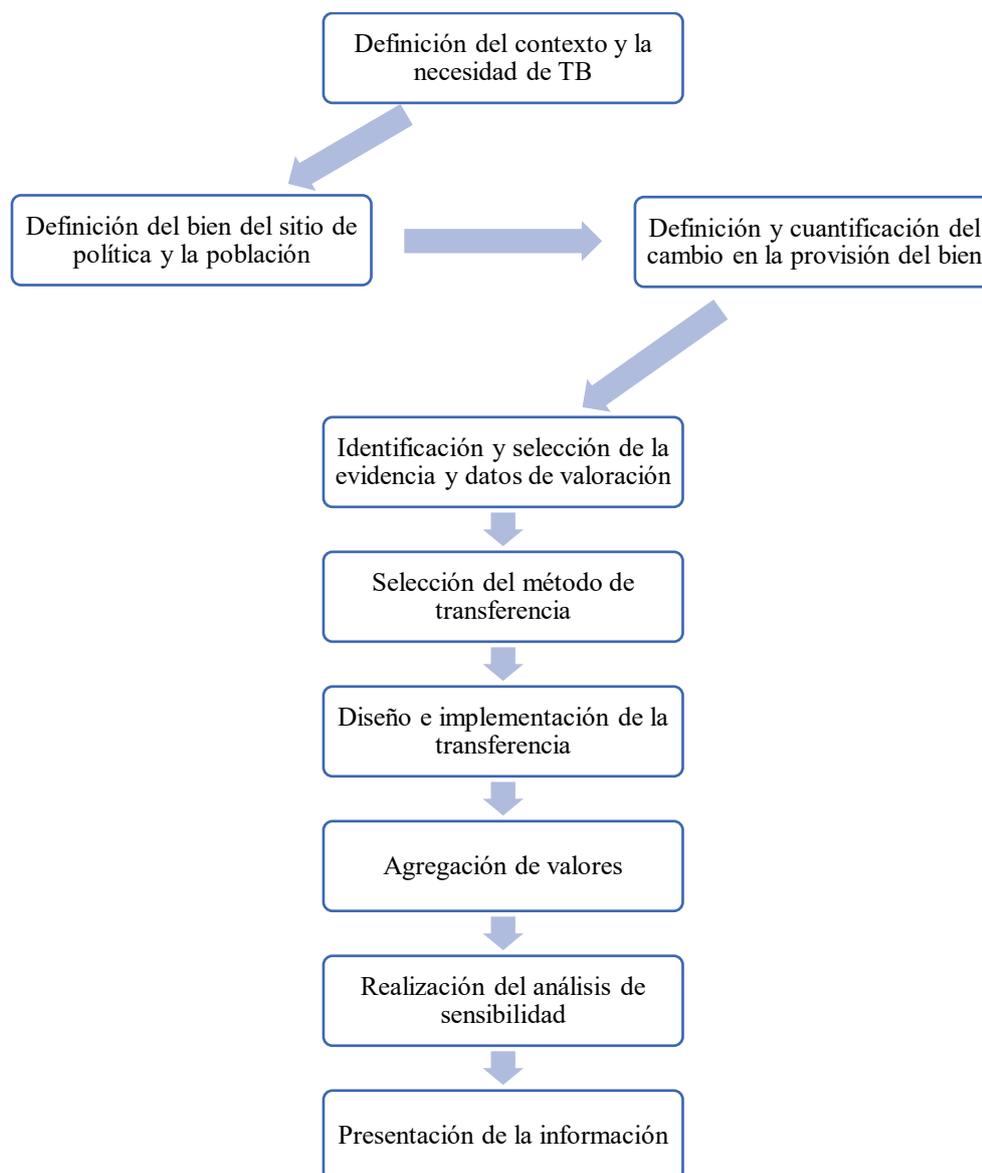
La calidad de este método dependerá de la calidad, extensión y objetividad de los estudios primarios, por lo tanto, es necesario la rigurosidad en la elección de los estudios.

2.2.5. Protocolo para la Valoración Económica Utilizando el Método de Transferencia de Beneficios

La construcción de este protocolo de valoración se sustenta en dos trabajos. La primera es la “Guía Metodológica para la Transferencia de Beneficios”, elaborado por el Ministerio de Ambiente de la República de Chile en el año 2017, y el “Protocolo para la Valoración Económica de los Servicios Ecosistémicos en Los Andes Colombianos, a través del Método de Transferencia de Beneficios”, elaborado por Ruiz-Agudelo. et al. a solicitud de Conservación Internacional – Colombia, en el año 2011. A continuación, desarrollamos la estructura metodológica a seguir para la valoración económica a través del método de transferencia de beneficios.

Figura 7

Metodología para la Transferencia de Beneficios



Fuente: Ministerio de Ambiente de la República de Chile (2017).

2.2.5.1. Definición del contexto (área de intervención) y la necesidad de TB

Primeramente, para la aplicación del proceso de transferencia de beneficios, debemos definir el contexto del área de intervención o política. Esta etapa inicial es importante, puesto que se determina si la transferencia de beneficios es posible y adecuada.

La transferencia será adecuada dependiendo a cuan preciso debe ser el dato de valoración del sitio de política o estudio. Cuando se requiera un valor preciso el uso del método será inadecuado, pero si se requiere una aproximación al valor real entonces corresponde aplicar el método. La posibilidad del estudio dependerá de la suficiente información primaria existente, y esta debe tener la suficiente calidad y cantidad.

Para evaluar si la transferencia de beneficios es adecuada, se debe tener presente los siguientes ítems:

- Etapa inicial o final de la política, entendiéndose que para etapas finales de cualquier política o intervención los datos con los que debe contarse deben ser precisos.
- Magnitud de la inversión o gasto
- Contexto legal y político

En el mismo sentido la transferencia de beneficios es posible si se consideran los siguientes aspectos:

- Información suficiente y de calidad, se debe tomar presente la consistencia de las condiciones biofísicas, sociales y ambientales.
- Definición del bien o servicio ecosistémico del sitio de estudio y sus características
- Definición y características socioeconómicas de la población afectada

2.2.5.2. Definición del bien del sitio de política, y la población

Esta etapa consiste en definir los bienes y servicios ecosistémicos a evaluar y la población afectada por este. Se debe analizar con precisión y definir correctamente el bien, puesto que este servirá para verificar y seleccionar los estudios de valoración económica. Además, permitirá establecer y medir los niveles de cambio en la provisión del bien o servicio.

Definición del bien del sitio de política

Para la definición del bien del sitio de política, se recomienda definir las siguientes características:

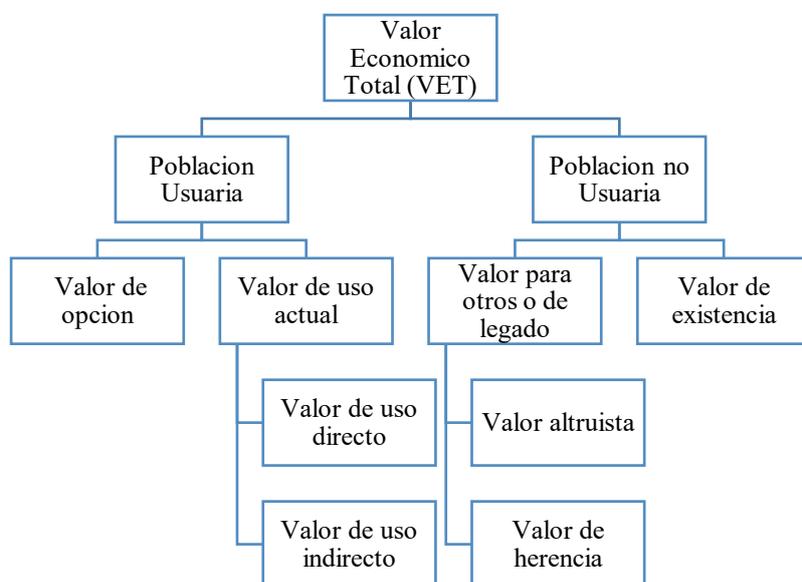
- Características biofísicas, sociales y ambientales (número de ha, ubicación geográfica, límites, rangos altitudinales, cobertura de suelos, usos de suelo, vegetación, población, ingreso, hogares, actividades productivas predominantes, etc)
- Localización (ubicación política)
- Temporalidad, la estacionalidad de ciertos bienes afecta el valor del bien en análisis.

Definición de la población afectada

Teniendo en cuenta las limitaciones políticas, institucionales o legales, Se debe identificar la jurisdicción económica relevante, con el objetivo de distinguir los usuarios del bien.

Figura 8

Guía para la Identificación de la Población Beneficiaria



Fuente: Ministerio de Ambiente de la República de Chile (2017).

Además, en la definición de la población usuaria, se debe considerar características claves como:

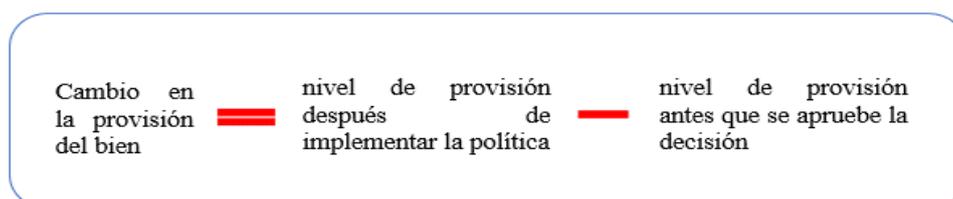
- El bien relevante para los usuarios.
- Factores socio-económicos
- Datos para estimar el número de usuarios y no usuarios

2.2.5.3. Definición y cuantificación del cambio en la provisión del bien

El cambio en la provisión del bien, puede incluir cambios en cantidades, calidad o ambas. Este cambio se define como la diferencia de la provisión del bien o servicio antes de que se apruebe la intervención y el nivel de provisión una vez implementada. Este cambio debe ser descrito cualitativa y cuantitativamente.

Figura 9

Ecuación General del Cambio



Fuente: Ministerio de Ambiente de la República de Chile (2017).

Es importante tener en cuenta que la descripción cualitativa y la medición cuantitativa del cambio en la provisión del bien, dependerá de la evidencia técnica y científica con el que se cuenta, además del método de transferencia de beneficios a utilizar (valor unitario directo, valor unitario ajustado, transferencia de funciones, etc).

El punto de partida o línea de base, es la situación de provisión del bien antes de implementarse la propuesta política, para esto se debe tener en cuenta las tendencias

futuras ya sean económicas, ambientales y sociales, que podrían influir en la futura provisión del bien en evaluación.

La Valoración cualitativa

Consiste en la descripción del cambio en la provisión del cambio bien. Esta valorización debe tener las siguientes características:

- Descripción de la naturaleza del cambio: cambio cualitativo
- Especificar la dirección del cambio: aumento o disminución de la cantidad y la mejora o deterioro de la calidad.
- Carácter temporal del cambio: inmediato, gradual, por un tiempo permanente.
- Carácter espacial del cambio: localizar lugar donde se producirá el cambio.
- Los cambios cualitativos suelen estar basados en parámetros físicos, químicos y biológicos.

La Valoración cuantitativa

Se refiere a los cambios en la provisión del bien en unidades físicas, y para efectos de esto se consideran los siguientes ítems.

- Cambio cuantitativo: generalmente en unidades físicas que permitan contabilizar como el caso de litros, kilos, hectáreas, numero, toneladas, etc.
- Población: cantidad de personas que se benefician de la provisión.

2.2.5.4. Identificación y selección de la evidencia y datos de valoración

Una vez valorado cualitativa y cuantitativamente los cambios en el sitio de política, el siguiente paso es hacer una revisión detallada de la literatura existente. El objetivo es recoger estudios que valoren efectos parecidos a lo dimensionado en el paso

anterior. Este paso supone una revisión de calidad, relevancia y correspondencia de la información.

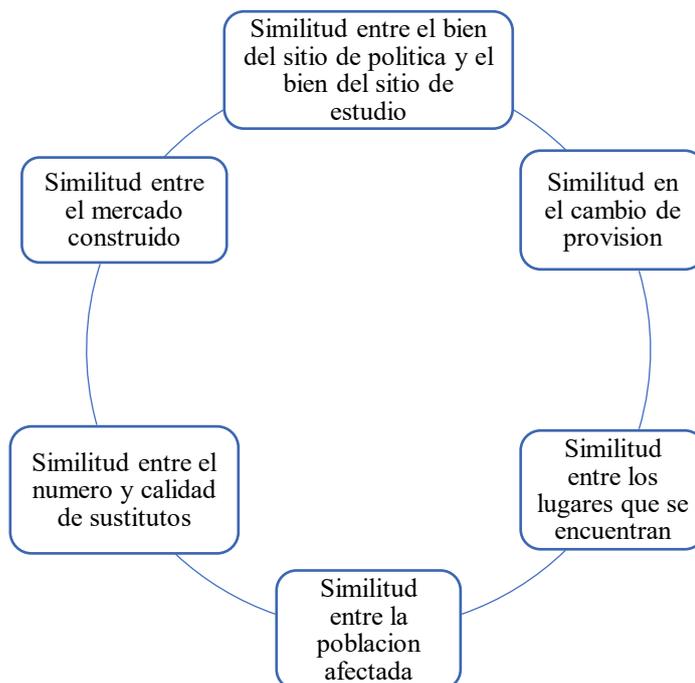
Generalmente los estudios confiables son:

- Guías y manuales
- Informes de gobiernos u otros organismos internacionales
- Textos y revistas académicas
- Papers
- Consultas de valoración a expertos
- Documentos de conferencias, etc.

Department for Environment Food and Rural Affairs, citado por el Ministerio de Ambiente de Chile (2017), plantea criterios de comparación, entre el sitio de política y el sitio de estudio, que permitirán evaluar la correspondencia entre ambos.

Figura 10

Criterios para Evaluar la Similitud entre el Sitio de Política y Sitio de Estudio



Fuente: Ministerio de Ambiente de la República de Chile (2017).

Para facilitar el análisis se puede utilizar el siguiente cuadro de correspondencia:

Tabla 4

Análisis de Similitud de Estudios entre el Sitio de Política y Sitio de Estudio

Criterios de Similitud	Sitio de Política	Sitio de Estudio			Comentario
		Estudio 1 (X)	Estudio 2 (Y)	Estudio 3 (Z)	
El bien	Considerar características físicas del bien, tipos de valores de uso y no uso.				
El cambio	Naturaleza del cambio(cantidad y/o calidad), dirección del cambio(aumento, disminución, mejora o deterioro) y temporalidad del cambio.				
El lugar	Proximidad a las poblaciones, sustitutos y bienes complementarios.				
La población afectada	Ingresos, edad, sexo, ocupación, frecuencia de uso y atracción por temáticas ambientales.				
El número y calidad de sustitutos	Se recomienda consulta de expertos o consulta al autor del estudio del sitio de estudio.				
El mercado construido	Circunstancias de cambio, derechos de propiedad, condiciones económicas, contexto institucional y contexto cultural.				
Calidad del estudio	Robustez del estudio.				

Fuente: Ministerio de Ambiente de la República de Chile (2017).

2.2.5.5. Selección del método de transferencia

La selección del método de transferencia se realiza de acuerdo a la información obtenida en la etapa anterior. La selección del método de transferencia depende de varios factores. Entre ellos se pueden mencionar los siguientes.

- Tiempo y recursos disponibles: la transferencia de funciones requiere mayor tiempo que la transferencia de valor unitario.
- Disponibilidad de evidencia de valoración económica: la transferencia de funciones solo será posible si se tiene una función determinada.
- Correspondencia entre el bien del sitio de estudio y sitio de política: si existe diferencias no podrá utilizarse el método de transferencia de valor unitario, pero si la transferencia de función. En algunos casos será posible el método de valor unitario ajustado, pero siempre considerando las adecuaciones pertinentes.
- Disponibilidad de datos de soporte: la transferencia de funciones requiere mayor cantidad de datos y solo será viable si estos datos pueden ser obtenidos en el sitio de política.
- Expectativas del nivel de error: el nivel de error es menor cuando se utiliza el método de transferencia de función.

Tabla 5

Análisis de Correspondencia y Selección del Método de Transferencia

Criterios de Similitud	Correspondencia entre el bien del sitio de política y sitio de estudio							
	Est ¹⁰ . 1	Est. 2	Est. 3	Est. 4	Est. 5	Est. 6	Est. 7	Est. 8
El bien	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si
El cambio	Si	Si	Si	Si	No	Si	No aplica	Si
El lugar	Si	Si	Si	No	No	Si	No aplica	Si
La población afectada	Si	No	Si	No	No	Si/No	No aplica	Si
El número y calidad de sustitutos	Si	Si	No	No	No	Si/No	No aplica	Si

¹⁰ Est. Estudio número 1, estudio número 2, etc.

El mercado construido	Si	Si	Si	Si	Si	No	No aplica	Si
Calidad del estudio	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No aplica	No
REGLA GENERAL								
Transferencia de valor unitario directo	Si	No	No	No	No	No	No	No
Transferencia de valor unitario ajustado	Si	Si	Si	Incierto	Incierto	Incierto	No	No
Transferencia de funciones	Si	Si	Si	Si	Si	Incierto	No	No

Fuente: (Ministerio del Ambiente , 2016)

2.2.5.6. Diseño e implementación de la transferencia

La implementación de la transferencia depende del método utilizado

Implementación del método de transferencia de valor unitario

Es el método más sencillo y asume que el valor económico del cambio en la provisión del bien en el sitio de política es el mismo que el del sitio de estudio.

$$\text{Valor unitario BP} = \text{Valor unitario BE}$$

Donde:

BP: bien del sitio de política

BE: bien del sitio de estudio

Generalmente los sitios de estudio utilizan la disposición a pagar o disposición a aceptar por el aumento, disminución o ausencia de bien. Este método asume que las preferencias de una persona promedio del sitio de política es igual a las preferencias de la persona promedio del sitio de estudio. La transferencia del valor es de forma directa.

Implementación del método de transferencia de valor unitario ajustado

La transferencia de valor unitario ajustado busca corregir, las posibles diferencias por efectos de inflación, paridad del poder de compra e ingreso. Para realizar los respectivos ajustes se utiliza factores de corrección o ajuste.

A. Tipo de cambio

$$FA(tc) = \frac{PPC \text{ Perú}}{PPC \text{ del país de referencia}}$$

$$\text{Valor a transferir} = \frac{\text{Valor del país de referencia} \times \text{PPC Perú}}{PPC \text{ del país de referencia}}$$

Donde:

FA(tc): Factor de ajuste del tipo de cambio

PPC: Paridad del poder de compra¹¹

B. Inflacion

Se ajusta, puesto que el valor del dinero cambia en el tiempo. Los estudios provienen de periodos anteriores a realizar la transferencia, por lo tanto es necesario ajustar los valores.

$$\text{Valor a transferir o valor actual} = 1 + \left(\frac{IPC \text{ actual} - IPC \text{ t}}{IPC \text{ t}} \right) \times \text{Valor de estudio}$$

$$FA_{ipc} = 1 + \left(\frac{IPC \text{ actual} - IPC \text{ t}}{IPC \text{ t}} \right)$$

Donde:

FA (ipc): Factor de ajuste de la inflación.

IPCt: Índice de Precios al Consumidor del año del estudio.

IPC actual: Índice de Precios al Consumidor del año a realizar la transferencia.

¹¹ Algunos autores utilizan el tipo de cambio de mercado que también es válido, pero lo recomendable es utilizar los factores de conversión de PPC de distintos periodos y países.

C. Ingreso o nivel de desarrollo de los países

Esto es relevante en poblaciones que tienen diferencias en el nivel de ingresos, en ese sentido se utiliza el Producto Bruto Interno (PBI), ajustado por PPC.

$$FA_{ing.} = \left(\frac{PBI_{se}}{PBI_{sp}} \right)^{-e}$$

Donde:

FA(ing): Factor de ajuste de ingreso.

PBIse: Producto Bruto Interno per-cápita del sitio de estudio.

PBIsp: Producto Bruto Interno per-cápita del sitio de política.

Para hallar el valor económico de una unidad de bien se multiplica los factores de ajuste con el valor económico del sitio de estudio.

$$\text{Valor unitario Ajustado} = \left[FA(tc) \times FA_{ipc} \times FA_{ing.} \right] \times \text{Valor de sitio de estudio}$$

Implementación del método de transferencia funciones

Este método toma la función estimada de un estudio y determina una nueva disposición a pagar (DAP), para ello utiliza los datos del sitio de política.

$$DAP = a_{BE} + \beta_{1BE}X_{1BP} + \beta_{2BE}X_{2BP} + \dots + \beta_{nBE}X_{nBP} + \varepsilon$$

Donde:

DAP: Disposición a pagar.

a y β : Parámetros de la función de DAP.

X : Variables explicativas de la función.

ε : Error residual asumido.

2.2.5.7. Agregación de valores

Una vez determinada el valor unitario del cambio, se agregan los valores teniendo en cuenta el tipo de bien, población relevante, áreas geográficas y el tiempo.

- Agregación del valor de bienes
- Ecuación básica

$$\text{Valor Total del cambio (s/. /año)} = \text{Cambio Físico (unidades de medida)} \times \text{Valor económico en (s/. /unidad de medida / año)}$$

Para varios bienes sería:

$$\text{Valor Total del cambio} = \text{Valor Total del cambio 1} + \text{Valor Total del cambio 2} + \dots + \text{Valor Total del cambio n}$$

- Agregación de la valoración de la población afectada

$$\text{Valor Total del cambio} = \text{Numero de usuarios del bien} + \text{Valor económico en (s/. /unidad de medida / año)}$$

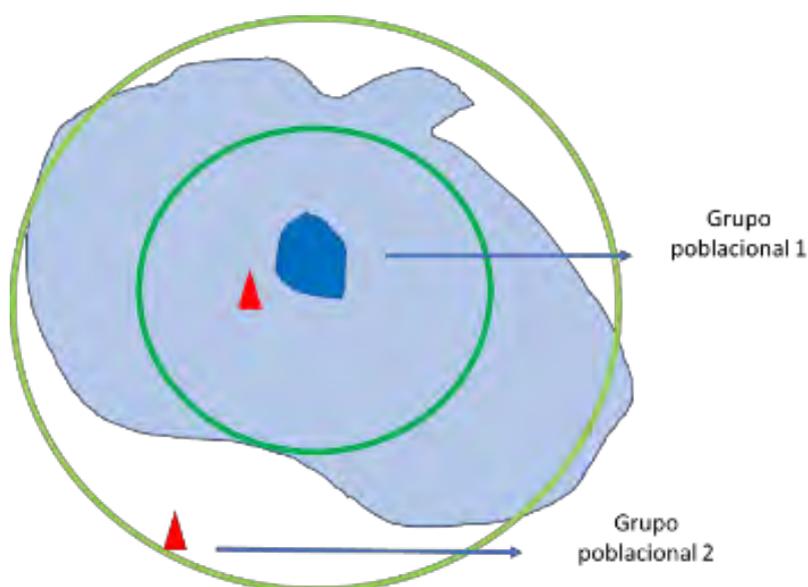
- Agregación de las áreas geográficas

Al ser una valoración antropocéntrica, valor económico de los bienes depende del valor que le asigna la persona y por lo mismo a nivel espacial, la valoración suele estar sujeta a la distancia desde el hogar al bien. Es notorio que disminuye el valor asignado, conforme aumenta la distancia al bien, así como la cantidad de usuarios.

