UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

ESCUELA DE POSTGRADO

NIVEL DE ACEPTACIÓN DE SERVICIOS BÁSICOS ECOLÓGICOS COMO ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CENTRO POBLADO DE MACASHCA, HUARAZ, 2012-2013

Tesis para optar el grado de Maestro
en Políticas Sociales
Mención en Gerencia de Proyectos y Programas Sociales

PEDRO LUIS DE LA CRUZ ROPA

Asesor: **Dr. EDWIN JULIO PALOMINO CADENAS**

Huaraz - Perú
2017

Nª Registro T0537

MIEMBROS DEL JURADO

***Doctor* Pedro Liberato Valladares Jara** **Presidente**

_____

***Doctor* Armando Pasco Ames** **Secretario**

_____

***Doctor* Edwin Julio Palomino Cadenas** **Vocal**

_____

ASESOR

***Doctor* Edwin Julio Palomino Cadenas**

AGRADECINIENTO

El agradecimiento a mi esposa Norma Delia y con especial estimación a mis queridos hijos: **Thalía Mirella, Xiomara Tatiana y Fabricio Luis Stefano**, quienes estuvieron presentes en los momentos felices y adversos para concretar mi objetivo.// **Pedro Luis.**

Dedico este trabajo producto de todo mi esfuerzo y contracción a mi formación profesional; a la memoria de mis queridos padres (Venancio y Eugenia).//

ÍNDICE

		Página
Resumen		ix
Abstract		x
I.	INTRODUCCIÓN	1-3
	1.1. Objetivos	3
	1.2. Hipótesis	4
	1.3. Variables	4
II.	MARCO TEÓRICO	5
	2.1. Antecedentes	5
	Nivel Internacional	5-8
	Nivel Nacional	8-9
	2.2. Bases teóricas	9
	Situación actual del saneamiento básico rural	9
	Saneamiento ecológico	10-12
	Sistema de baño seco	12-14
	Calidad de agua	15-17
	Depuración de aguas residuales	17-19
	Importancia del saneamiento ecológico	19-20
	Descripción del Centro Poblado de Macashca – Huaraz	20-26
	2.3. Definición de términos	26-31
III.	METODOLOGIA	32
	3.1. Tipo y diseño de investigación	32- 41
	3.2. Diseño de la Investigación	32

3.3. Plan de recolección de la información y/o diseño estadístico 41

Población 41

Muestra 41

3.4. Instrumento(s) de recolección de la información 42

3.5. Plan de procesamiento y análisis estadístico de la información 42- 45

IV. RESULTADOS 46

4.1. Sistema de purificación de agua 46- 47

4.2. Aceptación del sistema de purificación del agua 47

4.3. Sistema de humedal artificial 48

4.4. Baño seco 49-50

4.5. Contrastación de hipótesis 50

V. DISCUSIÓN 51

5.1. Sistema de purificación de agua 51-52

5.2. Sistema de humedal artificial 52

5.3. Sistema de baño seco 52-55

VI. CONCLUSIONES 56

6.1. Conclusión general 56

6.2. Conclusiones específicas 56-57

VII. RECOMENDACIONES 58-59

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA 60 - 64

IX. ANEXO 65-73

RELACIÓN DE ACRÓNIMOS

1. CAN Comunidad Andina de Naciones.
2. CO_2 Dióxido de Carbono
3. CMCC Convención Marco sobre el Cambio Climático.
4. ECOSAN Saneamiento Ecológico.
5. FEMSA Fomento Económico Mexicano S.A.M. de C.V.
6. IMTA Instituto Mexicano de Tecnología de Agua.
7. IPCC Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.
8. JASS Junta Administradora de Servicios y Saneamiento.
9. MEF Ministerio de Economía y Finanzas.
10. MINEDU Ministerio de Educación.
11. MINSA Ministerio de Salud.
12. ONGs Organizaciones no Gubernamentales.
13. OMS Organización Mundial de la Salud.
14. ONU Organización de las Naciones Unidas.
15. OPS Organización Panamericana de la Salud.
16. PIB Producto Bruto Interno.
17. PNUD Programa de las Naciones Unidad para el Desarrollo.
18. SAO Sustancias que Agotan la Capa de Ozono.
19. SAMARNAP Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
20. UFC Unidades Formadoras de Colonia.
21. UNICEF Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.

RESUMEN

El propósito de la presente investigación fue la construcción de un sistema de suministro de agua con filtro de arena y arcilla, un baño seco (baño ecológico) para la reutilización de las excretas y orina, un humedal para el tratamiento de las aguas grises provenientes de la orina, lavado, cocina y ducha. Investigación de tipo aplicado de transferencia tecnológica**.** La población de estudio estuvo conformado por los habitantes de los anexos de Nueva Florida, Maravilla baja, Señor de los Milagros, Catupampa, Purushpinahuasi, San Cayetano y el Caserío de Maravilla del Centro Poblado de Macashca, que en su totalidad son 80 familias. El muestreo es no probabilístico, constituido por 20 familias beneficiarias del Centro Poblado Macashca. La técnica utilizada fue a través de entrevistas se aplicó como instrumento un cuestionario de preguntas de la forma más directa y simple, con el fin de obtener datos de las 20 familias beneficiarias.

De los resultados obtenidos se concluye que la población del Centro Poblado de Macashca acepta en forma favorable el nuevo servicio básico ecológico, como estrategia de adaptación al cambio climático.

PALABRAS CLAVE: purificación del agua, humedales artificiales, saneamiento básico.

ABSTRACT

The purpose of the present investigation was the construction of a water supply system with sand and clay filter, a dry bath (ecological bath) for the reuse of excreta and urine, a wetland for the treatment of gray water from Urine, washing, cooking and shower. Research of applied type of technology transfer. The study population consisted of the inhabitants of the annexes of Nueva Florida, Maravilla baja, Señor de los Milagros, Catupampa, Purushpinahuasi, San Cayetano, and the Maravilla Village of the Macashca Village Center, which together comprise 80 families. Sampling is non-probabilistic, consisting of 20 families benefiting from the Macashca Population Center. The technique used was through interviews a questionnaire was applied as a questionnaire in the most direct and simple way, in order to obtain data from the 20 beneficiary families.

From the results obtained it is concluded that the population of the Macashca Population Center favorably accepts the new basic ecological service as a strategy for adaptation to climate change.

KEYWORDS:

Water purification, artificial wetlands, basic sanitation.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la cobertura de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento ha aumentado significativamente durante las últimas décadas. Sin embargo, persisten las brechas de cobertura, en especial en las zonas periurbanas y rurales. En el área rural, el déficit de acceso al agua potable es de 38% y a los servicios de saneamiento de 70%. Según UNDP, ECLAC & IPEA (2002). En las zonas periurbanas la población tiene acceso limitado a los servicios de agua potable, saneamiento y recolección de desechos sólidos, lo que genera un impacto grave en la salud, bienestar de la gente y contaminación del medio ambiente. La necesidad de ampliar el acceso a estas áreas es un gran desafío debido a que las entidades públicas encargadas de la gestión de los servicios, tienen limitaciones en la gestión de los servicios convencionales; bajo este contexto resultaría la búsqueda de alternativas de solución técnica y económicamente viables, para lo cual, la presente investigación tiene por objetivo determinar el nivel de aceptación de servicios básicos ecológicos como estrategia de adaptación al cambio climático en el Centro Poblado de Macashca, Huaraz.

La investigación se desarrolló porque la población del Centro Poblado de Macashca, requiere el consumo de agua limpia, purificada, libre de microorganismos, y una disposición final de las excretas, teniendo en cuenta una opción práctica y de corto plazo para evitar los riesgos de contraer enfermedades transmitidas por el agua contaminada y que sea mediante una alternativa técnica y económicamente viable.

La principal contribución de la investigación es la de reducir enfermedades causada por las deficiencias de agua y saneamiento. Según la organización mundial de la

salud (2003) cada año se dan 4000 millones de casos de diarrea y 1.8 millones de personas mueren a causa de esa enfermedad, más del 90% (1.6 millones) son niños y niñas menores de cinco años. Asimismo, cuando los menores sufren episodios repetidos de diarrea quedan en estado de mayor vulnerabilidad ante la desnutrición y otras enfermedades. Por otro lado, debe considerarse que mientras un sistema convencional de tratamiento de agua para consumo humano varía entre 5 a 20 dólares mensuales por familia, el sistema de filtro implementado por familia tiene una inversión de 300 dólares y 20 años de garantía y, el mantenimiento de 10 dólares cada 6 meses. Esto justifica largamente la eficiencia y sostenibilidad del sistema de purificación de agua para consumo doméstico.

Este estudio es muy importante para la réplica en otras comunidades a través de las organizaciones públicas y privadas, debido a que contribuye al proceso de investigación, mediante el establecimiento de las ventajas y desventajas de la tecnología a transferir, lo cual complementa la planificación de procesos de adopción para implementaciones futuras en comunidades rurales del Perú donde se demuestre, mediante monitoreo de la calidad del agua, la presencia de contaminantes microbiológicos. A consecuencia del cambio climático que se viene dando a nivel mundial, nacional, regional y por ende en cada localidad, se tiene la escasez de agua dulce que imposibilita seguir pensando en la instalación de los sistemas tradicionales de saneamiento, los cuales son demandantes de grandes cantidades de agua limpia para el transporte de las excretas. Además, se requiere el tratamiento de las aguas residuales para que éstas no sean fuente de contaminación; y que con una tecnología ecológica, se convierta en fuentes de vida vegetal y así podemos restaurar nuestro ambiente.

Por eso se ha procedido a estudiar, en esta investigación, la aceptación y adaptación de la población del Centro Poblado de Macashca a los servicios básicos ecológicos como nuevo sistema de saneamiento y mejora de la calidad de vida. La importancia del estudio es conocer. ¿Cuál es el nivel de aceptación de los servicios básicos ecológicos como estrategia de adaptación al cambio climático, en el Centro Poblado de Macashca, Huaraz, 2012-2013?

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

- Determinar el nivel de aceptación de los servicios básicos ecológicos como estrategia de adaptación al cambio climático en el Centro Poblado de Macashca, Huaraz, 2012 – 2013.

1.1.2. Objetivos específicos

- Construir un sistema de suministro de agua con filtros de arena y arcilla.
- Construcción de un sistema de humedal artificial para el tratamiento de agua gris.
- Construir un sistema de baño seco familiar como estrategia de saneamiento ambiental para evitar la descarga de aguas residuales domésticas al río Macashca.
- Desarrollar entrevistas y conversaciones vivenciales para determinar si la población usa el sistema y comprende su funcionamiento.

1.2. HIPOTESIS

La implementación de los servicios básicos ecológicos, es aceptada favorablemente en la población del Centro Poblado de Macashca - Huaraz, como estrategia de adaptación al cambio climático.

1.3. VARIABLES

1.3.1. Variables independientes

Las variables de los servicios básicos ecológicos como estrategia de adaptación al cambio climático son las siguientes:

- Suministro de agua con filtro de arena y arcilla.
- Humedal artificial para el tratamiento de las aguas grises provenientes de la orina, lavado, cocina y ducha.
- Baño seco (baño ecológico) para la reutilización de las excretas y orina.

1.3.2. Variable dependiente

- Nivel de aceptación de los servicios básicos por parte de los beneficiarios.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Nivel internacional

En la tesis de Cartagena,(2001)“Prueba de la aceptación del filtro de cerámica impregnado con plata coloidal en el barrio El Ocotal de Guinope, Honduras”, menciona que la microcuenca de ‘’El Capirro’’, que abastece al barrio El Ocotal, fue caracterizada en el estudio de tesis de la Ing. Verónica Rodríguez, encontrándose que la Junta de Agua se encarga de la solución de los problemas relativos al agua; sin embargo existen problemas de manejo que se reflejan en la contaminación del agua para consumo del barrio y además la falta de la activación de un sistema de clorado. En el estudio de tesis de la Ing. Isidra Sabio se determinó que el agua de la microcuenca tenía contaminación microbiológica con valores de 13.42 unidades formadoras de colonia (UFC) de coliformes totales y 9.6 UFC de coliformes fecales durante la época seca; 15.16 UFC de coliformes totales y 12.7 UFC de coliformes fecales durante la época lluviosa. También se encontró contaminación por turbidez con valores de 6.1 a 6.7 unidades nefelométricas y nitritos en niveles de 0.36 mg/L. El filtro de cerámica impregnado con plata coloidal que actúa como desinfectante es conocido desde 1930. El primer filtro de bajo costo, hecho por artesanos con la tecnología apropiada, fue desarrollado y probado en 1981 por los químicos Fernando Mazariegos y Julia Alicia Amado de Zeissig del ICAITI. El filtro fue probado en 1993 y 1994 con 680 familias en Guatemala, en un estudio diseñado por Mark Neveu de la Escuela de Salud Pública de Harvard, en el cual se concluyó que el filtro reduce la incidencia de diarreas en los niños menores de cinco años. También ha sido probado y elaborado con éxito en

Nicaragua, Cuba, Guatemala, Haití y Ecuador. La Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua demostró que el filtro de cerámica remueve en un 100% los coliformes totales y fecales, los estreptococos fecales y la *echerichea coli*.

Según la WSP, (2005) concluye que las experiencias en los países africanos han demostrado que el uso continuo de las letrinas muchas veces depende de actitudes culturales de la gente hacia el manejo de las excretas. El reúso de las heces en la agricultura depende también de los hábitos y las condiciones económicas locales. En zonas donde la fertilidad de los suelos es buena, la población difícilmente acepta el nuevo comportamiento; sin embargo, existe experiencia positiva del reúso de excretas, después de haber convencido a la gente de la calidad del producto. Además, se ha aprendido que la aplicación de subsidios muy altos aumenta substancialmente el número de instalaciones tipo EcoSan, pero en muchos casos no logra soluciones sostenibles a largo plazo. Asimismo, es importante que los usuarios puedan seleccionar la tecnología según su preferencia personal y sus capacidades económicas.

