

006599

EXPEDIENTE TÉCNICO

**PROYECTO "RECUPERACIÓN DEL SERVICIO
ECOSISTÉMICOS DE REGULACIÓN HÍDRICA DE LA
MICROCUEENCA DE MILLOC, EN EL DISTRITO DE
CARAMPOMA, PROVINCIA DE HUARACHIRI,
DEPARTAMENTO DE LIMA"**

Manual de operación y mantenimiento

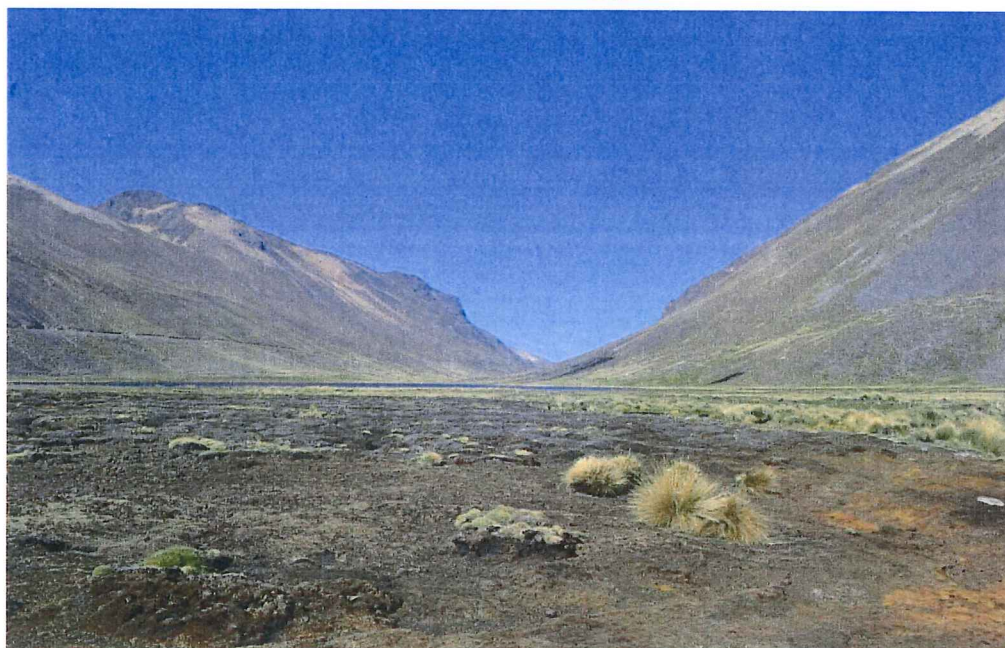
Preparado por



**MARCO LÓGICO
CONSULTORES**

**Con el apoyo del Proyecto de Infraestructura Natural para la
Seguridad Hídrica**

para



Diciembre de 2019



WP
**WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445**

INDICE

000598

A. SISTEMA DE RIEGO.....	1
I. Introducción.....	1
II. Descripción.....	2
III. Componentes del sistema de riego.....	3
3.1. Captaciones.....	3
3.1.1. Operación.....	4
3.1.2. Mantenimiento.....	5
3.2. Canales de conducción.....	7
3.2.1. Operación.....	8
3.2.2. Mantenimiento.....	12
3.3. Tomas laterales.....	13
3.3.1. Operación.....	13
3.3.2. Mantenimiento.....	14
3.4. Cauces naturales.....	14
3.4.1. Operación.....	15
3.4.2. Mantenimiento.....	16
B. REVEGETACIÓN CON ESPECIES NATIVAS.....	18
I. Introducción.....	18
II. Descripción de la cobertura por medio de sobrevuelo de dron (sobrevuelo y procesamiento de imágenes).....	18
III. Operaciones de los tratamientos asociados a la revegetación con especies nativas	20
3.1. Dinámica de las comunidades (Proceso de sucesión secundaria)	20
3.2. Manejo de Aciachne pulvinata.....	21
3.3. Implementar un registro histórico de datos de cobertura y cambio de dinámica de las comunidades vegetales.....	22
3.4. Control y diagnóstico de la implementación de los tratamientos en la revegetación.....	22
C. OPERACION Y MANTENIMIENTO DE CERCO PERIMETRICO.....	23
I. Introducción.....	23
II. Descripción del cerco perimétrico conformado por postes de PVC de 4" de diámetro y mallas ganaderas de acero galvanizado.....	23
III. Operación y mantenimiento.....	24
3.1. Mantenimiento Preventivo:	24
3.2. Mantenimiento Correctivo:.....	26
3.3. Operación del Cerco Perimétrico:.....	27



W
WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

D. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE MONITOREO HIDROLÓGICO DEL BOFEDAL MILLOC	29
I. Introducción.....	29
II. Descripción.....	30
III. Componentes del sistema de monitoreo.....	31
3.1. Estaciones hidrométricas	31
3.1.1. Operación.....	32
3.1.2. Mantenimiento.....	32
3.2. Estaciones meteorológicas	34
3.2.1. Operación.....	35
3.2.2. Mantenimiento.....	36
3.3. Estaciones piezométricas	36
3.3.1. Operación.....	37
3.3.2. Mantenimiento.....	38
3.4. Puntos hidroquímicos.....	39
3.4.1. Operación.....	40
3.4.2. Mantenimiento.....	40
E. Conclusiones.....	41
F. Recomendaciones.....	42



W

WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445



FIGURAS

Figura 1 Fragmentos del bofedal aguas arriba de la laguna Milloc y fuentes de agua	2
Figura 2 Esquema de perfil de las captaciones	3
Figura 3 Esquema de plantar de las captaciones	3
Figura 4 Colocación de dique de rocas para mejorar la captación y derivación	4
Figura 5 Colocación de dique de rocas para evitar excedentes durante la época húmeda.....	4
Figura 6 Relleno de las tuberías de captación	5
Figura 7 Dirección de flujos provenientes de la laguna Culi	6
Figura 8 Puente de paso sin mantenimiento.....	6
Figura 9 Sección típica de los canales de conducción.....	7
Figura 10 Resumen de longitudes	7
Figura 11 Canal artificial para la ampliación del bofedal Quellomayo, Arequipa	8
Figura 12 Cortes y rellenos del suelo complementarios para las captaciones 3 y 5.....	8
Figura 13 Ubicación de diques complementarios para evitar pérdidas de agua superficial	9
Figura 14 Diques para ralentizar las desembocaduras de los cauces naturales	9
Figura 15 Componentes del sistema de riego margen derecho	10
Figura 16 Componentes del sistema de riego margen izquierdo.....	11
Figura 17 Vista de planta toma principal de derivación del canal 6 al canal 7.....	11
Figura 18 Vista corte de las tuberías de empalme.....	12
Figura 19 Tomas laterales rústicas	13
Figura 20 Canal artificial para la ampliación del bofedal Quellomayo, Arequipa	14
Figura 21 Cauces naturales del bofedal Milloc totalmente secos	15
Figura 22 Distribución del agua en los cauces naturales utilizando diques de piedra	16
Figura 23 Bofedal con buena distribución de agua en sus cauces naturales (Quellomayo, Arequipa).....	17
Figura 24 Evidencia del proceso sucesional secundario en el bofedal Milloc.....	20
Figura 22 Zona de <i>Aciachne pulvinata</i> a manejar asociado al bofedal.....	21



WP

WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

**PROYECTO "RECUPERACIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICOS DE
REGULACIÓN HÍDRICA DE LA MICROCUENCA DE MILLOC, EN LA
COMUNIDAD DE CARAMPOMA, DISTRITO DE CARAMPOMA, PROVINCIA DE
HUARACHIRI, REGIÓN LIMA"**

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

A. SISTEMA DE RIEGO

I. Introducción

El agua es el recurso natural más importante del planeta. Es de vital importancia para todos los seres vivos. Los ecosistemas alto Andinos como las lagunas, bofedales y pajonales; dependen mucho de la lluvia producida en el ciclo hidrológico. Los cambios y variaciones que ocurran en los flujos de masa durante los procesos interdependientes del ciclo hidrológico, ya sea por perturbaciones antropogénicas o factores climáticos a nivel global, generan alteraciones que se incrementan exponencialmente y acumulan debido a la fragilidad de estos sistemas naturales. Durante las visitas de campo al área de estudio de la microcuenca Milloc, se ha podido observar y evaluar los fuertes niveles de degradación de los ecosistemas existentes principalmente el bofedal aledaño a la laguna del área de intervención, que en la actualidad se encuentran gravemente deteriorado, fragmentado y erosionado por múltiples factores antropogénicos como el champeo, el sobrepastoreo, la construcción de una carretera y la construcción de un trasvase. Las perturbaciones antropogénicas identificadas en campo han permitido entender de manera general, bajo un enfoque de sistemas hidrológicos, los graves efectos producidos en los procesos naturales del ciclo del agua que ocurren en la microcuenca y se interrelacionan con los ecosistemas. Es así que, se han observado perturbaciones en los flujos superficiales, subsuperficiales y subterráneos; que han repercutido en la alteración de la escorrentía, tasas de infiltración, evapotranspiración y recarga subterránea.

Si bien anteriormente toda el área aguas arriba de la laguna Milloc era un solo y extenso bofedal hasta las laderas, la construcción del túnel trasandino como infraestructura para el trasvase de las aguas de la cuenca Mantaro ha generado un proceso intenso de erosión, que ha terminado fragmentando en dos partes el bofedal. Aunado a ello, las aguas que ingresan al margen izquierdo del bofedal provenientes de la laguna Canchis, que actualmente se encuentran reguladas por la empresa ENEL, han sido encauzadas en único cauce central que ha ido erosionándose con las fuertes descargas de la laguna durante épocas secas lo que ha generado una segunda fragmentación en el margen izquierdo. Estos fragmentos serán denominados margen izquierdo superior y margen izquierdo inferior para un mejor entendimiento del sistema de riego izquierdo. Cabe mencionar, que el margen izquierdo es el más degradado, sin embargo, se dispone de un caudal regulado que se presenta como una buena oportunidad para su recuperación.

Así mismo, dado que el relieve del bofedal ha sido drásticamente modificado por procesos de erosión fluvial y extracción ilegal de la cobertura vegetal y suelo, se deberán realizar intervenciones complementarias al sistema de riego como la construcción de diques pequeños, zanjales y rellenos; que permita la mejor conducción y distribución posible del agua disponible. Estas intervenciones se irán afianzando durante la operación y mantenimiento del sistema de riego a través de la evaluación de su eficiencia de distribución y eficacia de recuperación, por medio del sistema de monitoreo hidrológico.