Para efectos de hacer una medición acertada, se divide a la población en grupos según la distancia a la provisión del bien. Se determina el valor unitario de cada grupo y se multiplica por el número de personas del grupo correspondiente.

Figura 11

Distribución Poblacional de los Beneficiarios



Fuente: Adaptado de Ministerio de Ambiente de la República de Chile (2017).

2.2.5.8. Análisis de sensibilidad

Este paso nos ayuda a analizar la robustez de los resultados según el método seleccionado. Siguiendo a Department for Environment Food and Rural Affairs, citado por el Ministerio de Ambiente de Chile, son tres los pasos para realizar el análisis de sensibilidad.

- Identificar los parámetros claves del análisis de sensibilidad, - que básicamente de realizaron a lo largo de los siete primeros pasos.
- Seleccionar el enfoque apropiado del análisis de sensibilidad
- Estimar el valor conmutable o el umbral de beneficios

2.2.5.9. Presentación de la información

En la etapa final del estudio, este debe tener un orden y claridad. Se recomienda considerar los siguientes aspectos.

- a) Describir los pasos a seguir para la transferencia de beneficios.

- b) Propuesta política, el bien y la población.
- c) Razones de la correspondencia entre el lugar, población y bienes del contexto.
- d) Cantidades y cualidades para la estimación del valor.
- e) Fuentes de datos empleados.
- f) Tipo de valor transferido.
- g) Métodos de recolección de datos.
- h) Método de transferencia de beneficios.
- i) Supuestos de transferencia.
- j) Unidad transferida, estimaciones agregadas y otros resultados a considerar.
- k) Resultados de los análisis de sensibilidad y fiabilidad.

2.2.6. Infraestructura Natural y Cambio Climático

La comunidad científica define al cambio climático como “...todo cambio que ocurre en el clima a través del tiempo resultado de la variabilidad natural o de las actividades humanas.” El calentamiento global, es su principal manifestación. Los principales indicadores del cambio climático son los cambios de temperatura que frecuentemente vienen acompañado por cambios en la humedad atmosférica y, en consecuencia, en el régimen de lluvias (temperatura y precipitación). De esta forma y debido a que todos los elementos del ambiente están relacionados entre sí, alterar uno de ellos origina cambios en los restantes, algunas veces imperceptibles y otras muy evidentes (SEMARNAT, 2009)

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992) (IPCC, 2014), define el cambio climático como el “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmosfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”. El cambio climático afecta la composición, la

capacidad de recuperación y productividad de los ecosistemas y con esto el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos y bienestar de las personas.

Según el IPCC¹² durante el periodo 1880-2012, la temperatura global incrementó entre 0,65 y 1,06 °C. La tasa promedio de incremento de temperatura ha sido entre -0,05 y 0,15 °C por decenio. Esto se le atribuye al periodo industrial¹³ que además causó la incorporación de CO₂ en el agua de mar, incrementando la acidificación y disminución en un 26% del Ph en sus aguas.

En la etapa preindustrial¹⁴ la concentración del principal gas de efecto invernadero, el dióxido de carbono, era de 280 ppm. Las proyecciones de su concentración, estiman que para el 2050, la concentración de este gas se duplicaría, incrementado la temperatura ambiental entre 1.5°C – 4.5°C.

La organización mencionada, refiere que los cambios en el clima causan impactos en los sistemas naturales, evidenciándose principalmente en las cambiantes precipitaciones y derretimiento en la nieve y hielo. Frente a esto algunas especies de animales y plantas han cambiado su distribución terrestre, y entre los impactos más negativos se encuentra la disminución del rendimiento de los cultivos. Por eso limitar los efectos del cambio climático, es una prioridad, y la mitigación y adaptación es una estrategia.

Los principales efectos del cambio climático son entre otras la variación en el régimen de lluvias, desplazamiento de cultivos, pérdida de biodiversidad, etc. Para el 2030 y con los niveles de emisión de gases constante, en la Cuenca Vilcanota Urubamba, al cual pertenece la microcuenca Piuray Ccorimarca y la comunidad de Tauccha, la

¹² Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, datos presentados en el informe de síntesis, “Cambio Climático 2014”.

¹³ Periodo comprendido entre 1760 y 1840 aproximadamente.

¹⁴ Periodo antes de la revolución industrial, siglo XVIII

temperatura ambiental incrementaría entre 0.4°C y 1.2°C, y habría incremento del 45% de lluvias en algunos lugares y una disminución del 15% en otros (PRAA, 2013)¹⁵.

En este escenario surge la infraestructura natural (IN) como un enfoque de gestión de riesgos del cambio climático que contribuye a la mitigación y adaptación (IPCC, 2014). La intervención ayuda a restaurar los ecosistemas. Y es definida, como una “red estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales de alta calidad con otros elementos medioambientales, diseñada y gestionada para proporcionar una amplia gama de servicios ecosistémicos y proteger la biodiversidad tanto de los asentamientos rurales como urbanos” (Unión Europea, 2014, p: 7).

Los proyectos de infraestructura natural son soluciones basadas en la naturaleza y orientadas a mejorar, recuperar y proteger el capital natural. En relación a la infraestructura gris, las intervenciones con infraestructura natural son menos costosas, sostenibles, más holísticas, participativas, multifuncionales, eficientes y flexibles (CATIE, 2019)¹⁶.

En la misma línea para León (2016) la IN es la red de espacios naturales que conservan los valores y las funciones de los ecosistemas naturales, que a su vez proveen servicios para la población y aseguran la sostenibilidad de la infraestructura física. En un país megadiverso como el Perú y todavía con la actividad agropecuaria como sustento de vida de las poblaciones más vulnerables, la IN es la base de los medios de vida y de las actividades económicas como la agricultura. Por ejemplo, los humedales filtran el agua, controlan la erosión del suelo y previenen avenidas.

¹⁵ Publicado como parte del Proyecto “Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales – PRAA”, implementado en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y fondos PHRD del gobierno japonés, a través del Banco Mundial, administrado por la Secretaría General de la Comunidad Andina y liderado en el Perú por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

¹⁶ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE): Es un organismo internacional con sede en Cartago, Turrialba, Costa Rica. Es una institución cuyos principales ejes de trabajo son la ciencia, la educación de posgrado y la innovación para el desarrollo.

Gorm Dige, director de Proyectos de Medio Ambiente y Territorio, Análisis Político y Económico, de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) manifiesta el enfoque multipropósito de la infraestructura natural, puesto que tiene funciones sociales (construcción de drenajes, áreas verdes y otros), económicos (generador de trabajo, incremento de precios de inmuebles, terrenos y otros) y medioambientales (conservación de la biodiversidad, adaptación al cambio climático entre otros). En ese sentido destaca la variedad de problemas que soluciona la infraestructura natural, frente a la infraestructura gris que generalmente soluciona un problema específico.

La IN involucra actividades que tienen como objetivo mejorar la capacidad de los ecosistemas en generar bienes y servicios ecosistémicos. Estas actividades comprenden la reforestación, la protección de bosques, riberas, humedales y otras con el objetivo mencionado (Echevarria, Zavala , Coronel, Montalvo , & Aguirre , 2015)¹⁷

Los autores mencionados afirman que la infraestructura natural puede generar retorno económico y ambiental al evitar costos de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y retrasar inversiones físicas. Además, son intervenciones costo-efectivas que garantizan la seguridad hídrica en las cuencas.

A continuación, describimos algunas prácticas, que mejoran la capacidad de los ecosistemas para generar servicios ecosistémicos.

2.2.6.1. Forestación y Reforestación

La forestación es el conjunto de actividades que involucra la planificación, operación, control y supervisión de procesos de plantación forestal. Estas actividades se realizan sobre superficies que en un pasado no contaban con unidades forestales. En

¹⁷Documento elaborado por los autores mencionados, estos pertenecen a Ecodesicion, Forest Trend y The Nature Conservancy (TNC). El documento fue elaborado a solicitud de la Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas (ADERASA)

cambio, la reforestación es una actividad que involucra la recuperación de cobertura arbórea, que en el pasado sí contaba con plantaciones y que por razones antrópicas u otras se perdió (FAO, 2007).

2.2.6.2. Agroforestería

La agroforestería es un término desarrollado a partir de los conceptos de silvoagricultura y agrosilvicultura de los años 70s y 80s, a partir de este periodo la agroforestería es denotado para referirse a un conjunto de prácticas tradicionales y novedosas con fines productivos y de conservación de suelos, variando su definición de acuerdo a la disciplina que lo menciona, sea estas como la agronomía o la zootecnia (Ospina, 2001).

Reynel & Felipe-Morales (1987), definen la agroforestería como una “forma de manejo de vegetación relacionado o integrando la vegetación forestal al ciclo agrícola, normalmente con algún beneficio a la producción agrícola por parte de la vegetación” (Pág. 12).

Los sistemas agroforestales permiten restaurar y aumentar la fertilidad de los suelos pues al podar las hojas y estas por el desprendimiento natural cuando llega el otoño aportan cobertura al suelo, incrementan material orgánico y su estado nutricional, además los árboles funcionan como barreras naturales ayudando a disminuir la erosión por efectos del viento y sobre todo disminuyen la escorrentía superficial de las aguas de lluvia, de esta forma evita la erosión hídrica (FAO, 2017).

La agroforestería resuelve algunas exigencias de los agricultores de bajos ingresos; ofrece a las comunidades una amplia gama de productos alimentarios y no alimentarios, contribuyendo a la seguridad alimentaria y nutricional. Genera ingresos económicos, mejorando los medios de vida y lucha contra la pobreza (FAO, 2017).

La agroforestería no implica solamente la asociación de sus componentes (árboles, cultivos, pastos), sino también evitar conflictos entre vecinos de parcelas de cultivo, de esta forma mantiene un uso pacífico y sostenible de los suelos. Los sistemas agroforestales ayudan a fijar ciertos componentes nutricionales y químicos en los suelos. En los sistemas de terrazas evitan deslizamientos de masas de tierra y fijan los muros en terrazas de formación lenta (PDRSC & GTZ, 2014)¹⁸.

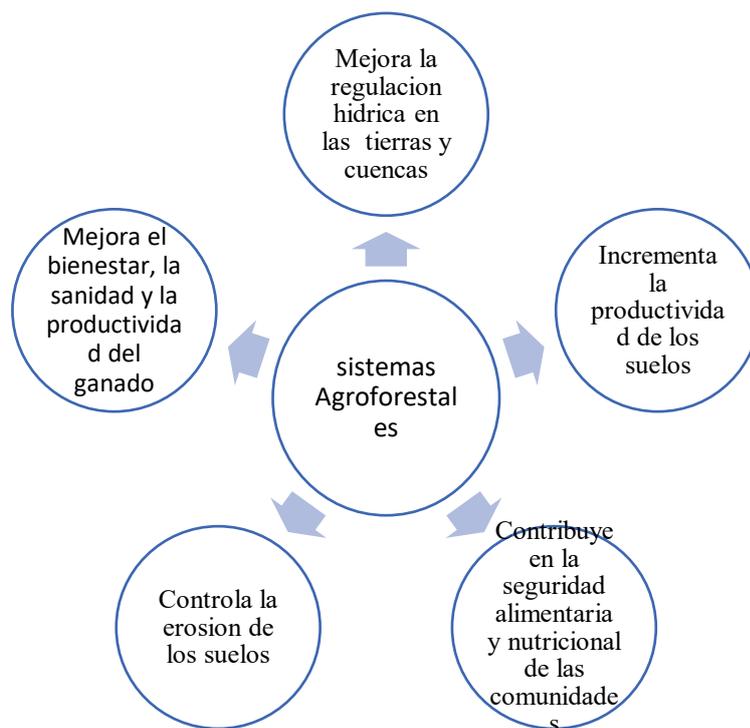
Estos según la función que desempeñan pueden ser de diferentes tipos, tales como:

- Sistema agroforestal “Cerco Vivo”
- Sistema agroforestal “Cortinas rompeviento”
- Sistema agroforestal “Cortinas de vegetación contra heladas”
- Sistema agroforestal en combinación con terrazas de formación lenta

¹⁸ Programa Desarrollo Rural Sostenible Cajamarca (PDRS): Programa financiado por la Cooperación Alemana, concluyó su trabajo en el 2013. Su trabajo estuvo enfocado a mejorar la calidad de vida de la población rural mediante el manejo sostenible de los recursos naturales.

Figura 12

Ventajas y Funciones de los Sistemas Agroforestales



Fuente: Adaptación del libro “Agroforestería para la restauración del paisaje”, (FAO, 2017).

Adicionalmente a las ventajas y funciones mencionadas en la figura anterior, podemos mencionar las siguientes bondades:

- Protección de los cultivos de condiciones climáticas adversas como los vientos fuertes y heladas.
- Embellecimiento de la parcela campesina.
- Proporciona sombra para el hombre y el ganado.
- Contribuye al control de insecto al ser atractivo para aves y otro tipo de animales.
- Proporciona plantas medicinales y alimenticias.
- Regula la temperatura del aire.
- Regula la humedad relativa del aire.

- Humedece los suelos y genera alimento para los animales.
- Contribuye a la valoración del predio.
- Dependiendo de las especies forestales algunas plantas del tipo de leguminosas son fijadoras de nitrógeno en los suelos.

Desventajas de los sistemas agroforestales

- Los árboles de crecimiento alto compiten con los cultivos por nutrientes, agua y luz.
- Las raíces de algunas especies forestales pueden invadir el terreno de cultivo.
- Las aves que se refugian pueden constituir una plaga en la época de cosecha.
- Necesita mano de obra y recursos para su mantenimiento.

2.2.6.3. Zanjas de infiltración

Las zanjas de infiltración son una de las principales formas de conservación de suelo y agua. El Proyecto FDI – CORFO (2004)¹⁹ define a estas prácticas como “canales sin desnivel construidos en laderas, los cuales tienen por objetivo captar el agua que escurre, disminuyendo los procesos erosivos, al aumentar la infiltración del agua en el suelo” (Pág. 7).

El Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL)²⁰ recomienda que las zanjas de infiltración deben construirse en laderas con pendiente menores a 40%. Además, las denota como canales trapezoidales que sirven para cosechar agua y llenar los acuíferos, de esta forma contribuye en la disponibilidad de agua.

¹⁹ Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI) de la agencia del Gobierno de Chile (CORFO), dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo a cargo de apoyar el emprendimiento, la innovación y la competitividad en el país junto con fortalecer el capital humano y las capacidades tecnológicas.

²⁰ Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL): Programa del Ministerio de Agricultura especializado en combatir la pobreza rural, impulsando estrategias, actividades y mecanismos que permitan mejorar los ingresos y la calidad de vida de las familias rurales.

En esta misma línea, la (FAO, 2018) determina que las zanjas de infiltración deben ser construidas siguiendo curvas de nivel y en dirección transversal a la pendiente, su finalidad es retener, conservar y ayudar a la infiltración del agua de lluvia, generalmente son zanjas de 40 o 60 centímetros de ancho, por 40 o 50 de profundidad y 2 a 5 metros de largo.

Las funciones principales de estas prácticas son la de estabilizadores del suelo al almacenar humedad y propiciar condiciones para las plantas almacenado temporalmente las escorrentías superficiales. Estas prácticas aumentan su efectividad cuando se adopta prácticas complementarias como forestación de espacios entre zanjas u otras. Para la implementación de estas prácticas es necesario algunos estudios, como la intensidad de lluvias, frecuencia de algún evento extremo, coeficiente de escorrentía y la velocidad de infiltración del agua en el suelo, etc (Flores, Martinez, Pizarro, & Sanguesa, 2004).

Figura 13

Ventajas y Funciones de las Zanjas de Infiltración



Fuente: Lemos & Navarro citado adaptación del libro de MODIPÉ, Estudios de casos y ejemplos, (Martinez de Azagra A. , Mongil, Rio, & Jorge, 2009).

Adicionalmente a las funciones y ventajas mencionadas, las practicas mecánico estructurales como son las zanjas de infiltración cumplen una amplia gama de funciones ambientales, económicas y sociales.

Otras funciones

- Ofrecen humedad a los cultivos.
- Mejora la regulación hídrica.
- Incrementan la presencia de pastos, plantas medicinales y otros.
- Incrementa la fertilidad de los suelos

2.2.6.4. Terrazas y Andenes

Las terrazas y andenes son tecnologías de trayectoria histórica, según AGRO RURAL, citado por Tillmann & Bueno de Mesquita (2014), se estima que en el Perú existen alrededor de 340,119 ha de andenes y terrazas. De esta superficie se cree que el 10% se encuentra en uso permanente, el 20% en uso estacionario o temporal y el 70% destruido y abandonado.

En los Andes esta tecnología ha sido ampliamente utilizada, aprovechando óptimamente las laderas y superficies con pendiente. Fue utilizada con el objetivo de minimizar riesgos de helada, aprovechar de mejor manera el sol, disminuir la escorrentía del agua, mejorar la infiltración, controlar la erosión y una mejor ventilación de cultivos (Blossiers, Deza , León, & Samané, 2000).

Los andenes son plataformas continuas escalonadas, en áreas de terreno con pendientes mayores a 4 – 60%. Esta técnica permite un óptimo aprovechamiento del agua y suelo para la producción diversificada de cultivos. Las plataformas generalmente son construidas con piedras o muros secos, portando en su interior tres capas, la primera

y más profunda de piedras grandes, la segunda con piedras medianas y grava y la última a una altura de 0.70 m de tierra agrícola (Blossiers, Deza , León, & Samané, 2000).

Las terrazas y andenes son utilizados con fines agrícolas, forestales y para que el agua que escurre no erosione los suelos. estos escalones generalmente tienen un pequeño borde que evita que el agua escurra e incrementa la infiltración. Su diseño tiene una armoniosa relación con un sistema de riego, puesto que cada escalón cuenta con un canal de entrada y salida de agua (Flores, Martínez, Pizarro, & Sanguesa, 2004).

Cabe señalar que los andenes son un tipo de terrazas llamadas “terrazas de banco con muro de Piedra”, a estos se les puede clasificar de diferente forma y según sus características. Según su manejo del agua: de secano y riego; según su uso: de uso permanente, temporal y sin uso; según su ubicación geográfica: de quebrada, de ladera y de fondo de valle.

Figura 14

Beneficios y Funciones del Uso de Terrazas y Andenes



Fuente: Adaptación (MINAGRI, 2014).

2.2.6.5. Qochas rusticas

Las qochas rusticas son depósitos temporales de agua que están ubicados en las cabeceras de cuenca y formados por diques que retienen las aguas de lluvia. Se construyen con la finalidad de disminuir la escorrentía, facilitar una infiltración uniforme en los acuíferos y una recarga permanente de estos. Pueden ser de dos tipos, naturales cuando se aprovechan depresiones del suelo o artificiales, cuando se utilizan diques que faciliten el almacenamiento de agua (PACC, 2014)²¹.

En los Andes peruanos esta tecnología ha sido utilizada desde tiempos inmemorables. Para su construcción se utilizan materiales de la zona con la finalidad de realizar diques compactos y mantener la permeabilidad de la zona. En la zona altoandina facilita el riego superficial de pastizales y el mantenimiento de bofedales. Esto permite el incremento de la capacidad productiva de la zona y por lo tanto aporta en el bienestar de las personas (Santa Cruz, Ordoñez , Huamani , & Camiloaga , 2008). Santa Cruz, Ordoñez, Huamani, & Camiloaga (2008), destacan la utilidad productiva de las qochas o microrepresas, puesto que muchos son utilizados como abrevaderos del ganado, criaderos de peces y para riego de parcelas. Al ser una tecnología que utiliza materiales de la zona, su construcción no implica grandes costos, y mucho menos estudios complicados.

Las cochas rusticas están conformadas por:

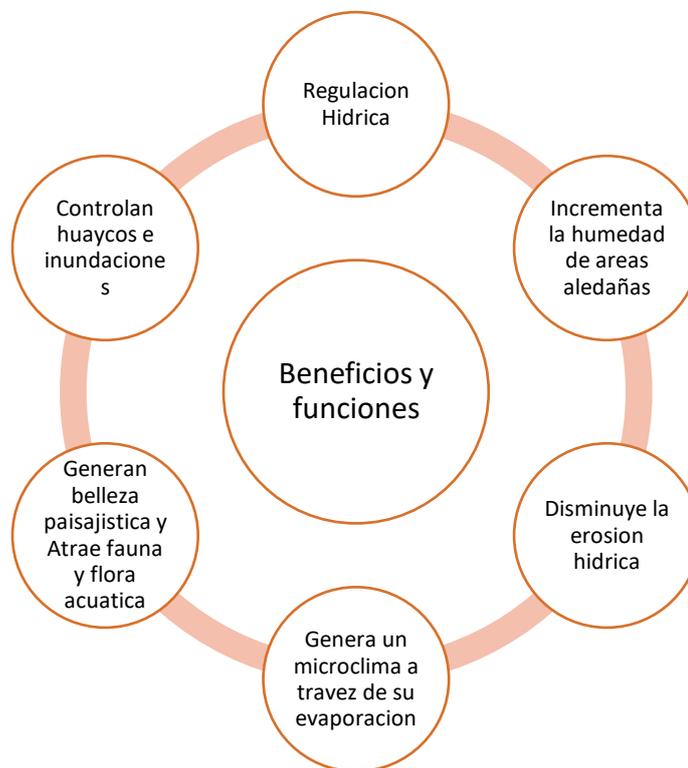
- Área de almacenamiento: es la superficie que contiene el agua
- Dique: Es la estructura compacta de tierra, grava y piedra que evita el escurrimiento del agua por su cauce natural. El dique posee un desfogue a nivel del suelo que generalmente es de PVC.

²¹ Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC).

- Aliviadero: es un canal que elimina el excedente de agua, evita que el agua rebalse el dique y que lo destruya.

Figura 15

Beneficios y funciones de las Qochas Rusticas



Fuente: Adaptación de (PACC, 2014)

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Costos

Los costos son los impactos negativos asociados a una decisión las consecuencias que se quieren evitar o minimizar (Cohen & Franco , 1992). El costo es el conjunto de pagos, obligaciones contraídas, consumos, depreciaciones, amortizaciones y aplicaciones atribuibles a un periodo determinado, relacionadas con las funciones de producción, distribución, administración y financiamiento (Robles , 2012).