En el estudio de investigación antropológico de aceptación de baños ecológicos ECOSAN, (2008) instalados en áreas periurbanas de la asociación de agua Challacaba (Municipio de Cochabamba - Bolivia) se presentaron las siguientes dificultades:

- Acerca de las fosas sépticas versus los baños ecológicos: los usuarios aún continúan usando las fosas sépticas.
- Sobre el orden de las cosas dentro del baño ecológico: el uso del baño requiere una disciplina de mantenimiento (orden y limpieza).

- Repulsión al manipular el desecho humano: nuestra cultura (ellos y nosotros) tiene repulsión a la hora de manejar el desecho humano.
- “Los mayores usan y los menores no” o “los menores usan, los mayores no”: las relaciones de poder generacionales determinan el acceso de los menores y de los mayores.
- Clase, etnia y género en el uso: estas tres variables también determinan el uso y acceso a esta tecnología por parte de las familias, la asociación no es un ente homogéneo, está compuesta por personas de diferente clase social, diferente origen étnico.

En la tesis de Granados, (2009) “Sanitarios Ecológicos Secos” (SES) considera que el obstáculo más grande que existe para su instalación es la carencia de regularización de los asentamientos humanos. La posible existencia de olores desagradables y la generación de fauna nociva como insectos o roedores inquietan a los habitantes, por lo que será necesario que se instalen algunos en las nuevas viviendas y el resto de los pobladores se familiaricen con su funcionamiento para que se generalice su uso. De un total de 49 personas entrevistadas, se obtuvo que sólo el 10% de los pobladores han aceptado abiertamente estar de acuerdo con la instalación de estos baños ecológicos en sus hogares.

Según Delgadillo, Camacho, Fernando, Andrade, (2010) través del consejo superior de investigaciones científicas, las percepciones sobre el saneamiento en comunidades indígenas de Bolivia, concluye que el concepto errado que predomina en muchos proyectos es que el mundo rural o las comunidades no tienen pautas de higiene. El estudio sugiere lo contrario; los pueblos indígenas tienen pautas de higiene y cuidados de la salud y una manera de manejar su espacio separando el

ambiente de los animales y el de los humanos. Conocer y comprender los valores culturales y el sentido de la vida y la cosmovisión de los pueblos y comunidades indígenas, contribuirá a mejorar el diseño de los proyectos y de las opciones técnicas de saneamiento que se provean a las familias y comunidades indígenas. Así, se estaría en mejores condiciones de diseñar estrategias que respondan a una demanda efectiva de los servicios de saneamiento y diseñar los componentes adecuados para el proceso de acompañamiento y postproyecto.

En su tesis doctoral Gonzales, (2002). La preocupación por la calidad del medio ambiente", concluye que un modelo cognitivo sobre la conducta ecológica la preocupación sobre la calidad del medio ambiente como motivación humana para la puesta en marcha de conductas, emerge desde los valores humanos, desde creencias sobre el impacto de la interacción "ser humano medio ambiente" y desde las creencias en la capacidad personal para aliviar o evitar los daños que supone el deterioro del medio ambiente. A través de estos constructos cognitivos se activa o construye normas personales o sentimientos de obligación moral en forma de reglas de comportamiento con las que se evalúan los hechos y se decide lo qué hacer en una situación dada. De esta forma, los valores y las creencias funcionarían como guías o heurísticos que activan o generan actitudes o normas de acción específicas a una situación o asunto.

2.1.2. Nivel nacional

En nuestro país, son muy escasos y aislados trabajos los relacionados con lo que planteamos; sin embargo, Rotaria de Perú y ECOSAN, vienen implementando esta labor en la parte central y sur de nuestro país. ROTARIA, (2016).

Los proyectos de Huáscar y Nevería concluyen que se ha observado buena aceptación del sistema de tratamiento de excretas a través de los baños EcoSan. En una encuesta realizada, la mayoría de la gente respondió que sentía confianza, que el sistema era “muy útil” y que el mantenimiento del baño seco era “muy fácil”. Este nivel de aceptación se logró por varias razones: promoción, sensibilización, educación y capacitación, los subsidios y las condiciones de saneamiento antes de la intervención. Shapira & Ivarez, (2006).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Situación actual del saneamiento básico rural

En la actualidad, las comunidades desconocen o tienen malas prácticas de higiene y saneamiento, haciendo sus necesidades al aire libre y contaminando el medio ambiente. El saneamiento básico es una responsabilidad compartida; tanto de todos los miembros de las familias como de la sociedad que deben interesarse en actuar para buscar una solución a los problemas que surgen. Fricaz & Martz, (2007).

El agua y el saneamiento rural tienen un papel crucial en la transmisión de las enfermedades diarreicas. Estos factores contribuyen aproximadamente al 94% de los 4000 millones de casos de diarrea que se calcula tienen lugar anualmente en el mundo. Los niños menores de 5 años en los países en desarrollo son los más afectados y representan la mayoría de los 1500 millones de muertes anuales por causa de diarrea. OMS, (2004).

2.2.2. Saneamiento ecológico

Se entiende como la acción y efecto de sanear, o un conjunto de técnicas y elementos para fomentar las condiciones higiénicas en una comunidad. Tiene como finalidad promover la calidad del agua, y resolver los problemas socioeconómicos derivados de la falta de acceso al agua potable, o el uso de agua contaminada, entre otros. WPS, (2006).

Se basa en tres aspectos fundamentales, el de convertir la excreta humana en material seguro, prevenir la contaminación en vez de controlarla después de contaminar y, usar en la agricultura los productos seguros de excreta humana saneada. Esrey, y otros, (1998). En la actualidad se le denomina el enfoque de sanear y reciclar, este es un enfoque de ciclo cerrado (Figura 1), que considera a la excreta humana como un recurso y que puede usarse en la agricultura.

Figura 1. Enfoque del ciclo de nutrientes. Fuente: ACEPESA, 2009.

La importancia del saneamiento ecológico es alcanzar una sociedad en equidad y que sea sustentable y, debe desarrollar al menos los criterios de prevención de

enfermedades, accesibilidad, protección ambiental, ser aceptable por la población y simple.

Los sistemas de saneamiento ecológico se basan en criterios fundamentales que se deben cumplir; tenemos al criterio de sanear, reciclar heces, adecuación, aceptación y mantenimiento.

El criterio inicial de sanear menciona que el sistema debe formar una barrera en contra de la difusión de enfermedades causadas por agentes dañinos (patógenos de vida larga) en la excreta humana; se hace de dos formas, la deshidratación (método más efectivo) y descomposición. Vargas, (2014). El criterio de reciclar considera que la excreta humana es un recurso a ser reciclado en vez de un desperdicio para desecharse, que puede ser usada como fertilizante para cultivos; por ejemplo, en China realizan composta de excreta animal y humana desde hace ya miles de años y en Japón se introdujeron estas prácticas de reciclado de excreta y orina humanas desde el siglo XII. El criterio de la orina (Figura 2), menciona que se utiliza como fertilizantes para las plantas, ya que contiene calcio, azufre, hierro, cobre, zinc, boro, entre otros; por ejemplo, un adulto puede producir cerca de 400 litros de orina al año, que a su vez contienen 4 kg de nitrógeno, 400g de fósforo y 900g de potasio. Esrey, Andersson, Hillers, & Sawyer, (2003).

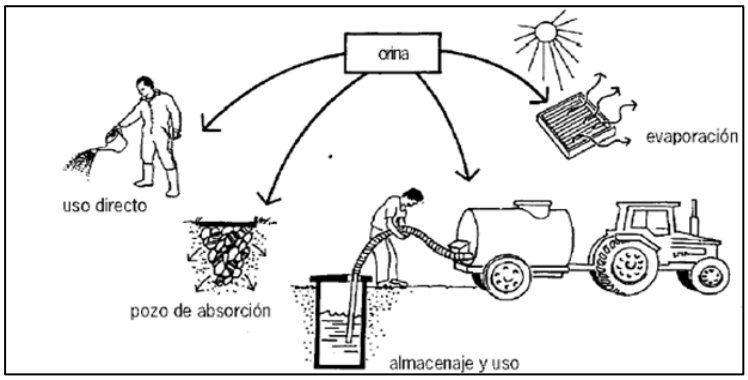

Figura 2. Uso de la orina para diferentes fines. Fuente: (Esrey, Andersson, Hillers, & Sawyer, 2003)

Las heces, sin duda, se adaptan a la manera más sencilla para reciclarlas como fertilizante para una tierra de cultivo. Se dice que un humano produce de 25 a 50 Kg al año (contienen 550g de nitrógeno, 180g de fósforo y 370g de potasio). Se aplica al suelo, para incrementar la cantidad de material orgánico, mejorando así su capacidad para la retención de líquidos e incrementar la accesibilidad de los nutrientes. Esrey, y otros, (1998).

La adecuación de las heces en el saneamiento ecológico es útil para recuperar terrenos pobres y las propiedades de retención de agua de un terreno con bajo riesgo de transmisión de patógenos. La aceptación a veces es difícil por su manejo y uso, debido a que las heces huelen, pero si se secan pueden ser más aceptables que el estiércol o los lodos. Finalmente es importante realizar el mantenimiento de las heces, se debe reducir la humedad y se controla con ceniza, cal o tierra seca. Austin & Dunker, (2002).

2.2.3. Sistema de baño seco

Los baños secos tienen la función de deshidratación (o secado) y descomposición. La deshidratación o secado de heces es más fácil si no están mezcladas con orina o agua. Cuando las heces se descomponen, los diversos seres vivientes en ellas mueren y se separan en partes más pequeñas, de tal forma que con alguno de estos dos modos los gérmenes, los huevecillos y otros seres vivientes potencialmente peligrosos se tornan inofensivos.

La construcción del baño seco (Figura 3) consta de 3 etapas, la instalación de saneamiento seco, instalación de agua y el cuarto de baños acabado. ROTARIA, (2016). La instalación de saneamiento seco está compuesta por las dos cámaras elevadas, una tapa para las cámaras, los aparatos sanitarios como la taza y el urinario y, las instalaciones de base. La instalación de agua está compuesta del lavatorio con el grifo y la trampa, ducha con grifo y trampa y las tuberías de agua y desagüe. El cuarto de baños acabado consta de una caseta con acabados.

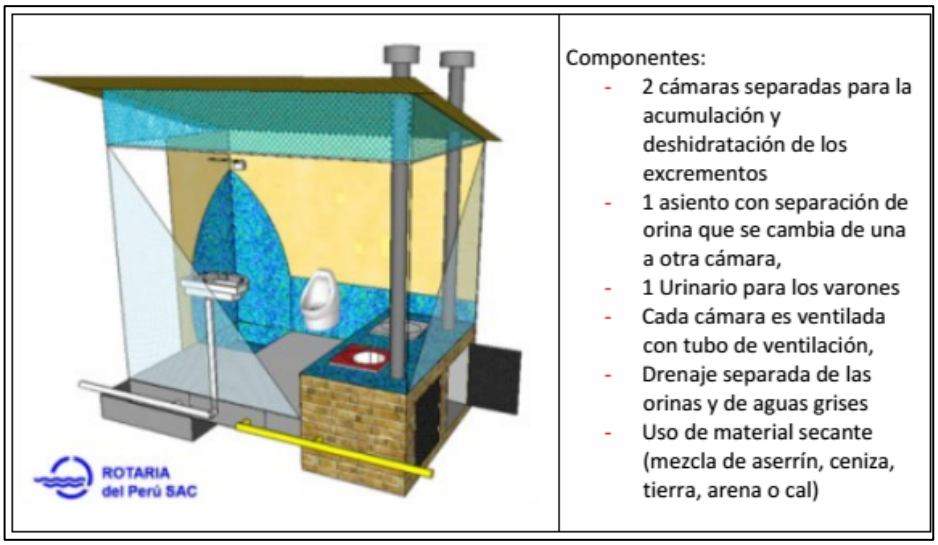

Figura 3. Baño seco. Fuente: Rotaria del Perú SAC, 2016.

Las consideraciones a tener en cuenta para la implementación del baño seco se inician con la sensibilización y capacitación a los beneficiarios; luego se debe asegurar la correcta construcción, involucrar a la población en un enfoque interactivo y participativo y al finalizar hacer un monitoreo y seguimiento adecuado. Castro, (2010).

Las ventajas que presentan los baños secos a diferencia de otros sistemas tradicionales, que son de fácil instalación, bajo costo, operación y mantenimiento sencillos, limpios, cómodos, pueden ser construidos en el patio o dentro de la casa, se adaptan a diferentes modalidades y estilos de construcción y, no requieren agua

y tampoco necesitan de un pozo ciego. UNICEF,(2012). Es una tecnología amigable con el medio ambiente, pues disminuye el riesgo de contaminación de los mantos acuíferos, ahorro de agua y se benefician poblaciones necesitadas. Granados, (2009). Además, en las zonas rurales, en la mayoría de casos, el costo para construir un sistema de alcantarillado es muy alto y en la zona urbana ubicada en cerros no existe la factibilidad de conectarse al servicio de alcantarillado.

Esta tecnología, también presenta algunas desventajas en cuanto a la aceptación del público, las cuales son:

- El obstáculo más grande es la posible existencia de olores desagradables y la generación de vectores (roedores e insectos).
- El uso del baño requiere una disciplina de mantenimiento (orden y limpieza).
- Existe resistencia de los usuarios para el uso del baño seco; se tiene repulsión a la hora de manejar los residuos de desecho.
- Las relaciones de poder generacionales determinan el acceso de los menores y de los mayores.
- Los factores culturales de clase, etnia y género en el uso.

