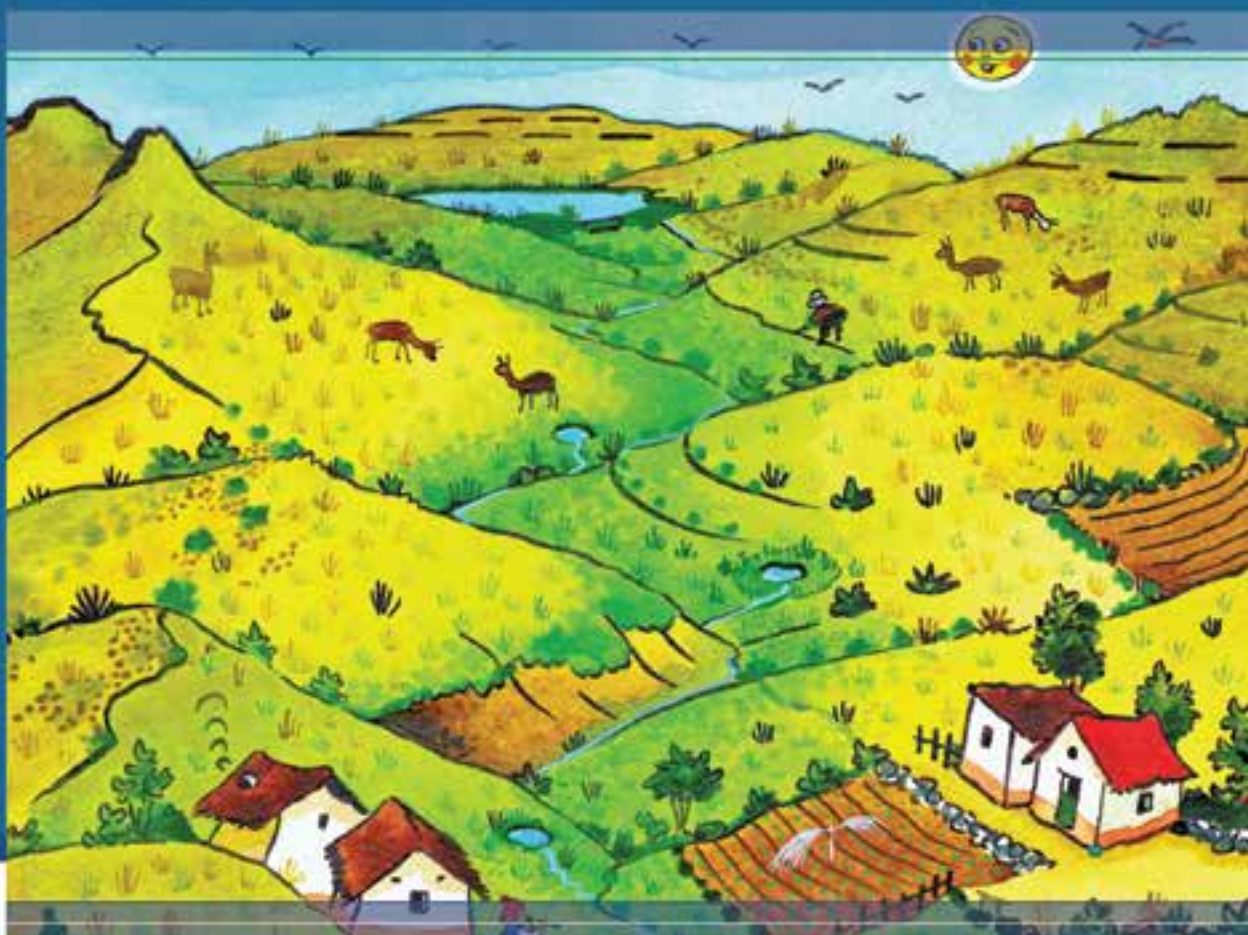


Siembra y cosecha de agua

Proyecto “Haku Wiñay / Noa Jayatai”



MANUAL TÉCNICO



PERÚ

Ministerio de Desarrollo
e Inclusión Social



PERÚ
PROGRESO
PARA TODOS

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| PRESENTACIÓN | 4 |
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| 1. El ciclo del agua y los efectos del cambio climático en la cuenca | 6 |
| a. El ciclo del agua | |
| b. La cuenca hidrográfica | |
| c. Comportamiento de la cuenca hidrográfica | |
| d. Efectos del cambio climático en el ciclo del agua en la cuenca | |
| 2. Efectos del cambio climático en el ciclo del agua en la cuenca | 9 |
| a. Siembra de agua | |
| b. Cosecha de agua | |
| 3. Siembra y cosecha de agua | 11 |
| a. Siembra de agua | |
| b. Cosecha de agua | |
| 4. Las qochas, una alternativa para la siembra y cosecha de agua | 19 |
| a. Beneficios de las qochas | |
| b. Aspectos a considerar si deseamos construir o mejorar nuestras Qochas | |
| c. Partes de una qocha | |
| d. Tipos de qochas | |
| e. Construcción y mejoramiento de qochas | |
| f. Operación y mantenimiento de qochas | |
| BIBLIOGRAFÍA | 41 |

MINISTERIO DE DESARROLLO E INCLUSIÓN SOCIAL - MIDIS

Paola Bustamante Suárez
Ministra

VICEMINISTERIO DE POLÍTICAS Y EVALUACIÓN SOCIAL

Ariela María de los Milagros Luna Flórez
Viceministra

VICEMINISTERIO DE PRESTACIONES SOCIALES

Norma Vidal Añaños
Viceministra

FONDO DE COOPERACIÓN PARA EL DESARROLLO SOCIAL - FONCODES

María Peña Wong
Directora Ejecutiva

Unidad de Generación de Oportunidades Económicas - UGOE

Luz Haydee Urbina Herrera
Jefe

Responsables de la edición

Unidad de Comunicación e Imagen - FONCODES

Responsables técnicos: **FONCODES**

- **Juan Valdera Sandoval**
- **Ana María Ling Laguna**
- **Pedro Alarcón Mandujano**

Responsables técnicos: **PACC PERÚ**

- **Flavio Valer Barazorda**
- **Jaime Pérez Salinas**
- **Victor Bustinza Urviola**

Ilustraciones: **Ángeles Huillca Tunque**

Diagramación: **Liz Carol Silva Peralta**

Lima, octubre 2015

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°
Impreso en Tarea Asociación Gráfica Educativa
Psje. María Auxiliadora 156, Lima 5, Perú

Esta es una publicación del Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social - FONCODES con el apoyo del Programa de Adaptación al Cambio Climático -PACCPERÚ.

PRESENTACIÓN

El presente material educativo “Siembra y cosecha de agua”, fue adaptado de los documentos técnicos elaborados por el Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC Perú “Las qochas rústicas, una alternativa en los Andes para la siembra y cosecha de agua en un contexto de cambio climático” y “Manejo de pastos naturales alto andinos, sobre la base de la experiencia obtenida durante el trabajo en las microcuencas Huacrahuacho en Cusco y Mollebamba en Apurímac, y en los Núcleos Ejecutores Centrales del proyecto Haku Wiñay de Ocongate en Cusco, Cotaruse en Apurímac, y de otras prácticas realizadas en la zona alto andina de nuestro país.