2.3.2. Costos de inversión

Los costos de inversión son aquellos que se incurren en la adquisición de los activos necesarios para poner el proyecto en funcionamiento, por lo cual los costos de inversión son esenciales para dejar el proyecto listo para que empiece a operar en el largo plazo (Landaure , 2016)

2.3.3. Costos operativos y mantenimiento

Los costes de operación y mantenimiento consisten en aquel costo que se ejecuta desde la final de construcción del proyecto hasta el final de su vida útil. En esta etapa del proyecto se tienen los siguientes costos y gastos, costos de producción (sueldos y salarios del personal, insumos, etc.), gastos de mercadotecnia, gastos financieros, impuestos y el componente más importante de estos costos son los costos de mantenimiento que requieren los bienes de capital (Landaure , 2016).

2.3.4. Costos directos

Son aquellos costos que tienen presencia directa en el proceso productivo del producto o servicio. (Fontaine , 2008)

2.3.5. Los costos indirectos

Son aquellos costos que presentan limitaciones en su identificación con el producto o servicio, estos no están asociados de forma directa en el proceso productivo. Estos provienen de efectos sustituciones (Fontaine , 2008).

2.3.6. Beneficios

Los beneficios son los valores positivos que buscamos obtener o maximizar con un proyecto o política (Cohen & Franco , 1992)

2.3.7. Suelo

Es un espacio natural de sistema dinámico y complejo en el que ocurren fenómenos físicos, químicos y biológicos de intensidad variable donde se desarrollan las plantas a lo largo del manto superficial. Desde la perspectiva física constituye el soporte de las raíces de las plantas; así como el reservorio del agua y del aire y, desde la perspectiva química constituye la fuente y reserva de nutrientes para las plantas a nivel del manto terrestre.

Las sustancias naturales que lo componen el suelo están compuestas por tres fases:

Fase solida : materia orgánica y mineral

Fases liquida : agua

Fase gaseosa : aire

2.3.8. Fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo es una propiedad que resulta como consecuencia de las interacciones fenomenológicas físicas, químicas y biológicas que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para crecimiento y desarrollo de las plantas.

Las características químicas están dadas fundamentalmente por la naturaleza de los componentes químicos, la reacción del suelo(pH), su capacidad de cambio(retención de aniones y cationes), contenido de sales y las limitaciones de esta, mientras las características biológicas corresponden a la cantidad y variedad de macro y microorganismos que tienen una activa participación en la descomposición y transformación de los componentes minerales y orgánicos presentes en el suelo y por ultimo tenemos las características físicas del suelo que comprenden la textura,

estructura , composición y profundidad que es la parte dependiente de su densidad la cual proporciona la capacidad para la retención de la humedad.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la Investigación

Para Hernández, Fernández, & Baptista (2014) existen dos corrientes principales que sustentan una investigación. Estas son el enfoque cuantitativo (medición de variables) y el enfoque cualitativo (entrevistas, observación, IAP, etc.) de la investigación. El uso de ambos enfoques en un proceso de investigación es denominado el enfoque mixto, tal como será desarrollado en el presente trabajo.

Enfoque mixto

Este enfoque “representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada” (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014). En esta lógica la investigación a desarrollar es desarrollado bajo el enfoque mixto, puesto que el trabajo de investigación requerirá de datos cualitativos y cuantitativos para el análisis de costo beneficio.

3.2. Nivel o alcance de la investigación

El tipo de investigación considerado para este trabajo es de alcance descriptiva, puesto que busca especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Hernández, Fernández & Baptista 2014).

3.3. Métodos de Investigación

El método de investigación que se utiliza en el siguiente trabajo es inductivo-deductivo, esto debido a que se analiza la teoría para contrastarlos a través de la observación, y en sentido contrario la información recopilada a través de entrevistas y observación servirán para construir verdades generales.

Este método de inferencia se basa en la lógica y estudia hechos particulares, es deductivo en un sentido, parte de lo general a lo particular, e inductivo en sentido contrario, va de lo particular a lo general (Bernal Torres, 2010).

El producto final será una hipótesis derivada del modelo teórico y su alcance será descriptiva, mas no predictiva Figueroa (2012) citada en (Mendoza, 2014).

3.4. Universo y Muestra

3.4.1. Universo

Está constituida por todos los habitantes de la comunidad de Taucca puesto que son beneficiarios de manera directa o indirecta con los servicios ecosistémicos.

3.4.2. Muestra

Está definida por los 35 jefes de familia entre varones y mujeres de la población en estudio.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Entrevistas
- Encuestas
- Revisión documental

CAPITULO IV

IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS

Según la metodología detallada en el marco teórico, el presente capítulo estima el indicador económico costo-beneficio (VANE) de las intervenciones con infraestructura natural en la comunidad de Taucca. En ese sentido es necesario identificar actividades, cuantificar y estimar costos y beneficios durante el periodo de funcionamiento del proyecto.

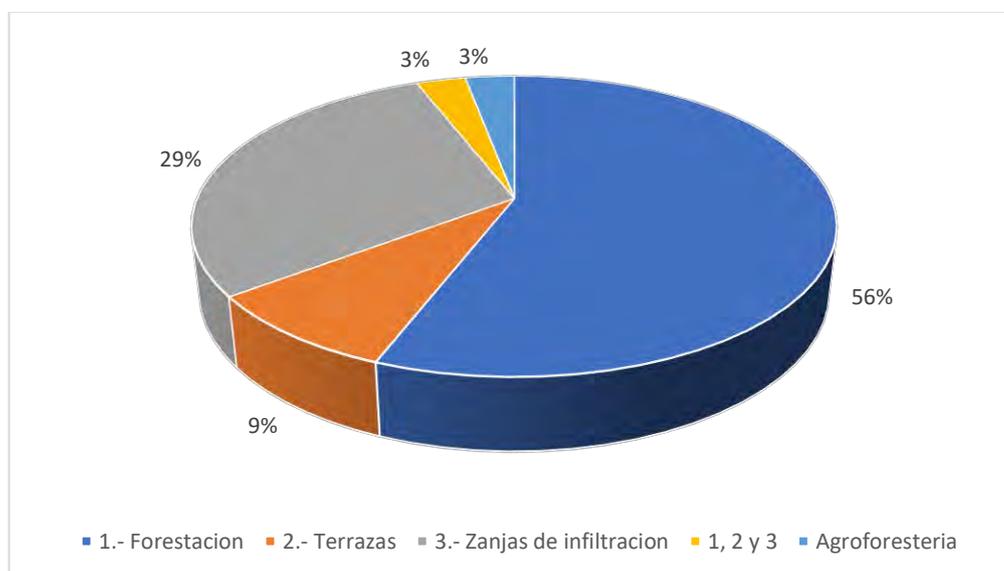
4.1. Estimación de Costos

4.1.1. Costos de inversión

Los costos de inversión están relacionados a aquellos costos necesarios para la implementación de acciones de infraestructura natural. Las personas de la comunidad de Taucca consideran a las intervenciones con infraestructura natural a aquellas acciones de conservación de agua y suelos. Según los cuestionarios realizados identificaron algunas acciones, los cuales se detallan en la siguiente figura:

Figura 16

Prácticas de Conservación de Agua y Suelos



La práctica conocida por la mayoría de los pobladores de la comunidad de Taucca es la forestación. Alrededor del 56% de los encuestados expresa que la forestación es la intervención que practica. Las zanjas de infiltración también es una de las practicas más conocidas por los pobladores (29%). Para la construcción de esta última, utilizan herramientas manuales como el nivel A, pala, picos y demás.

Las ex autoridades de la comunidad mencionan que lo más importante en relación a la recuperación de pastizales y prendimiento de plantas fue las fuertes multas que se impusieron dentro de la comunidad. Por unidad de planta afectada se llegó a considerar multas entre 1 y 4 soles dependiendo de la especie forestal plantada. Por otra parte, la introducción de especies forrajeras nuevas también significó el incremento de la crianza estabulada de animales y mejoró el estado de conservación de áreas comunales.

Para la estimación de costos de inversión en infraestructura natural realizada por la comunidad de Taucca, se empezó con el análisis de inversiones en el marco del Sistema de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, para determinar el costo de inversión por unidad de medida, en este caso el costo de recuperación de áreas naturales por ha.

En seguida describimos inversiones, detallando costo de inversión total, area intervenida, componentes de la inversión, y costo de recuperación por ha. Precisar que estas inversiones tienen montos actualizados y algunos se encuentran en etapa de ejecución y otras en funcionamiento.

Tabla 6*Identificación de Costos de Inversión de Proyectos de Infraestructura Natural*

Proyecto	Componentes/ Acciones	Código Único	Fecha de última actualización	Fecha de revisión	Superficie intervenida	Unidad de medida	Costo total del proyecto	Costo por ha recuperada
Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca Piuray Ccorimarca sector ladera alta de la comunidad de Umasbamba del Distrito de Chinchero - Provincia de Urubamba - Departamento de Cusco	Plantación forestal con especies nativas, construcción de zanjas de infiltración, tratamiento de pastizales, cárcavas y pata patas, adecuadas capacidades para la gestión ecosistémica y ambiental, adecuado sistema de monitoreo y evaluación ambiental	2496954	21/09/2020	14/12/2021	435.92	ha	1,709,946.31	3,922.6
Mejoramiento y recuperación de los servicios ecosistémicos con especies forestales en la comunidad campesina de Pongobamba para la regulación de la Microcuenca de Piuray-Ccorimarca comunidad de Pongobamba Distrito de Chinchero Cusco	Adecuadas técnicas de producción y manejo forestal, Transferencia de tecnología para el mejoramiento y recuperación de servicios ecosistémicos y adecuadas capacidades para gestionar la regulación hídrica.	2378896	21/07/2017	14/12/2021	79.00	ha	613689.79	7,768.2

Recuperación de los servicios ecosistémicos para la regulación hídrica, sector Millpu Cuper Bajo del distrito de Chinchero - Provincia de Urubamba - Departamento de Cusco	Apertura de trocha (la ruta del agua), captura y retención de agua de lluvia (dique y embalse), sistema de monitoreo hidrológico, fortalecimiento de capacidades (planes de gestión ambiental) y tratamiento y conservación de suelos	2393242	29/09/2021	14/12/2021	70	ha	1,992,303.83	28,461.4
Recuperación de los servicios ecosistémicos para la regulación hídrica del sector de Chinchaq Bosinniyoc Distrito de Chinchero - Provincia de Urubamba - Departamento de Cusco	Recuperación de la cobertura vegetal de los ecosistemas asociados, recuperación de las características de los suelos de los ecosistemas asociados(diques), Adaptación a los regímenes de precipitación y temperaturas, Rehabilitación de acequias de colectoras, Adecuadas prácticas del manejo del ecosistema: Capacitación en adecuadas prácticas de manejo del ecosistema. Capacitación en gestión integrada de recursos hídricos con enfoque de cuenca. Capacitación en buenas	2510672	10/08/2021	14/12/2021	112.77	ha	974,101.36	8,637.9

	prácticas para la adaptación al cambio climático y gestión de riesgos.							
Recuperación de los servicios ecosistémicos mediante la forestación y reforestación con especies nativas en el sector de Huallapata, Distrito de Chinchero - Urubamba - Cusco	Reforestación con especies nativas	2352530	17/08/2018	14/12/2021	80	ha	962,888.80	12,036.1
Recuperación de los servicios ecosistémicos para la regulación hídrica de la microcuenca de Cusiqocha del distrito de Chinchero - provincia de Urubamba - departamento de Cusco	Recuperación de la cobertura vegetal de los ecosistemas asociados, Recuperación de las características del suelo del ecosistema asociado y Adecuadas prácticas del manejo del ecosistema	2504273	18/12/2020	14/12/2021	293.3	ha	840,500.20	2,865.6

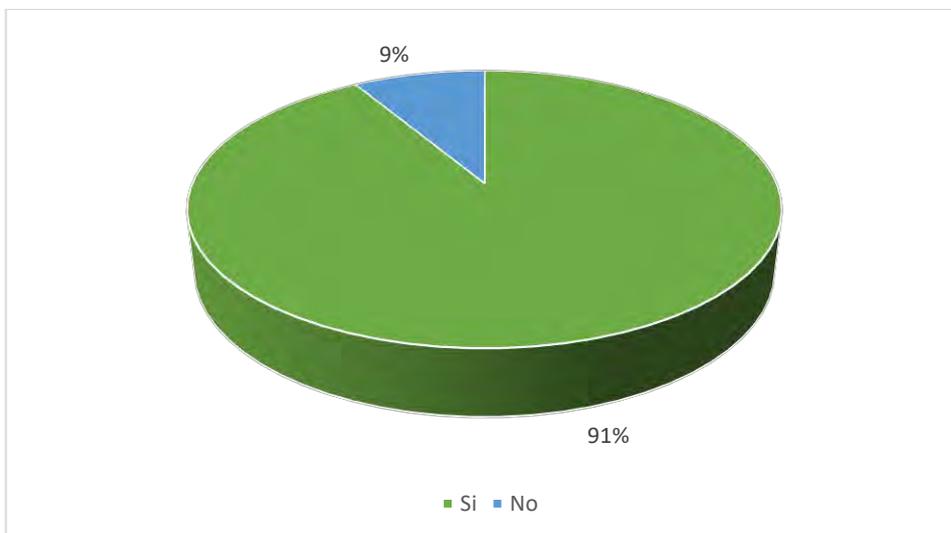
Fuente: Elaboración propia

El cuadro anterior muestra los diferentes componentes de infraestructura natural para cada inversión identificada, y la comparación realizada con las intervenciones de la comunidad de Taucca demuestra que el proyecto *“Recuperación de los servicios ecosistémicos para la regulación hídrica del sector de Chinchay Bosinniyoc Distrito de Chinchero - Provincia de Urubamba - Departamento de Cusco”* es similar en componentes a la intervención de la comunidad de Taucca. Por lo tanto, sus costos de inversión medidas por costo de recuperación por ha es similar al costo invertido en la comunidad de Taucca.

En ese sentido el costo de recuperación por hectárea de la comunidad de Taucca es de aproximadamente 8,637.9 soles. El costo total de inversión en infraestructura natural en la comunidad de tauca asciende a una suma total de 5,711,067.02 soles por las 661.16 has. Las acciones de infraestructura natural no solo corresponden a acciones físicas, también se centran en actividades de sensibilización, planificación y construcción de una visión de desarrollo basado en la mejora y recuperación ecosistemas.

Figura 17

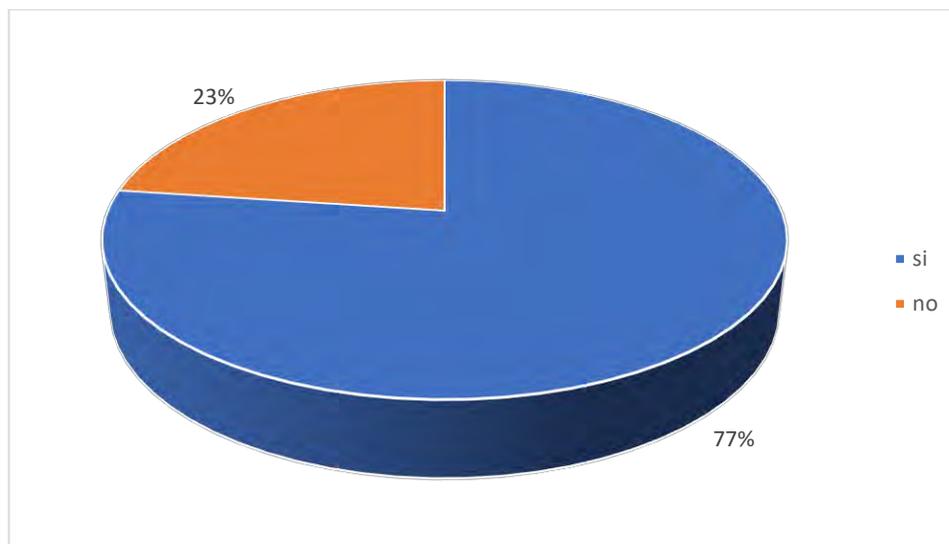
Porcentaje de Familias que Practica Acciones de IN



Fuente: Elaboración propia

Figura 18

Porcentaje de Familias que tienen Practicas de Conservación en sus Parcelas



Fuente: Elaboración propia

Del total de personas encuestadas, el 91% practica acciones de IN o conservación de agua y suelos. Además, aproximadamente el 77% de familias incorporó este tipo de intervenciones en sus parcelas. Los comúnmente practicados son las terrazas y cercos vivos.

4.1.2. Costos de operación y mantenimiento

La comunidad de Taucca realiza faenas anuales a través de su comité de recursos naturales. Esta se encarga de organizar, gestionar herramientas, plantas y otros necesarios para des colmatar zanjas de infiltración, repique de plantas, des colmatar Qochas, recuperación de andenes y otros. En estas faenas participa toda la comunidad entre 2 o 3 veces al año.

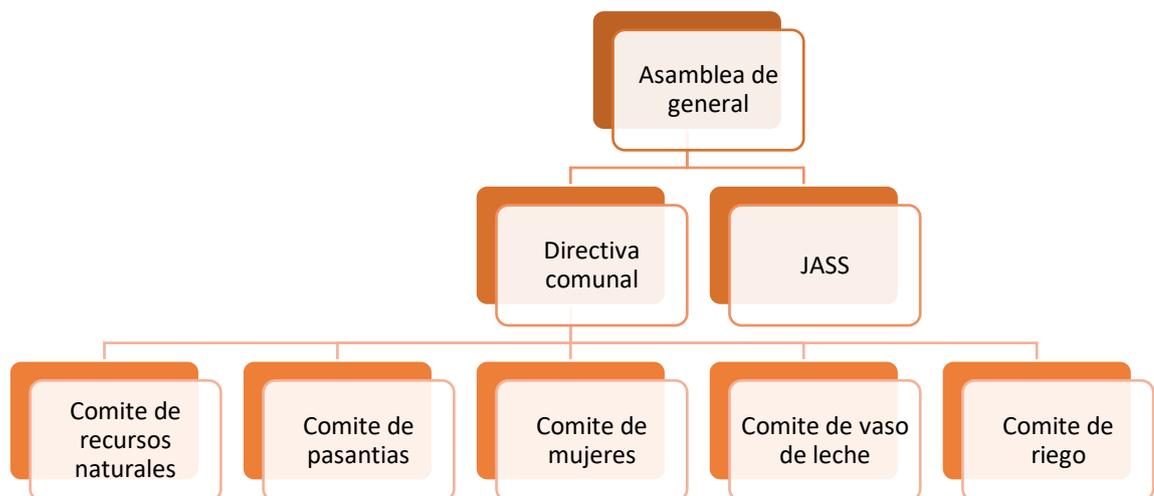
Además del comité de recursos naturales existen otros comités especializados, como el comité de vaso de leche, el comité de mujeres, el comité de pasantías y el comité de riego. Las acciones anuales dirigidas por el comité de recursos naturales

corresponden a acciones de operación y mantenimiento de infraestructura natural en la Comunidad de Taucca.

Considerando la participación de 35 personas por dos días al año y teniendo en cuenta costos de transporte y otros, la inversión realizada en términos de operación y mantenimiento de infraestructura natural asciende aproximadamente a 5,030 soles.

Figura 19

Estructura Organizacional de la Comunidad de Taucca



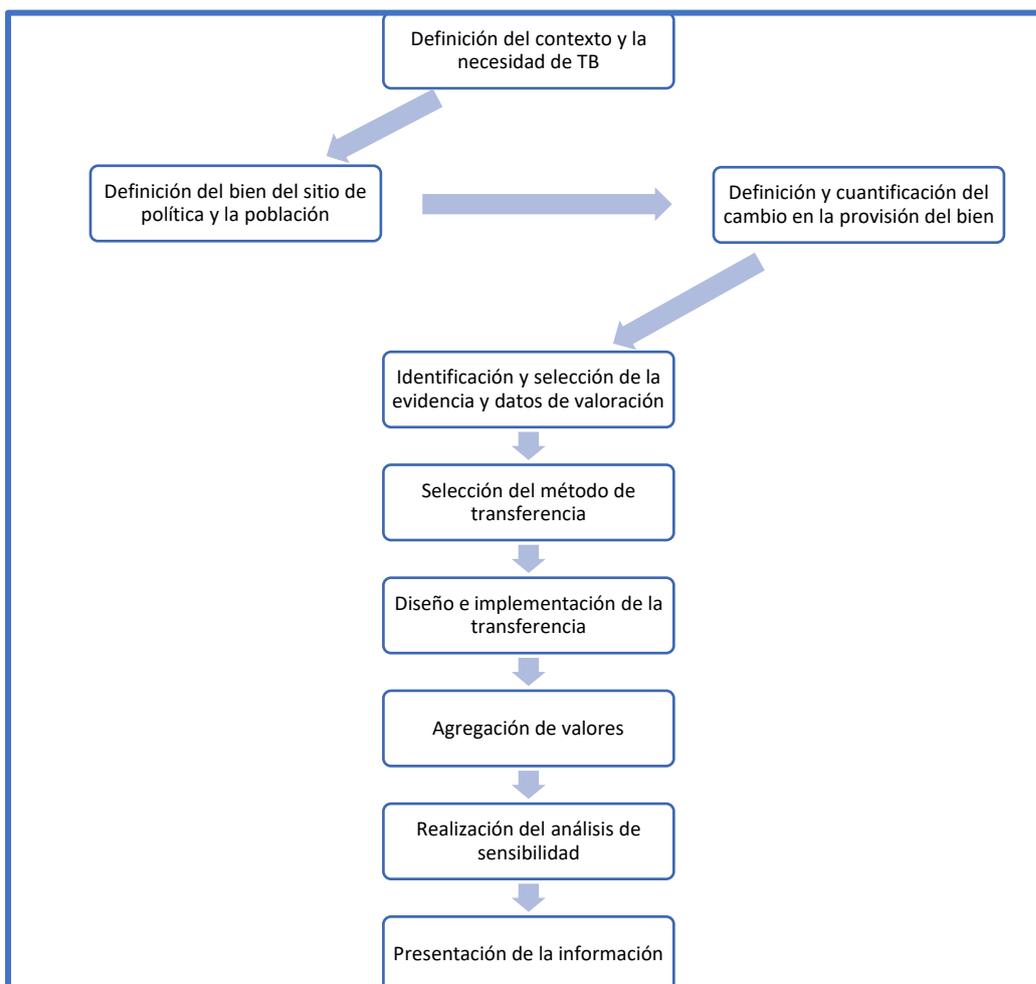
Fuente: Elaboración propia

4.2. Valoración de Beneficios

Para la estimación de beneficios utilizamos el método de transferencia de beneficios. Procedemos según la metodología desarrollada en el marco teórico.

Figura 20

Metodología para la Transferencia de Beneficios



Fuente: Ministerio de Ambiente de la República de Chile (2017).