El nivel de aceptación de esta tecnología se explica en la matriz cultural (Figura 4) compuesta por el factor ideológico, sociológico y tecnológico económico productivo. Para ello se requiere continuar un proceso de acompañamiento a la serie de cambios de conducta que se irán dando como solución de los problemas mencionados en las desventajas. Pachaguaya, (2008).

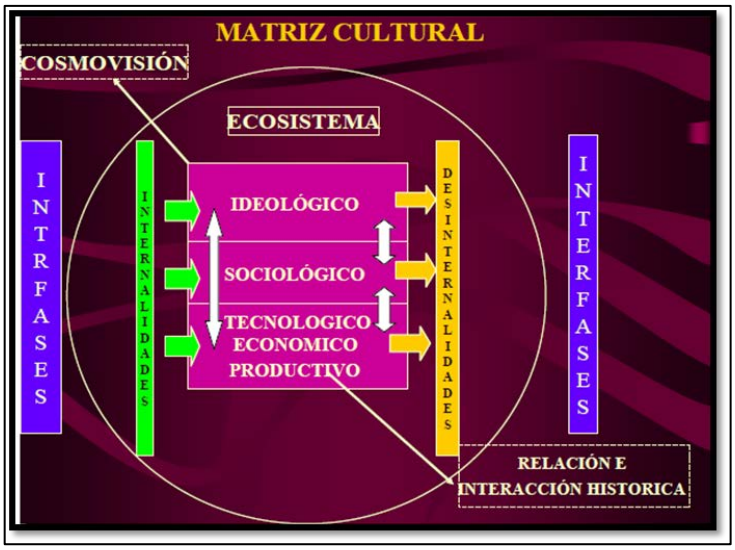

Figura 4. Matriz cultural, Fuente: Michel, 2006

2.2.4. Calidad de agua

La calidad del agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede tener para ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria. Mejía, (2005) y la evaluación de la calidad del agua se refiere al estudio de la naturaleza física, química y biológica con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud.

Las causas de mayor impacto en la calidad del agua son el aumento y concentración de la población, actividades productivas no adecuadas, presión sobre el uso inadecuado, mal uso de la tierra, la contaminación del recurso hídrico con aguas servidas domésticas sin tratar, carencia de sistemas adecuados de saneamiento, principalmente en las zonas rurales. De igual manera, la contaminación por excretas humanas representa un serio riesgo a la salud pública.

Si bien es importante definir la calidad del agua, también se debe saber cuán disponible tenemos el agua; en la actualidad una cuarta parte de la población mundial, que principalmente habita en los países en desarrollo, sufre escasez severa

de agua limpia, lo que provoca que haya más de diez millones de muertes al año producto de enfermedades relacionadas con la contaminación hídrica.

Dado que el agua es un líquido vital para los seres vivos, debe poseer un alto grado de potabilidad que puede resumirse en condiciones físicas (clara, transparente, inodora e insípida), condiciones químicas (que disuelva el jabón), condiciones biológicas (libre de patógenos, alto contenido de oxígeno y temperatura ambiente), pH (6-8).

En general, lo que se busca es que el agua sea segura, es decir apta para el consumo humano, de buena calidad y que no genera enfermedades; ya sea sometida a algún proceso de potabilización o purificación casera, sin embargo, determinar que el agua es segura solo en función de su calidad no es suficiente. La definición debe incluir otros factores como la cantidad, la cobertura, la continuidad, el costo y la cultura hídrica. OPS, (2001).

Cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incremento en el consumo per cápita, contaminación de las fuentes de agua en general y al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas. Randulovich, (1997). Aunque el recurso hídrico sea constante, la calidad de agua va disminuyendo rápidamente, como consecuencia de la contaminación de las fuentes de agua, lo cual genera el estrés hídrico. Las implicaciones de consumir agua contaminada son muchas: en el contexto de la salud pública. Se establece que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vías de desarrollo tienen como principal causa la ingestión del agua contaminada. Se estima que el 70% de la población que vive en

áreas rurales de países en desarrollo, está principalmente relacionada con la contaminación de agua por heces fecales.

En este sentido, un suministro seguro de agua para uso potable en cantidad, calidad y continuidad, contribuye a la reducción de la probabilidad de enfermedades transmitidas por la vía fecal y oral.

En el Perú, en la última década, hubo un incremento sustancial de las inversiones para ampliar las coberturas de los servicios de agua y saneamiento en zonas rurales del país; sin embargo, una parte muy considerable de estos sistemas, al cabo de poco tiempo de uso, se deterioran y quedan fuera de servicio, lo que evidencia que la calidad, la continuidad y la sostenibilidad de los servicios son muy bajas.

En Perú, los parámetros para todo uso doméstico los establece.MINSA, (2011) a través del reglamento del Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

Los principales indicadores para medir la calidad de agua son explicados bajo el concepto de sostenibilidad dentro de un proceso lógico, fusionando los aspectos ecológicos, económicos y sociales. Los parámetros de calidad de agua se diferencian según sus orígenes biológicos, químicos y físicos; por causas principalmente de carácter antropocéntrico como el caso del uso de la tierra. Entre ellos se mencionan el pH, turbidez, oxígeno disuelto, nitrato, fosfato, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), sólidos totales disueltos, coliformes fecales y otros. Villegas,(1995).

2.2.5. Depuración de aguas residuales

En los sistemas convencionales de desagüe, una persona puede producir cerca de 43000 litros de aguas residuales al año; alrededor del 30% del agua producida

(12900 litros) son aguas negras que provienen de la descarga de los inodoros; y el 70% restante (30100 litros) son aguas grises provenientes de los servicios de ducha, lavaderos, cocina y lavandería entre otros. Gonzáles, Bagura, Ayala, Morales, (2010).

Cuando se implementan tecnologías de saneamiento ecológico, se reduce el consumo de agua potable y, por tanto, se disminuye el volumen de aguas servidas por vivienda. En estos sistemas no se genera aguas negras (aguas servidas mezcladas con excretas) sino solamente aguas grises, que son las aguas servidas provenientes de la cocina, ducha, lavamanos y lavadero de ropa. Las aguas grises muestran menos contaminación que las aguas negras y, por la ausencia de heces deberían estar libres de contaminación fecal. ROTARIA, (2016). Entonces, se pueden complementar con otras tecnologías como son los humedales artificiales (Figura 5) para tratar las aguas grises. Este sistema requiere y permite el tratamiento adecuado de las aguas grises antes de su vertido al medio ambiente, infiltración al subsuelo o reutilización debido a la contaminación causada por restos de comida, grasa, detergente, etc.

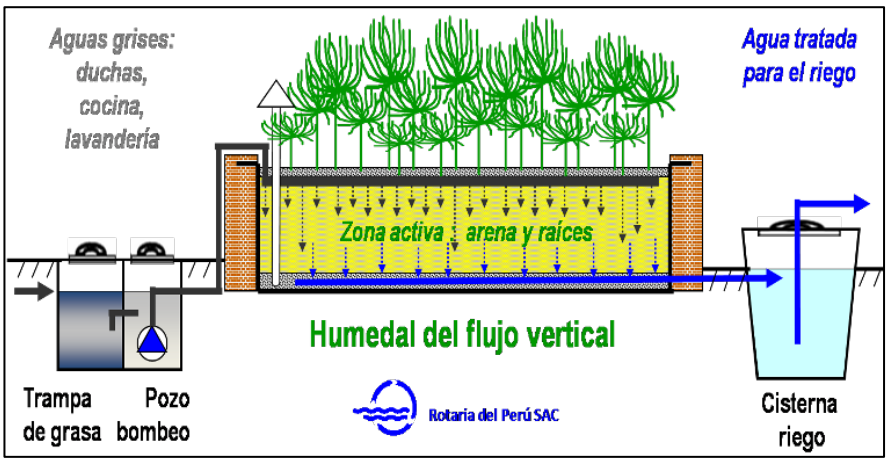

Figura 5. Sistema de humedal artificial. Fuente: (ROTARIA, 2016)

Para asegurar el funcionamiento del sistema de humedales, se debe seguir el principio de la prevención de la contaminación. Se instalan filtros o trampas dentro del lavatorio de la cocina y ducha para la retención de sólidos. Un tratamiento posible es la instalación de una trampa de grasa a nivel de la vivienda para evitar la obstrucción de las tuberías de recolección. El sistema de humedal artificial bien operado, permite el reúso de las aguas grises tratadas para el riego de jardines, parques y cultivos que no son consumidos crudos. WPS, (2008).

2.2.6. Importancia del saneamiento ecológico frente al cambio climático

El cambio climático trae consigo muchas consecuencias para el medio ambiente, una de ellas es la falta de agua dulce como consecuencia de las altas temperaturas que causa la desglaciación de nevados y la sequía de fuentes superficiales de agua.

En nuestro país, existe un proceso de deshielo de la Cordillera de los Andes iniciado hace varios años, el cual se ha acelerado dramáticamente en las últimas décadas, Por otro lado, el 12% de los peruanos que viven en la vertiente amazónica, disponen del 98% del recurso hídrico, mientras que el 88% que habita en la costa y sierra se abastece con solo el 2% del agua que recae sobre su territorio. Considerando este problema se tiene al saneamiento ecológico como opción de ahorro de agua. Miglio &Spittler, (2010). En un país como el nuestro, con altos índices de pobreza y futuras condiciones de tensión hídrica cada familia gasta mensualmente no menos de 15 nuevos soles para evacuar excretas y usar agua potable en riego de parques. En el sector rural, por otro lado, las inversiones sociales son dirigidas a la construcción de letrinas, sistemas temporales e inadecuados para la consolidación de una vivienda. Estas consideraciones evidencian la necesidad urgente de gestionar sistemas diferentes, que reviertan la tendencia actual de contaminación y

consumismo de agua. El saneamiento ecológico es una nueva concepción en saneamiento que pretende hacer cambiar el comportamiento de las personas con relación al agua, basándose en 3 principios: separar en la fuente, dar tratamiento y aprovechar los subproductos del tratamiento; este sistema considera que el agua residual y las excretas son recursos y no residuos; en el tratamiento convencional, estos recursos se desechan y se rompe el ciclo natural.

2.2.7. Descripción del Centro Poblado de Macashca - Huaraz

Para la descripción del Centro Poblado de Macashca del Distrito y Provincia de Huaraz - Ancash, se detalla a continuación, para lo cual se ha tomado en cuenta el Plan de Desarrollo Concertado – Centro Poblado de Macashca, Huaraz – Ancash.

2.2.7.1. Ubicación geográfica

El Centro Poblado de Macashca se encuentra ubicado geográficamente en la parte media y alta de la Subcuenca del Río Páriac, Cuenca Hidrográfica del río Santa, Provincia fisiográfica Sierra y Flanco Occidental de la Cordillera Blanca, extendiéndose desde los 3250 m.s.n.m., altitud inferior y los 6369 m.s.n.m. máxima altitud en la cumbre del nevado Tunsho y entre las coordenadas geográficas 09º 29´ 47” y 09º 35´14” Latitud Sur y 77º 18´ 12” y 77º 31´ 05 Longitud Oeste. Política y administrativamente pertenece a la jurisdicción del Distrito y Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash. La localidad de Macashca, sede del Centro Poblado del mismo nombre, se encuentra asentada sobre una terraza alta de la margen izquierda del río Pariac, en una altitud de 3536 m.s.n.m., entre las coordenadas geográficas de 9º 43´ 42” de latitud sur, y 77º 28´18” longitud oeste, circundada por imponentes paisajes montañosos y organizada por el conjunto de viviendas concentradas

alrededor del espacio principal que es la plaza de armas, formando calles y manzanas de forma rectangular cuya configuración urbana es ligeramente alargada; al alejarse del eje principal, las manzanas adoptan formas irregulares, principalmente las constituidas a lo largo de la carretera de salida a la zona alta, quebrada Pariac.

2.2.7.2. Geología

Según el mapa geológico desarrollado por la ONERN (1972), está constituido al territorio por suelos cuya estructura geológica tiene el origen y formación siguiente: **Los** suelos de la parte media de la cuenca del Río Pariac, zona de alta concentración y asentamientos poblacionales y de intensa actividad agropecuaria, son de formación de depósitos morrénicos y fluvioglaciares, de material litológico, acumulaciones morrénicas, arena, arcilla y grava. Los fragmentos rocosos son herométricos, poco seleccionados; de formas angulosas y subredondeadas, del periodo cuaternario. La parte alta de la mencionada cuenca, presenta suelos de formación batolito de la cordillera Blanca, principalmente constituido por roca intrusiva plutónica de composición granodiorìtica del periodo terciario inferior a medio. La zona más alta está constituida por rocas de formación chicama, de material litológico lutitas luminosas de color gris, que constituyen el mayor porcentaje de la formación y areniscas de color gris con barricas de cuarcitas y areniscas claras del periodo jurásico superior.

2.2.7.3. Hidrografía

El espacio geográfico del Centro Poblado de Macashca, está constituido por la subcuenca del río Pariac y una red de microcuencas de las quebradas tributarias del

río Pariac, componente de la cuenca del río Santa. En esta unidad geográfica se asientan los diferentes anexos que conforman al ámbito del mencionado Centro Poblado, cuya población se dedica a las diferentes actividades económicas, entre las que destaca la actividad agrícola y pecuaria extensiva. El río Pariac constituye el principal recolector de las aguas del escurrimiento superficial proveniente de las precipitaciones pluviales y los deshielos de los nevados Huanchan y Tunsho de la Cordillera Blanca. Las aguas de las quebradas tributarias del río Pariac, al surcar el ámbito, benefician a numerosas poblaciones de los Centros Poblados, inclusive aguas abajo constituyen elemento fundamental para la generación de energía eléctrica de la planta de Pariac (ahora Central Hidroeléctrica CH4), luego confluye al río Santa, para finalmente desembocar en el Océano Pacífico.