De este modo, se pone a disposición del Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social – FONCODES material educativo que explica de manera práctica y didáctica: (i) El ciclo del agua y los efectos del cambio climático en la cuenca, (ii) los efectos del cambio climático en cuencas, (iii) la siembra y cosecha de agua, y (iv) Las qochas rústicas, una alternativa para la siembra y cosecha de agua.

INTRODUCCIÓN

Las qochas son pequeños depósitos temporales de agua, ubicados en las cabeceras de las cuencas. En nuestro país existen diferentes experiencias sobre la construcción de estos reservorios rústicos, que sirven para almacenar el agua de las lluvias con el propósito de infiltrar y aumentar la cantidad de agua en los manantes y bofedales, o usarla directamente en las actividades humanas y agrícolas.

El crecimiento de la población y la intensidad de las actividades agropecuarias, generan mayor demanda de agua; además, el sobrepastoreo, los incendios y la deforestación degradan los suelos y la cobertura vegetal, afectando la infiltración natural del agua en el suelo, disminuyendo la recarga de las aguas subterráneas, que son generadoras de agua en las cuencas. A estos hechos se suman los efectos del cambio climático, como la disminución de las lluvias en la sierra, la desaparición de los nevados y el incremento de la temperatura, que afecta la oferta natural del agua.

Frente a este problema, las qochas rústicas son una alternativa integral, que contribuyen a contrarrestar la disminución del agua, incrementándola por infiltración o almacenamiento natural para su uso directo.

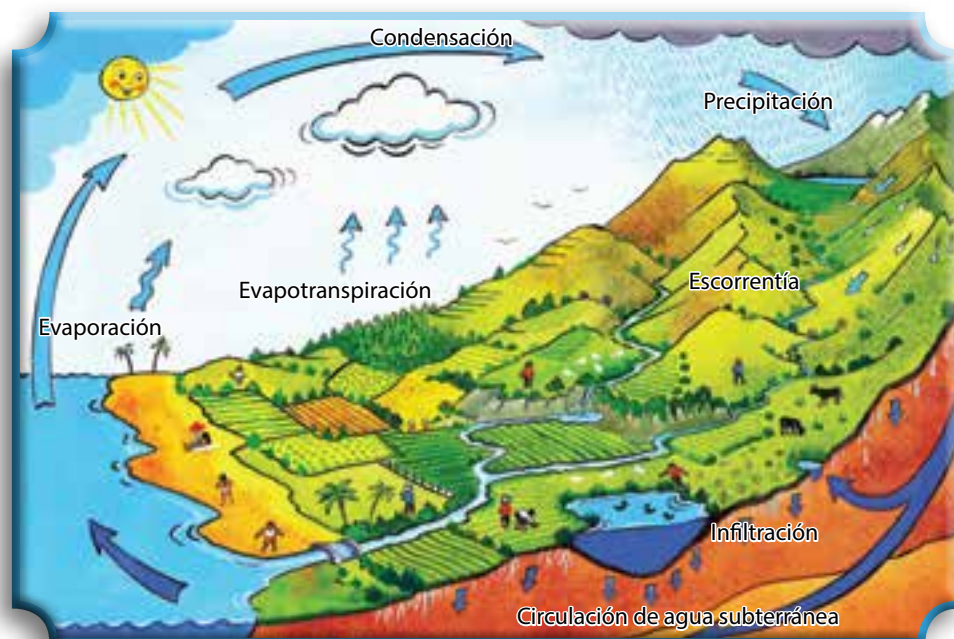
Debemos tomar en cuenta que para el buen desarrollo de esta práctica se debe mantener la cobertura vegetal de las áreas mediante el manejo de praderas (cobertura vegetal con pastos, especies forestales, entre otros, que permitan mantener un manejo sostenible del agua en la zona.

1 El ciclo del agua en la cuenca

Para comprender el comportamiento del agua en la cuenca es necesario tener claridad sobre los conceptos "ciclo del agua" y "cuenca".

1.1. Ciclo del agua

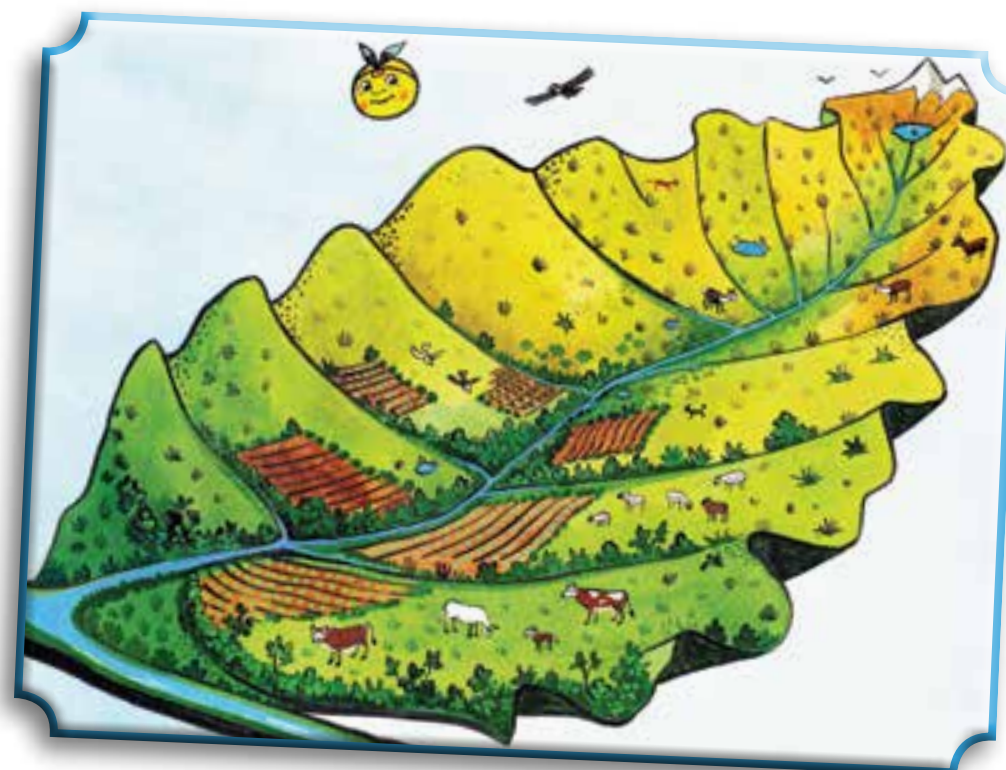
La circulación o el "viaje del agua" es importante para la vida. El agua de los océanos, lagos y ríos, se evaporan formando nubes que al enfriarse caen a la tierra en forma de lluvia, granizo o nieve, infiltrándose y originando los manantes, riachuelos, ríos y lagos. Este conjunto de hechos se denomina el ciclo del agua, como se ve en la siguiente figura:



1.2. Cuenca hidrográfica

Son aquellas que hacen que el agua que proviene de las montañas, del deshielo o de las lluvias, descienda por la depresión hasta llegar a un mismo río o incluso al mar. En algunos casos, si se trata de un valle encerrado por montañas, la formación acuífera será una laguna o lago.

Este espacio de territorio delimitado por la línea de las cumbres o también llamada "divisoria de aguas" colecta el agua superficial y subterránea vertiéndolas en un mismo río, es por ello que en las cuencas hidrográficas todo está relacionado, por ejemplo; si disminuye o desaparecen las plantas que cubren el suelo por la deforestación, sobrepastoreo o incendios, es posible que en épocas lluviosas se produzcan derrumbes y huaycos.