El presente documento constituye un manual básico para la operación y mantenimiento del sistema de riego por gravedad para el bofedal Milloc, que garantice su correcto funcionamiento durante todo el proceso de su recuperación y que incluye la participación de la comunidad de Carampoma. Cabe mencionar que, el sistema de riego funcionará de forma permanente con dotaciones variables de acuerdo con las condiciones climáticas de la zona y al proceso de recuperación del ecosistema.



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

000594

II. Descripción

Los sistemas de riego por gravedad para el bofedal Milloc se conforman por un sistema para el margen derecho y otro sistema para el margen izquierdo que se divide en un sector superior y un sector inferior. El área total que se busca beneficiar con estos sistemas de riego es de 32.03 hectáreas. Con respecto a las fuentes de agua, estas corresponden a la quebrada Culi y la quebrada Canchis, ambas provenientes de las lagunas con los mismos nombres. Cabe mencionar, que la laguna Culi escurre de forma natural con un caudal promedio anual de 70 l/s, mientras que la laguna Canchis se encuentra represada y es operada por ENEL con un rango de descargas entre 200 l/s y 2 m³/s en épocas de mayor demanda hídrica.

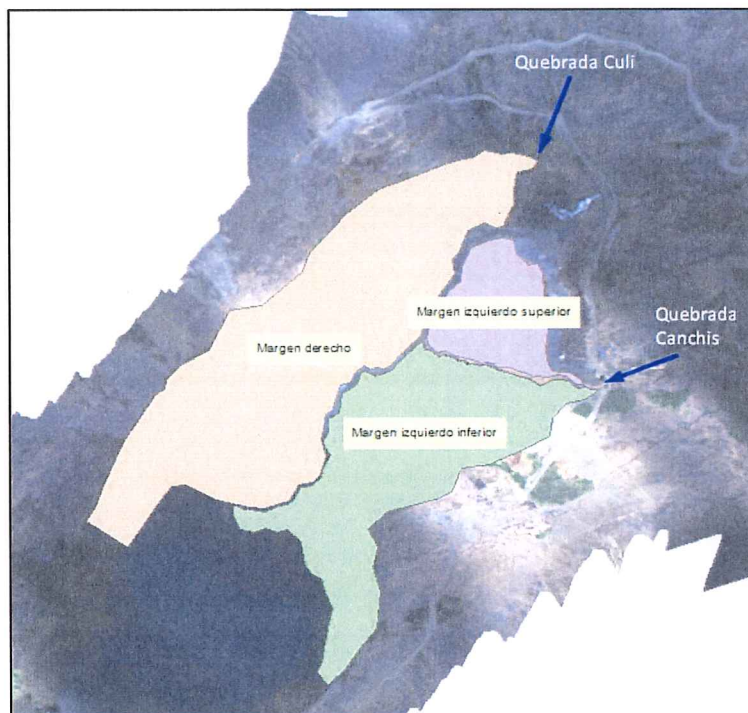


Figura 1 Fragmentos del bofedal aguas arriba de la laguna Milloc y fuentes de agua
Fuente: Elaboración propia. Google Earth

El diseño de los sistemas de riego contempla la construcción de infraestructura rústica con materiales de la zona como arcilla, piedras y rocas de mediano tamaño, los que permitirán una fácil operación y mantenimiento buscando minimizar el impacto ambiental y devolver las condiciones óptimas al ecosistema. Sólo se utilizarán tuberías de PVC para la captación y la conducción a través de zonas críticas con el objetivo de asegurar la eficiente conductividad de los flujos. Así mismo, dado que el riego se realizará por gravedad no se necesitará energía eléctrica ni sistemas de filtración para su funcionamiento.

La infraestructura de riego está conformada principalmente por captaciones, canales y tomas laterales para la eficiente derivación y conducción del agua hacia los 3 sectores (ver Figura 2), mientras que para distribución y aplicación se utilizará como principal vía la red de cauces naturales, tanto primarios como secundarios, que servirán como canales rústicos permitiendo la distribución homogénea del agua priorizando las zonas clasificadas como severamente y moderadamente degradadas, en la evaluación del estado de conservación donde a su vez se realizará el trasplante de tepes.



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

III. Componentes del sistema de riego

3.1. Captaciones

Las captaciones de los sistemas de riego consisten básicamente de tuberías enterradas de 12" con una capacidad para 100 l/s (captaciones 1, 2, 4, 6 y 7) y tuberías de 6" con una capacidad para 20 l/s (captaciones 3 y 5), que tomarán las aguas que escurren por las quebradas Culi y Canchis con el objetivo de distribuir las de la manera más uniforme hacia toda el área del bofedal de su sector. Antes de pasar a los canales principales de conducción, el agua atravesará por una poza de disipación a fin de reducir el impacto erosivo que podría tener en el suelo por la fuerza de la corriente. La tubería de captación irá en contra de la dirección del flujo del agua con un ángulo de inclinación que favorezca la mayor derivación posible.

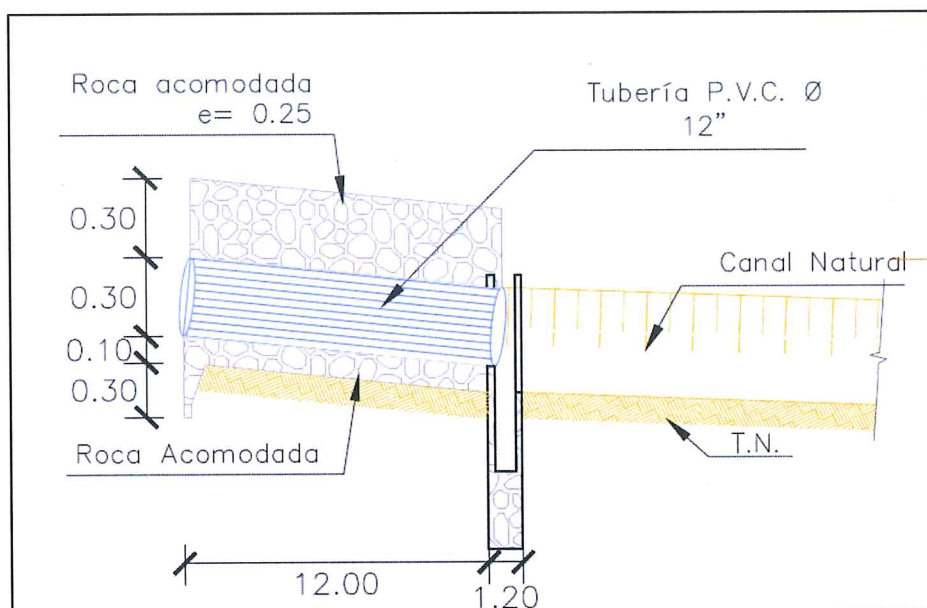


Figura 2 Esquema de perfil de las captaciones

Fuente: Isaac Ríos y Alejandro Muñoz

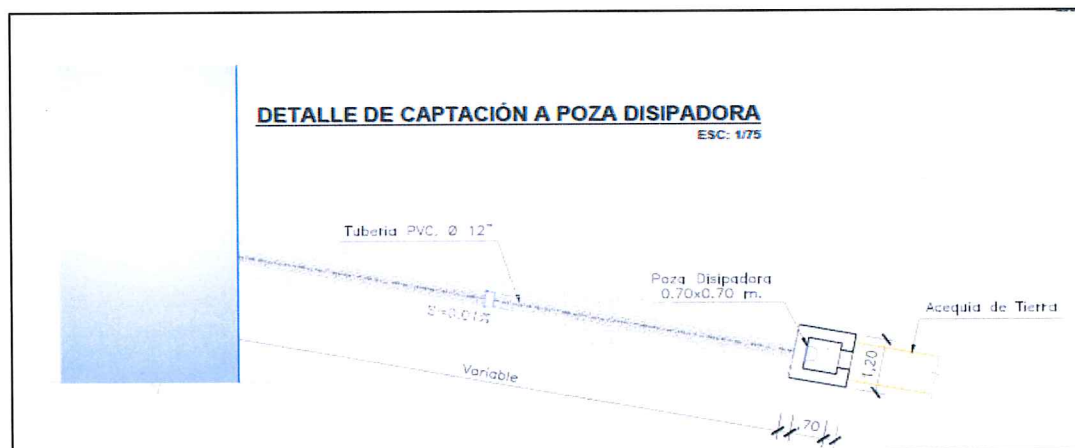


Figura 3 Esquema de plantar de las captaciones

Fuente: Isaac Ríos y Alejandro Muñoz



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

3.1.1. Operación

La operación de las captaciones consiste en asegurar el permanente ingreso del agua a las canales de conducción considerando las necesidades hídricas de cada sector (por cada sistema) y parcela de riego (por cada canal) que tendrá inicialmente el suelo hasta lograr su saturación y estabilización de la napa freática. Para ello, se utilizará como principal referencia el monitoreo del agua subterránea y la humedad del suelo. Posteriormente a ello, recién se deberá realizar el trasplante de los tepes para la recuperación de la cobertura vegetal.

Dado que existe una gran variabilidad de los caudales en ambas quebradas, más aún en el de la laguna Canchis que se encuentra regulada por ENEL, se deberá ir colocando rocas a modo de dique para encauzar el flujo hacia las tuberías. Ello dependerá del caudal instantáneo transportado en el cauce. Este trabajo será realizado por el operario u operaria de riego, quien con los resultados del monitoreo hidrogeológico e hidrométrico definirá la forma de garantizar la óptima y eficaz derivación bajo las condiciones que se presenten en el momento.