2.2.7.4. Recursos Naturales

Macashca presenta los siguientes:

- Pastos naturales donde predominan representantes del género *Festuca*, 320 Has aproximadamente.
- Los bosques naturales de aliso en las riberas de los ríos 15 Has.
- Plantaciones forestales exóticas (eucalipto y pino) 30 Has.
- Áreas de terreno para la agricultura 850 Has.
- Áreas de terreno para plantaciones forestales 120 Has.
- Fuentes de agua como lagunas y manantiales.

2.2.7.5. Población

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (2007), de acuerdo a los primeros resultados del censo del 2007: XI de Población y VI de Vivienda, el

Centro Poblado de Macashca cuenta con 2000 habitantes, y una tasa de crecimiento anual por departamento desde 1993 a 2007 para el departamento de Ancash varía entre 0,4 -1,1%; por lo que se asumirá una tasa de crecimiento poblacional de 0,80%. La densidad poblacional es de 2,60 habitantes por vivienda y la población en un 90% tiene residencia estable en la localidad. Para un mejor análisis de la información del Centro Poblado, el puesto de Salud de Macashca ha determinado agrupar en 08 sectores, teniendo como criterio su cercanía territorial.

2.2.7.6.Actividades económicas

- Agrícola: Entre los productos de mayor consumo tenemos: papa 80%, maíz 80%, trigo 80%, alverja 90%, cebolla 95%, zanahoria 90%, repollo 90%. De acuerdo a las encuestas aplicadas por la empresa SN Power, se ha podido encontrar que el 63% de familias comuneras utiliza abono químico, sólo el 6% utiliza abono natural y el 31% utiliza ambos. El 80% de los comuneros realiza las actividades agrícolas con apoyo de familiares mientras que el 20% contrata mano de obra asalariada, pagando por jornal entre S/. 10,00 a 12,00. Los principales problemas encontrados en el agro son que carece de asistencia técnica apoyo económico, así mismo falta de capacitación, además de una visión diferente, a partir de la cual, los campesinos manejen el agro de manera empresarial. El Centro Poblado de Macashca cuenta con 1100 Has. de superficie agrícola aprovechada; de las cuales el 59% es una superficie bajo riego y 41% en secano y más de 2000 Has que no se las aprovecha.
- Actividad pecuaria: En cuanto a la actividad pecuaria no es una actividad que genere importantes ingresos económicos, puesto que no existe un manejo técnico de la ganadería en este caso de ovinos (que es la mayoritaria), ésta se

da a nivel familiar y comunal, pero su manejo es pobre en tecnología (no realizan rotación de pastos, además de no tener pastos cultivados y no llevar a cabo prácticas sanitarias periódicamente), por lo cual, su producción no es a gran escala. La ganadería cumple un rol complementario en los ingresos, al vender en carne o utilizar, en el caso de los ovinos, la lana para tejer prendas de uso personal, además del alquiler que, en ocasiones, se puede hacer de animales para la siembra o cosecha. Las familias campesinas comuneras de la zona de estudio poseen ovinos, vacas, cabras, cerdos, cuyes y aves de corral, solo a pequeña escala (nivel familiar) y en el caso del ganado comunal ovino, se ha podido observar que no está siendo manejado desde una perspectiva empresarial, por lo que no se reporta ingresos importantes por la venta de las cabezas de ganado.

- **Otras actividades económicas:** Actualmente, los comuneros vienen orientando sus actividades económicas a la zona urbana, en donde trabajan como albañiles, peones, cargadores, vendedores de leña, vendedores de hierbas aromáticas, etc.; en la ciudad de Huaraz, principalmente, en la mayoría de los casos estos trabajos son temporales por lo que no se puede hablar de un empleo e ingreso estable, sino más bien esporádico, la falta de empleo es un problema vigente en la comunidad; es entonces que ésta tiene como consecuencia el proceso migratorio permanente que se viene dando hacia las ciudades, puesto que la población en edad de producir, está en una constante búsqueda de mejores oportunidades laborales. El 75% de ingresos monetarios en las familias campesinas no proviene de las actividades agropecuarias, se origina a partir de la venta de su fuerza de trabajo como albañiles, peones o en otros oficios que

requieren de mano de obra no calificada, que se constituyen como el principal mercado laboral, en la ciudad de Huaraz.

2.2.7.7.Recursos turísticos

El Centro Poblado de Macashca cuenta con atractivos turísticos de carácter paisajístico. Entre los más importantes tenemos lagunas naturales: Tururúcucha, Misa cucha, Warmihuanunca y Chaquiqocha; y el nevado de Rajucolta. El Centro Poblado de Macashca tiene como ventaja comparativa el hecho de limitar con el Parque Nacional Huascarán; cuenta con muchas áreas de reserva natural consideradas por el Estado como áreas intangibles y patrimonio Nacional. También existen restos arqueológicos en Huinac; al parecer son restos de una antigua ciudadela pre-inca, además de un cementerio en el que hay chulpas (Cantupampa).

2.2.7.8. Instituciones

Entre las organizaciones e instituciones representativas de la comunidad están:

- APAFAs.
- La Junta directiva de la comunidad campesina Pedro Pablo Atusparia.
- Comité del Vaso de Leche (05 comités).
- Comedores populares (02 comedores).
- Puesto de Salud.
- Club de Madres.
- Clubes Deportivos.
- Comités de Productores de avena
- Comité de regantes, los usuarios de agua de riego se organizan en comités de regantes. Normalmente, un comité de regantes abarca un canal principal y

algunos canales secundarios y terciarios. Los comités de regantes a su vez, se agrupan en comisiones de regantes, y estas últimas, en juntas de usuarios.

2.2.7.9. Servicios básicos

El proyecto de Agua Potable y Saneamiento Básico constituye una de las necesidades urgentes y primordiales para la población macashquina, puesto que hasta la fecha se consume agua entubada no tratada, en muchos de los casos de manantiales, riachuelos y ríos, es decir, agua contaminada, lo cual desencadena una serie de problemas en la salud de la población. Por esta razón es necesario continuar gestionando proyectos de agua convencional y no convencional. La población manifiesta que sería importante cuando se logra gestionar el proyecto de agua potable el pago del servicio, de tal manera que los fondos permitan su adecuada operación, mantenimiento para brindar un óptimo servicio, es como lo indican sus autoridades en reuniones de coordinación; además se manifiesta que la JASS es el ente que debe administrar el servicio.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.3.1. Servicio básico rural

Es el conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas de salud pública que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental. Comprende el manejo sanitario del agua potable, las aguas residuales, los residuos sólidos, control de la fauna nociva, como ratas, cucarachas, pulgas, etc., y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación. Tiene por finalidad la promoción y el mejoramiento de condiciones de vida urbana, rural empresarial y ambiental. Abastos, (2014).

2.3.2. Baño seco

Es una tecnología de saneamiento, que consta de una doble cámara impermeable y una taza; se construye para disponer las excretas o materia fecal, con la finalidad de proteger la salud de la población y evitar la contaminación del suelo, aire y agua. Es ecológica porque aprovecha los ciclos biológicos naturales para transformar una materia orgánica (las excretas) en un producto inofensivo y listo para nutrir el suelo. ONU, (2005).

2.3.3. Humedal artificial

Es un sistema de tratamiento de agua residual (estanque o cauce) poco profundo, construido por el hombre, en el que se han sembrado plantas acuáticas, y contado con los procesos naturales para tratar el agua residual. Llagas & Gómez, (2006). El sistema consiste en el desarrollo de un cultivo de macrófitas enraizadas sobre un lecho de grava impermeabilizado. La acción de las macrófitas hace posible una serie de complejas interacciones físicas, químicas y biológicas a través de las cuales el agua residual afluente es depurada progresiva y lentamente.

2.3.4. Contaminación del agua

Es la acumulación indeseable de sustancias, organismos y cualquier forma de energía en un sistema hídrico. En cuanto a las aguas del país, es la acumulación de diversos elementos y sustancias aportados por vertimiento de aguas residuales crudas o insuficientemente tratadas que superan la capacidad de asimilación y/o autodepuración del cuerpo receptor generando concentraciones en el cuerpo de agua que exceden el estándar de calidad normado en la zona sometida a regulación. Laclette & Zuñiga, (2002).

2.3.5. Filtro de agua para consumo humano

La filtración es el proceso de separar un sólido del líquido en el que está suspendido al hacerlo pasar a través de un medio poroso (filtro) que retiene al sólido y por el cual el líquido puede pasar fácilmente. Se emplea para obtener una mayor clarificación, generalmente se aplica después de la sedimentación para eliminar las sustancias que no salieron del agua durante su decantación Barraque, (2008).

2.3.6. Oxígeno disuelto

Es uno de los parámetros más relevantes a la hora de evaluar la calidad del agua. Está asociado a la contaminación orgánica. Su concentración aumenta al disminuir la temperatura y la salinidad y posee una relación directa con la pendiente y la aireación del cauce. Cuando existen condiciones aeróbicas se produce una mineralización que consume oxígeno y produce gas carbónico, nitratos y fosfatos. Una vez que se consume todo el oxígeno, comienza la descomposición anaeróbica que produce metano, amonio, sulfuro de hidrógeno y mercaptanos.

2.3.7. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5)

Es un parámetro que representa la materia orgánica biodegradable. Es el más usado para determinar la eficiencia de los tratamientos que se aplican a los líquidos residuales. Se da cuando ciertas sustancias presentes en las aguas residuales, al verterse a un curso de agua, captan el oxígeno existente debido a la presencia de sustancias químicas reductoras. Esta es una medida de la estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen orgánico o mineral como el hierro, nitritos, amoníaco, sulfuro y cloruros.

2.3.8. pH o concentraciones de iones hidrógeno

Es la concentración relativa de los iones de hidrógeno en el agua; es la que indica si ésta actuará como un ácido débil, o si se comportará como una solución alcalina. Es una medición valiosa para interpretar los rangos de solubilidad de los componentes químicos. Mide la acidez o la alcalinidad del agua. La actividad del ión de hidrógeno puede afectar directa o indirectamente la actividad de otros constituyentes presentes en el agua, la medida del pH constituye un parámetro de importancia para la descripción de los sistemas biológicos y químicos de las aguas naturales.

2.3.9. Turbidez

Es un estimador simple de los sólidos en suspensión. Se aplica a las aguas que contienen materia en suspensión en tal medida que interfiere con el paso de la luz a través del agua. A mayor penetración de la luz solar en la columna de agua, es menor la cantidad de sólidos o partículas en suspensión en la columna de agua y viceversa. Esto relacionado con el uso del suelo, tipo de suelos, cobertura del suelo, y periodos de muestreos, entre otros.

2.3.10. Sólidos totales disueltos

Es una medida de las sales disueltas en una muestra de agua después de la remoción de sólidos suspendidos; también se define como la cantidad de residuos remanentes después que la evaporación del agua ocurre. Es común observarlos en terrenos agrícolas que han sufrido procesos fuertes de escorrentía.

2.3.11. Conductividad

La conductividad eléctrica en las aguas naturales se puede correlacionar con la cantidad de sólidos disueltos ya que estos son en su mayoría compuestos iónicos de calcio y 21 magnesios. La presencia de altas concentraciones de estas sales afecta la vida acuática y en el caso del riego afecta a la vida de la planta y a la calidad del suelo.

2.3.12. Adaptación

Conjunto de iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático. Existen diferentes tipos de adaptación, por ejemplo: preventiva y reactiva, privada, pública, autónoma y planificada, etc. Departamento Nacional de Planeación, (2010).

2.3.13. Cambio climático

Es la variación del estado del clima identificable en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, define el cambio climático como el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que, altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. Corrales, (2010).

2.3.14. Adaptación al cambio climático

Se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden reducir el daño o aprovechar sus aspectos benéficos. PNUD, (2000).

2.3.15. Cambio tecnológico

Considerado como una mejora tecnológica; es decir, como la posibilidad de proporcionar más o mejores bienes y servicios en base a un volumen de recursos dado (factores de producción). En los modelos económicos se diferencia entre cambio tecnológico autónomo (exógeno), endógeno e inducido. Los cambios tecnológicos autónomos (exógenos) vienen impuestos desde fuera del modelo, y suelen consistir en una tendencia temporal que afecta a la demanda de energía o al crecimiento de la producción mundial. PNUD, (2000).

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es aplicado. La presente investigación tiene por finalidad la búsqueda y consolidación del saber, y la aplicación de los conocimientos para el enriquecimiento del acervo cultural, científico y tecnológico que permita la adaptación al cambio climático a través de la implementación de los servicios básicos ecológicos.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Sistema de purificación de agua

La implementación del diseño definitivo del sistema de purificación de agua se realizó con cada uno de los beneficiarios, es decir, de acuerdo a la realidad de cada hogar.

El sistema de purificación de agua consta de un Tanque de 600L, conexiones domiciliarias y el filtro de arcilla. La purificación de agua para consumo humano sólo se realizó en el filtro de arcilla (filtrón). En la Figura 6. Se detalle el sistema de purificación de agua.