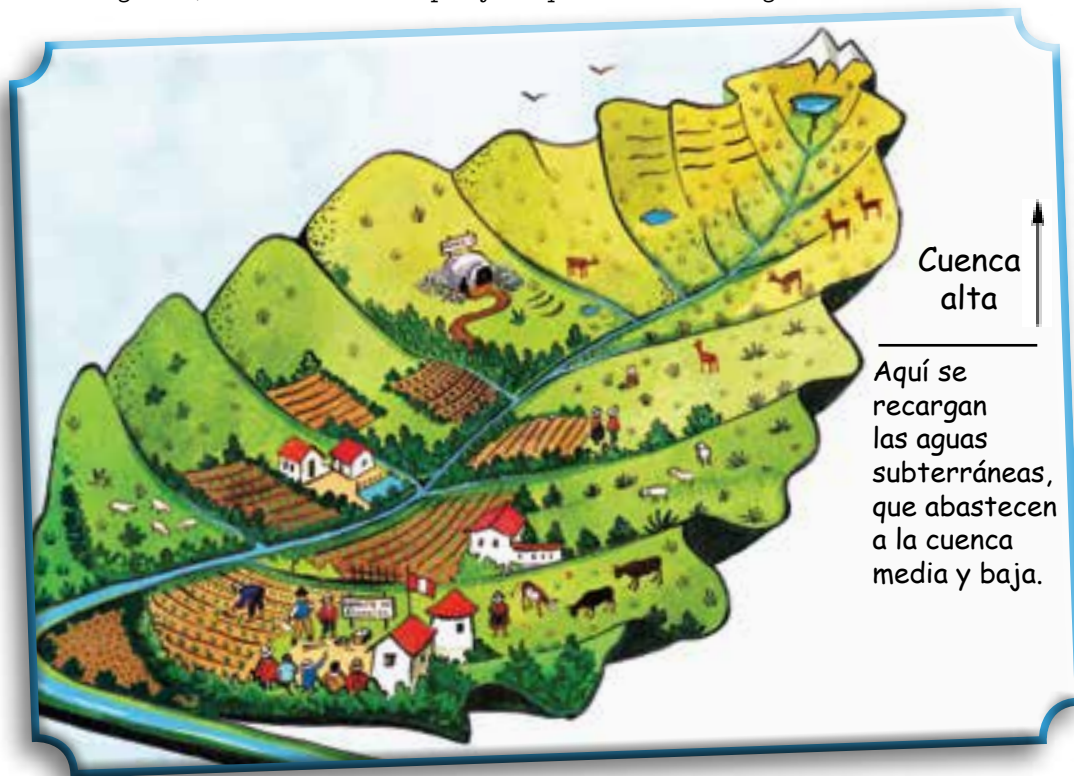


1.3. Comportamiento del agua en la cuenca

En la cuenca, una parte de la lluvia que cae es usada por los seres vivos, otra parte penetra al suelo a través de la infiltración y forma las aguas subterráneas. Cuando el suelo se humedece completamente, el agua discurre formando acequias, riachuelos y ríos.

La cantidad de agua que se infiltra en el suelo y la que discurre depende de la capacidad de infiltración, de la pendiente y de la cantidad de plantas que tenga el suelo.

Cuanto más plantas se tengan en el suelo mayor será la capacidad de infiltración. Cuando se conserva la parte alta de la cuenca se recargan las aguas subterráneas, así los manantes y los ríos no disminuyen y se mantienen todo el año. Las punas con sus pastizales, bofedales, lagos y lagunas, actúan como “esponjas” que retienen el agua.



2 Efectos del cambio climático en el ciclo del agua en la cuenca

El aumento de la temperatura es el factor principal del cambio del clima en el mundo. Se ha generado porque los seres humanos, deforestamos, quemamos bosques y praderas, usamos mucho petróleo, etc. así se producen gases que contaminan el aire de la atmósfera y contribuyen con el calentamiento del planeta.

A consecuencia del cambio climático, el ciclo del agua está cambiando, produciéndose:

• Eventos climáticos extremos

En la sierra las lluvias se retrasan; antes se presentaban en setiembre ahora se demoran hasta diciembre, hay más lluvias torrenciales que provocan derrumbes, huaycos e inundaciones. También, las sequías, las granizadas y nevadas son más fuertes; las heladas se presentan en cualquier momento y durante más días que antes. Por ello en algunos territorios observamos que la cobertura vegetal que protege el suelo está disminuyendo (pastizales naturales, árboles, entre otros).



• Reducción de lluvias

Se sabe que la lluvia está disminuyendo en la sierra. Por ejemplo en la microcuenca Huacrahuacho (Canas, Cusco) se sabe que cada año llueve menos de 12 litros por metro cuadrado.

• Retroceso de los glaciares

En el Perú los glaciares o nevados, ya no tienen tanto hielo como antes, se sabe que al 2030 algunos nevados que están ubicados por debajo de los 5000 msnm desaparecerán.

• Disminución de las fuentes de agua

El cambio climático influye en la disponibilidad del agua, afectando la vida de los humanos y de todos los seres vivos. La disminución del agua es consecuencia de la desaparición de los nevados, la reducción de las lluvias, el incremento de la temperatura y la mayor evaporación. Así también se produce por la excesiva deforestación, agricultura y ganadería sin protección.

• Riesgo de sequías

Se presentan cuando hay una fuerte disminución de la cantidad de la lluvia en el año y cuando en época de lluvias deja de llover (veranillos). Con el cambio climático las sequías están aumentando y duran más.

• Riesgo de derrumbes

Son deslizamientos de tierra, y se presentan cuando las lluvias torrenciales aumentan o son más fuertes y no se cuenta con cobertura vegetal por deterioro de sobre pastoreo o reforestación.

3 Siembra y cosecha de agua

Para que la reducción del recurso hídrico nos afecte menos, se debe realizar la “siembra y cosecha de agua” en las cabeceras de cuenca. Esto permitirá almacenar el agua de las lluvias, incrementar su infiltración y aprovecharla en las épocas de estiaje.



3.1. Siembra de agua

En el Perú, a la recarga de las aguas subterráneas realizadas por el hombre, se le llama “siembra de agua”. Consiste en captar parte del agua de lluvia y hacer que esta se infiltre para recargar las aguas subterráneas, antes que se pierda, o se vaya al río.