4.2.1. Definición del contexto y la necesidad de TB para la comunidad de Taucca

Lógica de intervención

La lógica de intervención sobre ecosistemas andinos, es a raíz de su alta vulnerabilidad al cambio climático. Estos ecosistemas poseen una gran variedad de climas, riqueza de biodiversidad y grandes reservas de agua dulce (bofedales y manantiales). Para Reyes (2014) estas características hacen que los ecosistemas de montaña sean altamente susceptibles al calentamiento global, por eso las medidas de

adaptación y mitigación son urgentes y las inversiones en infraestructura natural son una solución.

Florencio Ttito, poblador y ex presidente de la comunidad de Taucca comenta *“que a principios de los años 80 existía grandes procesos de erosión (erosión laminar, surcos y cárcavas) y degradación de praderas naturales a consecuencia de acciones naturales y antrópicas, principalmente el sobrepastoreo y las intensas lluvias. Estas acciones siempre terminaban en fuertes corrientes de aguas superficiales que muchas veces afectaban viviendas, cultivos e incluso animales”*.

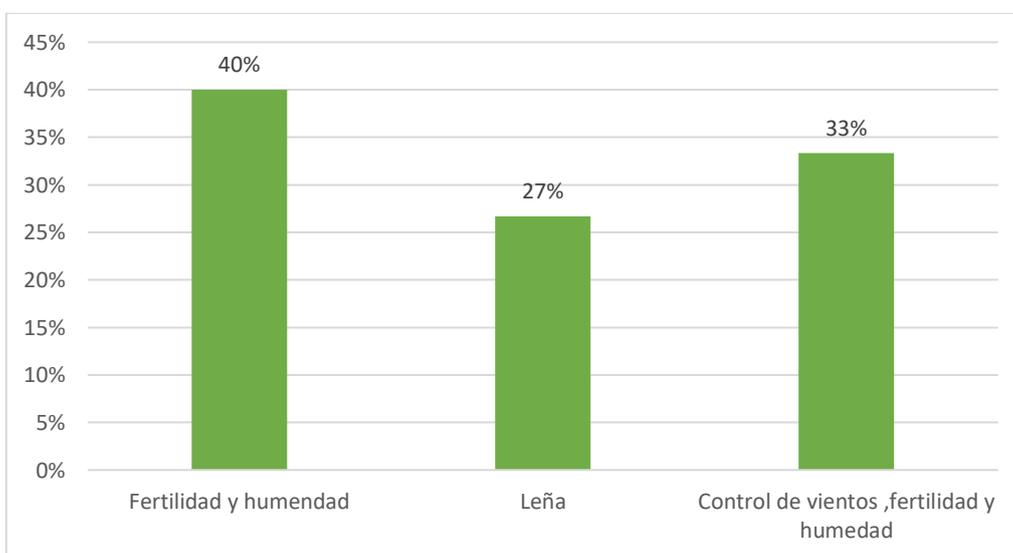
En la misma década las instituciones públicas y privadas comenzaron con las denominadas prácticas de conservación de agua y suelos (zanjas de infiltración, terrazas de absorción, terrazas de formación lenta, forestación, agroforestería, etc), este componente de infraestructura estuvo fuertemente acompañado con procesos de capacitación y planificación territorial.

Bienes y servicios considerados

Estos se determinaron según cuestionario aplicado en la comunidad de Taucca.

Figura 21

Beneficios Directos Reconocidos por la Comunidad de Taucca

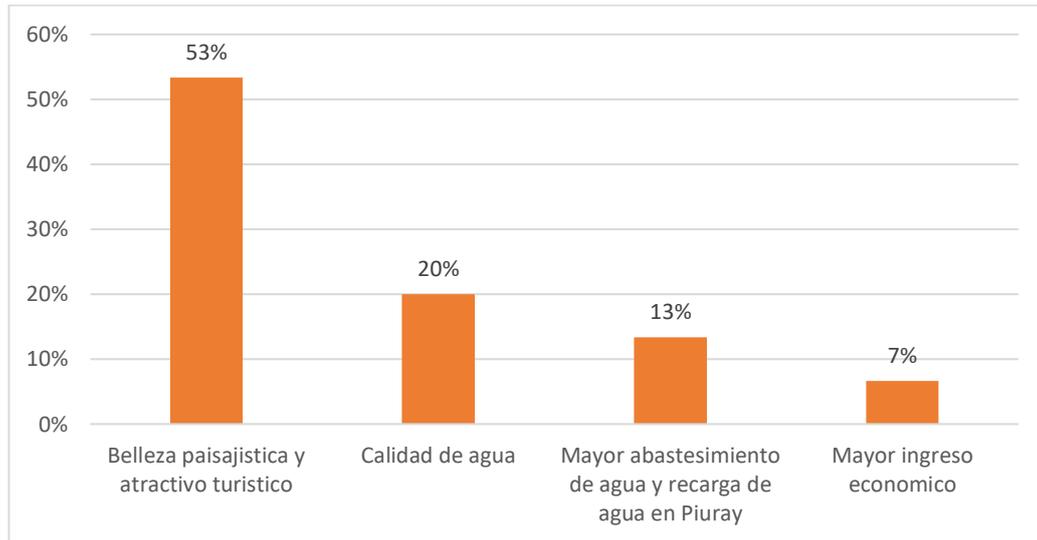


Fuente: Elaboración propia

La comunidad de Taucca reconoce y atribuye ciertos beneficios a la infraestructura natural. Los beneficios identificados son la fertilidad y humedad de los suelos, la leña como combustible y el control de vientos en las parcelas de cultivo de productos agrícolas.

Figura 22

Beneficios Indirectos Reconocidos por la Comunidad de Taucca



Fuente: Elaboración propia

El cuestionario aplicado notifica que la belleza paisajística relacionado al atractivo turístico, calidad de agua, almacenamiento de agua e ingresos económicos, son los beneficios indirectos que se obtienen a partir de la infraestructura natural implementada.

En esta misma lógica, Bustos en el 2014, identificó que la infraestructura natural de la comunidad de Taucca, generan los siguientes servicios ecosistémicos. En la presente investigación utilizaremos los servicios ecosistémicos identificados por Bustos (2014).

Tabla 7*Servicios Ecosistémicos Identificados en la Comunidad de Taucca*

	Servicios Ecosistémicos		
	Servicios intermedios	Servicios finales	Beneficios
Servicios de aprovisionamiento	-Infiltración de agua (Volumen aproximado 4329.52 m3). -Incremento de pastos naturales. -Incremento de especies arbustivas.	-Incremento de agua en la laguna de Piuray. -Incremento en calidad y cantidad de pastos. -Aumento de materia prima.	-Agua dulce. -Pastos -Leña -Tintes
Servicios de regulación	-Incremento de humedad. Incremento de especies vegetales.	-Mantenimiento de pastizales. -Generación de microclimas. -Aparición de nuevas especies vegetales	-Regulación hídrica. -Regulación del clima. -Secuestro de carbono
Servicios culturales	-Aumento de especies arbustivas y pasturas. -Intervención de la población en el mantenimiento.	-Contribuye a tener una mejor pradera. -Involucra a las nuevas generaciones. -Incentiva a los jóvenes a identificarse con su comunidad.	-Recreativo y turístico. -Estético -Inspirativo -Educativo -Herencia cultural
Servicios de soporte	-Retención de agua evitando el deslizamiento -Mantenimiento de pastos y arbustos	-Evita la erosión -Los arbustos y pastos generan materia Orgánica.	-Formación de suelos. -Reciclaje de nutrientes.

Fuente: Bustos (2014)

¿La transferencia de beneficios es adecuada?

- Magnitud de la inversión o gasto de la IN de la comunidad de Taucca.

La infraestructura natural tiene la posibilidad de ser financiada por medio de proyectos de inversión pública, puesto que son *“intervenciones temporales que se financian, total o parcialmente, con recursos públicos, destinadas a la formación de capital físico, humano, institucional, intelectual y/o natural, que tenga como propósito crear, ampliar, mejorar o recuperar la capacidad de producción de bienes y/o*

servicios”²². Por lo tanto, correspondería el tratamiento del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (INVIERTE.PE).

La directiva general del Invierte.pe sostiene la aplicación de diferentes niveles de documentos técnicos, teniendo en consideración los montos de inversión. Estos son:

Tabla 8

Niveles de Documentos Técnicos en Relación al Monto de Inversión

Documentos Técnicos	Monto de inversión (medido en UIT)
Ficha técnica simplificada	Menores a 750 UIT
Ficha técnica estándar	Mayores a 750 UIT y menores de 15000 UIT
Ficha técnica para proyectos de inversión de baja y mediana complejidad	Mayores a 15000 UIT y menores de 407000 UIT
Estudio de pre-inversión a nivel de Perfil	Mayores a 407000 UIT

Fuente: Directiva N° 001-2019-EF/63.01.

Los proyectos de infraestructura natural no son costosos y a lo sumo el monto de inversión bordearía los 15000 UIT. En el caso de la comunidad de Tauca el monto de inversión por los 661 ha, asciende a aproximadamente 5 millones, por lo tanto, el documento técnico a considerar sería la ficha técnica estándar, puesto que no supera los 15000 UITs. En ese sentido el método de transferencia de beneficios es adecuada puesto que la magnitud del gasto o inversión no es elevada.

- Complejidad de la intervención

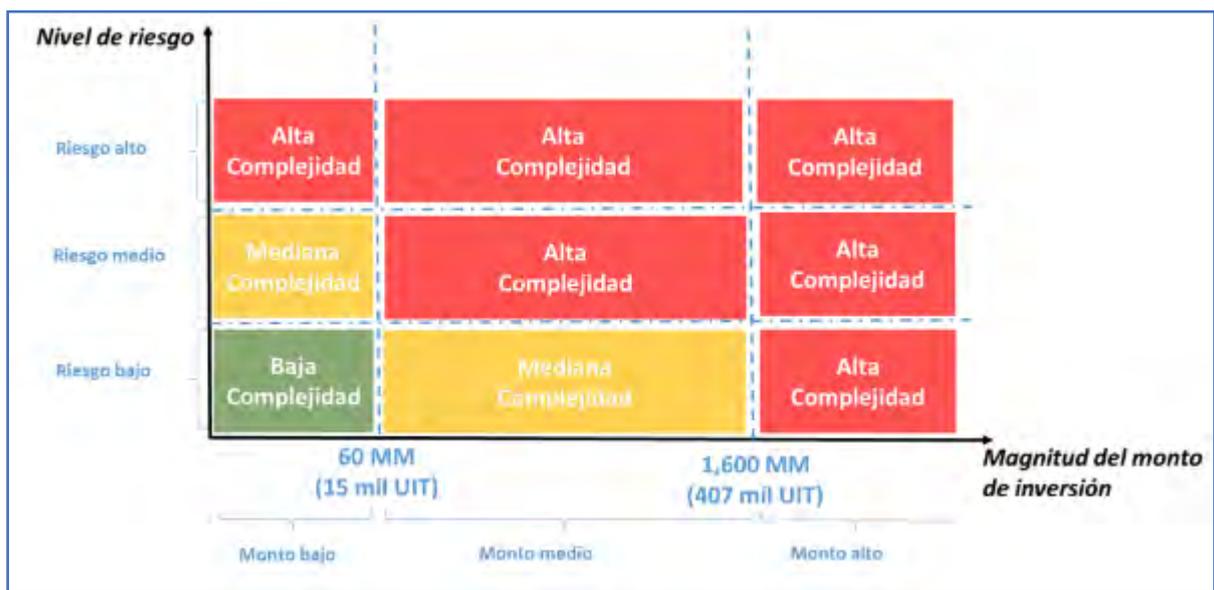
El Anexo N° 10: Criterios para determinar la clasificación del nivel de complejidad de los proyectos de inversión, señala directrices en los que una inversión

²² Definición de proyecto de inversión según la Directiva general del sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones, DIRECTIVA N° 001-2019-EF/63.01.

tiene un alto riesgo por su nivel de complejidad y monto de inversión necesario. Para inversiones y políticas con alta incertidumbre y por lo tanto complejas, la transferencia de beneficios no sería adecuada. En el caso de políticas y proyectos de infraestructura natural su diseño no es compleja y no requiere una alta especialización. A continuación, presentamos la relación entre nivel de riesgo y magnitud de la inversión para proyectos de infraestructura natural.

Figura 23

Nivel de Complejidad de Proyectos de Inversión de IN



Fuente: Directiva N° 001-2019-EF/63.01.

Para proyectos por encima de los 407000 UIT, el método de transferencia de beneficios es inadecuada puesto que son proyectos de alta complejidad con un nivel de riesgo y monto de inversión alta. En estos proyectos se tiene mucha incertidumbre de valores técnicos, económicos y ambientales. Generalmente requiere de una alta especialización para su formulación y su modalidad de ejecución son del tipo asociación publico privada. Este no es el caso de las inversiones con infraestructura natural, por lo tanto, el uso del método de transferencia es adecuada.

¿la transferencia de beneficios es posible?

El ejercicio de valoración de beneficios ambientales a desarrollar a partir de la experiencia de infraestructura natural de la comunidad de Tauca, cuenta con estudios previos como:

- ❖ Bustos, Lisette (2014). Caracterización y evaluación de las prácticas de manejo en pastizales naturales como adaptativas al cambio climático en la microcuenca Piuray, distrito de Chinchero, provincia de Urubamba – Cusco (4000 – 4600 m.s.n.m). Tesis de pre-grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC).
- ❖ Estrada et al (2015). Acciones de manejo y conservación de suelos y pastizales en la comunidad de Tauca, servicios ecosistémicos y su valor económico. Artículo académico, UNSAAC y Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).
- ❖ Mango, Vladimir (2017). Valoración económica de los servicios ecosistémicos de regulación, de los bofedales del centro poblado de Chalhuanca, distrito de Yanque, provincia de Caylloma, región Arequipa. Tesis para optar el título de economista por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- ❖ Centro Guaman Poma de Ayala (2008). Plan de afianzamiento Hídrico de la microcuenca Piuray Ccorimarca.
- ❖ Cervantes, Ronald (2021). Costo Efectividad del manejo de ecosistemas altoandinos en la regulación hídrica de Rontococha. Tesis doctoral. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- ❖ Centro Bartolomé de las Casas. Proyecto de Adaptación de la gestión de los recursos hídricos al cambio climático (2019-2021).

Las fuentes de información enumeradas posibilitan la transferencia de beneficios

4.2.2. Definición del bien y la población de la comunidad de Taucca

Según los estudios de Bustos (2014) y Estrada et al (2015) las prácticas de conservación de agua y suelo en la comunidad de Taucca, son practicas adaptativas al cambio climático y los bienes y servicios ecosistémicos que proveen son las siguientes.

Tabla 9

Servicios Ecosistémicos Identificados en la Comunidad de Taucca

Bien o Servicio	Productos
De aprovisionamiento	
Agua	Incremento de agua en la comunidad y la laguna de Piuray
Pasto	Pastizales y nuevas especies de pastos
Leña	Leña como combustible para las familias
Alimento	Hongos comestibles, carne, leche y fibra
De regulación	
Regulación de flujos hidrológicos	Infiltración y disminución de evapotranspiración.
Regulación del clima	Regulación del clima
Regulación de la erosión	Disminución de erosión
Estéticos	
Estéticos	Un nuevo paisaje al servicio de los pobladores, con mayor posibilidad de habitabilidad
Recreativos	Espacios para recreación
Educativos	Conocimientos que aportan al entendimiento de procesos de mejora del paisaje

De apoyo	
Mantenimiento del suelo	Calidad de suelo.

Fuente: Estrada et al (2015)

- Definición de la población del sitio de política

Para el entendimiento de la lógica de intervención y caracterización socioeconómica se realizó una encuesta socioeconómica con la intención de caracterizar a todos los integrantes de la comunidad de Taucca y recoger los bienes y servicios ecosistémicos con los que se benefician y reconocen como tal. Se pudo encuestar a 35 jefes familias que habitan la comunidad. Adicionalmente se realizó trabajos de caracterización del ecosistema y mediciones de temperatura climática y reconocimiento de Bio indicadores²³.

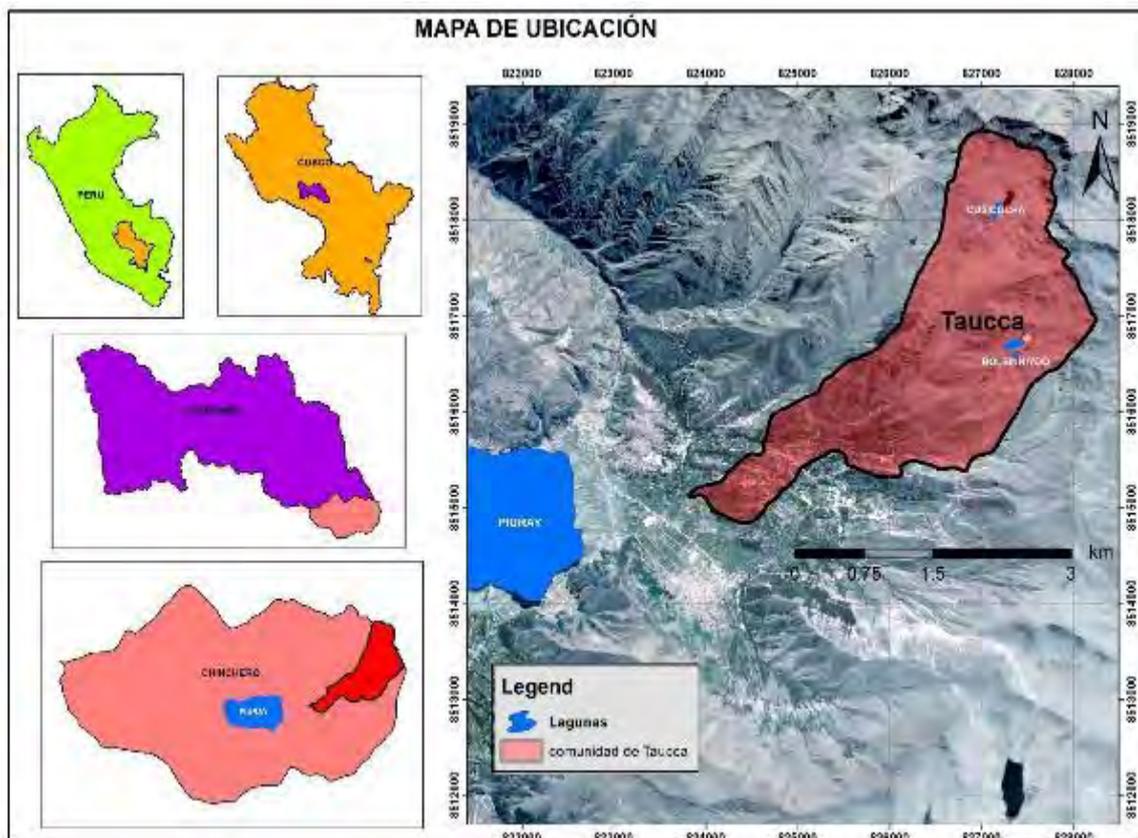
a) Localización de la comunidad de Taucca

Taucca es una comunidad indígena ubicada dentro de la microcuenca Piuray Ccorimarca distrito de Chinchero, la principal vía de acceso es la carretera asfaltada, Cusco-Urubamba. El recorrido de Cusco a Taucca es un aproximado de 60 minutos en auto y alrededor de 40 km. El ingreso es por el ramal de Allpachaca, donde se toma una carretera afirmada que recorre paralela a laguna de Piuray por un aproximado de 15 minutos y un aproximado de 10 km.

²³ Los bioindicadores “son aquellas que por sus características y sensibilidad a las perturbaciones ambientales, distribución, abundancia, dispersión, éxito reproductivo, entre otras, pueden ser usadas como estimadoras del cambio.

Figura 24

Mapa de Ubicación de la comunidad de Taucca



Fuente: Elaboración propia

Taucca, está ubicada a una altura de 3960 y 4800 msnm en el sur andino peruano. Tiene una expansión territorial de 661.16 ha, en ella viven 35 familias y un poco más de 191 personas (PDC Chinchero, 2016)²⁴. Cuenta con un estadio comunal, un salón comunal y con una red de energía eléctrica desde el año 2001 (Arariwa, 2014)

La comunidad tiene un local de servicio educativo primario, de código modular N° 0410878, el colegio secundario más cercano es el colegio Félix Puma Tito de Chinchero, el cual se encuentra a 40 minutos caminando y 5 minutos en vehículo. Estudios recientes indican que el analfabetismo es un denominador común en la comunidad de Taucca, siendo 35.29% en mujeres y 17.65% en varones (Mescco &

²⁴ Plan de desarrollo local concertado Chinchero al 2021, elaborado en Setiembre del 2016.

Villafuerte, 2016). Lo mencionado y las bajas tasas de crecimiento poblacional son característicos de la mayoría de poblaciones rurales.

- Definición de la población afectada

Los beneficiarios directos de los servicios ecosistémicos de la comunidad de Taucca, son los mismos pobladores de dicha comunidad. Los beneficiarios indirectos constituyen la población del distrito de Chinchero y de la ciudad del Cusco.

El siguiente cuadro sistematiza la población afectada por los diferentes bienes y servicios ecosistémicos.