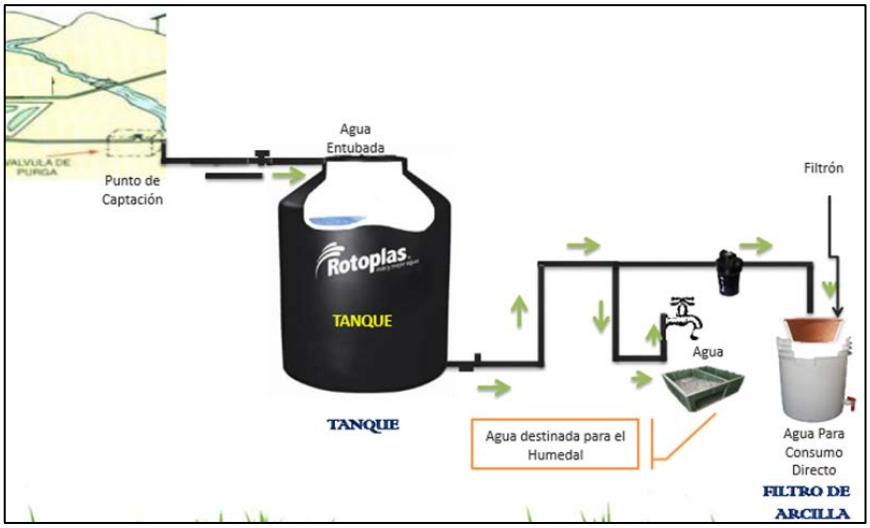

Figura 6. Esquema del sistema de purificación de agua. Fuente: Plan de trabajo del proyecto "Implementación de las viviendas con un sistema de potabilización del agua y un humedal artificial en el Centro Poblado de Macashca – Huaraz", 2012- 2013.

Los materiales e insumos para la implementación del sistema de purificación de agua, se presentan a continuación.

Tabla 1. Materiales e insumos para la construcción del sistema de purificación de agua.

Materiales e insumos	Unidad	Cantidad
Tanque doméstico negro ETERNIT de 600L	Und.	1
Reducción PVC 3/4´´ a 1/2´´	Und.	2
Codo de 90° PVC para agua 1/2´´	Und.	12
Tubería PVC para agua 1/2´´	Und.	10
T PVC 1/2´´	Und.	2
Geotextil (espesor 1mm)	m^2	4
Arena fina	m^3	0.3
Arena gruesa	m^3	0.1
Grava (piedra chancada 1/2´´-3/4´´)	m^3	0.2
Balde de plástico con grifo de 60L	Und.	1
Cinta teflón	Und.	4
Pegamento para tubería PVC	Und.	3
Grifo para agua	Und.	1
Hoja de sierra	Und.	1
Llave de 1/2´´ para agua	Und.	2

Ladrillo king Kong	Und.	12
Cemento (42.5 Kg)	Bls.	0.2
Rejilla para agua de 2´´	Und.	1
Adaptador de rosca para agua PVC	Und.	2
Lija	m^2	1
Filtro de arcilla	Und.	1
Análisis de agua		
Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	1
Huevos de helmintos	Huevos/ml	1
Aluminio disuelto	mgAl/ml	1
Hierro disuelto	mgFe/ml	1

El sistema de purificación de agua se inicia con la captación del agua de la red de distribución al tanque con capacidad de 600L. El tanque se elevó con estructuras a base de adobe, metal, ladrillo o madera; esto dependió de cada hogar. Luego se añadió al tanque elevado un filtro de arena, el cual constó de 2 capas de arena, una fina y otra gruesa. Estas capas sirven como el primer tratamiento de purificación de agua. Los agregados utilizados fueron lavados y se garantizó las características mineralógicas. El sistema se conectó directamente a la matriz de agua para que luego se distribuya a las conexiones domiciliarias.

Figura 7. Instalación del tanque con capacidad de 600L.

Seguidamente se instalaron dos filtros uno seguido del otro, el primero fue el filtro del propio tanque; el segundo filtro que se instaló fue el de arcilla (filtrón) sobre una mesa o soporte construido por los beneficiarios dentro de la cocina; de esta manera se aseguró que el agua sea apta para consumo humano. El resto de agua en las conexiones domiciliarias no fue purificada, debido a que su finalidad no fue para consumo humano. En la Figura 8 se presenta el filtrón.

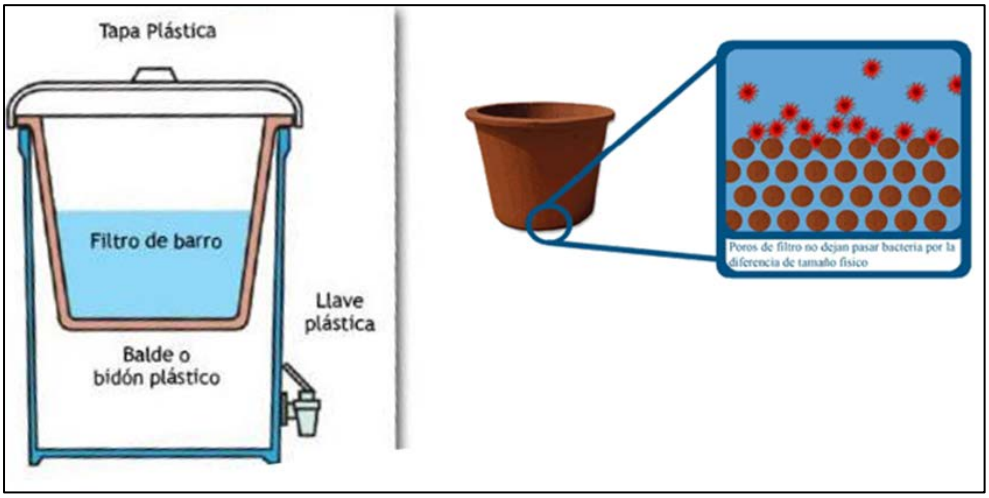

Figura 8. Filtro de arcilla (filtrón). Fuente: Plan de trabajo del proyecto "Implementación de las viviendas con un sistema de potabilización del agua y un humedal artificial en el Centro Poblado de Macashca – Huaraz", 2012-2013.

Para medir la eficiencia del sistema de filtración de agua, se realizó el análisis del agua en la entrada y salida del filtrón de 3 beneficiaros. Los análisis fueron los metales de: Aluminio y Hierro, y microbiológicos: Coliformes termotolerantes y parásitos. Luego se compararon los resultados con los límites máximos permisibles de acuerdo al Decreto Supremo N° 031-2010-SA. También se realizaron encuestas con la finalidad de conocer la aceptación del sistema.

3.2.2. Humedal artificial

La implementación del diseño definitivo sistema del humedal artificial se realizó con cada uno de los beneficiarios, de acuerdo a la realidad de cada hogar. El sistema constó de una trampa de grasas como tratamiento preliminar y, el humedal artificial para el tratamiento de aguas grises. En la Figura 9 se detalla el sistema del humedal artificial.

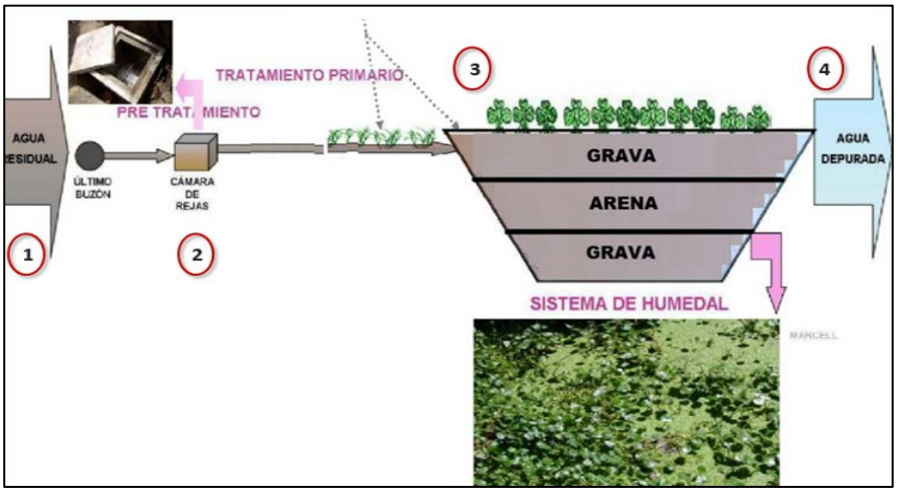

Figura 9. Sistema de humedal artificial. Fuente: Plan de trabajo del proyecto "Implementación de las viviendas con un sistema de potabilización del agua y un humedal artificial en el Centro Poblado de Macashca- Huaraz", 2012-2013.

Los materiales e insumos para la implementación del sistema humedal artificial, se presenta a continuación.

Tabla 2. Materiales e insumos para la construcción del humedal artificial.

Materiales e insumos	Unidad	Cantidad
Ladrillo King Kong	Und.	120
Malla metálica	m^2	1
Geomenbrana	m^2	16
Arena gruesa	m^3	0.4
Arena fina	m^3	0.4
Cemento (42.5 Kg.)	Bls	2
Grava (Piedra Chancada 1/2´´-3/4´´)	m^3	2.2
Tubos pvc 2"	Und.	5
Tubos pvc 1"	Und.	6
Codos pvc 2 "	Und.	6
Codos pvc 1 "	Und.	2
Codos (45 grados) 2"	Und.	1
Codos (45 grados) 1"	Und.	1
Reductor 2"a 1"	Und.	1
T 1"	Und.	1
Tapón 1"	Und.	2
Llave 2" para Agua	Und.	1
Pegamento PVC (250ml.)	Und.	1
Cerámica de piso	m^2	2
Análisis de agua		
Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	1
Fosfatos	$mgPO_4/ml$	1
Nitratos	$mgNO_3/ml$	1

La implementación del sistema del humedal artificial se inició con la ubicación de un terreno lo más cercano a las viviendas. Luego se realizó el replanteo para la trampa de grasas y el humedal artificial.

La trampa de grasa constó de una estructura de ladrillo y una rejilla metálica en la cual quedaran retenidos materiales sólidos, con la finalidad de no obstruir las tuberías del sistema del humedal artificial.

Para implementar el humedal artificial se colocó geomembrana, con la finalidad de impermeabilizar en las paredes. Luego se colocaron capas de arena de diferente granulometría (arena y grava) asegurando su calidad mineralógica, finalmente se sembraron plantas acuáticas como el cartucho, berros u otros que se encuentren al alcance de las familias. En la Figura 10 se presenta la trampa de grasas y el humedal artificial.

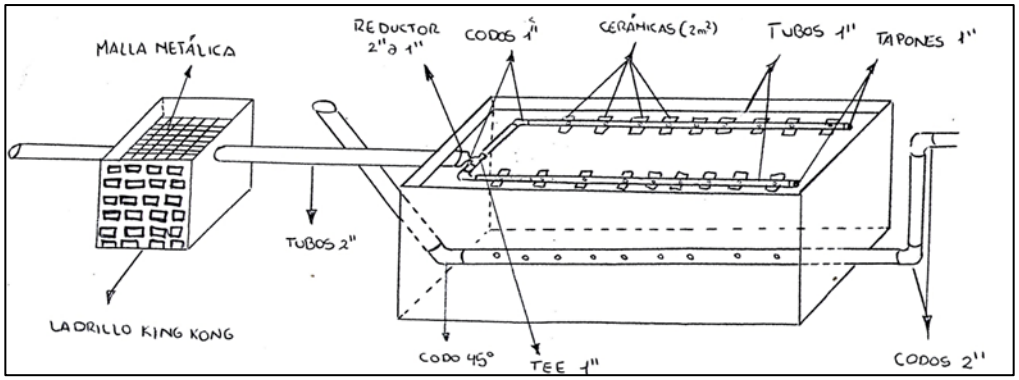

Figura 10. Trampa de grasas y humedal artificial. Fuente:

Se realizaron encuestas con la finalidad de conocer la aceptación de los beneficiarios del sistema del humedal artificial.

3.2.3. Baño seco

La construcción del sistema de baño seco se realizó sólo en dos familias. Los materiales e insumos se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Materiales e insumos para la construcción del baño seco

Materiales e insumos	Unidad	Cantidad
Ladrillos	Und.	120
Cemento	Bolsas	4
Piedra chancada	m^3	0.5
Arena fina	m^3	0.5
Arena gruesa	m^3	1
Fierro 8 mm	m	9
Tubo de desagüe 4"	Und.	2
Sombrero de desagüe 4"	Und.	2
Tubo de desagüe 2"	m	3
T de desagüe 2"	Und.	2
Codos de desagüe 2"	Und.	4
Copa de desagüe 2"	Und.	1
Pegamento	Und.	1
Taza con función de separación	Und.	1
Urinario	Und.	1
Tapa para el hueco de banca	Und.	1
Compuerta con marco	Und.	2
Lavatorio con grifo y trampa	Und.	1
Ducha con grifo y trampa	Und.	1
Tubo de agua 1/2 "	Und.	2
Codo de Aguas 2"	Und.	5
Codo de desagüe 2"	Und.	4
Piedras o desmonte	m^3	1
Ocre	Bolsa	1
Mallas Plásticas	m	2
Clavos 2"	kg	1
Calaminas	Und.	2
Mayólica	m^2	6
Pegamento mayólica	Bolsa	1
Fragua	Bolsa	2

Para la construcción del baño seco, se levanta dos cámaras elevadas del suelo. La medida mínima de cada cámara es de 75 cm de altura, y 70 cm de largo y de ancho, esto es el espacio libre, sin considerar el espesor de las paredes. Además de una tapa para las cámaras que sirve como piso o como banca, es resistente y tiene dos hoyos para cada cámara, el primero para la taza de desviación, su tamaño corresponde a la medida de la taza. El segundo es para el tubo de ventilación (10 cm de diámetro). Se coloca dos tubos de desagüe 4'' con altura de 3 m para la ventilación. Cada tubo entra 30 cm dentro de la cámara, arriba del tubo debe ser protegido contra insectos (malla mosquito) y contra la lluvia (sombrero o T de 4''). Un tubo de desagüe 2'' para la orina. Cada cámara se cierra con una compuerta de 40 cm de ancho y 50 cm de altura.