Formas de siembra de agua

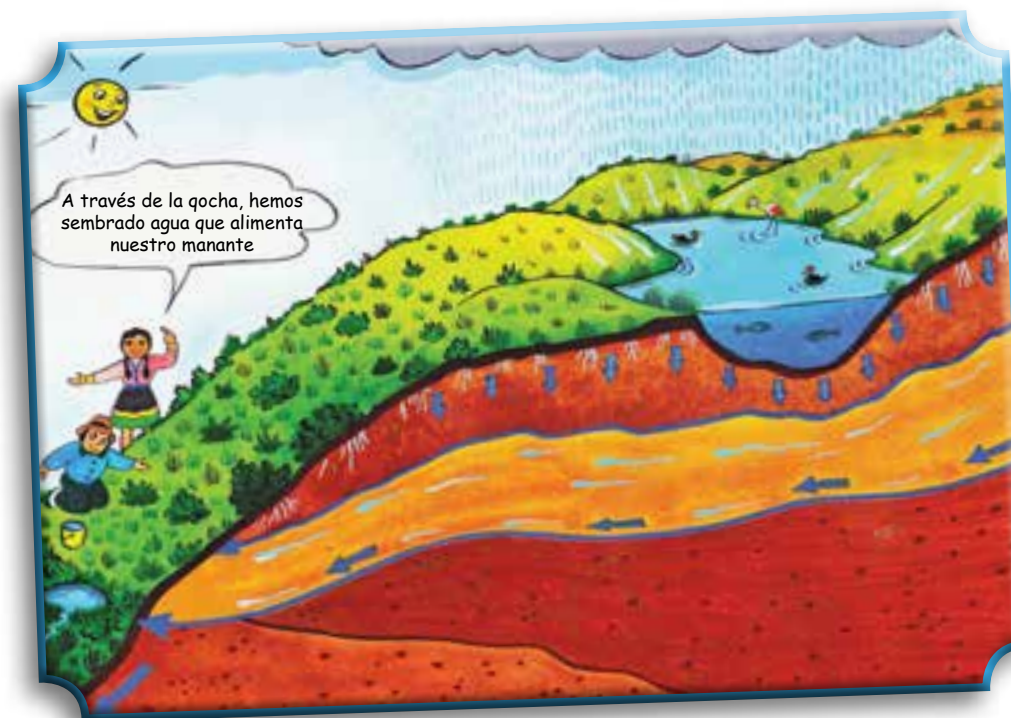
La siembra de agua se puede hacer de varias maneras, el principal objetivo es disminuir la velocidad con la que discurre el agua de lluvias en el suelo, así ya no seguirá corriendo “con la misma fuerza” y se infiltrará recargando las aguas subterráneas.

Existen varias formas de sembrar agua:

• Qochas

Las qochas son pequeños depósitos de agua, ubicadas en las cabeceras de cuenca, que retienen y represan el agua de lluvia. A través de una lenta infiltración permiten recargar permanentemente las aguas subterráneas, manteniendo los manantes aguas abajo.

Pueden ser naturales, cuando se forman en una depresión existente, y artificiales, cuando han sido hechas por el hombre. Normalmente son una combinación, es decir, donde había una pequeña qocha, el hombre ha logrado un mayor almacenamiento de agua, mediante la construcción de un dique, el cual genera un área más grande de almacenamiento para la infiltración.



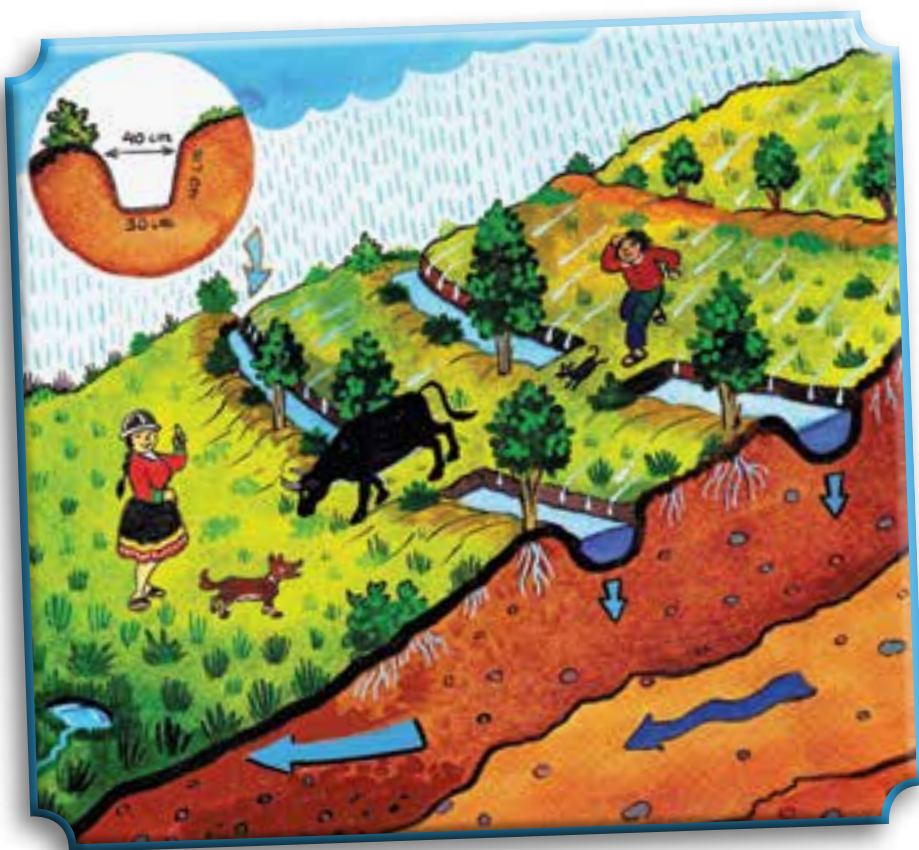
• Zanjas de infiltración

Las zanjas de infiltración son canales sin desnivel, excavadas en terrenos de ladera; sirven para atrapar el agua de las lluvias que corre por las laderas, infiltrándola en el suelo. Así no se pierde y se evita la erosión de los suelos.

Para el diseño, construcción y mantenimiento de las zanjas se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Cuando más inclinado es el terreno, el distanciamiento entre zanjas debe ser menor.
- ✓ En zonas de pastoreo se deben dejar caminos con un ancho adecuado para facilitar el paso de los animales y evitar el deterioro de las zanjas.

- ✓ Se debe realizar el mantenimiento de la zanja, limpiando la tierra, arena o cascajo arrastrados por el agua. De esta manera se aumenta su vida útil.
- ✓ Realizar plantaciones forestales con especies nativas como el qolle, queuña o chachacomo, sobre el camellón de la zanja, para ayudar a estabilizarla e infiltrar el agua.



• Clausura de praderas

Es una práctica que consiste en cercar un área determinada de pradera en las cabeceras de cuenca, por dos a más años, dependiendo del estado de la pradera y el uso. Para ello se usa materiales de la zona como piedras, champas o malla ganadera.

La recuperación y crecimiento de las plantas ayudan a infiltrar agua en el suelo, contribuyendo a disminuir la velocidad con la que corre el agua y recargar las aguas subterráneas.

En áreas clausuradas podemos cosechar semillas de pastos naturales para sembrar en otras zonas degradadas.

Para la clausura de praderas, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Disponer de un área grande, para captar e infiltrar la mayor cantidad de agua de las lluvias.
- ✓ Que el agua infiltrada beneficie a poblaciones y zonas productivas aguas abajo, es decir, que se justifique la inversión.
- ✓ Realizar acuerdos comunales previos y de ser posible respaldados por ordenanzas municipales, para evitar conflictos entre familias.
- ✓ Disponer de materiales como piedras o champas, o tener acceso para trasladar materiales como mallas, postes, alambre de púas, etc.