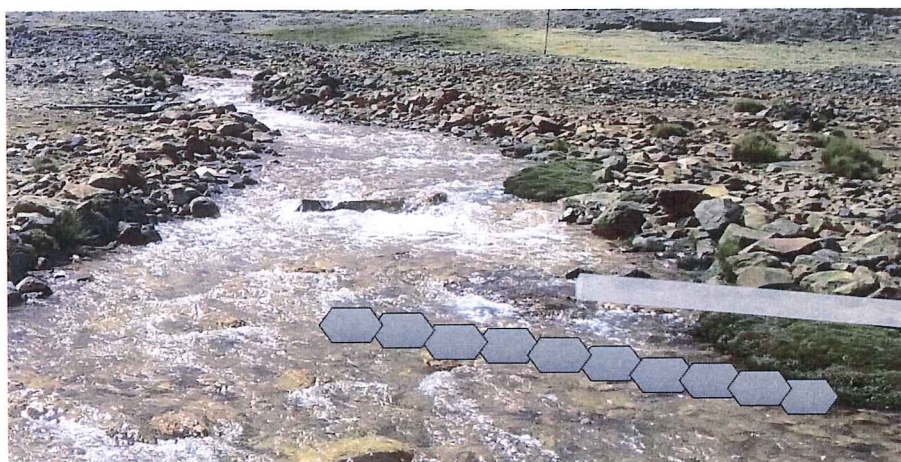


Figura 4 Colocación de dique de rocas para mejorar la captación y derivación

Fuente: Elaboración propia

Además de ello, considerando que la precipitación en la zona tiene un promedio anual de 924.8 mm disponibles, principalmente, en la época más húmeda entre los meses de diciembre y marzo, se deberá regular el caudal de ingreso en las captaciones colocando rocas a modo de dique por delante de las tuberías para evitar excedentes de agua en el bofedal que podrían afectar su adecuada recuperación y desarrollo.



Figura 5 Colocación de dique de rocas para evitar excedentes durante la época húmeda

Fuente: Elaboración propia



W
WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

006591

3.1.2. Mantenimiento

El mantenimiento de las captaciones consiste principalmente en la limpieza, reconstrucción y reemplazo de los materiales utilizados para la construcción de sus estructuras como la tubería de captación y la poza de disipación. Dichos trabajos se realizarán posterior a la época húmeda, durante el mes de abril, que corresponde al inicio del periodo de mayor funcionamiento de la infraestructura de riego.

Con respecto a la limpieza, esta se realizará en el área de captación de la tubería en un espacio de aproximadamente 2 m² con el objetivo de facilitar la derivación evitando la acumulación de sedimentos finos y la deposición de piedras pequeñas que podrían ingresar por la tubería pudiendo atorarse antes de llegar a la poza de disipación, ocasionando grandes esfuerzos para su limpieza. De igual forma, se deberá realizar una limpieza de la poza de disipación, considerando que esta irá acumulando material arrastrado por el agua, principalmente, durante el flujo de los caudales mayores. Para ambos trabajos se utilizarán herramientas comunes como palas y barretas.

En el caso de la reconstrucción, esta se realizará para los rellenos y estructuras construidas con material de la zona, como la poza de disipación, que podrían verse afectados a largo plazo por las constantes crecidas del cauce y las lluvias intensas características de este lugar. Dado que hay buena disponibilidad de los materiales, este trabajo se podrá realizar de forma rápida evitando alterar el funcionamiento completo de todo el sistema de riego, como suele suceder en obras hidráulicas de concreto armado o sistemas de riego presurizado.

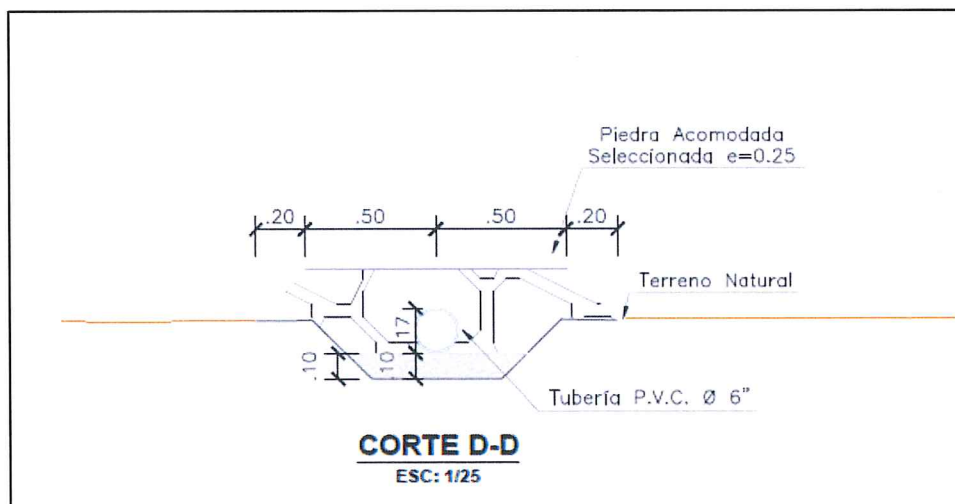


Figura 6 Relleno de las tuberías de captación

Fuente: Isaac Ríos y Alejandro Muñoz

Con respecto al trabajo de reemplazo, este consistirá en el cambio de la tubería de captación después de cumplir su vida útil. Si bien, existe un valor referencial del tiempo y resistencia del PVC¹ (entre 2 a 15 años), las condiciones agrestes a las que estará expuesto pueden reducir notablemente su vida útil. Por ello, es de gran importancia mantener la tubería siempre con un relleno que la proteja de los cambios bruscos de temperatura y proteger el tramo inicial sumergido en el cauce para evitar la rotura por golpes de piedras. Se recomienda realizar un cambio de las tuberías cada 5 años, con una revisión inicial a los 2 años de uso para verificar su estado.

Finalmente, es importante mencionar que tanto la quebrada Culi como la quebrada Canchis presentan una pendiente regular a fuerte que en épocas de fuertes lluvias facilita el arrastre de sedimentos y material granular de mediano tamaño que terminan por depositarse a lo largo del tramo en la parte baja y en los cruces con la trocha carrozable. Por ello, el operario u operaria tiene que vigilar estos puntos críticos antes de la época seca (abril) que es cuando se necesitará

¹ <http://www.fenster.es/wp-content/pdfs/AT-durabilidad%20ventana%20pvc.pdf>

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

el mayor uso del sistema de riego, a fin de realizar la limpieza del material fino y granular que se haya podido depositar en los cruces principalmente para la quebrada Culi.

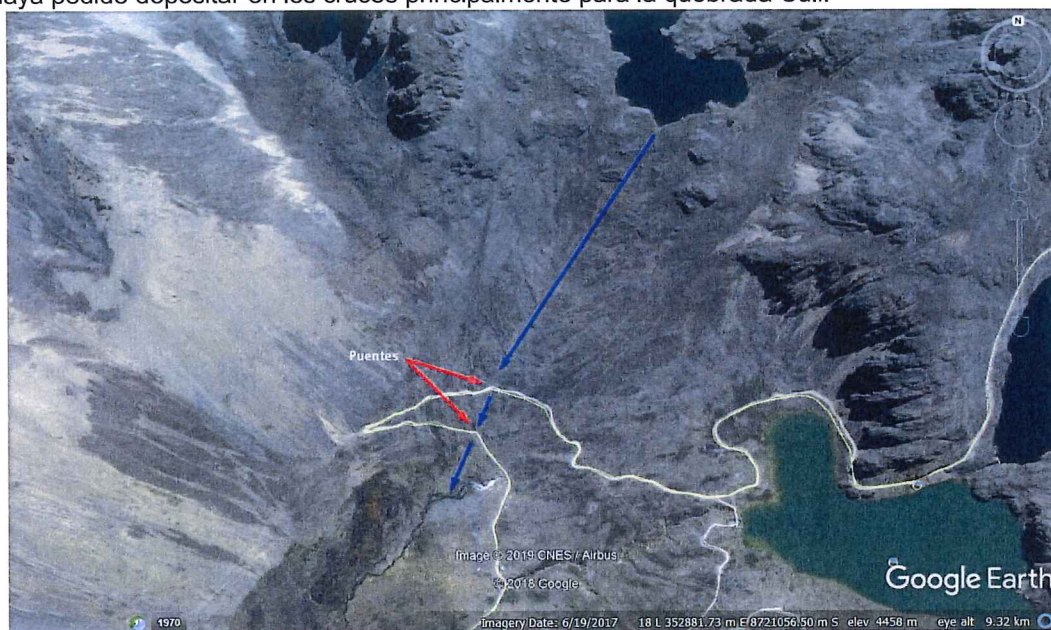


Figura 7 Dirección de flujos provenientes de la laguna Culi

Fuente: Elaboración propia



Figura 8 Puente de paso sin mantenimiento

Fuente: Elaboración propia



W
WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

006589

3.2. Canales de conducción

Los canales principales de conducción serán de tierra con una sección trapezoidal y tendrán una capacidad máxima de 100 l/s. Su construcción se realizará a través de la excavación y relleno con el mismo material de corte del suelo. Dado que este ecosistema se caracteriza por un suelo orgánico de alta porosidad, se deberá realizar una compactación adecuada de los taludes del canal a fin de evitar pérdidas y roturas en puntos críticos como curvas pronunciadas o cruces con cauces naturales.

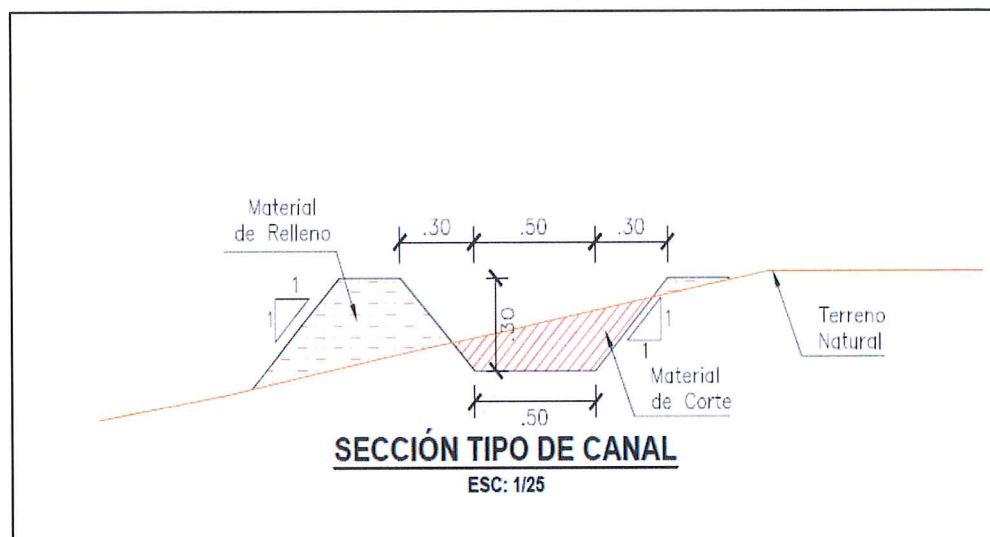


Figura 9 Sección típica de los canales de conducción

Fuente: Isaac Ríos y Alejandro Muñoz

En total existen 7 canales de conducción, dos tuberías de empalme (C2-C2 y C6-C7 – ver Figura 11) y una zanja de distribución que constituyen la principal infraestructura para la repartición de toda el agua a utilizar de las fuentes disponibles como las quebradas Culi y Canchis, y los escurrimientos de la ladera derecha que se generan durante el periodo de lluvias. Cabe mencionar que, para la conexión entre los canales y las tuberías de empalme se utilizarán pozas de disipación similares a las de las captaciones, con el objetivo de evitar pérdidas laterales, sedimentación y atoramientos en las tuberías que generarían esfuerzos adicionales para su limpieza