La construcción de las paredes y acabados debe permitir la ventilación; sin embargo, las ventanas deben estar cerradas con malla de mosquitero. La altura de la taza es de 38 cm, lo cual exige la construcción de escaleras. En la Figura 11 se presenta el diseño del baño seco.

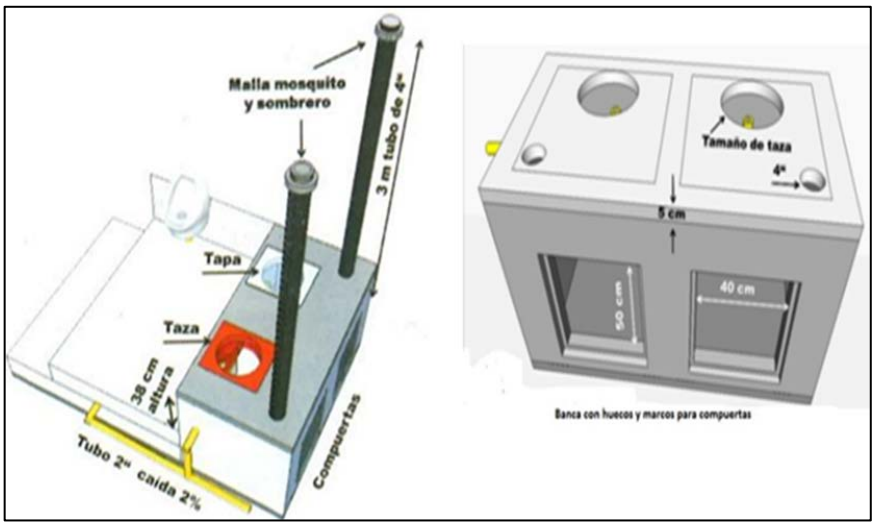

Figura 11. Diseño de las cámaras para la disposición de excretas y tubos de ventilación del baño seco. Fuente: Plan de trabajo del proyecto "Implementación de las viviendas con un sistema de potabilización del agua y un humedal artificial en el Centro Poblado de Macashca – Huaraz", 2012 -2013.

Finalmente, se realizaron encuestas con la finalidad de conocer la aceptación del baño seco.

3.3. Plan de recolección de la información y/o diseño estadístico

-Población

La población son los habitantes de los anexos de Nueva Florida, Maravilla baja, Señor de los Milagros, Catupampa, Purushpinahuasi, San Cayetano y el Caserío de Maravilla del Centro Poblado de Macashca, que en su totalidad son 80 familias.

-Muestra

Se hizo un muestreo no probabilístico, el proyecto se implementó en 20 familias beneficiarias del Centro Poblado Macasha, distribuidas así:

Tabla 4. Beneficiarios del proyecto.

Anexo	Número de familias
San Cayetano	7
Maravilla baja	4
Señor de los Milagros	3
Cantupampa	2
Nueva Florida	1
Purushpinahuasi	1
Caserío de Maravilla	2

3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.4.1. Recopilación de la información primaria

Se recopiló información primaria referente al nivel de aceptación de los tres servicios básicos por parte de los beneficiarios del Centro Poblado de Macashca, como estrategia de adaptación al cambio climático, mediante las encuestas y cuestionarios de preguntas de la forma más directa y simple, con el fin de obtener datos de las 20 familias beneficiarias (muestra).

3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos se aplicó las siguientes técnicas:

- Análisis documental.
- Tabulación de cuadros con cantidades y porcentajes.
- Comprensión de gráficos.
- Técnicas de procesamiento de datos en Microsoft Excel.
- Proceso computarizado de las entrevistas.

3.6. VALORIZACION DE LA INVESTIGACIÓN

Tabla 5. Presupuesto general de la investigación.

PRESUPUESTO GENERAL						
SISTEMA DE PURIFICACION DE AGUA						
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD PARCIAL	CANTIDAD TOTAL	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.	DESCRIPCIÓN
TANQUE PERDURIT	Und.	1	20	270	5400	600 L
REDUCCION PVC 3/4´´ a 1/2´´	Und.	1	20	2	40	Con rosca para agua.
CODO DE 90 PVC 1/2´´	Und.	10	200	1	200	Con rosca para agua.
TUBERIA DE PVC AGUA 1/2´´	Und.	10	200	10	2000	Para agua.
T PVC 1/2´´	Und.	5	100	1	100	Para agua.
ARENA GRUESA	m^3	0,1	2	77	154	
ARENA FINA	m^3	0,05	1	94	94	
CANTO RODADO	m^3	0,2	4	94	376	
CINTA TEFLON	Und.	1	20	1	20	
PEGAMENTO PARA PVC	l	0,5	10	25	250	
GRIFO PARA AGUA	Und.	1	20	15	300	
HOJA DE SIERRA	Und.	1	20	1	20	
LLAVE PARA AGUA DE 1/2'	Und.	3	60	5	300	
LADRILLO KING KONG	Und.	24	480	1	480	
CEMENTO (42.5 Kg)	Bls	0,5	10	20	200	
REJILLA PARA AGUA 2´´	Und.	1	20	1	20	
ADAPTADOR DE ROSCA PVC 1/2'	Und.	4	80	1,5	120	Para agua.
TELA YUTE	m^2	1	20	15	300	De 1mm
LAVADERO PREFABRICADO	Und.	1	20	70	1400	Material granito
LIJA	m^2	0,5	10	2	20	Para tubería
FILTRO DE ARCILLA (FILTRON)	Und.	1	20	70	1400	Incluye todos sus accesorios: Balde de 20L, Grifo, Tapa y Filtro de Arcilla recubierto con Plata Coloidal
SUB TOTAL S/.					13194	
HUMEDAL ARTIFICIAL						
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD PARCIAL	CANTIDAD TOTAL	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.	DESCRIPCIÓN
LADRILLO KING KONG	Und.	120	2400	1	2400	
MALLA METALICA	m^2	1	20	2	40	Malla metálica reforzada de divisiones de 0.25cmx0.25cm
ARENA FINA	m^3	0,3	6	100	600	

ARENA GRUESA	m^3	0,2	4	100	400	
CEMENTO (42.5 KG)	Bls	2	40	1	40	
GRAVA	m^3	1,1	22	94	2068	
TUBO DE 2"	Und.	5	100	8	800	Para desagüe
TUBO DE 1"	Und.	4	80	12	960	Para desagüe
SOMBRERO DE TUBO DE 2"	Und.	1	20	2	40	
CODO DE 90° DE 2"	Und.	6	120	1,5	180	
CODO DE 90° DE 1"	Und.	2	40	1,5	60	
REDUCTOR DE 2" A 1"	Und.	1	20	2	40	Para desagüe
T 1"	Und.	1	20	1,5	30	
TAPON DE 1"	Und.	2	40	1,5	60	
GEOMEMBRANA	m^2	16	320	19	6080	
PEGAMENTO PARA TUBOS PVC	l	0,5	10	25	250	
SIKA 1	l	2	40	17	680	Líquida
MAYOLICA	Und.	1	20	17	340	30cmx30cm
SUB TOTAL S/.					15068	
BAÑO SECO						
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD PARCIAL	CANTIDAD TOTAL	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.	DESCRIPCIÓN
LADRILLO KING KON	Und.	120	240	1	240	
CEMENTO	Bls	8	16	20	320	Malla metálica reforzada de divisiones de 0.25cmx0.25cm
GRAVA	m^3	1,5	3	80	240	
ARENA FINA	m^3	1	2	150	300	
ARENA GRUESA	m^3	2	4	120	480	
FIERRO 8mm	m	9	18	3,5	63	
TUBO DE DESAGUE 4"	Und.	2	4	20	80	Para desagüe
SOMBRERO DE VENTILACION DE DESAGUE 4"	Und.	2	4	9	36	Para desagüe
TUBO DE DESAGUE 2"	m	4	8	9	72	
T DE DESAGUE 2"	Und.	4	8	2,5	20	
CODOS DE DESAGUE 2"	Und.	8	16	1,5	24	
CODO DE DESAGUE 2"	Und.	1	2	1,5	3	Para desagüe
PEGAMENTO	Und.	1	2	15	30	
ECOINODORO ANILLO PARA EMPOTRAR FV.	Und.	1	2	125	250	
URINARIO	Und.	1	2	100	200	
TAPA Y ASIENTO PARA EL INODORO	Und.	1	2	30	60	
COMPUERTA CON MARCO	Und.	2	4	30	120	(45cm ancho* 55cm altura)
LAVATORIO CON GRIFO Y TRAMA	Und.	1	2	40	80	
DUCHA CON GRIFO Y TRAMPA	Und.	1	2	60	120	
TUBO DE AGUA 1/2 "	Und.	2	4	15	60	
CODO DE AGUA 2"	Und.	5	10	1	10	
PIEDRA O DESMONTO	m^3	1	2	120	240	
OCRE	Kg	1	2	8	16	

MALLAS MOQUITERO	m	2	4	5	20	
CLAVOS DE 2"	Kg	1	2	4,5	9	
VIGAS Y SOLAPERA	m	6	12	18	216	
TEJA ANDINA	Und.	4	8	20	160	10*10*10cm
MAYOLICA COLOR BLANCO	m^2	6	12	20	240	30x30cm
PEGAMENTO PARA MAYOLICA	Kg	20	40	13,5	540	
FRAGUA COLOR BLANCO	Kg	2	4	4	16	
SUB TOTAL S/.					4265	
ANALISIS DE AGUA						
ANALISIS DE AGUA	UNIDAD	CANTIDAD PARCIAL	CANTIDAD TOTAL	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.	DESCRIPCIÓN
Coliformes Termotolerantes, Parásitos, Aluminio, Hierro.	Glb	2	6	60	360	
SUB TOTAL S/.					360	
SENSIBILIZACION						
SERVICIOS	UNIDAD	CANTIDAD PARCIAL	CANTIDAD TOTAL	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.	DESCRIPCIÓN
Movilidad	Und.	5	50	5	250	Movilidad de transporte publico
Refrigerio	Und.	5	50	5	250	
MATERIAL DIDACTICO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/.		PRECIO TOTAL S/.	DESCRIPCIÓN
Folletos	Und.	250	5		1250	
Chalecos multibolsillos	Und.	6	35		210	
SUB TOTAL S/.					1960	
TOTAL S/.					**34847.00**	

IV. RESULTADOS

4.1. SISTEMA DE PURIFICACIÓN DE AGUA

El análisis del agua para consumo humano se realizó en 3 beneficiarios, que fueron seleccionados aleatoriamente. Los resultados se presentan en la Tabla 6

Tabla 6. Resultados del agua purificada.

Análisis de agua		Parámetros			
		Aluminio (mg/l)	Hierro (mg/l)	Coliformes termotolerantes (UFC/100ml)	Parásitos (huevos/l)
LMP del DS N° 031-2010-SA		0.2	0.3	0	0
Domicilio N° 01 (J)	Entrada al filtrón	0.050	0.150	240	Ausencia
	Salida del filtrón	<0.020	<0.005	< 2	Ausencia
Domicilio N° 02 (C)	Entrada al filtrón	0.130	< 0.005	23	Ausencia
	Salida del filtrón	< 0.020	< 0.005	< 2	Ausencia
Domicilio N° 03 (A)	Entrada al filtrón	< 0.020	0.110	93	Ausencia
	Salida del filtrón	< 0,020	0.05	< 2	Ausencia

Fuente: Laboratorio de calidad ambiental – UNASAM, 2014.

Interpretación: Según el resultado del análisis de laboratorio de agua para el domicilio N° 1, se tiene que el metal aluminio ha disminuido de 0.050 a <0.020; del mismo modo el metal hierro ha disminuido de 0.150 a < 0.005; también los coliformes termotolerantes (CTT) han disminuido de 240 a < 2; además indica la ausencia de parásitos tanto antes del filtrón como después; lo que expresa que los resultados del agua después de pasar por el filtrón están dentro de lo que exige el reglamento de calidad del agua para consumo humano a excepción de los CTT debido a que no se precisa si el valor es exactamente igual a 0.

Para el domicilio N° 2 se tiene que el metal Aluminio ha disminuido de 0.130 a <0.020; el hierro sí ha mantenido su valor antes de pasar por el filtrón y a la salida de este; los CTT han disminuido de 23 a < 2; además indica la ausencia de parásitos tanto antes del filtrón como después; lo que señala que los resultados del agua después de pasar por el filtrón están dentro de lo que exige el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano a excepción de los CTT debido a que no se precisa si el valor es exactamente igual a 0.

Para el domicilio N° 3 se tiene que el metal Aluminio ha mantenido su valor de < 0.020 después de pasar el agua por el filtrón; el metal hierro ha disminuido de 0.110 a < 0.05; también CTT ha disminuido de 93 a < 2; además indica la ausencia de parásitos tanto antes del filtrón como después; lo que específica que los resultados del agua después de pasar por el filtrón están dentro de lo que exige el reglamento de calidad del agua para consumo humano a excepción de los CTT debido a que no se precisa si el valor es exactamente igual a 0.

4.2. ACEPTACIÓN DEL SISTEMA DE PURIFACIÓN DEL AGUA

El nivel de aceptación del sistema de purificación de agua para 20 familias beneficiarias se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados del nivel de comprensión del sistema de purificación de agua

Preguntas	Si	No	Total
	%	%	%
Nivel de comprensión del sistema de purificación de agua	100	0	100
Percepción de la calidad del agua	100	0	100
Conoce el proceso de purificación del agua	100	0	100
La disponibilidad de agua potable mejoró su calidad de vida	100	0	100
Reconoce los componentes del sistema de purificación (tanque, conducción, filtrón).	100	0	100

Interpretación: Según los resultados de la Tabla 7 el 100% de las familias beneficiarias comprenden el funcionamiento del sistema de purificación de agua y percibe la mejora de la calidad del agua. Además, el 100% de las familias beneficiarias conoce el proceso de purificación, lo que significa que el agua purificada mejoró su calidad de vida.