Tabla 10

Identificación de Población Afectada por Servicio Ecosistémico

Bien o Servicio	Bien o servicio final	Valor asociado	Población afectada	
De provisión				
Agua	Agua para uso agrario y uso poblacional	Uso directo	Población de Taucca	Población de Taucca
	Agua para laguna de Piuray y qochas de la comunidad	Uso directo	Población de la ciudad de Cusco	Usuarios de la EPS Seda Cusco y comunidad de Taucca
	Agua para los manantes de la comunidad y la microcuenca	Uso directo	Población de Taucca y otras comunidades	Usuarios de agua potable Taucca
Pasto	Pastizales	Uso directo	Comunidad de Taucca	Ganaderos locales
Leña	Leña como combustible para las familias	Uso directo	Comunidad de Taucca	Familias de la comunidad de Taucca
Alimento	Hongos comestibles, carne, leche y fibra	Uso directo	Comunidad de Taucca	Familias de la comunidad de Taucca
Hábitat	Biodiversidad, nuevas especies	No uso	Población regional y local	Población regional y local
De regulación				
Regulación de flujos hidrológicos	Infiltración y disminución de evapotranspiración.	Uso indirecto	Población de Taucca, otras comunidades y ciudad del Cusco	Familias de la comunidad de Taucca, microcuenca y usuarios de la EPS
Regulación del clima	Regulación del clima	Uso directo	Población de Taucca	Familias de la comunidad de Taucca
Regulación de la erosión	Control de erosión y formación de suelos	Uso directo	Población de Taucca	Familias de la comunidad de Taucca
		Uso indirecto	Población local y regional	Familias de la comunidad de Taucca, microcuenca, usuarios de la EPS y otros
Captura de carbono	Captura y almacenamiento de carbono	Uso directo	Población local	Población de la comunidad de Taucca

		Uso indirecto	Población local y regional	Población local, Microcuenca y población regional.
Estéticos				
Estéticos	Belleza paisajística	Uso directo	Población de Taucca y otros	Familias de la comunidad de Taucca, pasantes y turistas nacionales y extranjeros.
Recreativos	Espacios para recreación	Uso directo	Población de Taucca y otros	Familias de la comunidad de Taucca, pasantes y turistas nacionales y extranjeros.
Educativos	Conocimiento sobre gestión de recursos naturales	Uso directo	Pasantes regionales y locales	Pasantes regionales y locales
De apoyo				
Mantenimiento del suelo	Calidad de suelo.	Uso directo	Población de Taucca	Familias de la comunidad de Taucca

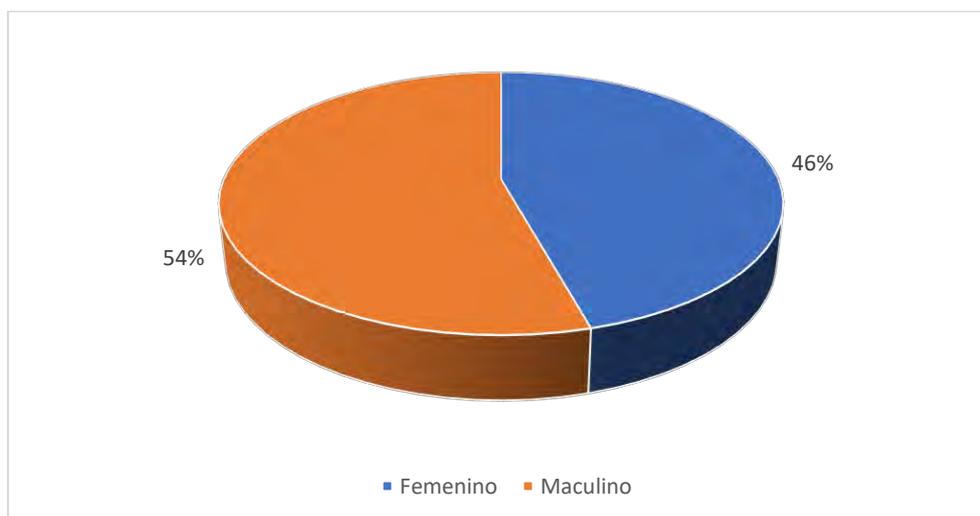
Fuente: Elaboración propia

Organización Social

La comunidad está organizada por medio de comités especiales. Dentro de esta existe la Junta Directiva Comunal, Comité de Regantes, Comité JASS (Junta Administradora de Servicio y Saneamiento), Comité de Recursos Naturales, Comité de Ahorros, Comité de pasantías, Comité de Mujeres, Comité Vaso de Leche, Asociación de Artesanas “Las Hormiguitas” y Asociación de Artesanas “Lauraymarca”.

Figura 25

Distribución de la Población por Sexo



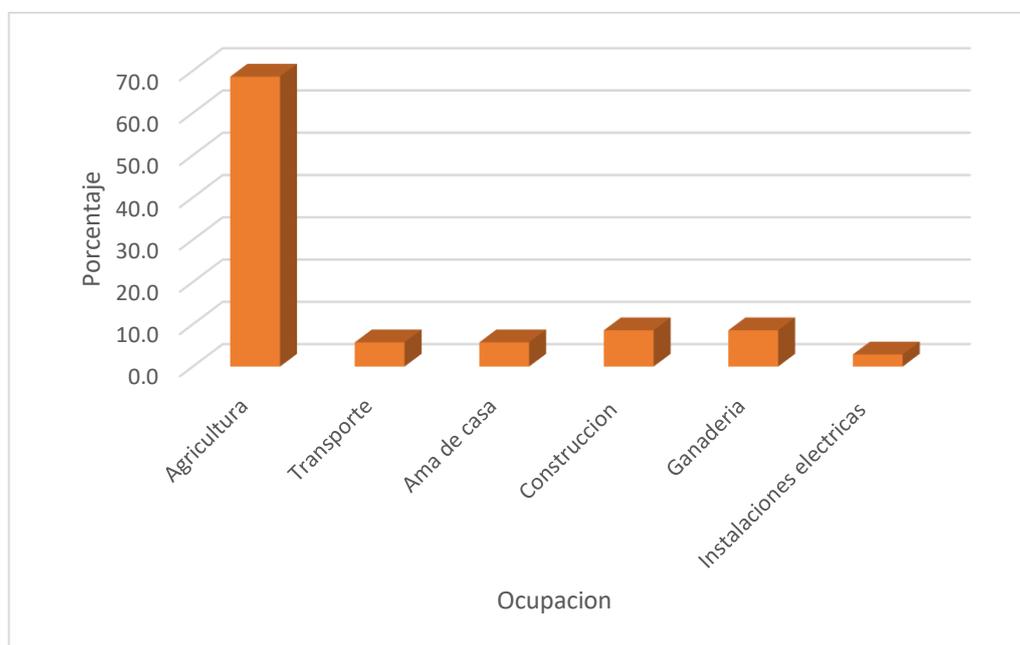
Fuente: Elaboración propia

La población masculina es mayoritaria en la comunidad. Este es aproximadamente el 54% de la población total.

Económico

Figura 26

Ocupación Principal del Encuestado

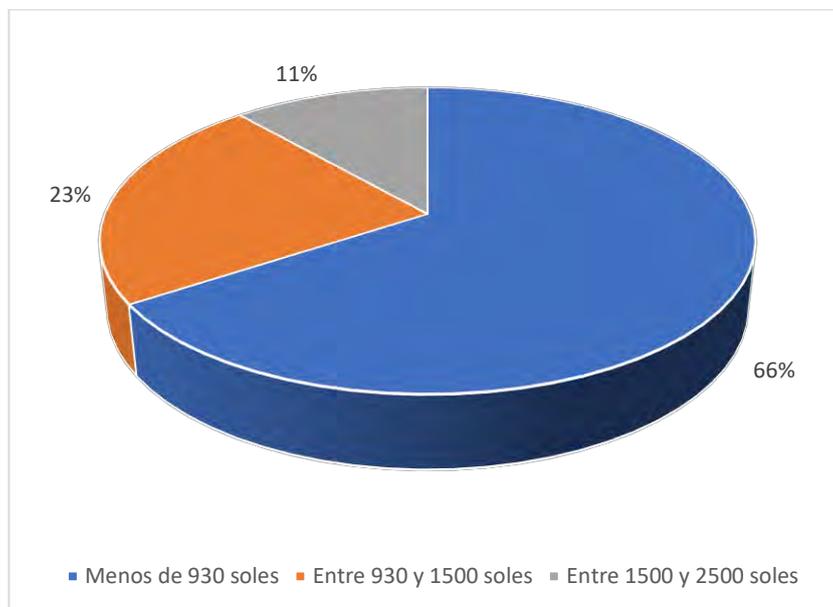


Fuente: Elaboración propia

Las principales actividades económicas desarrolladas por la comunidad son: agricultura (65%), ganadería, Turismo rural comunitario (TRC) y actividades diversas como: construcción, transporte, etc. Cabe aclarar que existe una actividad principal, en este caso la agricultura, que tiene como objetivo asegurar la alimentación familiar. Una vez satisfecho esta necesidad las familias dedican sus factores productivos a actividades complementarias relacionados a construcción, transporte y otros, los cuales les permite el acceso a liquides en el corto plazo.

Figura 27

Ingreso Mensual del Encuestado



Fuente: Elaboración propia

El ingreso familiar mensual de la comunidad de Taucca, es menos de 930 soles mensuales (66%), entre 930 y 1500 soles (23%) y solo el 11% percibe más del 11%.

En la comunidad existen dos asociaciones de Turismo Rural Comunitario, la primera se llama “Hormiguitas” esta es la más antigua y desarrollada. El segundo es la Asociación de TRC Lauraymarca, este tiene periodo corto de fundación. Ambas asociaciones utilizan las plantas naturales de la zona para realizar exposiciones tintóreas y el proceso de teñido de lanas.

Entre sus servicios también incluyen el compartir actividades culturales junto a los visitantes, como las labores de labranza, siembra, aporque, cosecha, y atención a animales. Además, su servicio se complementa con la preparación de alimentos y la venta de artesanías.

b) Características físicas de la Comunidad de Taucca

La comunidad de Taucca está ubicada al nor-este de la microcuenca Piuray Ccorimarca, tiene una temperatura ambiental promedio de **19°C**, con una mínima de

5°C y una máxima de 29.8°C, humedad relativa promedio de 61.97%, con una mínima de 38% y una máxima de 97%, la temperatura del suelo oscila entre los 7.94°C y 11.72°C hasta las 15 horas, y obtiene un ligero incremento a partir de las 16 horas (Bustos, 2016).

Las mediciones realizadas utilizando el Higrómetro de la marca TRACEABLE, modelo CONTR4040 muestran los siguientes datos de temperatura ambiental.

Figura 28

Punto de Monitoreo de Temperatura Ambiental en la Comunidad de Taucca



Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Resultados del Monitoreo de Temperatura Ambiental de la Comunidad de Taucca

Temperatura Ambiental en °C				
Ubicación	Mañana	Medio Dia	Tarde	Promedio
Punto N° 4-A	4.1	25.2	11.3	13.53
Punto N° 4-B	4.9	22	11.35	12.75
Punto N° 1-A	6.9	28.6	15.7	17.07
Punto N° 1-B	4.6	25.9	18.22	16.24
Punto N° 2-A	8.6	28.6	12.2	16.47
Punto N° 2-B	9.9	26.4	12.9	16.40
Punto N° 3-A	11.4	28.5	10	16.63

Fuente: Elaboración propia

La Microcuenca Piuray Ccorimarca, tiene una temperatura ambiental promedio registrada de **8.66°C** y humedad relativa promedio de es de **73.5%**, velocidad de viento es de 3.6m/s y tiene 5.80 hr/día de sol (Centro Guaman Poma de Ayala, 2013).

Los datos recogidos y los datos de Bustos demuestran que la temperatura ambiental de la comunidad de Taucca está por encima del promedio de la microcuenca. Esto probablemente se deba las intervenciones con infraestructura natural, los cuales funcionan como barreras corta vientos y aligeran el clima húmedo frío del ecosistema Taucca.

De acuerdo a clasificación climática de Thornthwaite y SENAMHI, citados por el Centro Guamán Poma de Ayala, la microcuenca en Piuray Ccorimarca, tiene un **“clima lluvioso de semifrigido de tipo C(o,i) D` h2 y B(o,i) D` h3, correspondiendo al tipo C, una zona semiseca, con una humedad calificada como seca y clima frío, ubicado a una altura de 3000 – 4000 msnm. Por su parte al tipo B, corresponde una altitud de 4000 – 5000 msnm, humedad calificada como húmeda y caracterizada por la deficiencia en lluvias”**.

Según la tesis de las ocho regiones naturales del Perú, planteada por Javier Pulgar Vidal en 1941. El ecosistema Taucca corresponde a las regiones naturales de Suni y Puna.

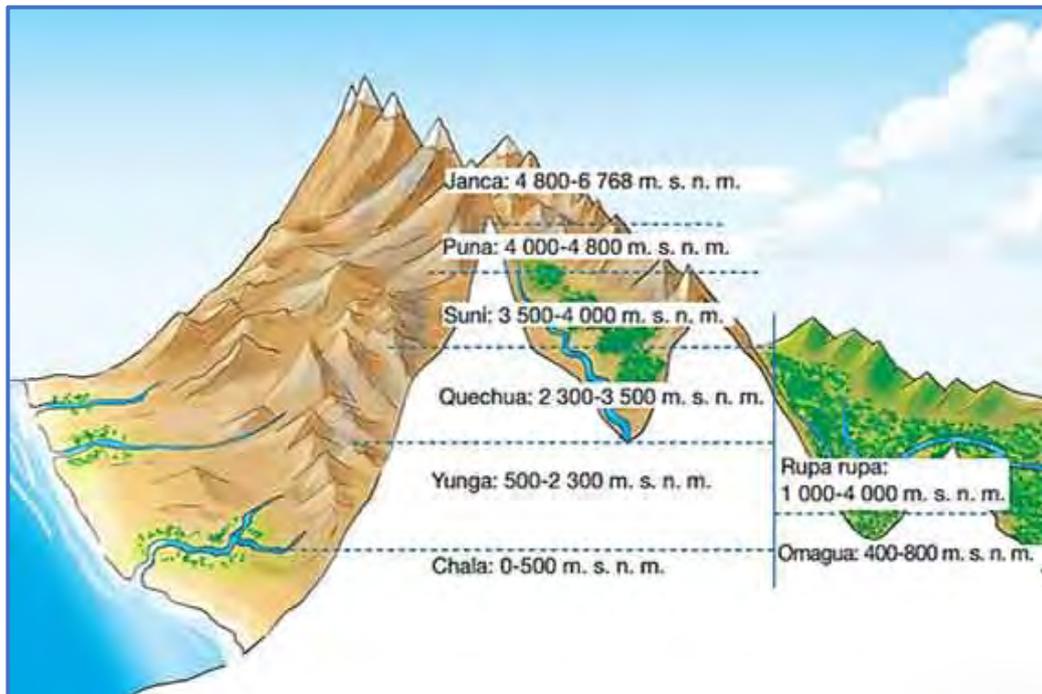
La región Suni (3500 – 4000 msnm) tiene una geografía rocosa, escarpado, con valles estrechos y ligeras ondulaciones llamadas pampas. Su nombre significa “región alta” y su clima característico es frío – seco (la temperatura media anual es 11°C) con variaciones según temporada. Esta región es el límite superior de la actividad agrícola predominando productos como papa, la cebada, la quinua y el olluco. En ella habitan

zorros, vizcachas, zorrillos o ñañas, venados, cuyes, zorzal negro y plantas como el quiswar, mutuy, sauco, cantuta, entre otros²⁵.

La región Puna o Jalca (4000 – 4800 msnm), significa soroche o mal de altura, esta palabra es utilizada en todo el sur andino variando su significado en todo el territorio. Está conformado por mesetas, en ella abundan los lagos y lagunas. Su clima característico es el frío descendiendo a 0°C en la noche y hasta 20°C de día. La flora característica de esta región es el ichu, además de algunas variedades de papa amarga y cebada. La alpaca, llama y otros camélidos son la fauna característica.

Figura 29

Diagrama de las 8 Regiones Naturales del Perú



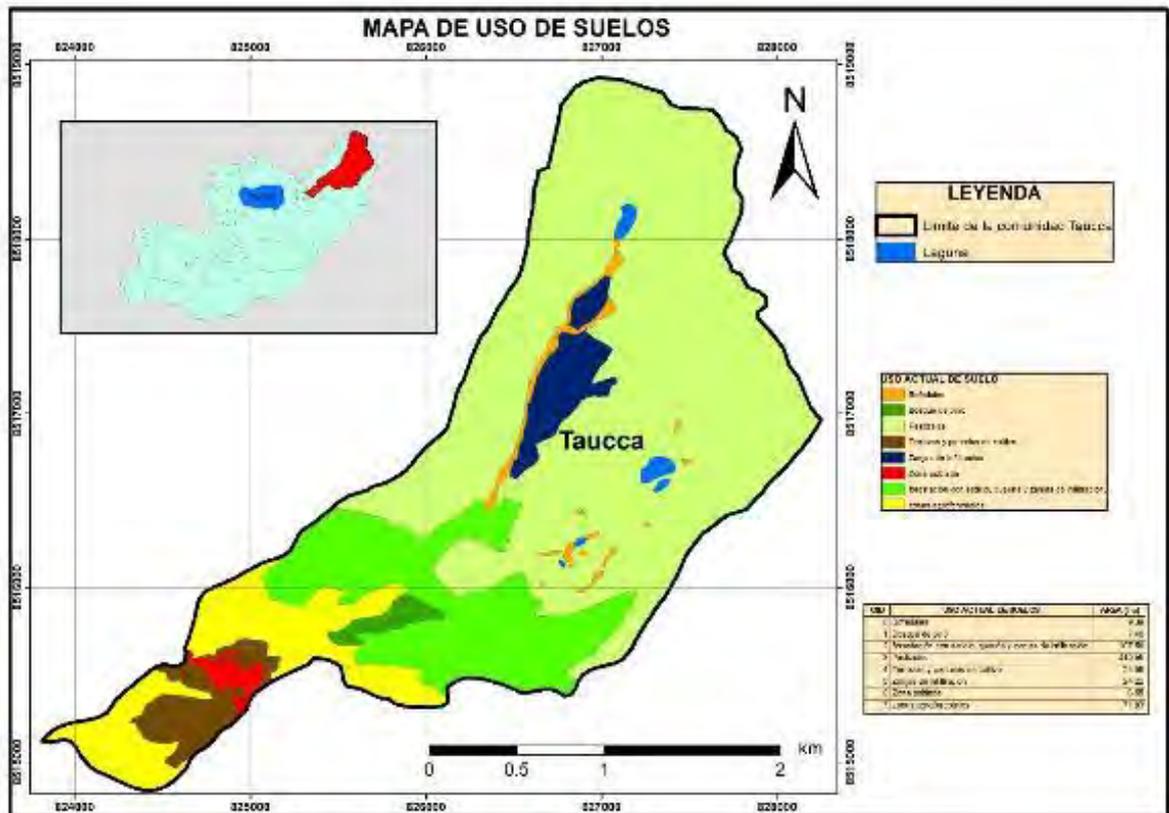
Fuente: Adaptación de la tesis planteada por Javier Pulgar Vidal (1941).

²⁵ Informe tematico N°154/2014-2015 denominado Características de las Zonas Altoandinas en el Perú

c) Distribución espacial del uso de suelo en la Comunidad de Taucca.

Figura 30

Mapa de Usos del Suelo de la Comunidad de Taucca



Fuente: Elaboración propia

El mapa precedente describe que la comunidad de Taucca tiene 9.39 has de bofedales, 7.46 has de bosque de pino, 107.58 de prácticas combinadas de plantaciones de setecio, queuña y zanjas de infiltración, 410.55 has de pastizales, 23.58 has de terrazas y parcelas de cultivo, 24.22 has con zanjas de infiltración, 6.55 has de área poblada y 71.83 de zonas agroforestales.

4.2.3. Definición y cuantificación del cambio en la provisión del bien de los ecosistemas de Taucca

Cambio en la provisión del bien

Los cambios a valorar son mejoras en la provisión de servicios ecosistémicos, como resultado de la implementación de infraestructura natural en la comunidad de Taucca. Las mejoras en la provisión de servicios ecosistémicos se pueden medir mediante la cantidad de agua infiltrada y almacenada, carga animal en los pastizales recuperados, índice de cobertura vegetal, provisión de leña, toneladas de carbono secuestrado, suelos con mayor carga orgánica y traducidas en mayor contenido de potasio, nitrógeno y fósforo.

Ermelejindo Pitanzo actual presidente de la comunidad de Taucca afirma que las intervenciones sobre el medio natural han disminuido drásticamente los procesos de erosión del suelo y pastizales. Ya no se observa avenidas de agua y huaycos como en épocas anteriores. Las lagunas de Chinchay y Cusicocha ahora tienen agua todo el año y estos lo utilizan para regar la chacra. Mejoró el paisaje de la comunidad y gracias a esto ahora se recibe turistas y pasantías de diferentes lugares del Perú, principalmente de Puno y Apurímac.

Cuantitativamente la comunidad de Taucca presentó los siguientes cambios en la provisión de bienes y servicios.

Tabla 12

Cambio en la Provisión del Bien en la Comunidad de Taucca

Bien o Servicio	Productos	Und.	Línea de base	Provisión después de la intervención	Cambio en la provisión (provisión por unidad de área*área total)
De provisión					
Agua	Agua para la agricultura	m3/año	0	2,330,000 m3/año	2,330,000 m3/año
	Agua para laguna de Piuray	m3/año			
	Agua para los manantes de la comunidad y la microcuenca (Estrada, Bustos, Bejar, & Rendon, 2015)	m3/año			
	Almacenamiento de agua en bofedales (Mango, 2017)	m3/año	0	0.82*9.39*10 000*0.20	15,399.6 m3/año

				15,399.6 m3/año	
	Almacenamiento de agua en bofedales (Cervantes, 2021)	m3/año	0	16.4/100*850 139.4 l/m2	13,089.66 m3/año
	Almacenamiento de agua en Pastizales (Cervantes, 2021)	m3/año	0	15.1/1000*850 0 128.35 l/m2	526,940,925 m3/año
	Almacenamiento de agua en Bosques Altoandinos (Queuñailes) (Cervantes, 2021)	m3/año	0	15.4/100*850 130.9 l/m2	140,832.98 m3/año
Total, de m3/año de agua almacenada Según Estrada Et al (no incluye almacenamiento de agua de pastizales)					2,483,922.64
Total, de m3/año de agua almacenada Según Mango y Cervantes (no incluye sistemas de terrazas, agroforestales y bosques de pino)					527,094,847.64
Total, de m3/año de agua almacenada (efecto seleccionado)					2,483,922.64
Pasto	Pastizales, medida en carga animal(ovino) (Estrada, Bustos, Bejar, & Rendon, 2015)	Und/ha	0.5und/ha	1.5und/ha 1219 ovinos	27,044.6 km de Carne.
Leña	Leña como combustible para las familias (Estrada, Bustos, Bejar, & Rendon, 2015)	Tn/año	0	13.45 tn/año	13.45 tn/año
De regulación					
Regulación del clima	Secuestro de carbono por bosques altoandinos (Meneses & Zamora, 2018)	Tn CO2/ha	0	8.9 Tn CO2/ha	1,023.85 Tn CO2/año
	Secuestro de carbono de bofedales (Mango, 2017)	Tn CO2/ha	0	1,173.95 Tn CO2/ha	11,023.39 Tn CO2/año
	Secuestro de Carbono de pastizales (Tennigkeit & Wilkes, 2008)	Tn CO2/ha	0	2.6 Tn CO2/ha	1,067.43 Tn CO2/ha
Total, de Carbono secuestrado tn/CO2 al año					13,114.67 Tn/año
Estéticos					
Estéticos	Belleza paisajística	líderes/año	0	500 personas/año	500 personas/año
Recreativos	Espacios para recreación				
Educativos	Conocimiento sobre gestión de recursos naturales (Estrada, Bustos, Bejar, & Rendon, 2015)				
De apoyo					Terrazas y zonas agroforestales
Mantenimiento del suelo	Nitrógeno(N)	%	5%	35%/ha = 78.40 kg/ha	7,480.14 kg
	Potasio(K)	ppm	200ppm	162ppm/ha = 453.6kg/ha	43,277.97 kg

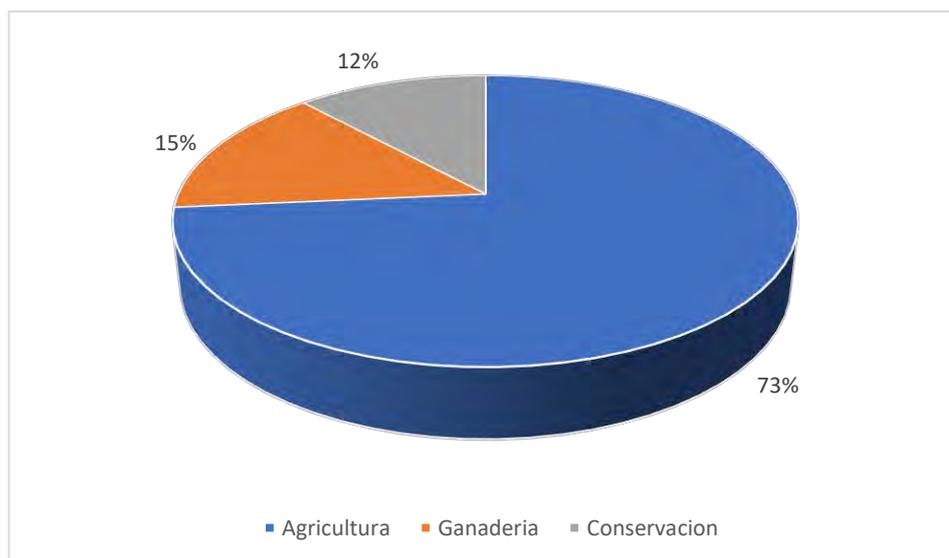
	Fosforo(P)	ppm	31ppm	54.7ppm/ha = 153.16 kg/ha	14,612.99 kg
--	------------	-----	-------	------------------------------	--------------

Fuente: Elaborado a partir de los estudios de (Bustos, 2014), (Cervantes, 2021), (Estrada, Bustos, Bejar, & Rendon, 2015), (Wiener, Hinojosa, Fernandez, & Steeb, 2003) y (Mango, 2017).