Nombre	Long_m	Cod
Canal 1	80	1
Canal 2.1	177.79	2
Canal 2.2	101.58	2
Canal 3	15	3
Canal 4	220	4
Canal 5	15	5
Canal 6	180	6
Canal 7	312.65	7
Tubería 1	140.63	C2-C2
Tubería 2	135.35	C6-C7
Zanja	971.35	Z

Figura 10 Resumen de longitudes

Fuente: Elaboración propia



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

3.2.1. Operación

La operación de los canales de conducción consiste básicamente en garantizar la adecuada repartición del agua disponible de acuerdo a las necesidades hídricas de cada parcela de riego (por cada canal) y de cada subparcela (por cada toma lateral). Es así que, el operario u operaria de riego deberá cuidar que no haya pérdidas producto de desbordes laterales, tramos de alta percolación o roturas durante el recorrido del agua hasta las tomas laterales para su distribución. Es importante que los canales se mantengan siempre llenos con un borde libre mínimo para favorecer la infiltración lateral.



Figura 11 Canal artificial para la ampliación del bofedal Quellomayo, Arequipa

Fuente: Jan Baiker



Por otro lado, considerando que la topografía del bofedal se ha visto drásticamente modificada por perturbaciones antropogénicas, como el champeo y modificaciones en los cauces naturales, se deberán realizar trabajos complementarios de movimiento de tierras específicamente de relleno (color verde) en los tramos de los canales 3 y 5 con el objetivo de garantizar el permanente ingreso del agua sin generar mayor erosión y evitar las pérdidas a lo largo del recorrido. Este trabajo deberá ajustarse con base en las condiciones de disponibilidad del recurso hídrico para todo el sistema de riego de la margen izquierda.

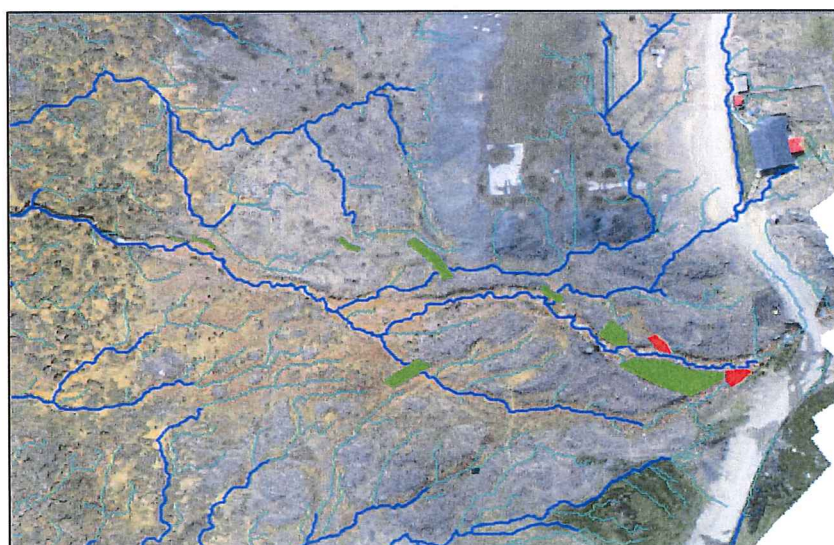


Figura 12 Cortes y rellenos del suelo complementarios para las captaciones 3 y 5

Fuente: Elaboración propia



W
WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

Así mismo, como medida de contingencia se debe contemplar la construcción de diques de contención para evitar pérdidas de agua superficial, que podrían ser colocados en los cauces naturales que discurren directamente hacia los cauces erosionados. Esta situación se deberá analizar en los periodos de alta precipitación. Estos diques se colocarían en serie y serían de un tamaño intermedio al cauce (aproximadamente 30 a 40 cm) que permita dejar pasar un volumen mínimo. Cabe mencionar, que de retener demasiado el flujo podría traer problemas de estancamiento y concentración de sólidos, por lo que la construcción de los diques deberá ser realizada una vez se tenga comprobada su necesidad con los resultados del monitoreo.

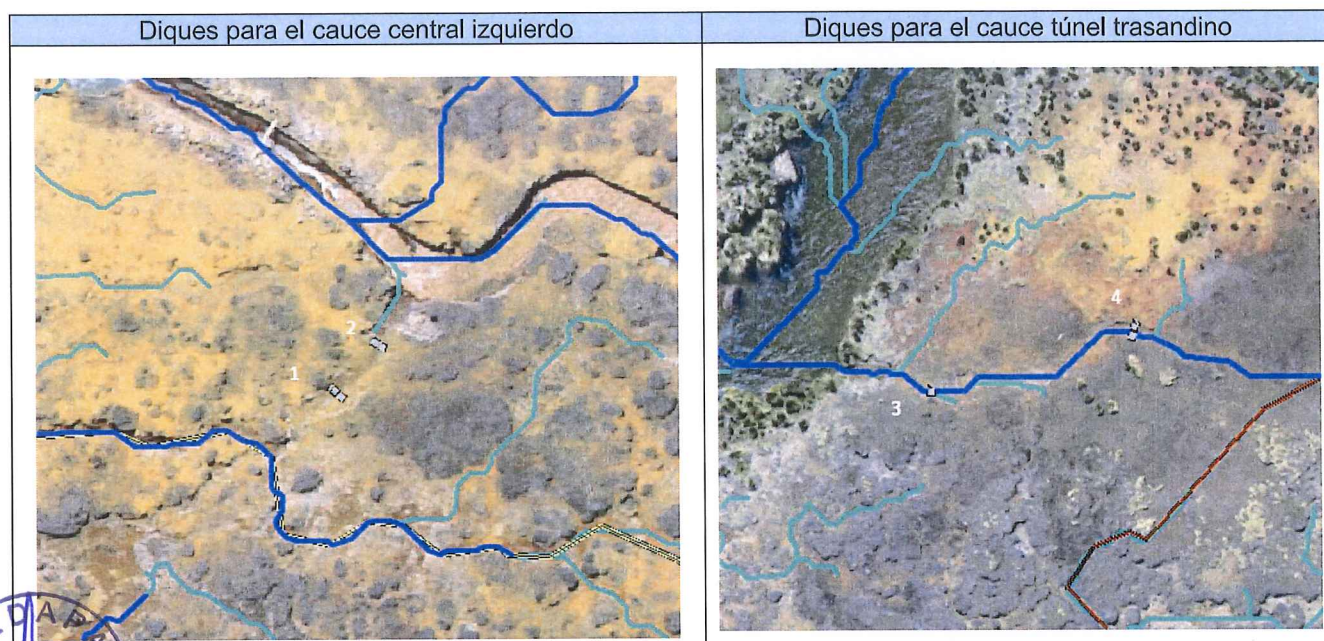


Figura 13 Ubicación de diques complementarios para evitar pérdidas de agua superficial
Fuente: Elaboración propia

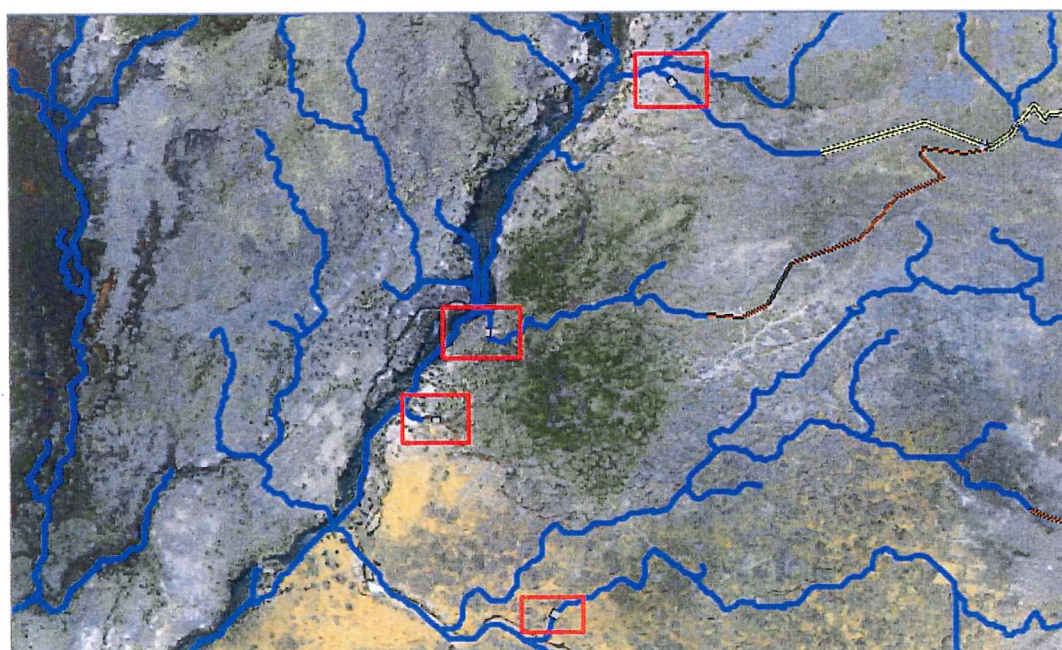


Figura 14 Diques para ralentizar las desembocaduras de los cauces naturales
Fuente: Elaboración propia



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

En el caso de las tuberías de empalme, tanto de la tubería C2-C2 que sirve de paso como de la tubería C6-C7 que sirve de derivación, la operación consiste en regular la cantidad de agua que será conducida a fin de asegurar la dotación necesaria que requieren las áreas de las subparcelas y parcela beneficiadas, respectivamente.

La tubería C2-C2 tiene la función de garantizar el paso del agua que transporta el canal 2 por una zona crítica debido a las condiciones de alta saturación y débil estructura del suelo. Esta zona constituye un depósito de material suelto que posiblemente ha venido de la ladera más cercana producto de un derrumbe o el arrastre de la precipitación. Por ello, el operario u operaria de riego deberá tomar precauciones para ingresar a esta zona y verificar que el flujo este pasando correctamente por la tubería revisando que no se hayan producido asentamientos fuertes originando fugas en los empalmes de cada tubo.