4.3. SISTEMA DE HUMEDAL ARTIFICIAL

Los resultados de las entrevistas a los 20 beneficiarios del sistema de humedal artificial se representan en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados de la entrevista

Preguntas	Si	No	Total
	%	%	%
Utilidad de los humedales artificiales.	100	0	100
Las aguas del afluente del humedal lo utilizan para regar plantas.	100	0	100
Está comprometida a reducir la contaminación ambiental.	100	0	100
Está de acuerdo con la implementación del humedal en su vivienda.	100	0	100

Interpretación: Según los resultados de la Tabla 8 el 100% de las familias considera que los humedales son útiles; utilizan las aguas del efluente para el riego de las plantas, están comprometidas a reducir la contaminación ambiental y están de acuerdo con la implementación del humedal en sus viviendas.

4.4. BAÑO SECO

Los resultados de las encuestas para 2 familias del nivel de comprensión de los baños secos se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Resultados del nivel de comprensión de los baños seco.

Preguntas	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala
	%	%	%	%	%
¿Cuál es el nivel de comprensión del sistema de baño seco?	65	35	0	0	0
¿Cuál es su percepción en relación al sistema de saneamiento implementado en su casa?	45	55	0	0	0

Interpretación: Según los resultados de la Tabla 9 el 65% de las familias beneficiarias tiene muy buena comprensión del sistema de baño seco, mientras que el 35% restante tiene una buena comprensión; así mismo el 45% tiene muy buena percepción del sistema instalado en su casa, mientras que el 55% tiene una buena percepción.

Los resultados de las encuestas del nivel de importancia de los baños secos se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Resultados de la importancia de los baños ecológicos

Preguntas	Si	No	Total	
	%	%	%	
Es importante contar con los baños ecológicos.	100	0	100	
Usted sabe cuál es la utilidad del baño ecológico.	100	0	100	

Interpretación: Según los resultados de la Tabla 10 el 100% de las familias consideran que es importante contar con baños ecológicos y saben su utilidad.

4.5. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.5.1. Predicción

En el planteamiento apriori se dijo que: "La implementación de los servicios básicos ecológicos es aceptada favorablemente en la población del Centro Poblado de Macashca - Huaraz, como estrategia de adaptación al cambio climático".

4.5.2. Verificación

De acuerdo a los resultados las familias aceptan el sistema ecológico, le dan uso y entienden el funcionamiento, por lo que se valida la hipótesis planteada.

V. DISCUSIÓN

5.1. SISTEMA DE PURIFICACIÓN DE AGUA

Los parámetros de calidad de agua se diferencian según sus orígenes biológicos, químicos y físicos por causas principalmente de carácter antropocéntrico como el caso del uso de la tierra (Villegas, 1995). En este contexto, en la presente investigación acerca del nivel de comprensión del sistema de purificación de agua, el 100% de las familias beneficiarias comprenden el funcionamiento del sistema de purificación de agua para mejorar su calidad de vida. De acuerdo a los resultados que indican los análisis de laboratorio de agua para el domicilio N° 1 y N° 2, el metal aluminio ha disminuido, y en el domicilio N° 3, el aluminio se mantiene; está es una clara evidencia que indica que los resultados del agua después de pasar por el filtrón están dentro de lo que exige el reglamento de calidad del agua para consumo humano.

Debido a que el filtrón actúa como un medio filtrante para obtener una buena calidad de agua, se contrasta con el trabajo de El Octanal de Guinope – Honduras; dónde el nivel de aceptación y funcionamiento del filtrón soluciona problemas del agua (Cartagena, 2001).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) 1100 millones de personas en el mundo carecen de acceso a un agua segura; en consecuencia, cada año alrededor de cuatro millones de personas, la mayoría de ellas niños, mueren por enfermedades de origen hídrico, ya que el 80% de las enfermedades en los países en desarrollo está relacionado con el consumo de agua. Entonces el sistema de purificación del agua que se ha ejecutado beneficia a una parte de las familias del Centro Poblado

de Macashca - Huaraz, que tiene por objetivo sustituir el agua que actualmente se consume.

5.2. SISTEMA DE HUMEDAL ARTIFICIAL

Según los resultados de las encuestas, el 100% de las familias considera que los humedales son útiles, y utilizarán las aguas del efluente para el riego de las plantas, comprometiéndose a reducir la contaminación ambiental. Este resultado evidentemente es muy alentador de acuerdo a la hipótesis planteada en la presente investigación; sin embargo, en algunas investigaciones sobre los sistemas de humedales artificiales se menciona que solo del 40% al 60% de las familias cumplen con aprovechar los efluentes de los humedales en sus huertos, y al resto del porcentaje de la familia no les interesa, debido a que sus huertos serán contaminados, lo que significa y requiere con mayor importancia realizar el monitoreo permanente mediante capacitaciones hasta adquirir una cultura estándar en todas las familias (Llagas & Gómez, 2006).

5.3. SISTEMA DE BAÑO SECO

El 65% de las familias beneficiarias tiene muy buena comprensión del sistema de baño ecológico, y el 35% restante está considerado en el rango de buena comprensión. El 100% de las familias considera que es importante contar con baños ecológicos y saben su utilidad. Entonces la presente investigación nos confirma la predicción de la hipótesis y coincide con las bases teóricas de (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010) sobre el saneamiento en comunidades indígenas de Bolivia; concluye que los pueblos indígenas tienen pautas de higiene y cuidados de la salud y una manera de manejar su espacio separando el ambiente

de los animales y de los humanos. Por otra parte, (González, 2002) concluye que un modelo cognitivo sobre la conducta ecológica consiste en la preocupación sobre la calidad del medio ambiente, como motivación humana para la puesta en marcha de conductas, que emergen desde los valores humanos, desde creencias sobre el impacto de la interacción ser humano-medio ambiente y desde las creencias en la capacidad personal para aliviar o evitar los daños que supone el deterioro del medio ambiente.

Finalmente, la implementación de este proyecto, sin duda, tiene sostenibilidad en el tiempo, porque en el proceso de ejecución se ha demostrado la sinergia entre la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, promotora de la investigación, del conocimiento científico, la empresa privada (Duke Energy Egenor), la autoridad local del Centro Poblado, y la población beneficiaria. La sostenibilidad se sustenta en los aspectos siguientes:

- Ambiental
  - El uso racional de agua y su seguridad para el consumo humano. Estas tecnologías más limpias, benefician mucho a la población y reducen considerablemente los impactos en el ambiente, pues utilizan la tecnología de recursos no convencionales para ponerse en funcionamiento, al mismo tiempo que evita la contaminación de los ríos, acequias, puquios, riachuelos y la napa freática de la localidad.
  - Mejora la calidad de vida al darse cobertura de agua y saneamiento en la zona; las familias ya no van a salir a transportar el agua de sus viviendas para abastecerse; por lo tanto, van a tener más tiempo para dedicarse a otras tareas.

También se disminuye las enfermedades de origen hídrico, por consumir agua tratada y el sistema de deposición de excretas.

- La purificación del agua para consumo humano permite implementar una pequeña planta de tratamiento de agua que no usa compuestos químicos y permite su uso respetando el caudal ecológico.
- Se higieniza las excretas y orinas que luego son usadas como fertilizantes. La higienización de las excretas permite remover microorganismos infecciosos y parasitarios insitu evitando la contaminación de cuerpos receptores como sí lo hacen los sistemas convencionales de desagüe.
- Actualmente, frente a la compleja situación del medio ambiente que se vive en la localidad de Macashca, Huaraz, Ancash y en el país, por ende en las diferentes partes del continente y el mundo, existe la tendencia del aumento de la temperatura del planeta Tierra con el proceso del calentamiento global y el cambio climático. En el Centro Poblado de Macashca, se verificó que los pobladores tenían enfermedades como: las infecciones agudas de las vías respiratorias superiores. Este es un proyecto que no causa daños al medio ambiente, sino permite minimizar los efectos de la contaminación ambiental, porque el proyecto trata de cuidar el agua.
- El humedal artificial permite la purificación de aguas grises y su posterior reutilización como agua tratada para el riego de las plantas.

- Social

- El proyecto permite proveer de agua purificada en términos de cobertura a la población beneficiaria y la sustitución de saneamiento convencional, para lo cual se prevé el autoindependización. En el Centro Poblado de Macashca, sólo

el 20% de la población tiene acceso al agua potable y al sistema de saneamiento de excretas. Este proyecto tiene como propósito motivar a pobladores y autoridades a promover la inclusión de los sectores que aún no cuentan con estos servicios.

- Económico
  - Con la implementación del proyecto, los beneficiarios tienen un mejor aprovechamiento del agua, también se reducen los costos en los pagos del servicio, las familias ya no van a salir a transportar el agua de sus viviendas para abastecerse, por lo tanto, van a tener más tiempo para dedicarse a otras actividades, y un mejor manejo sostenible del agua, de este modo mejorarán los niveles de la calidad de vida familiar. Al ser un sistema descentralizado, resulta más económica su operación y mantenimiento haciendo más viable su acceso.

VI. CONCLUSIONES

6.1. CONCLUSIONES GENERALES

La población del Centro Poblado de Macashca, de acuerdo a los resultados, sí acepta los nuevos servicios básicos ecológicos como estrategia de adaptación al cambio climático.

6.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

- Se construyeron 20 sistemas de suministro de agua purificada con filtros de arena y arcilla cocida, distribuidos de la siguiente forma:
  - Anexo San Cayetano: 7 familias.
  - Anexo Maravilla baja: 4 familias.
  - Anexo Señor de los Milagros: 3 familias.
  - Anexo Cantupampa: 2 familias.
  - Anexo Nueva Florida: 1 familia.
  - Anexo Puruspinahuasi: 1 familia.
  - Caserío Maravilla: 2 familias.
- Se construyeron 2 sistemas de baño seco familiar como estrategia de saneamiento ambiental para evitar la descarga de aguas residuales domésticas al río Macashca.
- Se construyeron 20 sistemas de humedal artificial para el tratamiento de agua gris.
- Las entrevistas y conversaciones vivenciales permiten concluir que:
  - La población del Centro Poblado de Macashca acepta en un 100% el nuevo sistema de agua potable.

- La población de Macashca acepta en un 100% los baños ecológicos y tienen una comprensión del sistema entre muy buena y buena.
- El 100% de la población de Macashca está de acuerdo con la implementación de los humedales artificiales en su vivienda y está comprometida a reducir la contaminación de los cuerpos receptores.

- La calidad de vida de la población del Centro Poblado de Macashca ha mejorado con la implementación de nuevos servicios básicos ecológicos, ya que el agua que sale de los filtrones es apta para consumo humano, según el análisis de laboratorio; cuentan con una disposición de excretas adecuada y además pueden usar las aguas grises tratadas por el humedal artificial, para riego.
- Con la presente tesis se demuestra una vez más que el uso del sistema básico de saneamiento ecológico evita la contaminación del suelo y del agua, por lo que es una estrategia adecuada para la adaptación al cambio climático.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar las investigaciones de trasferencia tecnológica, para seguir mejorando los servicios, especialmente en el suministro de agua potable.

- Se recomienda que el tratamiento de las excretas que se extraen de la cámara de los baños ecológicos continúe un tratamiento mediante la compostización para garantizar su inocuidad e higienización, y poder ser usadas directamente como abono.
- Las autoridades locales de los Centros Poblados, Distritos y Provincias deberían optar por implementar proyectos con sistemas alternativos en las zonas rurales, que reemplacen a los sistemas convencionales, porque los antes indicados no ayudan a cuidar el agua ni el ambiente. Estos proyectos nos permiten reutilizar el agua, mientras que el sistema convencional perturba la calidad ambiental.
- Se debe promover y favorecer la implementación de proyectos de agua potable, tratamiento de aguas grises y la implementación de baños secos para las poblaciones de las zonas rurales de Huaraz, porque en la actualidad existen formas y maneras de purificar las aguas grises y su posterior reutilización para riego de las plantas y otras actividades del hogar. Entonces es necesario que se implementen proyectos alternativos que ayuden a cuidar el agua y el medio ambiente.
- La escuela de Post Grado de la UNASAM debe promover la sinergia entre las autoridades locales, regionales e instituciones públicas y privadas, que permita la ejecución de proyectos de agua, desagüe y la reutilización de las aguas grises.

Los resultados obtenidos en la presente investigación se ponen a disposición de la escuela de Post Grado de la UNASAM y de las instituciones públicas y privadas para que puedan ser tomadas en cuenta para el fortalecimiento de las futuras investigaciones.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abastos, M. (2014). *Abastecimiento de agua potable.* Madrid.
- ADRA PERU (2008). *Plan de Desarrollo Concertado - Centro Poblado de Macashca, Huaraz - Ancash*.
- Austin, A., & Duncker, L. (2002). *Ecological Sanitation Systems in South Africa.* Pretoria: Urine-diversion.
- Barraque, C. (2008). *Tratamiento de aguas de consumo.* Madrid.
- Cartagena, M. (2001). *Prueba de la aceptación del filtro de cerámica impregnado con plata coloidal en el barrio El Ocotal de Guinope, Honduras.* El Ocotal de Guinope: ZAMORANO.
- Castro, M. (2010). *Propuesta de implementación de baños ecológicos secos en la asociación de vivienda 27 de junio – Lurigancho Chosica.* Lima: UNALM.
- Corrales, L. (2010). *Efectos del Cambio Climático para Centroamérica.* San José.
- Delgadillo, O., Camacho, A., Fernando, L., & Andrade, M. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales.* Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua (Centro AGUA).
- Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L., & Andrade, M. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales.* Cochabamba: Centro AGUA.