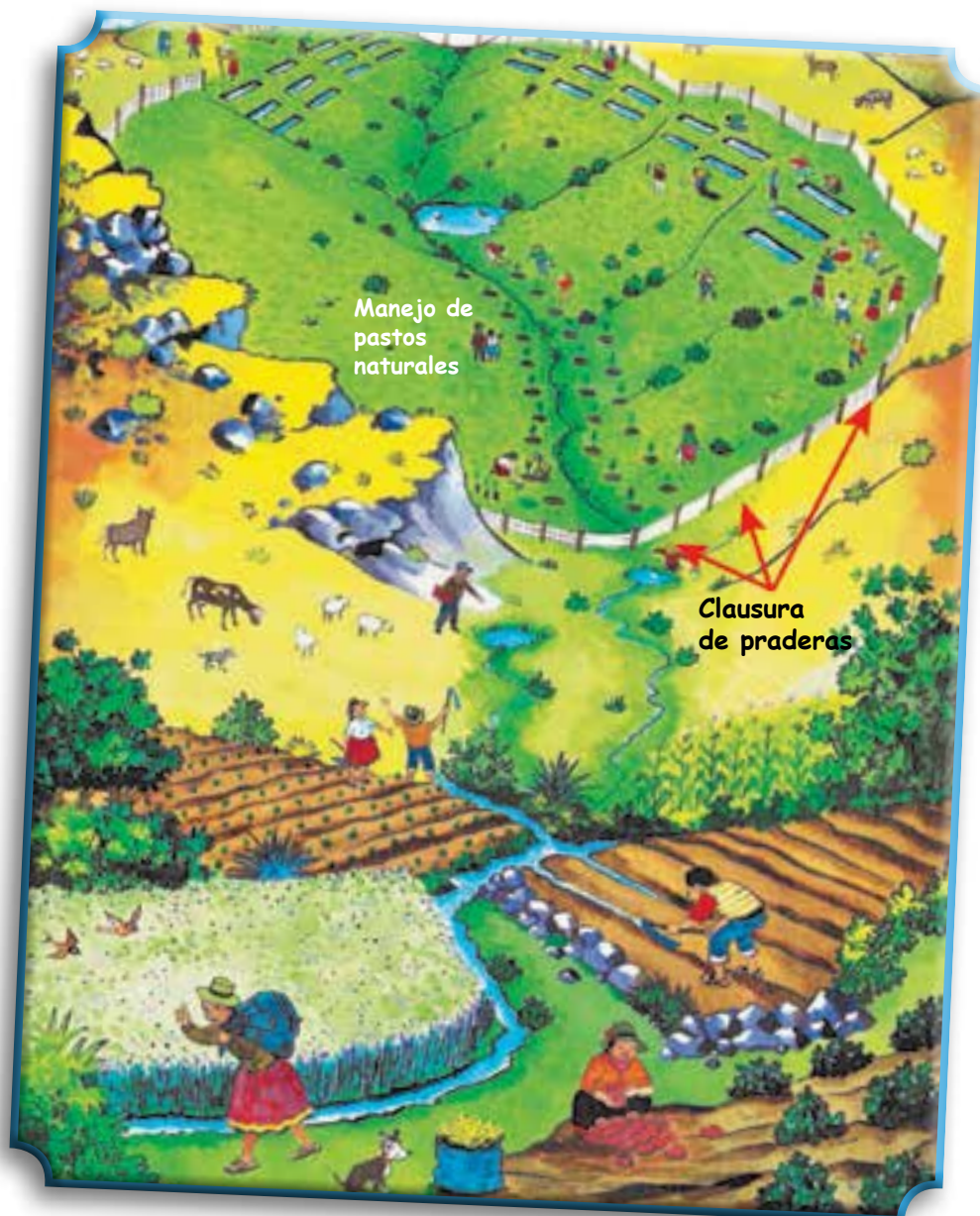
• Manejo de pastos naturales

En las zonas altas de la sierra en épocas de estiaje, los pastos naturales contribuyen a contar con agua de buena calidad y cantidad, debido a que conservan el suelo, disminuyen la erosión e incrementan la infiltración del agua.

Para el manejo racional de los pastos naturales, se pueden hacer las siguientes prácticas:

- ✓ Pastoreo rotativo, dividiendo un campo de pastoreo en varias parcelas pequeñas, que serán pastoreadas en orden, permitiendo así la recuperación de los pastos.
- ✓ Realizar abonamiento con estiércol mediante la rotación de dormideros.
- ✓ Regar los pastos naturales en épocas secas.
- ✓ Recuperar los pastos naturales, mediante la disseminación de semillas y el trasplante.

- ✓ Controlar plantas invasoras, como el pacu pacu, waraco, kunkuna, que extraen muchos nutrientes del suelo y los animales no los pueden comer.
- ✓ Sembrar o trasplantar leguminosas como el trébol blanco, para aumentar la calidad nutritiva de los pastos.



• Forestación y reforestación

La forestación y reforestación son maneras de proteger el suelo de las lluvias y mejorar la infiltración del agua. El tronco y las raíces de los árboles funcionan como retenedores de agua, reducen la velocidad y hacen que el suelo se agriete, quedando aberturas para que el agua se infiltre.

Las plantaciones forestales con especies nativas, "llamadoras de agua" como la queuña, el aliso, el chachacomo, sauco, arrayán, entre otros, disminuyen la erosión, contribuyen a recuperar los suelos degradados e incrementan la infiltración. En las praderas se puede plantar especies nativas alrededor de las parcelas de pastos naturales.

Para la siembra del agua no es recomendable usar plantas de pino ni eucalipto, porque consumen mucha agua y no permiten que otras plantas crezcan a su alrededor.



• Amunas

Es una práctica que se realiza en zonas rocosas por encima de los 4400 msnm., captando el agua de las lluvias y conduciendolas a través de acequias de tierra, para luego infiltrarlas en rocas fracturadas, ubicadas encima de los manantes.



3.2. Cosecha de agua

La cosecha o recolección de agua es la captación del agua que discurre por el suelo, para utilizarla directamente en la agricultura, en el consumo humano, en la crianza de animales o para regar plantaciones forestales. La cosecha de agua es una opción para tener más agua, en la temporada seca.

4 Las qochas, una alternativa para la siembra y cosecha de agua

Las qochas, represas o microrrepresas rústicas, son depósitos o reservorios de agua, que utiliza el hombre aprovechando la depresión natural del suelo o las lagunas naturales, construyendo para ello un dique con materiales disponibles en la zona, que permite captar y almacenar el agua de las lluvias.

4.1. Beneficios de las qochas

- Mantienen por un periodo más prolongado los manantes ubicados en la parte baja de la qocha, aumentando la disponibilidad de agua en época seca.
- Generan humedad en áreas secas cercanas a la qocha, aumentando la producción de pastos naturales, reduciendo la desaparición de especies vegetales.
- Mejoran la calidad del agua, pues al infiltrarse en su recorrido por el subsuelo se limpia.
- Contribuyen a recuperar y mantener los bofedales.
- Crean un microclima, reduciendo la incidencia de heladas y beneficiando a los pastos y cultivos en zonas aledañas.
- Permiten criar peces y algas comestibles para el consumo humano, y también la siembra de totora, que sirve para alimentar al ganado en época de estiaje.
- Se crea condiciones para recuperar y conservar plantas como la goya, chilligua y pino de agua, y animales como las huallatas y patos silvestres.



4.2. Aspectos a considerar si deseamos construir o mejorar nuestras Qochas

Las qochas son una alternativa para la siembra y cosecha de agua, sin embargo se presentan algunas limitaciones para su construcción:

- Algunas familias no conocen, la utilidad y el valor de las qochas, desean tener agua almacenada en la qocha por más tiempo, y pierden interés cuando desaparece por la infiltración.
- Difícilmente las comunidades y familias destinan áreas para construir qochas, ya que estas se usan para pastar el ganado.
- No todas las zonas son apropiadas para la construcción de las qochas. Se requiere del asesoramiento técnico para su ubicación y construcción del dique, así se puede garantizar la calidad, estabilidad, buena operación y mantenimiento.