Complementario a ello, se dispondrá de un canal de distribución e infiltración a lo largo de todo el contorno del bofedal hacia aguas abajo que servirá para capturar la escorrentía de las laderas, incrementando la infiltración y protegiendo al bofedal de los sedimentos arrastrados considerando el fuerte retroceso del glaciar. De existir excedentes importantes del caudal que transporta la quebrada Culi y los escurrimientos de la ladera durante la época húmeda, esta zanja podrá ser conectada al primer y hasta el segundo canal generando mayores beneficios para la zona baja de este sector. Cabe resaltar que, este trabajo sólo se realizará siempre y cuando se compruebe que no afectará la disponibilidad del agua para las áreas de la zona de arriba. Así mismo, durante la operación se deberá evaluar la necesidad de colocar diques en serie en la zanja que reduzcan la velocidad.

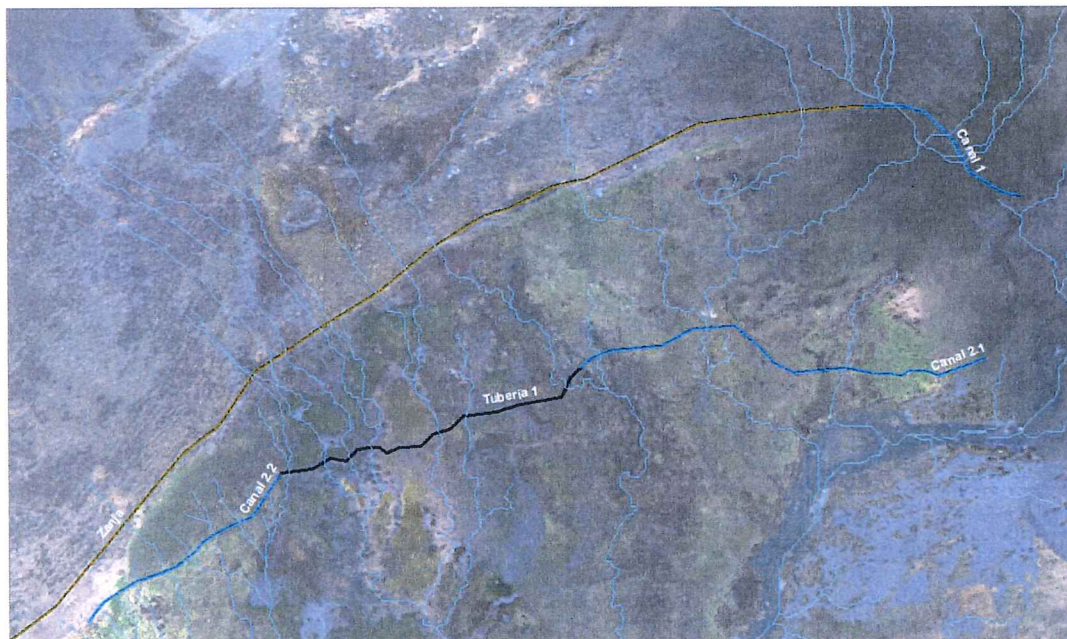


Figura 15 Componentes del sistema de riego margen derecho

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en el caso de la tubería C6-C7 esta tiene la función de repartir el agua derivada por la captación 6 al canal 7, dado que este no puede tener una captación propia por las condiciones de la topografía en el tramo final del cauce central por donde discurren las aguas de la quebrada Canchis. El canal 7 tiene la principal función de ayudar a repartir el agua captada por el canal 6 permitiendo una distribución complementaria de la parte media y baja del sector izquierdo-inferior. Por ello, el operario u operaria de riego deberá controlar cuánto de agua es necesario derivar por la tubería para ayudar a saturar el suelo de la parcela que alimenta el canal 7 utilizando como referencia los resultados del sistema de monitoreo hidrogeológico.



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

Dado que los flujos superficiales y subsuperficiales de la parcela del canal 6 se dirigen hacia la parte baja, donde se encuentra la parcela del canal 7, la mayor cantidad de agua debe permanecer en este canal y una vez que se logre estabilizar la napa freática de esta zona, se procederá a derivar mayor cantidad de agua a través de la tubería C6-C7 para incrementar la dotación en la parcela beneficiada por el canal 7

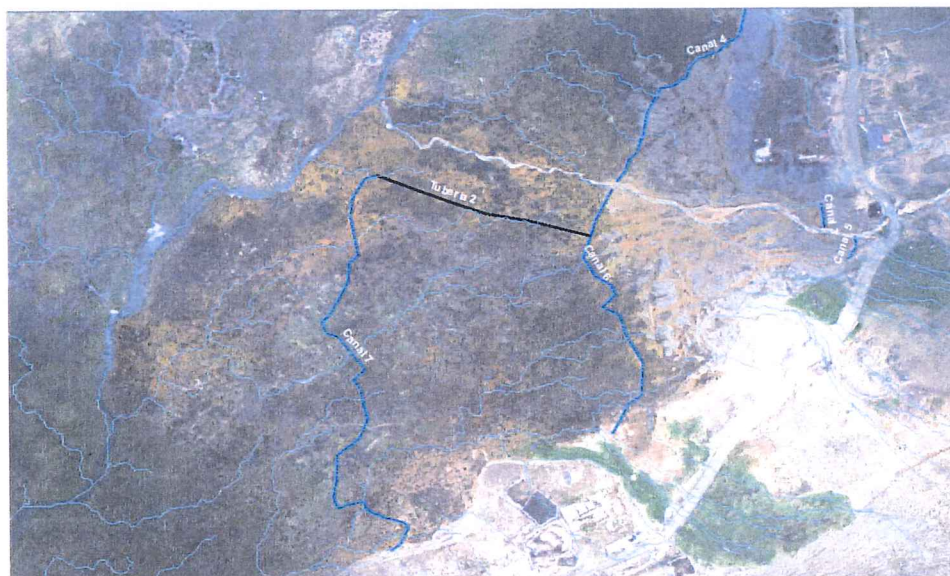


Figura 16 Componentes del sistema de riego margen izquierdo
Fuente: Elaboración propia

Para la regular la cantidad de agua que ingresa a la tubería 2 se colocarán rocas de mediano tamaño (entre 15 y 25 cm) en la sección del rebose para la continuación del canal de tierra obstaculizando el paso y generando un remanso que sea captado por la tubería. Para evitar que la tubería derive agua cuando no sea necesario se utilizará una tapa de 12" o cualquier otro objeto que obstaculice la entrada sin que pueda generar un atoramiento interno perjudicando su posterior funcionamiento.

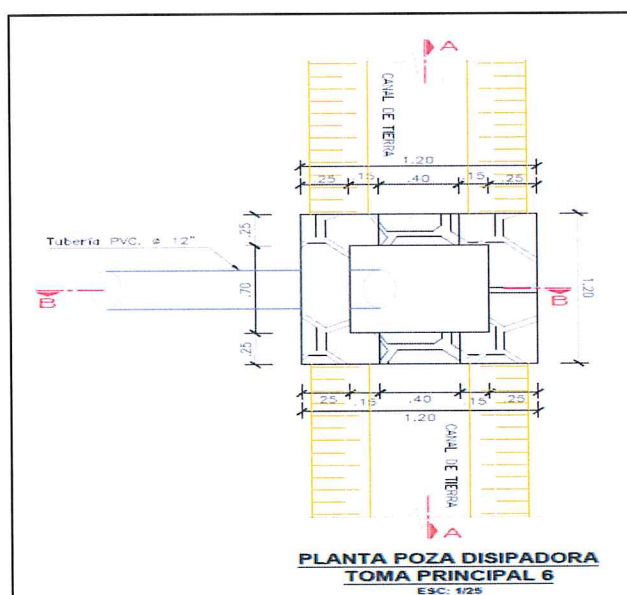


Figura 17 Vista de planta toma principal de derivación del canal 6 al canal 7
Fuente: Isaac Ríos y Alejandro Muñoz



W
WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

006584

3.2.2. Mantenimiento

En cuanto al mantenimiento de los canales de conducción y sus estructuras complementarias de paso, derivación y regulación, como las tuberías de empalme, la zanja multifuncional (recolección, conducción, infiltración, derivación) y las pozas de disipación para la conexión de las líneas de conducción; este consiste principalmente en la limpieza, reconstrucción y reposición de los materiales utilizados para la construcción de sus estructuras. Dichos trabajos se realizarán posterior a la época húmeda, durante el mes de abril, que corresponde al inicio del periodo de mayor funcionamiento de la infraestructura de riego.

Con respecto a la limpieza, esta se realizará en toda la longitud de los canales de tierra y la zanja de distribución, con diferentes niveles de corte que dependerá de la cantidad de sedimentos que se hayan podido acumular, principalmente para la zanja, o el deterioro de los taludes en tramos críticos que se hayan caído en el canal. Para ello, el operario u operaria de riego deberá recorrer cada canal de conducción, desde su captación, y la zanja de distribución, verificando y corrigiendo la sección utilizando como referencia las dimensiones de la sección típica en los planos. De igual forma, se deberá retirar el material depositado en las pozas de disipación evitando la acumulación de sedimentos finos y piedras pequeñas que podrían ingresar por las tuberías pudiendo atorarse antes de llegar a la otra poza de recepción ocasionando grandes esfuerzos para su limpieza. Para ambos trabajos se utilizarán herramientas comunes como palas y barretas.

En el caso de la reconstrucción, esta se realizará para los rellenos de las tuberías de empalme, a fin de evitar que queden expuestos a la intemperie, y las estructuras construidas con material de la zona, como la poza de disipación, que podrían verse afectados a largo plazo por las lluvias intensas, bajas de temperaturas y fuerte radiación solar característica de este lugar. Dado que hay buena disponibilidad de los materiales, este trabajo se podrá realizar de forma rápida evitando alterar el funcionamiento completo de todo el sistema de riego como suele suceder en obras hidráulicas de concreto armado o sistemas de riego presurizado. Así mismo, en los tramos que evidencien un proceso de erosión del fondo del canal este deberá ser recubierto con material granular compactado considerando también un metro antes y después para garantizar que la protección no sea removida y genere mayores efectos de erosión.