- Departamento Nacional de Planeación. (2010). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático* . Bogotá: MinAmbiente.
- ECOSAN. (2008). *Proyecto Piloto de Baños Ecológicos Secos.* Cochabamba: ECOSAN.
- Esrey, S., Andersson, I., Hillers, A., & Sawyer, R. (2003). *CERRANDO EL CICLO. Saneamiento ecológico para la seguridad alimentaria.* Mèxico: Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional.
- Esrey, S., Gough, J., Rapaport, D., Sawyer, R., Simpson-Hébert, M., & Vargas, J. (1998). *SANEAMIENTO ECOLOGICO.* Mèxico: Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo/Fundación Friedrich Ebert-México.
- Fricas, J., & Martz, T. (2007). *Recomendaciones para la vigilancia y el seguimiento del saneamiento rural.* Washington DC: PRB.
- Gonzáles, L., Bagura, S., Ayala, M., & Morales, H. (2010). *SANEAMIENTO SOSTENIBLE, SOLUCIONES ECOLÓGICAS.* La Paz: REUSS.
- González, A. (2002). *La preocupación por la calidad del medio ambiente. Un modelo cognitivo sobre la conducta ecológica.* Madrid: Universidad complutense de Madrid.
- Granados, M. (01 de Noviembre de 2009). *ptolomeo unam.* Obtenido de http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1139/Tesis%20Completa.pdf

- INEI (2007). Censos Nacionales 2007. XI de Población y VI de vivienda. Lima
- Laclette, J., & Zúñiga, P. (2002). *DIAGNÓSTICO DEL AGUA EN LAS AMÉRICAS.* Mexico: FCCyT.
- Llagas, W., & Gómez, E. (2006). Diseño de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales en la UNMSM. *Investigaciones FIGMMG,* 86-87.
- Mejía, M. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras.* Turrialba: CATIE.
- Miglio, R., & Spittler, H. (2010). *SANEAMIENTO ECOLÓGICO (ECOSAN) COMO INSTRUMENTO PARA AHORRAR AGUA EN EL TRANSPORTE DE EXCRETAS.* Lima: Red de Saneamiento Sostenible.
- MINSA. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano* . Lima: J.B. GRAFIC E.I.R.L.
- OMS. (2004). *Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud.* Washington DC: ASS.
- ONERN (1972). Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de Ancash. Publicación ONERN, Lima.
- ONU. (2005). *El agua, fuente de vida.* Santiago de Chile: Naciones Unidas.

- OPS. (2001). *Agua y Sanemiento.* Washington DC.: Biblioteca Sede OPS.
- Organización mundial de la salud. (2003). *Informe sobre la Salud en el Mundo 2003.* Suiza: Organización Mundial de la Salud.
- Pachaguaya, P. (2008). *Antropológico de aceptación de baños ecológicos instalados en áreas peri-urbanas.* Cochabamba: Asociación de agua Challacaba.
- PNUD. (2000). *Objetivos de Desarrollo Sostenible.* Guatemala: Naciones Unidas.
- Randulovich, R. (1997). *Sostenibilidad en el uso del agua en America Latina.* Santiago de Chile: Revista forestal.
- ROTARIA. (1 de Noviembre de 2016). *Rotaria del Perú SAC*. Obtenido de http://www.rotaria.net/peru3/rotaria/
- Shapira, G., & Ivarez, S. (2006). *Evaluación de dos proyectos implementados en una zona peri-urbana de Lima. El caso de Nievería, Huachipa: Versión preliminar.* Huachipa.
- UNDP, ECLAC & IPEA. (2002). *Meeting the Millenium Poverty Reduction Target in America Latina and the Caribbean.* Santiago de Chile: United Nations.
- UNICEF. (2012). *BAÑOS ECOLÓGICOS SECOS: MANUAL DE CONSTRUCCIÓN.* La Paz: UNICEF.

- Vargas, K. (2014). Saneamiento ecológico en zonas rurales. *Investigación Universitaria*, 86-88.

- Villegas, J. (1995). *Evaluación de la calidad de agua en la cuenca del río Reventado, Cartago Costa Rica, bajo el enfoque de indicaodres de sostenibilidad Turrialba.* Cartago: CR CATIE.

- WPS. (2006). *Saneamiento Ecológico.* Lima: LEDEL S.A.C.

- WPS. (2008). *Agua y saneamiento para las zonas marginales urbanas de América Latina.* Medellín: LEDEL S.A.C.

- WSP. (2005). *A Review of EcoSan Experience in Eastern and Southern Africa.* Nairobi: Toni Sittoni.

IX. ANEXOS

9.1. ANEXO N° 01. ENCUESTA:

I. <u>DATOS GENERALES:</u>

1. SEXO: …….

2. EDAD: …… AÑOS.

3. GRADO DE INSTRUCCIÓN:

a) Inicial ( )
b) Primaria ( )
c) Secundaria ( )
d) Universitaria ( )
e) Ninguna ( )
f) Otros: …….

4. OCUPACION: ……

II. <u>DATOS DE LA VIVIENDA</u>:

1. ¿Cuántas son los miembros de su familia? . . . . . .

2. ¿Cuál es el ingreso mensual de su familia? . . . . . .

3. ¿Cuenta con el servicio de Agua Potable?

a) (Sí) b) (No)

Si la respuesta es Si ¿Cuánto paga por este servicio? . . . . . .

4. ¿Cuenta con el servicio de Desagüe en su vivienda?

a) (Sí) b) (No)

5. ¿Cuenta con el servicio de agua caliente en su domicilio y cada que tiempo hace uso?

Siempre ( )
A veces ( )
Frecuentemente ( )
Nunca ( )

III. <u>DATOS SOBRE BAÑOS SECOS</u>.

1. ¿Conoce Usted los baños secos?

a) (Sí) b) (No)

2. Conoce usted. La importancia de los baños secos.

a) (Sí) b) (No)

3. ¿Usted sabe cuál es la utilidad de los baños ecológicos?

a) (Sí) b) (No)

4. ¿Usted sabe qué son los humedales artificiales y cuál es su utilidad?

a) (Sí) b) (No)

5. ¿Está comprometido a reducir la Contaminación Ambiental?

a) (Sí) b) (No)

6. Si se implementa los servicios básicos en su vivienda, ¿aceptaría?

a) (Sí) b) (No)

7. cuál es su percepción en relación a los baños secos:

a) Muy bueno

b) Bueno

c) Regular

d) Mala

IV. AGUA POTABLE:

1. ¿Usted utiliza agua potable en su alimentación diaria?

a) (Sí) b) (No)

2. Sabe usted como potabilizar el agua.

a) (Sí) b) (No)

3. Cuando se potabilice el agua con el proyecto según su opinión, será:

a. Muy buena ( )
b. Buena ( )
c. Regular ( )
d. Mala ( )

Comentario:
……
……

4. Cuando usted consume agua potable su calidad de vida será.

a. Muy buena ( )

b. Buena ( )

c. Regular ( )

d. Mala ( )

Comentario:
……
……

9.2. ANEXO N° 02. ACTA DE ACEPTACIÓN Y COMPROMISO

ACTA DE ACEPTACIÓN Y COMPROMISO DE PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO "IMPLEMENTACION DE VIVIENDAS CON SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN DE AGUA Y HUMEDALES ARTIFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE MACASHCA – HUARAZ, 2013"

En el Centro Poblado de Macashca, Distrito y Provincia de Huaraz de la Región Ancash, siendo las 8.00 a.m. del día sábado 28 de setiembre de 2013; yo …….., identificado con DNI N° ……., con domicilio legal en el anexo …….……. ; acepto participar a voluntad y consentimiento propio en el proyecto denominado "IMPLEMENTACION DE VIVIENDAS CON SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN DE AGUA Y HUMEDALES ARTIFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE MACASHCA-HUARAZ, 2013" durante todo el periodo de ejecución del mismo. También me comprometo a:

- Recibir en mi domicilio al personal técnico responsable de la implementación del proyecto.
- Coordinar con el personal técnico las mejores acciones para la implementación de las actividades del proyecto.
- Aportar con la mano de obra no calificada, desde el inicio hasta el final del proyecto, donde mi participación va a ser activa y entusiasta porque se trata de un proyecto que me beneficiará directamente.
- Realizar los trabajos de operación y mantenimiento de las estructuras implementadas con el proyecto una vez concluido.
- Responsabilizarme por el correcto uso y cuidado de todos los bienes recibidos como parte de la implementación del proyecto.

Por ello, en señal de conformidad con lo mencionado líneas arriba firmó el documento de aceptación del proyecto.

Firma

DNI N°……

9.3. ANEXO N° 03. RELACIÓN DE BENEFICIARIOS DEL PROYECTO RELACION DE BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DENOMINADO "IMPLEMENTACION DE VIVIENDAS CON SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN DE AGUA Y HUMEDALES ARTIFICIALES EN EL CENTRO POBLADO DE MACASHCA – HUARAZ, 2013"

1. LAZARO FERNANDEZ Adalberto (se compromete a construir bases para el tanque)

2. LAZARO LÁZARO Gloria (Se compromete a comprar los materiales faltantes y las bases para el tanque)

3. PRINCIPE YAURI Norma Josefina (Se compromete a hacer llegar la instalación de otro lugar y bases para el tanque).

4. CARRION CHAUCA Julián (se compromete a construir bases para la el tanque)

5. ROSARIO DE LA CRUZ Emiliano (se compromete a construir bases para la el tanque y tubos faltantes).

6. ROSARIO SALAZAR Pedro (se compromete a construir bases para el tanque y tubos faltantes).

7. FRUTUOSO DEPAZ Paulina (se compromete a comprar los materiales faltantes y bases para el tanque)

8. NIEVES OSORIO Wilmer (se compromete a construir bases para el tanque)

9. NIEVES CHARQUI Armando (se compromete a construir bases para el tanque y materiales faltantes)

10. HUAYANEY FRUCTUOSO Macedonio (se compromete a construir bases para el tanque y materiales faltantes)

11. MAGUIÑA RAMIREZ Alejandro (se compromete a construir bases para la el tanque) Falta la segunda verificación de instalación de agua.

12. YANAC LAZARO César (se compromete construir bases para el tanque y materiales faltantes)

13. TOLEDO ROSARIO Fermín (se compromete a construir bases para el tanque)

14. VILLARREAL VALVERDE Marcelo (se compromete a construir bases para el tanque)

15. CASTILLEJO MEJIA Adrián (se compromete a construir bases para el tanque)

16. VALVERDE DOMINGUEZ Luciano (se compromete a construir bases para el tanque y comprar los materiales faltantes).

17. VALVERDE CAMONES Daniel (se compromete a construir bases para el tanque)

18. DEPAZ TOLEDO Crispín (se compromete a construir bases para el tanque)

19. TOLEDO ROSARIO FERMIN (se compromete a construir bases para el tanque)

20. DEPAZ URBANO Walter Héctor. (Se compromete a construir bases para el tanque).

9.4. ANEXO: 04. PANEL FOTOGRÁFICO

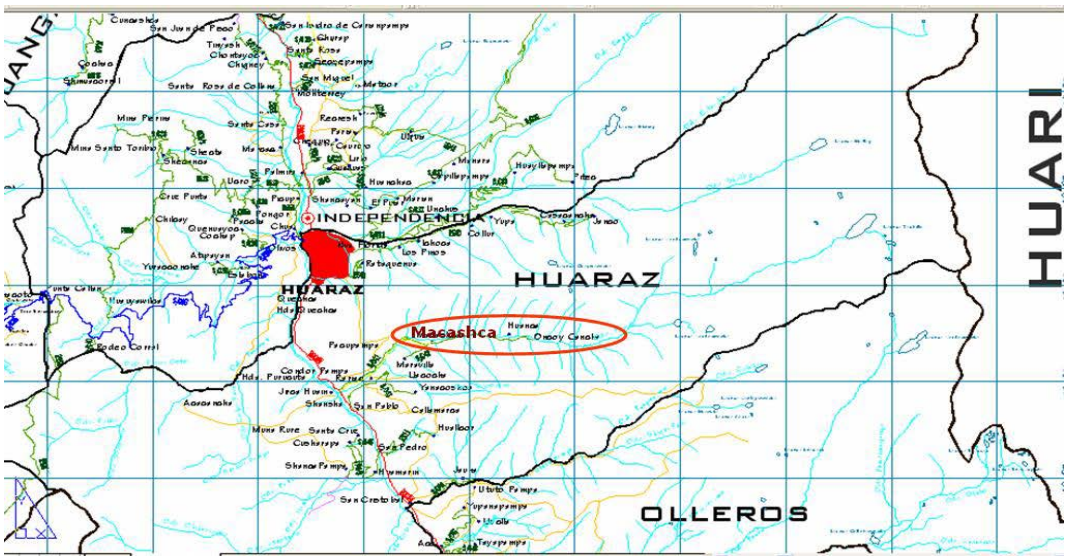

Figura 1 Fuente: Mapa del Centro Poblado de Macashca - Huaraz.

Figura 2. Reunión con los beneficiarios antes de la ejecución del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Ubicación de los sistemas de servicios básicos ecológicos. Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Instalación del tanque elevado. Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Replanteo de la ubicación del sistema de servicio básico ecológico. Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Replanteo de los sistemas de servicios básicos ecológicos. Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Inspección de la instalación del filtrón. Fuente: Elaboración propia.