Percepciones sobre la infraestructura natural en la Comunidad de Taucca

Figura 31

Usos Prioritarios de las Áreas con Infraestructura Natural de la Comunidad de Taucca

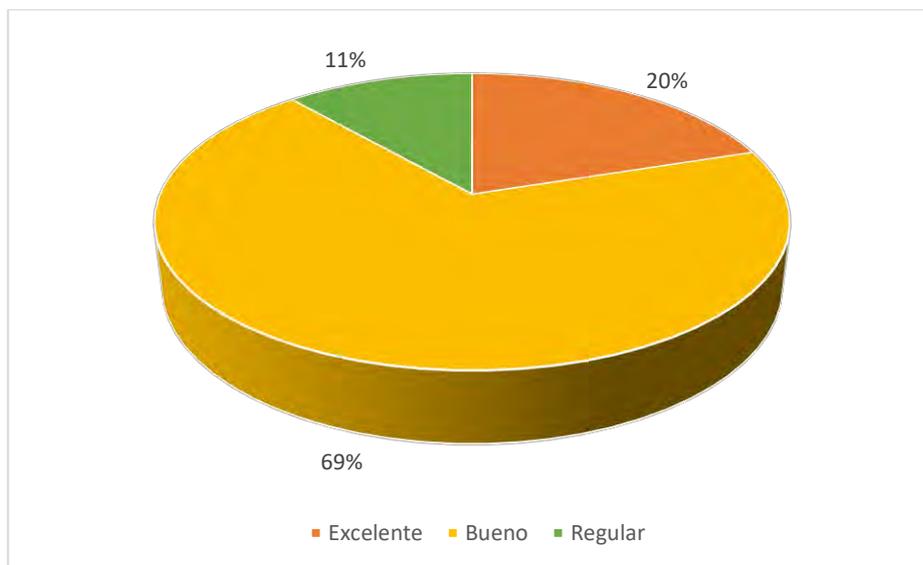


Fuente: Elaboración propia

En la Comunidad de Taucca las áreas con infraestructura natural son destinadas a uso agrícola (73%), ganadería (15%) y conservación (12%). Los pobladores mencionan que generalmente se utiliza la forestación con especies nativas como barreras protectoras de las parcelas. Los espacios comunales generalmente son destinados para la ganadería extensiva y en su gran mayoría como áreas de conservación comunal.

Figura 32

Control de Erosión en Áreas con Infraestructura Natural

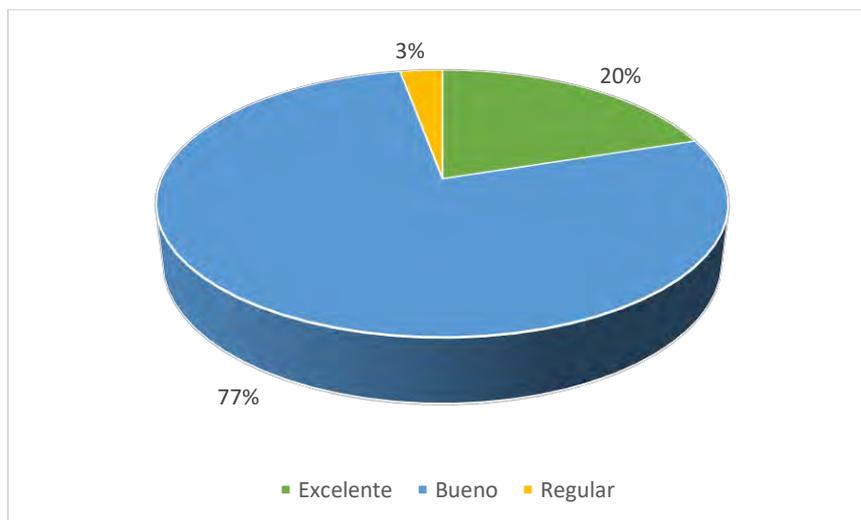


Fuente: Elaboración propia

Los procesos de erosión en los años 80 eran intensivos en las laderas de la comunidad. Este impacto negativo fue adecuadamente gestionado con las intervenciones de forestación, terrazas, zanjas de infiltración, cercado de pastizales, acuerdos comunales y sanciones dentro de esta. 69% de los encuestados afirma que el control de erosión a raíz de las intervenciones con infraestructura natural es bueno, 20% excelente y un 11% afirma que es regular. Esta percepción de población comunal muestra el impacto positivo que tiene estas intervenciones como estrategia de manejo de los procesos de erosión.

Figura 33

Fertilidad en los Suelos con Infraestructura Natural

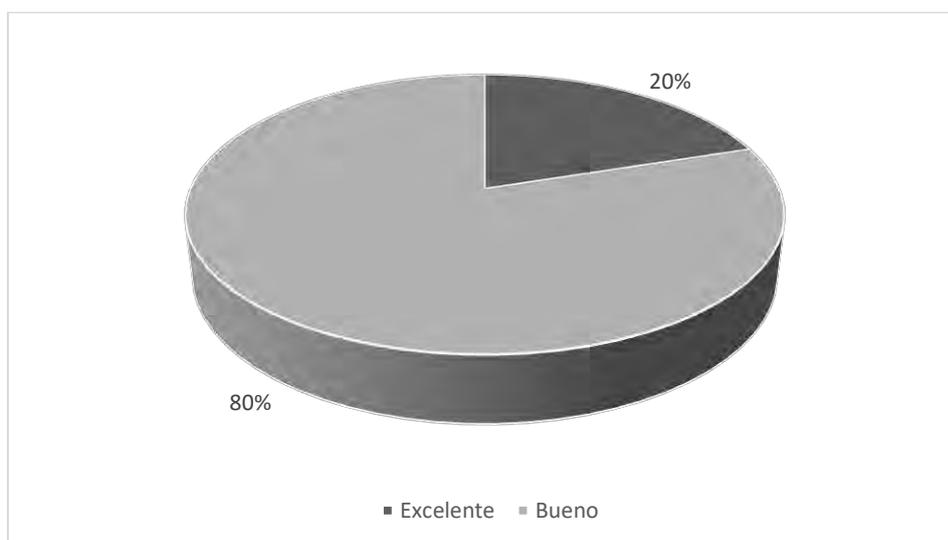


Fuente: Elaboración propia

La comunidad de Taucca es una comunidad eminentemente agrícola, los principales cultivos trabajados son la papa, olluco, haba, cebada y avena. La fertilidad de sus suelos es indispensable para asegurar su soberanía alimentaria. La población local percibe que en suelos con intervenciones de Infraestructura Natural la fertilidad del suelo es excelente (20%) bueno (77%) y regular (3%).

Figura 34

Humedad en los Suelos con Infraestructura Natural

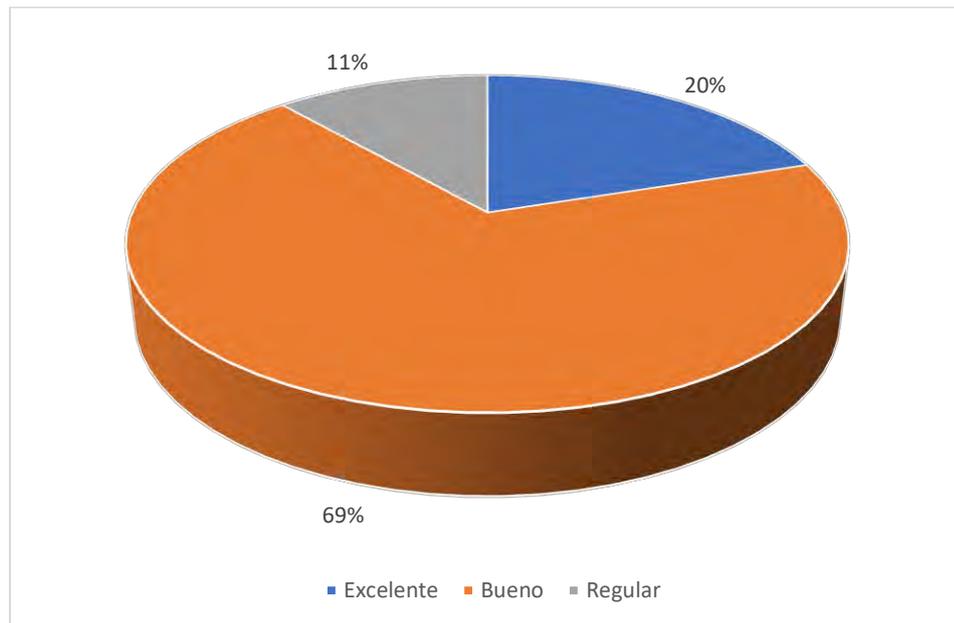


Fuente: Elaboración propia

Respecto a humedad en los suelos los encuestados afirman que este es bueno (80%) y excelente (20%). Esto se debe que suelos con alta carga organica tienen a conservar mayor humedad y porque la cercanía a plantas ofrece sombra y ambientes más frescos.

Figura 35

Recarga de Acuíferos con Infraestructura Natural



Fuente: Elaboración propia

En referencia a recarga de acuíferos la percepción muestra que a raíz de estas intervenciones el caudal en los manantes se ha incrementado. 69% de los encuestados califica de bueno la recarga de acuíferos a raíz de estas intervenciones, 20% como excelente y 11% determina que es regular.

4.2.4. Identificación y selección de la evidencia y datos de valoración

Para trabajar esta etapa de la transferencia de beneficios se cuenta con los siguientes estudios de valoración económica. Es preciso mencionar que los siguientes estudios son una síntesis de la revisión literaria realizada.

Tabla 13

Evidencia y Datos de Valoración de los Servicios Ambientales de Taucca

Nº de Estudio	Título del estudio	Autor	Año de Publicación	Bien o servicio valorado	Método de valoración
E1	Acciones de manejo y conservación de suelos y pastizales en la comunidad de Taucca, servicios ecosistémicos y su valor económico	Dr. Andrés Estrada (UNSAAC ²⁶ -UNALM ²⁷)	2016	Almacenamiento de agua	Precio de Mercado
				Calidad de Pasto	Precio de Mercado
				Provisión de leña	Precio de Mercado
				Belleza escénica Recreación	Precio de Mercado
E2	Valoración económica de los servicios ecosistémicos de regulación, de los bofedales del centro poblado de Chalhuanca, distrito de Yanque, provincia de Caylloma, región Arequipa	Vladimir Mango (UNSAAC ²⁸)	2017	Almacenamiento de agua en Bofedales	Costos evitados
				Secuestro de carbono de bofedales	Precio social del carbono
E3	Valoración económica del servicio de fijación y almacenamiento de carbono en la cobertura forestal – Parque Nacional del Huascarán	Ronalds Meneses Cuellar (UNFV ²⁹) Noe Sabino Zamora Talaverano (UNFV)	2018	Secuestro de carbono de bosques de “ <i>polylepis</i> ” (Queuña)	Valoración Contingente
E4	Valoración económica del almacenamiento de agua y carbono en la comunidad campesina Villa de Junín	Liz Amelia Chupan Minaya (Universidad Continental) Miguel Ángel Vila Balbin (Universidad Continental)	2015	Almacenamiento de agua en Bofedales	Costos evitados
				Secuestro de carbono de bofedales	Costo social del carbono
E5	Las Finanzas del Carbono de los Pastizales Una evaluación del potencial en los pastizales comunales	Timm Tennigkeit ³⁰ ,	2008	Secuestro de carbono de pastizales (Potencial de secuestro de las actividades de	--

²⁶ Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

²⁷ Universidad Nacional Agraria La Molina

²⁸ Universidad Nacional San Agustín de Arequipa

²⁹ Universidad Nacional Federico Villareal

³⁰ Experto en finanzas del carbono y bioenergía en CMES. El CMES es un centro de investigación conjunta entre la Academia China de Ciencias y el Centro Mundial para la Agroforestería (ICRAF).

		y Andreas Wilkes ³¹		gestión de los pastizales).	
E6	Análisis costo-beneficio de las prácticas de conservación de suelos en Cusco y Apurímac.	(Wiener, Hinojosa, Fernandez, & Steeb, 2003)	2003	Suministro de Nutrientes	Precio de mercado

Fuente: Elaboración propia

Análisis de los estudios y evidencias para la valoración

Tabla 14

Análisis y Correspondencia de los Estudios con la Comunidad de Taucca

Estudio	Bien o servicio	Comentario
Acciones de manejo y conservación de suelos y pastizales en la comunidad de Tauca, servicios ecosistémicos y su valor económico	Almacenamiento de agua	El estudio corresponde y es adecuado para la transferencia de beneficios. Este estudio ha sido desarrollado en la misma comunidad objeto de análisis. Por lo tanto, el sitio de política y sitio de estudio es el mismo.
	Calidad de Pasto	
	Provisión de leña	
	Belleza escénica Recreación	
Análisis Costo Beneficio de las prácticas de conservación de suelos en Cusco y Apurímac	Suministro de nutrientes	El estudio es realizado en la microcuenca Piuray Ccorimarca, analiza la diferencia en el suministro de nutrientes como el nitrato, potasio y fosforo en terrenos de cultivo con prácticas de terracería. Para dicho trabajo se realizan análisis de suelos y comparan con terrenos de control (que no tienen prácticas de conservación). Se considera el estudio porque permite valorar el suministro de nutrientes utilizando precios de mercado.
Valoración económica de los servicios ecosistémicos de regulación, de los bofedales del centro poblado de Chalhuanca, distrito de Yanque, provincia de Caylloma, región Arequipa	Almacenamiento de agua en Bofedales	El análisis geográfico y socioeconómico corresponde a un contexto similar al de la comunidad de Taucca. Sin embargo, para hacer una valoración más aproximada solo se pretende utilizar el marco metodológico utilizado para la valoración de los servicios. Según el método volumétrico la carga hídrica de un bofedal es 82% teniendo en cuenta que el nivel freático es de 20cm. En referencia al carbono la capacidad de secuestro es 24.89% en relación a unidad de masa.
	Secuestro de carbono de bofedales	

³¹ Especialista principal en la adaptación al cambio climático del ICRAF-China.

Valoración económica del servicio de fijación y almacenamiento de carbono en la cobertura forestal – Parque Nacional del Huascarán	Secuestro de carbono de bosques de polylepis (Queuña)	El parque nacional de Huascarán se encuentra en la sierra central, tiene una diversidad de ecosistemas, entre ellas las pampas, con características geológicas, e hidrológicas similares a la Microcuenca Piuray Ccorimarca. Este estudio utilizó la Norma INDECOPI/NTP/251.008:1980 y recogió datos dasométricos (biomasa) y a partir de los cuales se determinó ecuaciones (modelos) para calcular las toneladas de carbono almacenado por ha de <i>Polylepis</i> . Este estudio recoge y hace discusión con casos del bosque de Manantay Cusco y Valle Sagrado.
Valoración económica del almacenamiento de agua y carbono en la comunidad campesina Villa de Junín	Almacenamiento de agua en Bofedales	La comunidad Villa de Junín se encuentra en el distrito de Junín a una altitud de 4 105 m s.n.m. Tiene una extensión de 2 673 ha de bofedales un clima húmedo-frígido. La temperatura oscila entre 7 °C y 5 °C. Se utilizó datos de temperatura y precipitación de 50 años de la estación Upamayo. Se encontró que el metro cúbico de agua vale 0.01 soles, esto debido a la alta compactación del suelo.
Las Finanzas del Carbono de los Pastizales Una evaluación del potencial en los pastizales comunales	Secuestro de carbono de pastizales (Potencial de secuestro de las actividades de gestión de los pastizales).	El estudio sistematiza datos de 304 países, 113 de América Latina. Su objetivo se centra en identificar la capacidad de secuestro de pastizales según la práctica utilizada para su manejo. A partir de estos datos analiza su posibilidad de financiar el secuestro a partir de los mercados de carbono. El estudio encontró que el manejo de pastoreo en pastizales aporta 2.6 tn co ₂ /año. Este dato se utiliza para valorar la cantidad de CO ₂ secuestrado por los pajonales de la comunidad de Taucá.

Fuente: Recopilado de (Wiener, Hinojosa, Fernández, & Steeb, 2003), (Estrada, Bustos, Bejar, & Rendon, 2015), (Tennigkeit & Wilkes, 2008), (Villa Balbin & Chupan Minaya, 2015), (Meneses & Zamora, 2018) y (Mango, 2017).

4.2.5. Selección del método de transferencia de beneficios

A continuación, analizaremos en detalle la selección del método de transferencia. Estos se seleccionan a partir de los estudios de valoración realizados por (Mango, 2017), (Meneses & Zamora, 2018) y (Villa Balbin & Chupan Minaya, 2015).

Tabla 15*Análisis de Similitud de los Estudios E2 y E4 con la Comunidad de Taucca*

Criterios de Similitud	Correspondencia entre el bien del sitio de política y sitio de estudio para el SSEE de almacenamiento de agua en bofedales	
	E 2 (2017) ³²	E 4 (2015) ³³
El bien	Si	Si
El cambio	Si	Si
El lugar	Si	Si
La población afectada	Si	Si
El número y calidad de sustitutos	.?	.?
El mercado construido	Si	Si
Calidad del estudio	Si	Si
Método de transferencia a utilizar		
Transferencia de valor unitario directo	No	No
Transferencia de valor unitario ajustado	Si	Si
Transferencia de funciones	No	No

Fuente: Elaboración propia

El análisis concluye que es posible utilizar los estudios E2 y E4, para la transferencia de beneficios. La metodología de transferencia de valor unitario ajustado es el indicado para este caso.

Tabla 16*Análisis de Similitud de los Estudios E2 y E3 con la Comunidad de Taucca*

Criterios de Similitud	Correspondencia entre el bien del sitio de política y sitio de estudio para el SSEE de almacenamiento de carbono	
	E 2(2017) ³⁴	E 3(2018) ³⁵
El bien	Si	Si
El cambio	Si	Si

³² E2: Estudio 2; Valoración económica de los servicios ecosistémicos de regulación, de los bofedales del centro poblado de Chalhuanca, distrito de Yanque, provincia de Caylloma, región Arequipa.

³³ E4: Estudio 4; Valoración económica del almacenamiento de agua y carbono en la comunidad campesina Villa de Junín.

³⁴ E2: Estudio 2; Valoración económica de los servicios ecosistémicos de regulación, de los bofedales del centro poblado de Chalhuanca, distrito de Yanque, provincia de Caylloma, región Arequipa.

³⁵ E3: Estudio 3; Valoración económica del servicio de fijación y almacenamiento de carbono en la cobertura forestal – Parque Nacional del Huascarán

El lugar	Si	Si
La población afectada	Si	Si
El número y calidad de sustitutos	.?	.?
El mercado construido	Si	Si
Calidad del estudio	Si	Si
Método de transferencia a utilizar		
Transferencia de valor unitario directo	No	No
Transferencia de valor unitario ajustado	Si	Si
Transferencia de funciones	No	No

Fuente: Elaboración propia

El cuadro anterior muestra que los estudios E2 y E3 son adecuados para hacer la transferencia de beneficios. La transferencia de valor unitario ajustado es el método recomendable.

4.2.6. Diseño e implementación de la transferencia de beneficios

El presente estudio utiliza el método de transferencia valor unitario ajustado tal como se describe en los cuadros anteriores. Además, precisar que en algunos casos se utiliza el valor presente según el mercado de los bienes. Por ejemplo, se utiliza el valor social del carbono en el Perú.

Recordemos que, para aplicar el método de transferencia de valor unitario ajustado, necesitamos corregir el valor del bien o servicio a razón de tres escenarios. El primero es el tipo de cambio, cuya aplicación corresponde cuando es el estudio analizado es de un país diferente al sitio de política, el segundo es la inflación y permite actualizar los valores de los bienes de periodos anteriores al análisis realizado. El tercero y último corresponde al ingreso y se aplica a estudios de otros países y cuando existen diferencias en el nivel de ingresos en su población.

En el siguiente estudio utilizaremos la variante de inflación del método de transferencia del valor ajustado.

$$\text{Valor a transferir o valor actual} = 1 + \left(\frac{\text{IPC actual} - \text{IPC t}}{\text{IPC t}} \right) \times \text{Valor de estudio}$$

$$\text{FA}_{\text{ipc}} = 1 + \left(\frac{\text{IPC actual} - \text{IPC t}}{\text{IPC t}} \right)$$

Donde:

FA(ipc): Factor de ajuste de la inflación.

IPCt: Índice de Precios al Consumidor del año del estudio.

IPC actual: Índice de Precios al Consumidor del año a realizar la transferencia.

Determinación del factor de ajuste para los valores determinados por (Estrada, Bustos, Bejar, & Rendon, 2015).

Valor de ajuste para el servicio de almacenamiento de agua.

IPC diciembre del 2015: 113.71

IPC mayo de 2021: 129.53

$$\text{FA IPC} = 1 + ((129.53 - 113.71) / 113.71)$$

$$\text{FA IPC} = 1.1391$$

Determinación del factor de ajuste para los valores determinados por (Wiener, Hinojosa, Fernandez, & Steeb, 2003)

Valor de ajuste para el servicio de suministro de nutrientes³⁶.