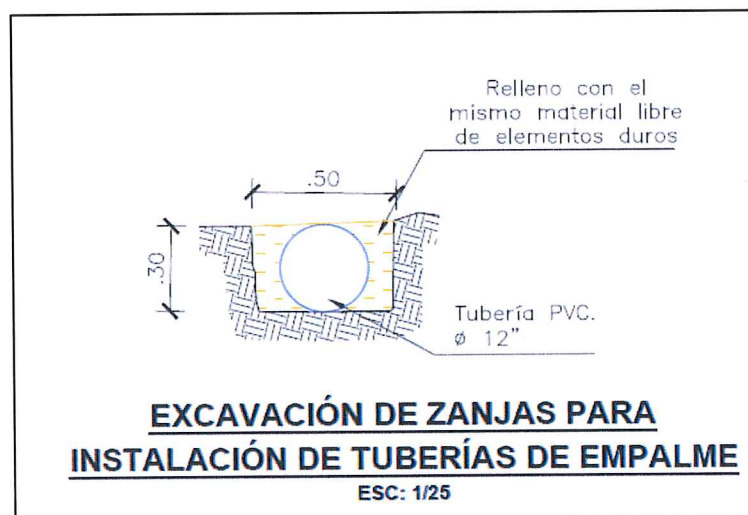


Figura 18 Vista corte de las tuberías de empalme
Fuente: Isaac Ríos y Alejandro Muñoz

Con respecto al trabajo de reemplazo, este consistirá en el cambio de la tubería de captación después de cumplir su vida útil. Si bien, existe un valor referencial del tiempo y durabilidad de este tipo de material (PVC), las condiciones agrestes a las que estará expuesto pueden reducir notablemente su vida útil. Por ello, es de gran importancia mantener la tubería siempre con un relleno que la proteja de los cambios bruscos de temperatura y verificar que no haya fugas o asentamientos en el caso de la tubería de empalme C2-C2 que cruza un tramo crítico



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

3.3. Tomas laterales

La distribución del agua captada de las quebradas y conducida por los canales de tierra se realizará utilizando los cauces naturales existentes en el bofedal, que se abastecerán a través de tomas laterales rústicas. Estas estructuras están conformadas por un empedrado perpendicular al eje de los canales en los puntos de intersección con los cauces naturales y una tapa de rocas que permita desviar el flujo parcialmente dejando continuar el paso del agua hacia las demás tomas laterales. En el diseño del sistema de riego, se ha contemplado la construcción de un total de 30 tomas laterales a lo largo de los 7 canales principales de conducción. Estas están ubicadas en los principales cauces naturales de mayor recorrido y potencial de distribución, sin embargo, de considerarlo necesario el operario u operaria identificará y programará la construcción de otras tomas que sean de relevancia para optimizar el proceso de recuperación del ecosistema. Ello se definirá con base en los resultados del sistema de monitoreo hidrogeológico.

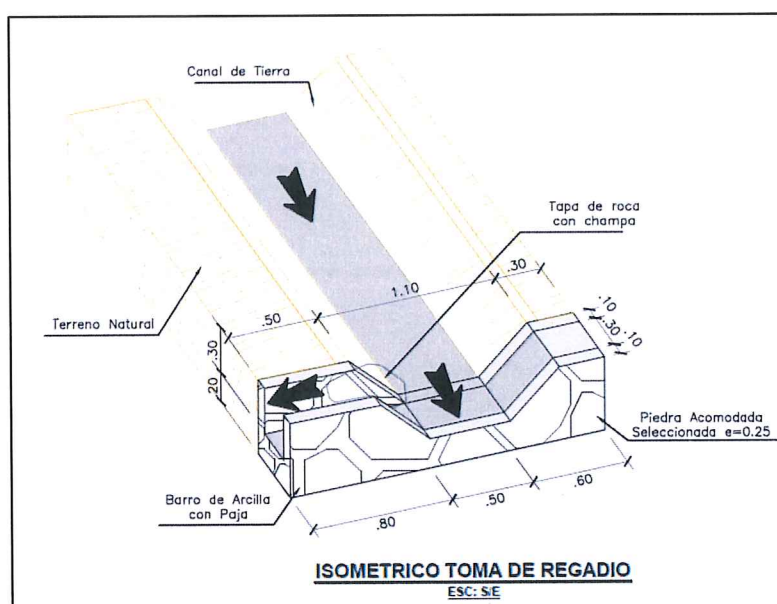


Figura 19 Tomas laterales rústicas
Fuente: Isaac Ríos y Alejandro Muñoz

3.3.1. Operación

La operación de las tomas laterales rústicas es el trabajo más complejo que deberá realizar el operario u operaria de riego utilizando como principal referencia el monitoreo de la napa freática y los caudales disponibles de la quebrada para su eficiente repartición. El manejo de estas estructuras consiste básicamente en la colocación y retiro de rocas en las salidas y base, con el objetivo de regular la cantidad de agua derivada y que continúe por el canal de conducción, muy similar al riego de una chacra de cultivo. Es así que, la cantidad de agua distribuida dependerá tanto del caudal total de entrada al sistema de riego, así como de las necesidades hídricas del suelo, de acuerdo a su profundidad, y la cobertura vegetal del bofedal a lo largo de su proceso de recuperación.



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

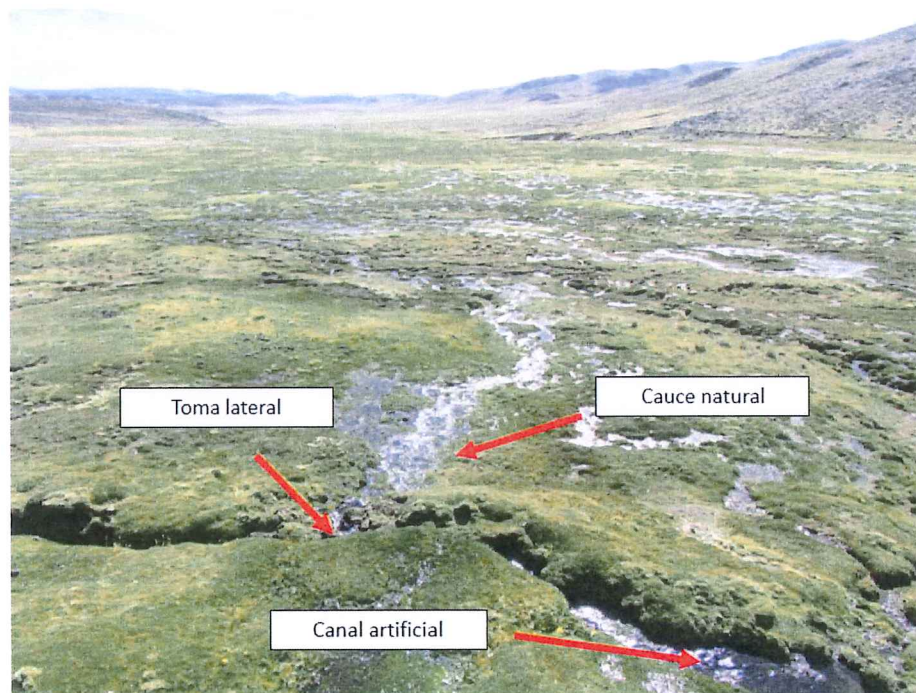


Figura 20 Canal artificial para la ampliación del bofedal Quellomayo, Arequipa
Elaboración propia. Fuente: Jan Baiker



3.3.2. Mantenimiento

El mantenimiento consistirá en la reconstrucción de estas estructuras que son bastante simples y construidas con material de la zona, por lo que este trabajo será rápido e inmediato, evitando perjudicar el funcionamiento completo de todo el sistema de riego como suele suceder en obras hidráulicas de concreto armado o sistemas de riego presurizado. Los principales agentes del deterioro son las condiciones meteorológicas características de esta zona como las lluvias intensas, bajas de temperatura y fuerte radiación solar, que vienen siendo alteradas y magnificadas por el cambio climático. Así mismo, en los tramos que evidencien un proceso de erosión del fondo del canal este deberá ser recubierto con material granular compactado considerando también un metro antes y después de la toma para garantizar que la protección no sea removida y genere mayores efectos de erosión.

3.4. Cauces naturales

Si bien, los cauces naturales ya se encuentran en el ecosistema y no se van a construir como las demás estructuras de los sistemas de riego como las captaciones, canales o pozas de disipación; estos se consideran como parte de la infraestructura de riego por la gran importancia de su funcionalidad para la uniforme distribución del agua. Por ello, su operación y mantenimiento es de gran importancia para la óptima recuperación del ecosistema y sus servicios.