4.3. Partes de la qocha

Una qocha tiene las siguientes partes:

- Área tributaria.** Es la parte alta de la qocha, por donde el agua de lluvia discurre antes de llegar al área de almacenamiento.
- Área de influencia.** Es la parte baja de la qocha, donde aparecen o se recuperan los bofedales, manantes y pastos naturales, como resultado de la infiltración.
- Área de almacenamiento.** Es la parte que ocupa el agua almacenada, puede ser permanente o temporal, dependiendo del tamaño y tipo de suelo.
- Dique.** Es el muro construido con piedras, champas y tierra compactada, para evitar que el agua discurra por el cauce natural.
- Desarenador.** Son zanjas o montículos de piedra, construidos antes del ingreso del agua al área de almacenamiento, para evitar la acumulación de tierra, arena u otros, en la base de la qocha.

f.- **Acequias colectoras.** Son acequias construidas para coleccionar el agua de las lluvias de quebradas laterales, lagunas, manantes o bofedales ubicados en las partes altas.

g.- **Aliviadero.** Es un canal construido en un extremo de la parte superior del dique, para evacuar el exceso de agua de la qocha y evitar la erosión y destrucción del dique.

h.- **Acequia de excedencia.** Esta acequia inicia en el aliviadero, sirve para evacuar el agua excedente y mejorar la humedad en zonas secas de la parte baja de la qocha.



4.4. Tipos de qocha

Las qochas se clasifican de acuerdo al tipo suelo:

- a.- De cosecha o de almacenamiento.
- b.- De siembra o de recarga de aguas subterráneas.
- c.- Mixtas de siembra y cosecha.

a.- Qochas de cosecha de agua o de almacenamiento.

Son aquellas que solo almacenan el agua y se caracterizan por que el suelo de la base y los bordes del área de almacenamiento son impermeables, es decir no permite la infiltración del agua con facilidad. Con el inicio de las lluvias, el agua se almacena rápidamente, cuando terminan, el agua disminuye lentamente.



b.- Qochas de siembra o de recarga de aguas subterráneas.

En estas qochas el nivel de agua baja rápidamente y el área de almacenamiento generalmente permanece seca durante el año. Con el inicio de las lluvias, el agua se almacena lentamente y cuando terminan disminuye rápidamente por la infiltración. Estas qochas recargan las aguas subterráneas, alimentando los manantes y bofedales, y humedecen terrenos aguas abajo. Así los pastos se mantienen verdes durante la temporada de sequía.



c.- Qochas mixtas, de siembra y cosecha.

En este tipo de qochas presenta suelo tanto permeables como poco permeables. De este modo se tiene que el suelo de la base donde se almacena el agua es poco permeable, es decir el agua se infiltra menos. Y los bordes son más permeables, es decir el agua se infiltra más rápido.



4.5. Construcción y mejoramiento de qochas

Para la construcción de una qocha nueva y el mejoramiento de una qocha natural se siguen los mismos pasos; para una qocha nueva (donde no hay agua) debemos tener especial cuidado en la ubicación, mientras que para el mejoramiento debemos tener cuidado en la ubicación del dique.

A continuación se desarrollan los pasos.

Paso 1: Reconocimiento y diagnóstico de la zona

Para determinar el lugar de la construcción de una qocha nueva, se debe realizar un diagnóstico con la participación de pobladores que conocen la zona, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- En suelos permeables con rocas fracturadas o fisuradas construiremos qochas de siembra y en suelos arcillosos y limosos construiremos qochas de cosecha.
- Las qochas deben ubicarse en la parte alta de las microcuencas, en terrenos poco inclinados. Se debe evitar la construcción de qochas en las quebradas o en zonas con deslizamientos, porque son peligrosas en temporada de lluvias.
- De preferencia, el área tributaria debe ser grande para captar la mayor cantidad de agua, también se puede construir en áreas de recolección pequeñas, donde se pueda aprovechar agua de los riachuelos y manantes de las quebradas aledañas mediante canales colectores.
- El área de influencia debe ser lo suficientemente grande, para que beneficie a los manantes, bofedales, riachuelos y pastos naturales.
- El terreno donde se construirá la qocha debe tener depresiones naturales e inclinación muy suave, y el área de almacenamiento debe ser grande.
- Para la construcción del dique, la zona debe contar con suficientes materiales como piedras, champas y tierra arcillosa.
- Se debe tener claridad sobre la tenencia del terreno donde construirán las qochas (áreas de recolección, almacenamiento e influencia) para evitar conflictos.

Paso 2: Ubicación del lugar para la construcción del dique

El dique debe estar ubicado sobre terreno firme, sin inclinaciones y en la parte más angosta de la salida natural del agua. Esto minimizará los riesgos de desborde y abaratará los costos de construcción.



Paso 3: Construcción del dique

Antes de describir el proceso de construcción del dique, debemos conocer sus partes, así como las herramientas y materiales que se deben usar:

• Partes de un dique

El dique es un muro con la base ancha y la parte superior más angosta. Tiene cuatro partes principales:

Cimiento. Es la base del dique, que queda enterrada en una zanja, el cimiento aguanta todo el peso del dique, aquí se colocan piedras grandes.

Cara interna. Es la que está en contacto directo con el agua. Debe ser construido con piedras grandes en la parte baja y en la parte alta con piedras más pequeñas. Para evitar que el agua la malogre, la cubrimos con piedras planas.

Cara externa. Es la parte que cubriremos con champas vivas o bloques de tierra con pasto vivo, que sirven de protección contra las lluvias y el viento.

Corona. Es la parte superior del dique, debe tener el mismo ancho de la cimentación y también debe estar protegida con champas vivas.



• Materiales y herramientas

Para la construcción del dique se necesitan los siguientes materiales y herramientas:

Materiales:

- ✓ Piedras grandes para la cimentación, cara interna y externa del dique.
- ✓ Piedras medianas y pequeñas para colocarlas en el centro del dique.
- ✓ Tierra arcillosa o greda para impermeabilizar el dique y evitar las fugas de agua.
- ✓ Champas húmedas con pasto vivo, de aproximadamente 60 x 60 cm, colocados en posición natural. Las raíces deben estar en contacto con el dique
- ✓ Tierra negra (orgánica) y estiércol para la cara externa y corona del dique, para garantizar el prendimiento de los pastos de las champas.

Herramientas:

- ✓ Pico y pala recta para extraer las champas.
- ✓ Carretillas para trasladar piedras, champas y tierra.
- ✓ Barretas para mover piedras.
- ✓ Combo para partir las piedras.
- ✓ Wincha.
- ✓ Cordel.
- ✓ Yeso.
- ✓ Chaquitaqlla (opcional).
- ✓ Estacas.

• Etapas para la construcción del dique

Las dimensiones del dique estarán en función de la altura del espejo de agua y de la pendiente del terreno. Se recomienda construir diques de 1,00 m. de altura en promedio, con un ancho en la corona de 0.50 m y una base de 2.50 m.

El ancho de la base del dique está en función de la altura del dique, del material a utilizar y del talud que se le dará a las paredes del muro. Para diques mayores de 1,50 m. de altura se requiere realizar estudios especializados.

En el siguiente cuadro encontraras algunas dimensiones para construir el dique:

| Altura | Corona | Base | Talud |
|---------|---------|---------|-------|
| 0.80 m. | 0.40 m. | 2.00 m | 1:1 |
| 1.00 m. | 0.50 m. | 2.50 m. | 1:1 |

Por ejemplo, según el cuadro, para un dique de 1 m de altura corresponde 0.50 m de corona y altura de cimentación. Y una base total del dique de 2.50 m. (que incluye el talud).