IPC diciembre del 2003: 84.82

³⁶ IPC, con año base 2009=100. La Información se puede encontrar en la página: <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01270PM/html>

IPC mayo de 2021: 137.52

FA IPC = $1 + ((137.52 - 84.82) / 84.82)$

FA IPC = 1.621

Tabla 17

Implementación de la Transferencia de Beneficios

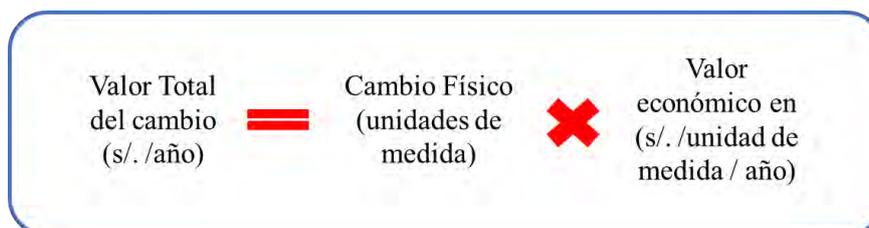
SSEE	Valor reportado S/.	Unidad de medida	Moneda	Periodo en que se determinó el valor	Método de valor unitario ajustado			Valor a transferir por unidad de medida S/.	
					Valor reportado S/.	IPC ³⁷ Factor de ajuste	Valor ajustado S/.		
Almacenamiento de agua	0.16	M3	Soles	2015	0.16	1.1391	0.185	0.185	
Calidad de Pasto	14.00	Kilo	Soles	2015	14.00	1.1391	15.947	14.00	
Provisión de leña	1,000.00	Tn	Soles	2015	1,000.00	1.1391	1,139.1	1,139.1	
Belleza escénica Recreación	5.00	Und	Soles	2015	5.00	1.1391	5.695	5.00	
Secuestro de carbono	7.17	Tn	Dólares TC (3.61)	2021	25.88	0	25.88	25.88	
Suministro de Nutrientes	N	1.5	kg	Soles	2003	1.5	1.621	2.43	2.43
	P	2.20	kg	Soles	2003	2.20	1.621	3.56	3.56
	K	1.40	kg	Soles	2003	1.40	1.621	2.26	2.26

Fuente: Elaborado a partir de los estudios de (Estrada, Bustos, Bejar, & Rendon, 2015), (Bustos, 2014) & Anexo 11: parámetros de evaluación social, de la Directiva001_2019EF6301.

4.2.7. Agregación de valores

Una vez determinada el valor unitario del cambio, se agregan los valores.

- Agregación del valor del servicio ecosistémico proveído



³⁷ Mide el nivel de los precios de los bienes y servicios que consumen las familias de los diversos estratos socioeconómicos. Se obtiene comparando a través del tiempo el costo de una canasta de bienes y servicios con base diciembre del 2011 (Banco Central de Reserva del Perú). La información del IPC se puede encontrar en la página: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/price-indexes/>

Agregación de valores para varios bienes.

$$\text{Valor Total del cambio} = \text{Valor Total del cambio 1} + \text{Valor Total del cambio 2} + \dots + \text{Valor Total del cambio n}$$

- Agregación de la valoración de la población afectada

$$\text{Valor Total del cambio} = \text{Numero de usuarios del bien} + \text{Valor económico en (s/. /unidad de medida / año)}$$

Tabla 18

Agregación del Valor Económico de Bienes y Servicios Ecosistémicos de la Comunidad de Taucca

SSEE		Cambio Físico del bien	Valor del cambio S/.	Valor anual del SSEE S/.
Almacenamiento de agua		2,483,922.64 m ³ /año	0.185	459,525.68
Calidad de Pasto		27,044.6 kg/año	14.00	378,624.0
Provisión de leña		13.45 Tn/año	1139.1	15,320.89
Belleza escénica Recreación		500 personas/año	5.00	2,500.00
Secuestro de carbono		13,114.67 Tn/año	25.88	339,407.66
Suministro de Nutrientes	N	7,480.14 kg/año	2.43	18,176.74
	P	43,277.97 kg/año	3.56	154,069.57
	K	14,612.99 kg/año	2.26	33,025.36
Valor Total del Cambio			S/. 1,400,649.90	

Fuente: Elaboración propia

El valor económico total de los servicios ecosistémicos de la comunidad de Taucca es 1,400,649.90 soles de forma anual.

4.3. Análisis Costo – Beneficio

En este ítem se determina los indicadores económicos, a partir del análisis costo-beneficio. Para esto se utilizaron los valores aproximados determinados en relación a

costos y beneficios que la infraestructura natural de la comunidad de Taucca provee a lo largo de 30 años.

Tabla 19

Indicadores de Rentabilidad según el Flujo de Caja Construido

Tasa Social de Descuento	5.50%
Indicadores de rentabilidad	
Valor Actual Neto (VAN)	S/ 11,684,179.39
Tasa Interna de Retorno (TIR)	18%
Beneficios/Costos (B/C)	3.02

Fuente: Elaboración propia

Los datos presentados en el cuadro anterior fueron analizados a partir de la construcción de un flujo de caja. Este recogió los costos de inversión, operación y mantenimiento, además de los beneficios estimados a partir del método de transferencia de beneficios.

Su análisis fue posible gracias a la utilización del software Excel versión 2019. Los resultados muestran que la inversión de 5,711,067.02 en infraestructura natural puede generar beneficios por la intervención. Estos actualizados al periodo inicial puede generar un retorno económico de hasta 11,101,914.88 soles una vez recuperado la inversión durante 30 años.

Se considero beneficios a partir del año 2, 3, 5 y 10 años según los tiempos estipulados según la metodología del sector ambiente para la formulación de Fichas Técnicas Estándar para proyectos de recuperación de ecosistemas andinos.

La tasa social de descuento utilizado es 5.5% según el Anexo 11: Parámetros de evaluación social. Este sugiere que para proyectos con horizonte de evaluación de más de 21 años y menores de 49 se utiliza una tasa de 5.5%. El análisis de la tasa interna de retorno muestra un resultado de 18% superior al COK o tasa social de descuento, por

lo tanto, la inversión es rentable. El TIR es superior a la tasa mínima aceptable por la inversión, esto demuestra que la inversión es conveniente.

La ratio B/C muestra que por cada sol invertido en infraestructura natural se puede obtener hasta tres veces en beneficios y/o servicios ecosistémicos.

4.3.1. Análisis de sensibilidad

Mediante el presente ítems se identifica las variables críticas y determinantes de los indicadores de rentabilidad. Se inicia con la determinación de elasticidad del VAN respecto a la inversión, ingreso del año 1, ingresos del año 30, inversión y tasa social de descuento.

Tabla 20

Elasticidad del VAN Respecto a la Variable Inversión

		Sensibilidad		Cambios porcentuales		
		Variación en la Variable	VAN	Variación en la Variable	Variación en el VAN	Elasticidad
INVERSION			S/ 11,101,914.88			
S/ 5,711,067.02	Io - 10%	5,139,960.32	11,643,248.25	-10%	4.88%	-48.760%
	Io - 5%	5,425,513.67	11,372,581.56	-5%	2.44%	-48.760%
	Io + 0%	5,711,067.02	11,101,914.88	0%	0.00%	
	Io + 5%	5,996,620.37	10,831,248.20	5%	-2.44%	-48.760%
	Io + 10%	6,282,173.72	10,560,581.51	10%	-4.88%	-48.760%

Fuente: Elaboración propia

La elasticidad del VAN respecto a cambios en la inversión es lineal y expresa los cambios en el VAN cuando la inversión varía en 1%. Este cambio asciende a 48.76%. Este monto sugiere una alta sensibilidad del VAN respecto a cambios en la inversión.

Tabla 21*Elasticidad del VAN Respecto a la Variable Ingreso del Año 1*

		Sensibilidad		Cambios porcentuales		
		Variación en la Variable	VAN	Variación en la Variable	Variación en el VAN	Elasticidad
INGRESO AÑO 1			S/ 11,101,914.88			
S/ 459,525.69	Io - 10%	413,573.12	11,060,628.68	-10%	-0.37%	3.719%
	Io - 5%	436,549.41	11,081,271.78	-5%	-0.19%	3.719%
	Io + 0%	459,525.69	11,101,914.88	0%	0.00%	
	Io + 5%	482,501.97	11,122,557.98	5%	0.19%	3.719%
	Io + 10%	505,478.26	11,143,201.08	10%	0.37%	3.719%

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la variable ingreso del año 1 la simulación de la elasticidad del VAN sugiere un cambio de 3.719%. Este cambio es a raíz de la variación en 1% en la variable ingreso.

Tabla 22*Elasticidad del VAN Respecto a la Variable Ingreso del Año 30*

		Sensibilidad		Cambios porcentuales		
		Variación en la Variable	VAN	Variación en la Variable	Variación en el VAN	Elasticidad
INGRESO AÑO 30			S/ 11,101,914.88			
S/ 1,400,649.91	Io - 10%	1,260,584.92	11,075,276.77	-10%	-0.24%	2.399%
	Io - 5%	1,330,617.41	11,088,595.83	-5%	-0.12%	2.399%
	Io + 0%	1,400,649.91	11,101,914.88	0%	0.00%	
	Io + 5%	1,470,682.41	11,115,233.93	5%	0.12%	2.399%
	Io + 10%	1,540,714.90	11,128,552.99	10%	0.24%	2.399%

Fuente: Elaboración propia

En el mismo sentido una variación del 1% en la variable ingreso del año 30 genera una variación del 2.399% en el VAN. Este cambio es lineal.

Tabla 23

Elasticidad del VAN Respecto a la Variable Tasa Social de Descuento

		Sensibilidad				
		Variación en la Variable	VAN	Variación en la Variable	Variación en el VAN	Elasticidad
TASA SOCIAL DE DESCUENTO			S/ 11,101,914.88			
5.50%	Io - 10%	4.95%	12,346,998.08	-10%	11.22%	-112.150%
	Io - 5%	5.23%	11,708,161.31	-5%	5.46%	-109.215%
	Io + 0%	5.50%	11,101,914.88	0%	0.00%	
	Io + 5%	5.78%	10,526,317.47	5%	-5.18%	-103.693%
	Io + 10%	6.05%	9,979,556.78	10%	-10.11%	-101.096%

Fuente: Elaboración propia

Cambios en la tasa social de descuento no muestran una curva lineal en referencia a cambios del VAN cuando varía la tasa social de descuento. Este sugiere que cambios del 1% en la tasa social de descuento puede generar cambios de hasta el 112% en el VAN.

Tabla 24

Nivelando el VAN

a). Nivelando Costo de Inversión para que VAN =0

RPTA	
	Alternativa 01
Inversión	17,423,587.2

b). Nivelando ingresos del año 1 para que VAN =0

RPTA	
	Alternativa 01
Ingresos	- 11,897,183.1

Fuente: Elaboración propia

Este cuadro muestra el caso de las variables inversión e ingresos, cuyos cambios a 17,423,587.2 y -11,897,183.1 hacen que el VAN sea cero. Esto sugiere que si estas

variables varían y pasan este límite la inversión del proyecto y/o política se hace no rentable.

Tabla 25

Análisis de Sensibilidad del VAN Respecto a la Variable Crítica de Inversión

Análisis de Sensibilidad			
a). Univariante: (Variable Crítica Inversión)			
	Variación absoluta	VAN	Variación porcentual
Inversión		S/ 11,101,914.88	
	S/ 3,997,746.91	S/ 12,725,914.98	-30%
	S/ 4,283,300.27	S/ 12,455,248.30	-25%
	S/ 4,568,853.62	S/ 12,184,581.61	-20%
	S/ 4,854,406.97	S/ 11,913,914.93	-15%
	S/ 5,139,960.32	S/ 11,643,248.25	-10%
	S/ 5,425,513.67	S/ 11,372,581.56	-5%
	S/ 5,711,067.02	S/ 11,101,914.88	0%
	S/ 5,996,620.37	S/ 10,831,248.20	5%
	S/ 6,282,173.72	S/ 10,560,581.51	10%
	S/ 6,567,727.07	S/ 10,289,914.83	15%
	S/ 6,853,280.42	S/ 10,019,248.14	20%
	S/ 7,138,833.78	S/ 9,748,581.46	25%
S/ 7,424,387.13	S/ 9,477,914.78	30%	

Fuente: Elaboración propia

En un escenario de cambio en (+/-) 30% en la inversión de 5,711,067.02, de VAN 11,101,914.88, los beneficios netos obtenidos por la intervención actualizados al periodo inicial luego de compensar la inversión realizada son igual a 9,477,91478 y 12,725,914.98 soles en el caso de los escenarios extremos (+/-30%).

Tabla 26

Análisis de Sensibilidad del VAN Respecto a la Variable Crítica de Ingreso del Año 1

Análisis de Sensibilidad			
b). Univariante: (Variable Crítica Ingreso año 1)			
	Variación absoluta	VAN	Variación porcentual
Ingreso año 1		S/ 11,101,914.88	
	S/ 321,667.98	S/ 10,978,056.29	-30%
	S/ 344,644.27	S/ 10,998,699.39	-25%
	S/ 367,620.55	S/ 11,019,342.49	-20%
	S/ 390,596.84	S/ 11,039,985.58	-15%
	S/ 413,573.12	S/ 11,060,628.68	-10%
	S/ 436,549.41	S/ 11,081,271.78	-5%
	S/ 459,525.69	S/ 11,101,914.88	0%
	S/ 482,501.97	S/ 11,122,557.98	5%
	S/ 505,478.26	S/ 11,143,201.08	10%
	S/ 528,454.54	S/ 11,163,844.17	15%
	S/ 551,430.83	S/ 11,184,487.27	20%
	S/ 574,407.11	S/ 11,205,130.37	25%
	S/ 597,383.40	S/ 11,225,773.47	30%

Fuente: Elaboración propia

Los ingresos del año 1 al año 30 corresponden a valores económicos de los beneficios ambientales. El objeto del análisis de sensibilidad es analizar hasta cuanto la variación de estos valores puede determinar o no la rentabilidad de inversiones de infraestructura natural. Los resultados demuestran que cambios de +/- 30% en el ingreso del año 1 no afectan en demasía la rentabilidad del proyecto medido por su VAN. En todos los casos el VAN es alto positivo y mayor a cero.

Tabla 27

Análisis de Sensibilidad Bivariante del VAN Respecto a las Variables Críticas de Inversión y COK

b). Bivariante: (Variables Críticas: Inversión - COK)		Inversión						
		-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%
COK	11,101,914.88	3,997,746.9	4,568,853.6	5,139,960.3	5,711,067.0	6,282,173.7	6,853,280.4	7,424,387.1
	3.85%	16,921,980.2	16,372,046.0	15,822,111.8	15,272,177.5	14,722,243.3	14,172,309.1	13,622,374.8
	4.13%	16,126,061.4	15,577,579.6	15,029,097.7	14,480,615.9	13,932,134.1	13,383,652.3	12,835,170.4
	4.40%	15,372,025.4	14,824,988.3	14,277,951.2	13,730,914.2	13,183,877.1	12,636,840.0	12,089,802.9
	4.68%	14,657,305.3	14,111,705.4	13,566,105.5	13,020,505.6	12,474,905.7	11,929,305.8	11,383,705.9
	4.95%	13,979,508.9	13,435,338.6	12,891,168.4	12,346,998.1	11,802,827.8	11,258,657.5	10,714,487.3
	5.23%	13,336,405.6	12,793,657.5	12,250,909.4	11,708,161.3	11,165,413.2	10,622,665.1	10,079,917.0
	5.50%	12,725,915.0	12,184,581.6	11,643,248.2	11,101,914.9	10,560,581.5	10,019,248.1	9,477,914.8
	5.78%	12,146,095.4	11,606,169.4	11,066,243.5	10,526,317.5	9,986,391.5	9,446,465.5	8,906,539.5
	6.05%	11,595,134.4	11,056,608.6	10,518,082.7	9,979,556.8	9,441,030.9	8,902,505.0	8,363,979.1
	6.33%	11,071,339.3	10,534,206.3	9,997,073.2	9,459,940.2	8,922,807.2	8,385,674.1	7,848,541.1
	6.60%	10,573,128.4	10,037,381.0	9,501,633.7	8,965,886.3	8,430,138.9	7,894,391.5	7,358,644.2
	6.88%	10,099,023.4	9,564,654.6	9,030,285.7	8,495,916.9	7,961,548.0	7,427,179.2	6,892,810.3
	7.15%	9,647,641.8	9,114,644.4	8,581,647.0	8,048,649.6	7,515,652.2	6,982,654.8	6,449,657.4

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de elasticidad del VAN las variables críticas del proyecto corresponden a la inversión y el costo de oportunidad del capital o lo que es la tasa social de descuento. En cualquiera de las combinaciones COK-inversión el VAN es positivo y superior a 6 millones. Estos resultados demuestran la confiabilidad y rentabilidad de la inversión, puesto que en todos los casos el principal indicador de rentabilidad es positiva.

CONCLUSIONES

La presente investigación estima aproximaciones a los valores reales a partir de la experiencia de Infraestructura Natural implementada en Taucca. En referencia a los costos que provienen de las intervenciones con una infraestructura, se sabe que se encuentran asociadas a la inversión realizada para su implementación. Estos corresponden a la compra de plántulas, transporte, uso de herramientas manuales, costos asociados a las plantaciones realizadas, construcción de zanjas de infiltración, construcción de terrazas, recuperación de cochas y el valor de las faenas realizadas anualmente. Dichas actividades se realizan aproximadamente dos veces al año. Utilizando valores de las inversiones con infraestructura natural en comunidades aledañas se estimó que en la comunidad de Taucca se hizo una inversión de 8,637.95 soles por ha, teniendo una suma total de 5,711,067.02 soles por las 661.16 has de la comunidad de Taucca. Las faenas anuales de mantenimiento de la infraestructura ascienden a aproximadamente 5,030 soles.

La comunidad de Taucca estima que la infraestructura natural está relacionada a los servicios ecosistémicos hídricos, los cuales son la regulación hídrica, el almacenamiento de agua y calidad de agua. Asimismo, afirman la importancia para el control de erosión, recuperación de pastizales, mejoramiento del paisaje, recuperación de población animal y vegetal e incluso aparición de nuevas especies en la zona. En referencia a los sistemas agroforestales y sistemas aterrazados los pobladores identifican el suministro de nutrientes y se puede observar la alta carga orgánica en el suelo. Estas condiciones permiten obtener una alta productividad de papa por ha de cultivo.

La valoración de los beneficios que provee la infraestructura natural de la comunidad de Taucca, calculado a través del método de transferencia de beneficios, se aproxima a 459,525.69 soles los primeros años de funcionamiento y S/. 1,400,649.90 a lo largo de los últimos años.

Los beneficios directos e indirectos de la infraestructura natural en la comunidad de Taucca presentan un impacto positivo en el desarrollo de la comunidad de Taucca. La recuperación de las Qochas de Chinchaq y Cusicocha permitió incrementar la disponibilidad de agua para riego en la comunidad, la recuperación de pastizales permitió incrementar la carga animal, la mejora de paisaje permitió desarrollar investigaciones variadas y es motivo de varias pasantías especialmente de comunidades de Puno, Apurímac, Cusco. La variada diversidad y recuperación de sistemas agroforestales, sistemas de terrazas, plantas tintóreas y medicinales permiten el desarrollo de servicios turísticos en el marco del Turismo Rural Comunitario.

Las acciones de infraestructura natural son rentables, pueden generar un retorno económico de hasta 3 veces por cada sol invertido. El valor actual neto estimado a través del caso de la comunidad de Taucca asciende a S/ 11,684,179.39, este es positivo y mayor a cero. Además, la tasa interna de retorno es de 18% superior al costo de oportunidad del Capital.

RECOMENDACIONES

La estimación del valor de beneficios ecosistémicos de Infraestructura Natural utilizando el método de Transferencia de Beneficios es posible tal como se demuestra con el presente trabajo, sin embargo, para dinamizar su utilidad será importante construir un repositorio de estudios de valoración económica que faciliten el análisis económico para la toma de decisiones. Este debe contener la identificación del bien, cambio en el bien, y una sólida caracterización física y socioeconómica del sitio de estudio.

Existen vacíos de información académica en el nivel de efectividad de las intervenciones de infraestructura natural, se sugiere implementar estudios de impacto hidrológico y otros servicios ecosistémicos para medir y/o cuantificar los cambios en la provisión del bien.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera , F., & Alcántara , V. (2011). *De la economía ambiental a la economía ecologica*. Federico Aguilera Klink, Vicent Alcántara: CIP-Ecosocial.
- Aguilera Díaz, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas . *Cofin Habana*.
- Banco Mundial . (2006). *Análisis Ambiental del Perú: Retos para un desarrollo sostenible* . Lima: Banco Mundial.
- Bellido , A. (2017). La maximización del bienestar económico de la sociedad. Una revisión del óptimo bienestar . *Catedra Villarreal* , 235-247.
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Colombia: Pearson Educacion .
- Blossiers, J., Deza , C., León, B., & Samané, R. (2000). *Agricultura de laderas a través de andenes, Perú*. Lima.
- Bustamante , M., & Ochoa , E. (2014). *Guía práctica para la valoración de servicios ecosistémicos en Madre de Dios*. Madre de Dios : WWF y SNV.
- Bustos, L. (2014). *Caracterización y evaluación de las prácticas de manejo en pastizales naturales como adaptativas al cambio climático en la microcuenca Piuray, distrito de Chinchero, provincia de Urubamba – Cusco (4000 – 4600 m.s.n.m)*. Cusco, Perú: Tesis de pre-grado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Cachanosky , I. (2012). Eficiencia técnica, eficiencia económica y eficiencia dinámica. *Revista europea de economía política* , 51-80.
- Catalan, H. (2014). Curva ambiental de Kuznets: implicancias para un crecimiento sustentable . *Economía Informa* , 19-37.
- Cervantes, R. (2021). *Costo Efectividad del manejo de ecosistemas altoandinos en la regulación hídrica de la unidad hidrográfica de Rontococha, Abancay - Apurímac* . Lima, Perú: Tesis doctoral. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- CMNUCC. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Nueva York.
- Cohen , E., & Franco , R. (1992). *Evaluación de proyectos sociales* . Mexico : Siglo XXI editores .
- Cristeche, E., & Penna , J. (2008). *Métodos de valoración económica de los servicios ambientales* . Buenos Aires - Argentina : Instituto Naciona de Tecnología Agropecuaria .
- Cuadrado, J. R. (2012). Las políticas de desarrollo regional y el conflicto eficiencia y equidad . *Universidad de Alcalá - Madrid* , 1-37.
- Echevarría, M., Zavala , P., Coronel, L., Montalvo , T., & Aguirre , L. (2015). *Infraestructura Verde en el sector agua potable en América Latina y el Caribe: tendencias, retos y oportunidades* . Lima : EcoDecisión, The Nature Conservancy y Forest Trends.