W

WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

006581

Cauces naturales de primer y segundo orden

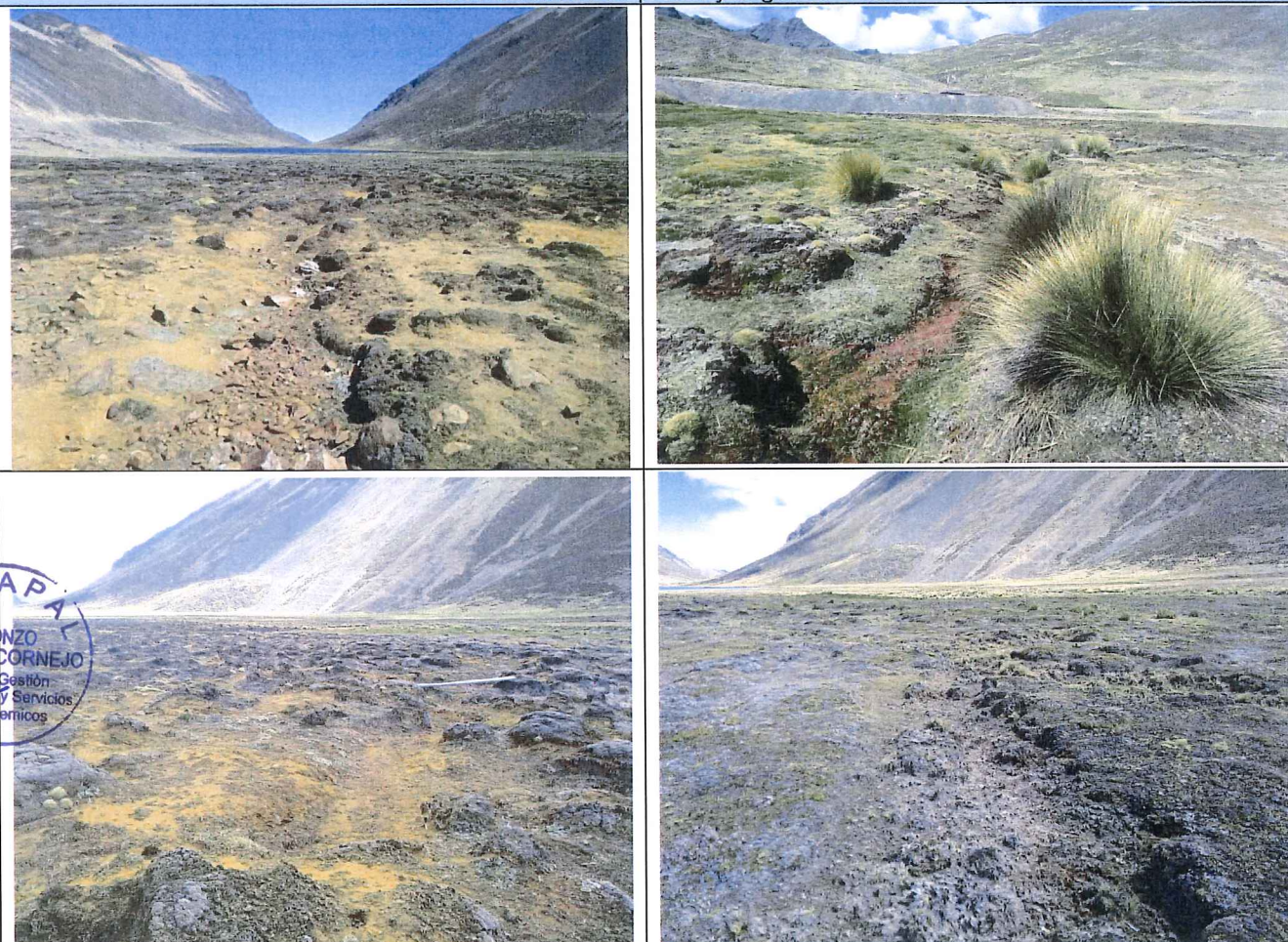


Figura 21 Cauces naturales del bofedal Milloc totalmente secos

Fuente: Elaboración propia

3.4.1. Operación

La operación de los cauces naturales es el segundo trabajo complejo que deberá realizar el operario u operaria de riego para una exitosa recuperación del ecosistema. Este trabajo se considera a nivel de subparcelas dado que se controlará y regulará la dotación hídrica por áreas específicas dentro del bofedal. Si bien, el agua correrá de forma natural por estos canales, la gran variedad de niveles de conservación del ecosistema requiere una distribución particular para cada área. Aunado a ello, como parte del proyecto se realizará el trasplante de tepes para acelerar la recuperación de la cobertura vegetal en zonas severamente degradadas. Por ello, es de gran importancia que el operario u operaria de riego regule la distribución natural que tendrían estos cauces si solo se dejara correr el agua utilizando rocas o rellenos de tierra para su distribución.



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

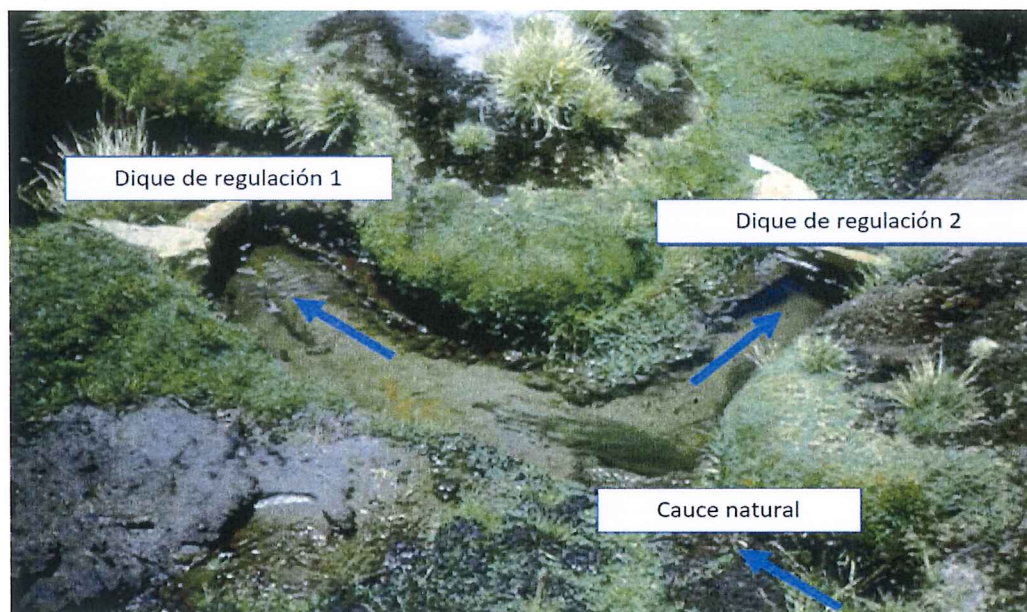


Figura 22 Distribución del agua en los cauces naturales utilizando diques de piedra
Elaboración propia. Fuente: Marco Sotomayor Berrio



Adicionalmente, el operario u operaria de riego deberá evaluar la necesidad de reducir más la velocidad del flujo del agua durante su recorrido a través de estos canales naturales, debido a que los cauces han estado relativamente secos (con excepción de las épocas húmedas) por largos periodos y el suelo presenta una estructura débil con sedimentos de material orgánico oxidado que podría ser arrastrado con facilidad al pasar nuevamente una buena cantidad de agua. Para ello, se verificará *in situ* la capacidad de transporte de cada cauce natural buscando que este siempre permanezca lleno y con una velocidad lo menor posible (pero no nula). Se recomienda utilizar pequeños diques de contención de altura media a la profundidad de los cauces a lo largo de toda su longitud con distanciamientos cada 20 metros aproximadamente para las zonas más degradadas y cada 40 metros aproximadamente para las zonas de degradación moderada. El objetivo de estas estructuras es reducir la velocidad mejorando la infiltración, pero sin obstaculizar el paso. Las dimensiones y espaciamiento final dependerán mucho de las características de los cauces naturales y el relieve que, actualmente, se encuentra deformado por las actividades ilegales de champeo. Es muy importante, que el operario u operaria de riego identifique rápidamente los aniegos que se puedan ir formando en las zonas trasplantadas y realice su evacuación inmediata para evitar perjudicar la cobertura vegetal que se encuentra en crecimiento.

3.4.2. Mantenimiento

En cuanto al mantenimiento de los cauces naturales y sus estructuras complementarias de derivación y regulación como los diques de piedra, este consiste principalmente en su limpieza y reconstrucción con los materiales utilizados para su construcción. Dichos trabajos se realizarán posterior a la época húmeda, durante el mes de abril, que corresponde al inicio del periodo de mayor funcionamiento de la infraestructura de riego. Cabe mencionar, que este trabajo será mínimo por la naturaleza de los canales y sólo se realizará para tramos críticos que puedan perjudicar el óptimo funcionamiento.

Con respecto a la limpieza, esta se realizará en aquellos tramos que hayan sufrido una sedimentación considerable por el efecto de arrastre que pueda tener el agua en el suelo cuya estructura se encuentra degradada. Sin embargo, esta no deberá ser muy profunda a fin de evitar potenciales problemas de erosión. Para estos trabajos se utilizarán herramientas comunes como palas y lampas.

WP

WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445



EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

006579
Manual de
operación y
mantenimiento

En el caso de la reconstrucción, esta se realizará para los pequeños diques o rellenos que se utilicen con el objetivo de mejorar el riego. Los principales agentes del deterioro son las condiciones meteorológicas características de esta zona como las lluvias intensas, bajas de temperatura y fuerte radiación solar, que vienen siendo alteradas y magnificadas por el cambio climático. Así mismo, en los tramos que evidencien un proceso de erosión del fondo del canal este deberá ser recubierto con material granular compactado considerando también un metro antes y después de la toma para garantizar que la protección no sea removida y genere mayores efectos de erosión. Dado que hay buena disponibilidad de los materiales, este trabajo se podrá realizar de forma rápida. Así mismo, en los tramos que evidencien un proceso de erosión del fondo del cauce este deberá ser recubierto con material granular compactado considerando también un metro antes y después para garantizar que la protección no sea removida y genere mayores efectos de erosión.



Figura 23 Bofedal con buena distribución de agua en sus cauces naturales (Quellomayo, Arequipa)

Fuente: Jan Baiker



W
WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

**PROYECTO "RECUPERACIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICOS DE
REGULACIÓN HÍDRICA DE LA MICROCUENCA DE MILLOC, EN LA
COMUNIDAD DE CARAMPOMA, DISTRITO DE CARAMPOMA, PROVINCIA DE
HUAROCHIRI, REGIÓN LIMA"**

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

B. REVEGETACIÓN CON ESPECIES NATIVAS

I. Introducción

Incrementar la resiliencia en ecosistemas perturbados como los bofedales luego de una intervención, sugiere que se realice un mantenimiento constante de las alternativas de solución planteadas, con la finalidad de asegurar que los tratamientos sigan la trayectoria planteada y no se genere cambios involuntarios distantes a la recuperación del ecosistema.

Este manual debe ser complementado con las instrucciones de los proveedores de los equipos y herramientas a ser utilizados en las actividades de operación y mantenimiento. Asimismo, les corresponde a los niveles jerárquicos competentes de SEDAPAL el análisis, difusión y actualización del presente manual.