La construcción consta de las siguientes etapas:

- **Trazado del eje.** Se debe trazar una línea, en el lugar más angosto de la salida natural del agua, en terreno plano. Luego se colocan estacas de lado a lado.



- **Trazado de la zanja.** Con la ayuda de las estacas, el cordel y el yeso trazamos dos líneas paralelas al eje, que guiaran la apertura de la zanja. Por ejemplo, si el ancho del dique es de 4 metros, las líneas deben ubicarse a un metro de cada lado del eje. Entonces la zanja será de 2 metros. Por lo general, el ancho de la zanja es de 1 a 2 metros, depende de la pendiente del terreno, del largo y altura del dique que se va a construir.

- **Apertura de zanja.** Luego del trazo, se abre la zanja retirando la tierra y las piedras a una profundidad mínima de 50 centímetros. Cuanto más largo y alto es el dique más profunda debe ser la zanja.

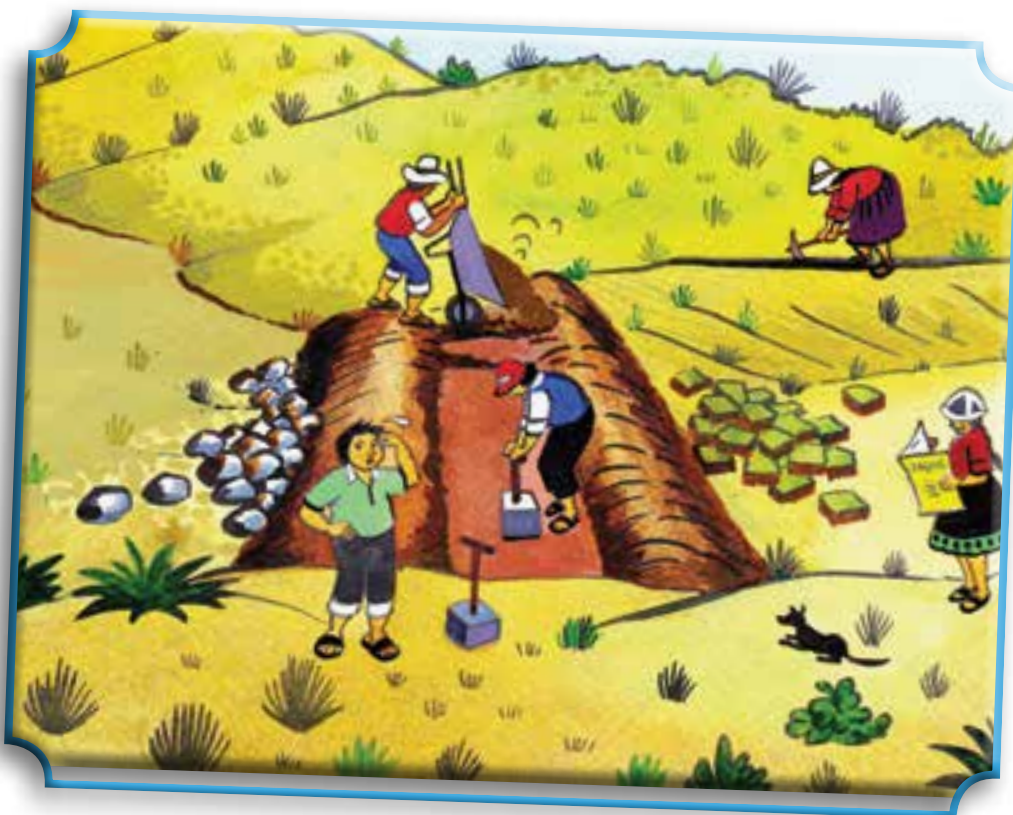


- **Cimentación.** Llenamos la zanja con piedras grandes y greda o arcilla. Si no se tuviera la suficiente cantidad de piedras ponemos en la base y en las caras externa e interna las piedras más grandes, para darle solidez al dique. Mientras que el centro de la cimentación se puede rellenar con piedras más pequeñas y con tierra arcillosa.



Luego de la cimentación se deben seguir los siguientes pasos:

- 1) Colocar una primera capa con piedras grandes en la base y en las caras externa e interna del dique. Rellenar la parte central con piedras más pequeñas y compactarla con arcilla o greda.
- 2) Colocar la segunda capa con piedras grandes en ambas caras y rellenar la parte central del dique con piedras pequeñas y tierra arcillosa, compactando para impermeabilizar y evitar la pérdida de agua por filtración. Repetir este paso hasta llegar a la altura final del dique.



- 3) Cubrir con piedras planas la cara interna del dique, para evitar la erosión y disminuir la infiltración. De ser posible cubrirla con geomembrana.

- 4) Echar tierra negra y estiércol en la cara externa y superior del dique, para garantizar el prendimiento de los pastos de las champas
- 5) Colocar champas con pastos vivos, en la cara externa y superior del dique. Esto le dará mayor solidez y evitará la erosión por las lluvias y el viento.



Finalmente, se dan algunas recomendaciones para la construcción del dique y el tratamiento del área de almacenamiento:

- ✓ No se debe extraer champas del área cercana al dique, ni del área de almacenamiento, ya que puede debilitar la estructura.
- ✓ Sembrar especies nativas de pastos como ichu, iruichu y qoya, en la base de la cara exterior y alrededores del dique, así el terreno estará más firme.
- ✓ No se debe usar retroexcavadoras en el área de almacenamiento, porque el suelo se compacta o se abren grietas, acelerando la infiltración.

Paso 4: Construcción de elementos secundarios.

Existen otros elementos que se encuentran en la qocha o en sus alrededores, los cuales son importantes para que la qocha funcione mejor:

- a. **Acequia de excedencias.** Se debe abrir acequias a tajo abierto, desde el final del aliviadero, para conducir el agua excedente hacia las zonas secas y para recargar las aguas subterráneas debe tener pendiente mínima.
- b. **Aliviadero.** El aliviadero es una acequia de tierra o piedra que sirve para evacuar el agua excedente, se debe construir a un costado del dique para evitar la erosión del suelo, a 20 centímetros por debajo de la corona.