- Escalante , R., & Catalán , H. (2005). Economía ambiental: una revision tematica y bibliografia actual. *Economia informa* , 102-116.
- Espinal , N. E., & Gómez, J. D. (2011). Experimentos de eleccion: una metodologia para hacer valoracion economica de bienes de no mercado . *Ensayos de economia* , 211 - 242.
- Estrada, A., Bustos, L., Bejar, J., & Rendon, E. (2015). Acciones de manejo y conservación de suelos y pastizales en la comunidad de Tauca, servicios ecosistémicos y su valor económico. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 1-13.
- FAO & PNUD. (2019). *Guia de analisis costo - beneficio. Aplicacion para medidas de adaptacion al cambio climatico en el sector agropecuario en Uruguay*. Montevideo - Uruguay.
- FAO. (2007). *Situacion de los bosques del mundo* . Roma : Subdirección de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica.
- FAO. (2017). *Agroforesteria para la restauracion del paisaje: Explorando el potencial de la agroforesteria para mejorar*. Roma : FAO.
- FAO. (2018). *Guia de buenas practicas para la gestion y uso sostenible de los suelos en areas rurales* . Bogota - Colombia : FAO Y MADS.
- Field, B. C., & Field, M. K. (2017). *Economia Ambiental*. Nueva York - EEUU.: Mc Graw Hill.
- Flores, J. P., Martinez, E., Pizarro, R., & Sanguesa, C. (2004). *Zanjas de Infiltracion*. Talca - Chile: Impreso Intacto Ltda.
- Flores, M. I. (2007). las variables : estructura y funcion en hipotesis. *Investigacion Educativa*, 179.
- Fontaine , E. (2008). *Evaluacion social de proyectos* . Juarez - Mexico: Pearson .
- Gobierno Regional del Cusco. (2012). *Estrategia regional frente al cambio climatico* . Cusco: Danny's Graff E.I.R.L.
- Guaman Poma de Ayala. (2008). *Plan de afianzamiento Hídrico de la microcuena Piuray Ccorimarca*. Cusco.
- Hernandez Sampieri, R. (2010). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: Interamericana Editores S.A.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodologia de la investigacion* (Sexta edicion ed.). Mexico: Mc Graw Hill Education.
- IPCC. (2014). *Cambio climatico 2014. informe de sintesis. Contribucion de los grupos de trabajo I,II y III al quinto informe de evaluacion del grupo intergubernamental de expertos sobre cambio climatico*. Suiza.
- Landaure , J. C. (28 de Junio de 2016). *Conexion ESAN*. Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/06/costos-de-inversion-y-de-operacion-en-la-formulacion-de-un-proyecto/>
- Leon , F. (2007). *El aporte de las areas naturales protegidas a la economia nacional* . Lima .

- Leon , F. (2016). *Inversion en infraestructura natural: Haciendo sostenibles las inversiones en infraestructura fisica*. Lima.
- León, F. (2016). *Inversión en Infraestructura natural. Haciendo sostenibles las Inversiones en Infraestructura física*. Lima: GIZ.
- López, M. (17 de enero de 2014). *Perú es el tercer país más vulnerable del mundo al cambio climático*. Obtenido de Servindi: <https://www.servindi.org/actualidad/99300>
- Mango, V. (2017). *Valoración económica de los servicios ecosistémicos de regulación, de los bofedales del centro poblado de Chalhuanca, distrito de Yanque, provincia de Caylloma, región Arequipa*. Arequipa, Perú: Tesis de pre-grado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Martinez de Azagra , A., Mongil, J., & Del Rio, J. (2009). *Modipé, Estudios de casos y ejemplos*. Palencia - España: Oasificacion .
- Martinez de Azagra, A., Mongil, J., Rio, D., & Jorge. (2009). *MODIPÉ: Estudio de casos y ejemplos*. Palencia-España.
- Mendaza, M. (2015). *La curva medioambiental de Kuznets: ¿un modelo fiable sobre la degradacion ambiental? trabajo fin de grado*. Universidad de La Rioja, La Rioja.
- Mendieta, J. C. (2000). *Economia Ambiental* . Santa Fe - Bogota : Universidad de los Andes.
- Meneses, R., & Zamora, N. (2018). *Valoración económica del servicio de fijación y almacenamiento de carbono en la cobertura forestal - parque nacional del Huascarán*. *Catedra Villarreal*, 6(1), 67-74. doi:<http://dx.doi.org/10.24039/cv201861255>
- MINAGRI. (2014). *Terrazas de banco (Andenes)*. Ayacucho : Direccion zonal AGRORURAL Ayacucho.
- Ministerio del Ambiente . (2016). *Guia metodologica de transferencia de beneficios* . Santiago - Chile: Gestion y politica ambiental DICTUC S.A.
- Ministerio del ambiente. (2015). *Manual de valoracion economica del patrimonio natural*. Lima - Perú: Ministerio del Ambiente .
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Guia de valoracion economica del patrimonio natural* . Lima - Perú: Ministerio del Ambiente .
- Mogas , J. (2004). *Metodos de preferencias reveladas y declaradas en la valoracion de impactos ambientales* . *Ekonomiaz* , 12 - 29.
- Osorio Múnera , J. D. (julio de 2006). *El metodo de transferencia de beneficios para la valoracion economica de servicios ambientales: estado del arte y aplicaciones*. *Semestre economico*, 9(18), 107-124. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1650/165013669005.pdf>
- Osorio, J. D. (2016). *El metodo de transferencia de beneficios para la valoracion economica de servicios ambientales: estado de arte y aplicaciones* . *Semestre Economico* , 107-124.
- Ospina, A. (2001). *Agroforesteria: definicion y concepto*. En M. A. Caribe(MAELA), *Agroforesteria en America Latina experiencias locales* (pág. 120). Buga-Colombia: MAELA.

- PACC. (2014). *Las qochas rusticas, una alternativa en los andes para la siembra y cosecha de agua en un contexto de cambio climatico* . Cusco: PACC Perú.
- PDRSC & GTZ. (2014). *Tecnologias de manejo y conservacion de recursos naturales, para reducir la vulnerabilidad frente a fenomenos naturales y socionaturales*. Cajamarca.
- Pindyck, R., & Rubinfeld, D. (2009). *Microeconomia* . Madrid-España : Pearson Educacion, S.A. .
- Postigo, W. (2013). Alcances y limitaciones del analisis costo beneficio para proyectos ambientales y de cambio climatico CLIMÁTICO William Postigo De la Motta. *PAIDEIA XXI*, 33-46.
- Proyecto FDI - CORFO. (2004). *Zanjas de Infiltracion* . Talca - Chile: Sociedad estandares de ingenieria para aguas y suelos Ltda.,
- Reynel, C., & Felipe-Morales, C. (1987). *Agroforesteria tradicional en los Andes del Perú: Un inventario de tecnologias y especies para la integracion de la vegetacion leñosa a la agricultura* . Lima : Proyecto FAO.
- Riera, P. (1994). *Manual de valoracion contingente* .
- Robles, C. L. (2012). *Costos historicos* . Mexico : Red tercer milenio S.A.C.
- Santa Cruz, Y., Ordoñez, P., Huamani, U., & Camiloaga, F. (2008). *Cosecha de agua, una practica ancestral: Manejo sostenible de las praderas naturales* . Lima: DESCO.
- Sarmiento, R. L., & Castellanos, P. (2008). La eficiencia economica: Una aproximacion teorica . *Cuadernos latinoamericanos de administracion* , 19-28.
- SEMARNAT. (2009). *Cambio climatico. Ciencia, evidencia y acciones*. Tlalpan - Mexico .
- Tennigkeit, T., & Wilkes, A. (2008). *Las Finanzas del Carbono de los Pastizales, Una evaluación del potencial en los pastizales comunales* . Kunming, China: World Agroforestry Centry.
- Tillmann, T., & Bueno de Mesquita, M. (2014). *II Congreso internacional de terrazas: Encuentro de culturas y saberes de terrazas del mundo* . Cusco: Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolome de las Casas.
- Torres, S., & Diaz, P. (2014). El analisis coste-beneficio aplicado al medio ambiente: repaso metodologico, criticas y problematica asociada . *Revista Vozes dos Vales: Publicacoes Academicas*, 1-25.
- Union Europea . (2014). *Construir una infraestructura verde para Europa* . Belgica .
- Valdés, P., & Foulkes, M. D. (2016). La infraestructura verde y su papel en el desarrollo regional aplicacion a los ejes recreativos y culturales de resistencia y su area metropolitana . En *CUADERNO URBANO. Espacio, cultura, sociedad* (págs. 45-70). Resistencia Argentina : Universidad Nacional del Nordeste Argentina .
- Villa Balbin, M. A., & Chupan Minaya, L. A. (2015). Valoracion economica del almacenamiento de agua y carbono en la comunida campesina Villa de Junin. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 5(2). doi: <http://dx.doi.org/10.18259/acs.2015033>

Wiener, H., Hinojosa, L., Fernandez, W., & Steeb, T. (2003). *Analisis costo-beneficio de las practicas de conservacion de suelos en Cusco y Apurimac*. Cusco: Proyecto Manejo Sostenible de Suelos y Agua en Laderas y Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolome de Las Casas.

ANEXO

1. Operacionalización de Variables

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Costo- Beneficio	Los costos son los impactos negativos asociados a una decisión las consecuencias que se quieren evitar o minimizar y los beneficios son los valores positivos que buscamos obtener o maximizar (Cohen & Franco , 1992)	Infraestructura Natural / Verde	Es la red de espacios naturales que conservan los valores y funciones de los ecosistemas, proveyendo servicios ecosistémicos ³⁸ .	Costos Directos	Materiales Insumos Sueldos y salarios Diseño y estudios
					Materiales Insumos Sueldos y salarios Área de cierre
					Materiales Insumos Sueldos y salarios Frecuencia de intervención
				Costos indirectos	Si hubiera
				Beneficios Directos	Ph de agua Pureza del agua Calidad de agua Fertilidad del suelo Compactación del suelo Forraje para ganado Medicina Leña Almacenamiento de agua Secuestro de carbono Belleza escénica Servicios ecosistémicos
Beneficios Indirectos	Servicios Ecosistémicos				
Intangibles	Solo basta ser identificados (externalidades no mensurables) Servicios ecosistémicos				

Fuente: Elaboración propia

³⁸ Decreto Supremo N° 284-2018-EF: Decreto Legislativo que crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones.

2. Encuesta Socioeconómica

Estimado(a), buen día las siguientes preguntas son para desarrollar el trabajo de investigación titulada “Análisis costo-beneficio de las intervenciones voluntarias con agroforestería y zanjas de infiltración en la comunidad de Taucca, distrito de Chinchero”, para lo cual solicito un espacio de su tiempo responder estas preguntas, muchas gracias.

1.- Datos de la familia

Nombre del jefe de hogar	Edad	N° de miembros en su familia	Material predominante de su vivienda	N° de parcelas de la familia		N° de Parcelas con prácticas de manejo	
				Con riego	Sin riego	agroforestería	Zanjas de infiltración

2.- Actividad económica

	Padre	Ingreso mensual	Madre	Ingreso mensual	Hijo, hija mayor	Ingreso mensual
Ocupación principal						
Ocupación secundaria						

2.1.- Tenencia de ganado

	N°	Cantidad vendida al año	Precio de venta
vacuno			
ovino			
porcino			
Cuyes			
otros			

2.2.- Respecto al uso de suelos ¿Cuáles fueron los principales cultivos de hace 10 años y cuales son ahora?

Cultivos de hace 10 años	Cultivos de ahora

¿Por qué cambio el tipo de cultivo?.....

3.- Practicas de conservación de agua y suelo

3.1- ¿Realizas prácticas de conservación de agua y suelo? Si() No()

¿Qué prácticas?

.....

¿Porqué?

.....

3.2) ¿Con cuántos metros lineales de zanjas de infiltración cuenta usted?

.....

3.3) ¿Cuál es el número de plantas plantadas por usted?

Nº	Especie forestal	Cantidad plantada	Costo por planta S/.

3.4) Que herramientas utiliza para construir las zanjas de infiltración y realizar la forestación?, puede marcar más de una alternativa

a) Pico b) Pala c) Tira pie b) nivel A c)
 otros.....

3.5) ¿Cuál es el costo de cada uno de los plántones?

.....

3.6) ¿Cuántos jornales utilizo para construir Zanjas de infiltración?

.....

3.7) ¿Cuántos jornales utilizo para plantar los plántones?

.....

3.8) ¿Pagó por apoyo técnico para la construcción de las zanjas de infiltración y la agroforestería?

a). Si, ¿cuánto? b). 2 no

3.9) ¿Recibió algún apoyo económico de alguna institución y cuánto?

a). Si, Institución.....¿cuánto? b). 2 no

3.10) ¿Cuántas veces al año haces mantenimiento de zanjas de infiltración y sistema agroforestal y cuantos jornales utiliza?

Actividad	Nº de intervenciones	Nº de jornales utilizados	Costo por Jornal
Zanjas de infiltración			
Agroforestería			

3.11) ¿A qué actividad económica dedica las áreas con presencia de zanjas de infiltración o forestación?

a). agricultura b). ganadería c). Hortalizas d). Conservación

3.12) ¿Cuántas veces al año realiza construcción de zanjas y forestación?

a). 1 vez al año b). 2 veces al año c). 4 veces al año d). Mas de 4 veces al año

3.13) ¿Qué aspectos negativos le genera la Agroforestería?

.....
.....

3.14) ¿Qué aspectos negativos le genera las zanjas de infiltración?

.....
.....

3.15) ¿Qué aspectos negativos genera a la sociedad estas intervenciones?

.....
.....
.....

3.16) ¿Como calificas el control de erosión con la presencia de las zanjas de infiltración y agroforestería?

a). Excelente b). Bueno c). Regular d). Malo

3.17) ¿Como calificas la fertilidad del suelo con la presencia de las zanjias de infiltración y agroforestería?

- a). Excelente b). Bueno c). Regular d). Malo

3.18) ¿Como calificas la humedad del suelo con la presencia de las zanjias de infiltración y agroforestería?

- a). Excelente b). Bueno c). Regular d). Malo

3.19) ¿Como calificas la recarga de acuíferos con la presencia de las zanjias de infiltración y agroforestería?

- a). Excelente b). Bueno c). Regular d). Malo

3.20). ¿Cómo califica usted la importancia de forestación en el cambio climático?

- a). Muy importante b). Importante c). Poco importante d). Nada importante

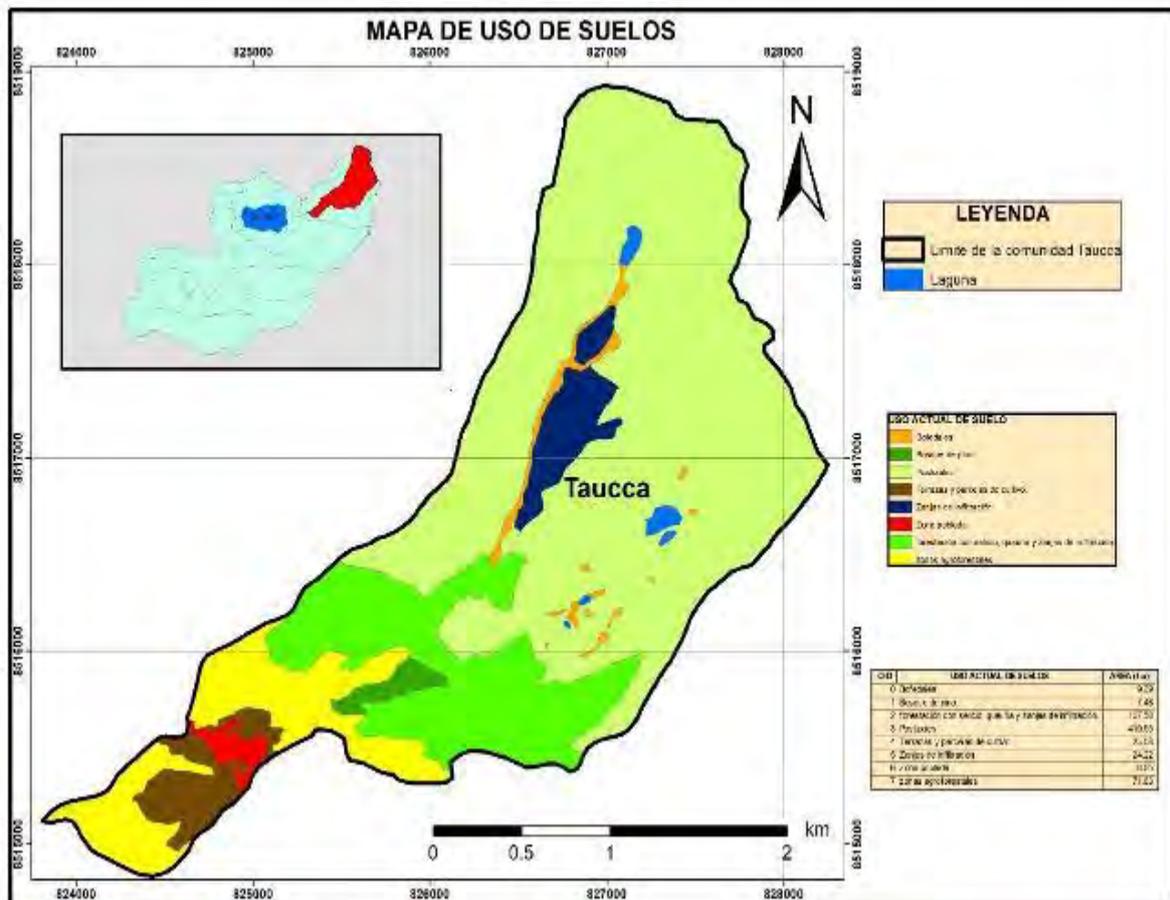
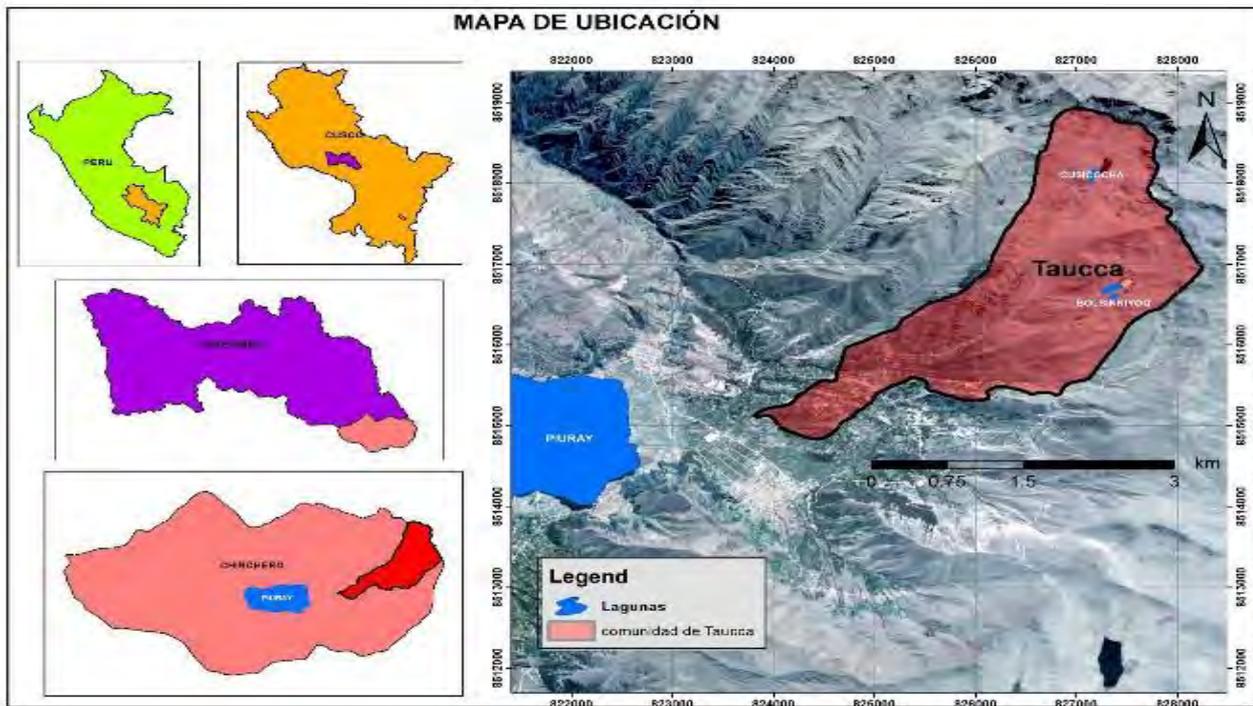
3.21). ¿Qué beneficios cree que le genera a usted los trabajos que de zanjias de infiltración y agroforestería? o ¿Qué funciones cumple estos trabajos?

.....
.....
.....

3.22) ¿Qué beneficios cree que le genera a la sociedad los trabajos que de zanjias de infiltración y agroforestería? o ¿Qué funciones cumple estos trabajos?

.....
.....
.....

3. Mapas



USO ACTUAL DE SUELO

	Bofedales
	Bosque de pino
	Pastizales
	Terrazas y parcelas de cultivo.
	Zanjas de Infiltración
	Zona poblada
	forestación con seticio, queuña y zanjas de infiltración.
	zonas agroforestales

OID	USO ACTUAL DE SUELOS	AREA (ha)
0	Bofedales	9.39
1	Bosque de pino	7.46
2	forestación con seticio, queuña y zanjas de infiltración.	107.58
3	Pastizales	410.55
4	Terrazas y parcelas de cultivo.	23.58
5	Zanjas de Infiltración	24.22
6	Zona poblada	6.55
7	zonas agroforestales	71.83

4. Valores reportados para implementar la transferencia de beneficios

SSEE		Valor reportado	Unidad	Moneda	Periodo en que se determinó el valor
Almacenamiento de agua		0.1625	M3	Soles	2015
Calidad de Pasto		14.00	Kilo	Soles	2015
Provisión de leña		1000.00	Tn	Soles	2015
Belleza escénica Recreación		5.00	Und	Soles	2015
Secuestro de carbono		7.17	Tn	Dólares TC (3.61)	2021
Suministro de Nutrientes	N	1.5	kg	Soles	2003
	P	2.20	kg	Soles	2003
	K	1.40	kg	Soles	2003

Fuente: Elaborado a partir de los estudios de (Estrada, Bustos, Bejar, & Rendon, 2015), (Bustos, 2014) & Anexo

11: Parámetros de evaluación social, de la Directiva001_2019EF6301.

5. Anexo Fotográfico

Imágenes tomadas entre setiembre y octubre del año 2019.

Sistemas de zanjas de infiltración	Recuperación de Qochas
	
Sistemas agroforestales	Sistemas de plantaciones
	
Uso de plantas como tintes naturales	Uso de tallos como combustible
	
Terrazas y sistemas agroforestales	Zanjas de infiltración y plantaciones en camellones



Plantaciones de Pino



Carga orgánica en los suelos



Control de erosión en los suelos



Captación de agua en Cusicharan



Recojo de leña



Recuperación de pastizales