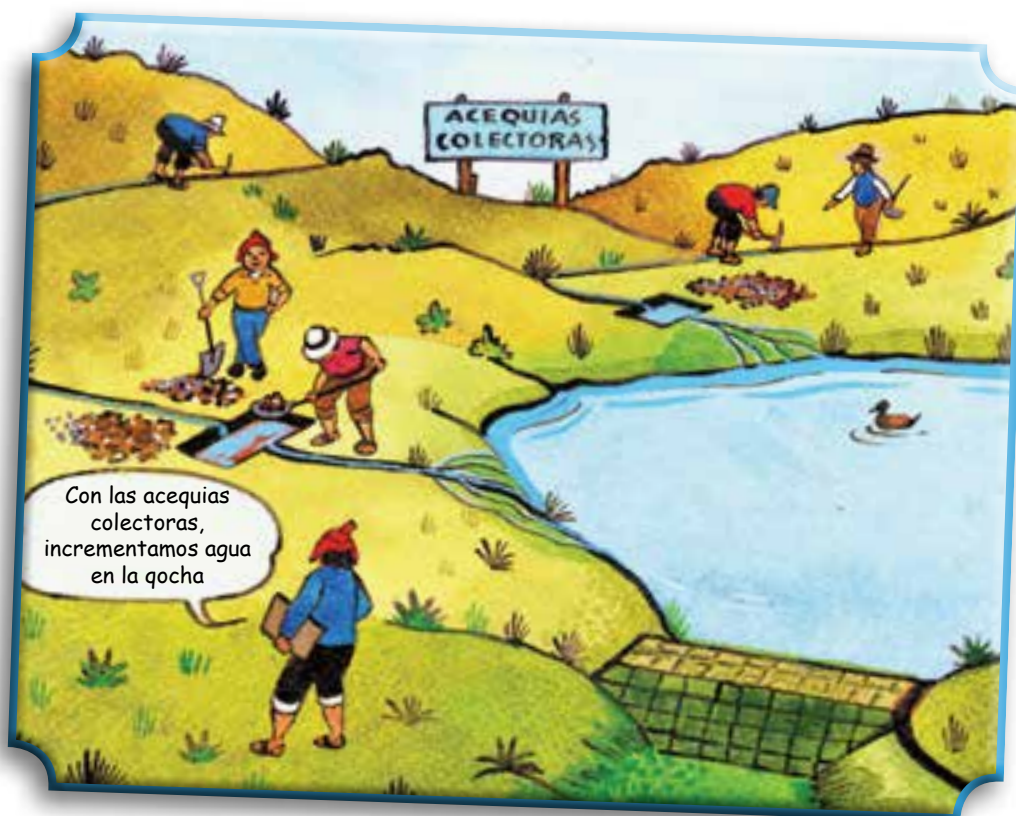
- c. **Tubería de salida.** Se instala en qochas con abastecimiento permanente de agua, para regar zonas aledañas, a media altura y en dirección transversal al eje; el largo del tubo dependerá del ancho del dique y en la cara externa se dejará un metro adicional para instalar la válvula.

- d. **Válvula de salida.** Se instala en la parte exterior del dique al final de la tubería de salida, el diámetro será el mismo de la tubería y estará en función del volumen de agua que almacena la qocha.



e. Acequias colectoras. Son acequias de tierra, que sirven para recolectar el agua de lluvia de quebradas laterales. La profundidad y ancho de estas acequias dependerá de la cantidad de agua que se llevará al área de almacenamiento. Su inclinación debe ser mínima para evitar el arrastre de tierra, arena o cascajo.

f. Desarenadores. Antes de que el agua ingrese al área de almacenamiento, se deben construir montículos de piedra o abrir zanjas para detener los sedimentos que arrastra el agua durante la escorrentía y así evitar que el área de almacenamiento se llene de tierra.



g. Zanjas de infiltración. Son acequias de tierra, construidas en las laderas del área tributaria de la qocha, sirven para captar e infiltrar el agua de las lluvias y evitar la erosión de los suelos.

Las zanjas deben hacerse en terreno con inclinación moderada. Para trazar las líneas por donde se excavarán las zanjas se puede utilizar el nivel A o la técnica del nivel de manguera con agua. Se sugiere: 5 m de largo, 0,30 m de ancho y 0,30 m de profundidad y 1 m de separación para el camino. La tierra extraída se deposita en la parte baja de la zanja para formar un camellón, el cual debe ser ligeramente compactado. Se sugiere plantar árboles y pastos nativos en el camellón para darle estabilidad.



h. Siembra y resiembra de pastos naturales. Consiste en sembrar semillas o trasplantar esquejes o estolones de pastos naturales en las áreas de recolección e influencia, para recuperar zonas degradadas. Deben hacerse al inicio de las lluvias, incorporando guano. Se recomienda clausurar mínimamente por dos años, con cercos construidos con materiales de la zona o con malla ganadera. Cuando el pasto se ha recuperado se debe pastorear en canchas de rotación de forma controlada.

La recuperación de los pastos permitirá infiltrar agua en el suelo, favoreciendo la recarga de la qocha y el afloramiento del agua en los manantes y bofedales.



i. Forestación o reforestación. Si las condiciones del clima son favorables para el crecimiento de arbustos y árboles, se recomienda plantar especies nativas en las partes más degradadas del área de recolección, así se recuperará el suelo y se incrementará la infiltración.



4.6. Operación y mantenimiento de qochas

Para que las qochas funcionen bien es necesario realizar constantemente una buena operación y mantenimiento, para lo cual se debe elaborar un plan que considere las actividades, los momentos y las responsabilidades.

Aquí algunas recomendaciones:

- Una qocha nueva debe llenarse hasta la mitad de su capacidad en el primer año, esto permitirá ver las filtraciones del dique para su reparación.
- Cuando la qocha está sin agua, se debe revisar la cara interna del dique y rellenar los espacios vacíos y erosionados con tierra arcillosa húmeda (greda) o sedimentos acumulados en la base del área de almacenamiento.
- Reforzar la cara externa del dique las veces que sea necesario, incrementando piedras, tierra y champas.
- Realizar el mantenimiento y limpieza del aliviadero para que permita la evacuación adecuada y oportuna del agua sobrante y así evitar el colapso del dique.
- Realizar el mantenimiento constante de los desarenadores, retirando el sedimento acumulado.



BIBLIOGRAFÍA

AGRORURAL. Folleto de construcción de zanjas de infiltración. 15 pp.

CENTRO DE ESTUDIOS Y PROMOCIÓN DEL DESARROLLO (DESCO). Programa Regional Sur (2008). Cosecha de agua, una práctica ancestral: Manejo sostenible de praderas naturales. Arequipa, 50 pp.

FORO PERUANO PARA EL AGUA-SOCIEDAD GEOGRÁFICA DE LIMA (2011). Cartilla Técnica ¿Qué es una Cuenca hidrográfica? Lima, 44 pp.

GALE, Ian (ed.) (2005). Strategies for Managed Aquifer Recharge (MAR) in semi-arid areas. International Association of Hydrogeologists commission on Management of Aquifer Recharge IAH-MAR, International Hydrological Programme (IHP), UNESCO Division of Water Sciences. Accesible vía http://www.iah.org/recharge/downloads/MAR_strategies.pdf

KENDALL, Ann y Abelardo RODRÍGUEZ (2002). "Las qochas andinas: una solución para mitigar el riesgo agropecuario y doméstico en la sierra del Perú". En: Antología sobre pequeño riego, vol. III Sistemas de riego no convencionales. Jacinta Palerm Viqueira (ed.). Colegio de Postgraduados.

PROGRAMA REGIONAL PARA LA GESTIÓN SOCIAL DE ECOSISTEMAS FORESTALES ANDINOS (ECOBONA) (2009). Nuestro bosque es mucho más que leña. Manual de capacitación, 44 pp.

La impresión de este documento se ha financiado con recursos de la cooperación suiza, canalizados a través del Programa de Adaptación al Cambio Climático - PACCP Perú, iniciativa de cooperación bilateral:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

**Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE**



PERÚ Ministerio
del Ambiente

Asesorado y facilitado por:

HELVETAS Swiss Intercooperation, LIBÉLULA y PREDES.

Manual Técnico

Con el soporte técnico de:



MIDIS
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y PROMOCIÓN SOCIAL

FONCODES
FONDO DE COOPERACION PARA EL DESARROLLO SOCIAL

Av. Paseo de la República N° 3101 - San Isidro, Lima - Perú Telf: 311-0900
www.foncodes.gob.pe