II. Descripción de la cobertura por medio de sobrevuelo de dron (sobrevuelo y procesamiento de imágenes)

La cobertura será evaluada por medio de sobrevuelos con Drones equipados con cámaras multispectrales, asociado al monitoreo de indicadores de estado de conservación de los ecosistemas altoandinos. La finalidad del sobrevuelo de dron es identificar los cambios en la extensión de cada tipo de cobertura, en especial, aquellas que tienen diferente condición de cobertura vegetal en el bofedal (ver referencia en el Estudio Definitivo). Esta identificación puede ser realizada a través de una cámara multispectral a bordo de un vehículo aéreo (dron), la cual detecta las áreas con mayor actividad fotosintética y registra en imágenes. A través de este análisis se busca evidenciar el incremento de la cobertura en mejor condición y la disminución del área degradada. En cuanto a los resultados esperados está la generación de modelos espaciales de cobertura suelo y actividad fotosintética plasmados en índices espectrales. Los equipamientos tendrán las siguientes características (Tabla 1 y 2):



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

RPAS	(6) juegos de baterías LiPo de 5.700 mAh como mínimo 4. (1) Cargador para 4 baterías. (1) Dron con GPS Navegación. Software de Planeación de Misión de vuelo. Sistema gimbal sencillo o doble Controladores de vuelo programado y manual Juego extra de hélices Incluir una (1) tablet para control de vuelo mínimo de 64 Gb de memoria interna, Sistema operativo iOS, Pantalla de 7.9", Bluetooth, Wi-Fi.
SENSOR MULTI-ESPECTRAL	Sensor Multiespectral R G B REDEGE NIR con bandas espectrales: rojo, verde, azul e infrarrojo.
SOFTWARE DE POSTPROCESAMIENTO	Licencia Generación de Ortomosaicos Proceso y manejo en diferentes archivos JPG, TIFF, KML, KMZ, 2D, 3D elaboración e interpretación de algoritmos La ortofoto debe tener una proyección ortogonal que permita realizar mediciones precisas.
COMPUTADOR PARA GENERACIÓN DE ORTOFOTOS	Vale la pena destacar que estos programas requieren para su buen funcionamiento un computador que tenga procesador multinúcleo con velocidad superior a 3GHz y buena disponibilidad de memoria RAM. Windows 7 Procesador Core i7 3.1 GHz 64 Gb de RAM Disco duro de 8 GB por vuelo

Tabla 1 Requerimiento de equipos para monitoreo con drones

Fuente: elaboración propia

EQUIPO DE ESCRITORIO	<ul style="list-style-type: none"> – Papelería, lapiceros, lápices, fotocopias, etc. – Imágenes de satélite Landsat OLI 8, Sentinel 2. – Cartografía base y temática (Cobertura vegetal, pendientes, elevación, geología, zonas de vida)
EQUIPO DE CAMPO	<ul style="list-style-type: none"> – Formularios de evaluación (copias) – Libretas de campo – 02 balanzas de resorte (pesola – 100 y 1000 gr) – Anillo censador de 2.5 cm² – 04 varillas de fierro de 1 metro (1/4") – 02 cintas métricas (50 y 10 metros) – 01 wincha de 5 metros – 01 pala recta – 02 tijeras de podar – 01 tijera de corte – 02 GPS – 01 Cámara digital – Bolsas de papel – Bolsas de plástico

Tabla 2 Requerimiento de equipos para evaluación del estado de conservación de pastizales.

Fuente: elaboración propia

Para el procesamiento de las imágenes se debe usar softwares de restitución fotogramétrica. Existen alternativas comerciales y de libre acceso, entre las que se sugiere emplear:

- Comerciales: Pix4D, Agisoft Metashape, ENVI's Icaros, FieldAgent.
- Libre acceso: MlMac, Zephir, Colmap, Meshroom

En relación al Operador, se sugiere contar con un piloto RPAS licenciado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), con experiencia de mínima de 01 año en el uso de RPAS

WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

(del inglés Remotely Piloted Aircraft System) multirrotos y manejo de cámaras multiespectrales. En cuanto al Analista, se sugiere un especialista en recursos naturales, enfocado a ecosistemas de alta montaña, con conocimientos de análisis fotogramétrico, sensoramiento remoto y desarrollo de modelos espaciales de clasificación de imágenes multiespectrales tomadas con RPAS.

A fin de contar con información que pueda evidenciar el desempeño de los tratamientos a nivel de las coberturas, se estará trabajando cada dos años posterior a la ejecución de los tratamientos, es decir, un monitoreo bianual, el cual se recomienda realizar un mes después de la época de lluvias (abril-mayo), con la finalidad de evaluar los indicadores de salud del bofedal. Además, este será complementado con la evaluación *in situ* del especialista en revegetación.

III. Operaciones de los tratamientos asociados a la revegetación con especies nativas

Control y manejo de la dinámica de las comunidades (procesos de sucesión secundaria) y la limpieza de especies invasoras serán implementadas posterior a los tratamientos ejecutados de revegetación del bofedal con *Distichia muscoides*.

3.1 Dinámica de las comunidades (Proceso de sucesión secundaria)

En este proceso, lo que antes fue bofedal (*Distichia muscoides*), ahora es colonizado por otras especies debido a la perturbación del champeo y cambio del flujo del agua. Las comunidades de especies que colonizan ya no serían turbera de *Distichia muscoides*, sino especies como *Aciachne pulvinata*, *Plantago rigida* o *Calamagrosti sp.* formando el césped de puna y otras formaciones colindantes. Esta flora disminuye la humedad, debido a que tienen diferentes requerimientos hídricos. (Figura 1). Las acciones de operación y mantenimiento tienen como finalidad controlar esta dinámica asociado a los tratamientos de revegetación.

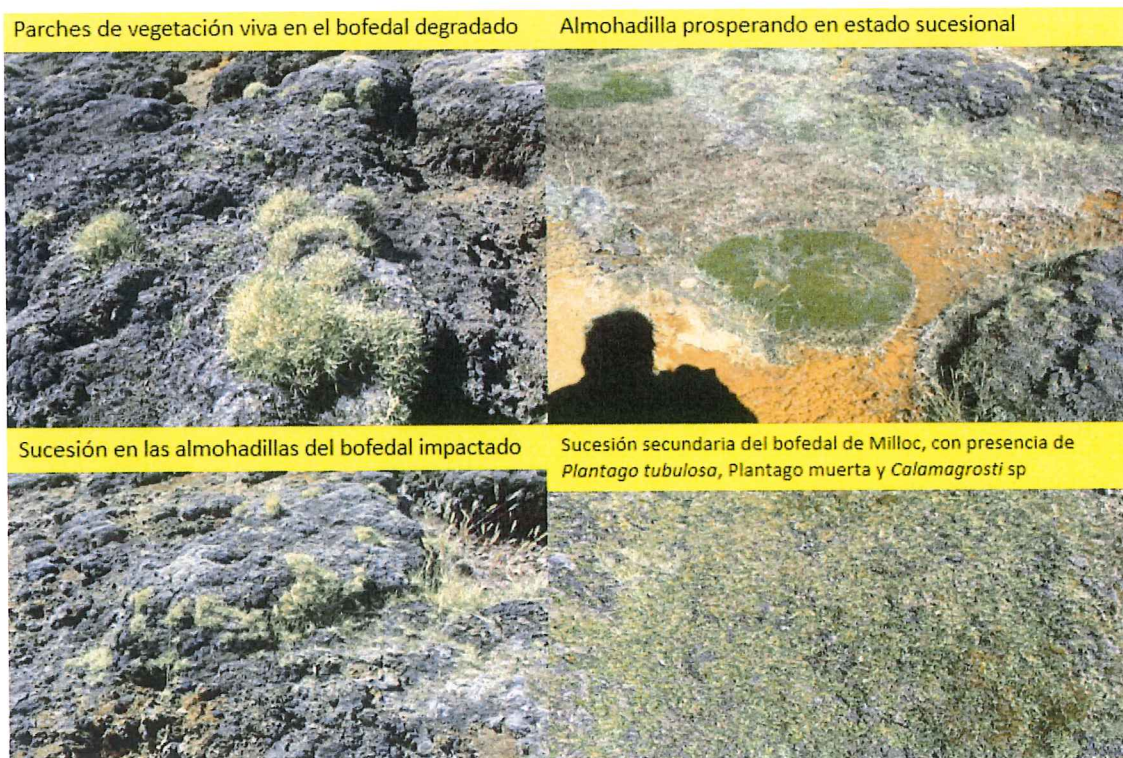


Figura 24 Evidencia del proceso sucesional secundario en el bofedal Milloc

Fuente propia



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

3.2 Manejo de *Aciachne pulvinata*

Las zonas donde se han identificado la especie *Aciachne pulvinata*, zonas donde el agua es escasa (Figura 02), están asociado a un proceso de sucesión en los cojines de *Distichia muscoides* cuando el agua disminuye. En ese sentido, se inundará estas zonas, además de revegetar con revegetación con especies nativas (*Distichia muscoides*).



Figura 25 Zona de *Aciachne pulvinata* a manejar asociado al bofedal

Las "Operaciones" del manejo de *Aciachne pulvinata* consistirá en el conjunto de actividades necesarias para:

- Mantener la humedad del ecosistema y evitar el incremento de la especie, compitiendo así con la *Distichia muscoides*.
- Corregir oportunamente los flujos de agua a través de técnicas de diques tradicionales y "champeo" tradicional con mínima perturbación, lo cual garantice la tasa de infiltración requerida por el bofedal.

Asimismo, para lograr la recuperación de los bofedales se emplearán técnicas ancestrales: canalización, manejo de agua y champeo. Estas actividades estarán a cargo de la comunidad con la supervisión del especialista encargado de la evaluación *in situ*. Así también se ofrecerá herramientas y materiales a las comunidades para hacer canales de regadío con técnicas tradicionales de "champeo" con mínima perturbación que mejoren la distribución del agua, así como el trasplante y renovación del bofedal y elevación del nivel del caudal, mediante diques tradicionales que permitan regar el bofedal, en base al modelo hidráulico presentado en el componente hidrológico.

La acciones de operación destacan: maniobrar, por ejemplo, hacer diques y champeos como técnicas tradicionales de mínima perturbación durante el tiempo de vida útil del proyecto. Por otro lado no se identifican acciones de mantenimiento para el componente de revegetación.

En ese sentido, la "operación" sugiere una *acción externa* en beneficio del bofedal, en cambio, el "mantenimiento" sugiere una *acción interna*.

El programa de mantenimiento es un procedimiento de inspección e intervención continua en todas las áreas donde se ejecutarán los tratamientos de revegetación con especies nativa y áreas identificadas de sucesión secundarias como con la especie *Aciachne pulvinata*



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

3.3 Implementar un registro histórico de datos de cobertura y cambio de dinámica de las comunidades vegetales.

Basandose en los datos de las evaluaciones *in situ* y con los sobre vuelo de drones, en los cuales se identificaran de manera progresiva los cambios de las dinámicas del bofedal, se llevara un registro de la información en una base de datos, el especialista encargado realizará un formato de la metadata a sistematizar como parte de las operaciones de los sobrevuelo y de las evaluaciones *in situ*. Con la finalidad de llevar un adecuado control de la cantidad de la información sistematizada. SEDAPAL podrá realizar acuerdos con universidades locales o de Lima con la finalidad de usar la información en futuras tesis en beneficio de los estudiantes. Dicho registro lo realizará el especialista en revegetación asignado para dicho trabajo, y será remitido a SEDAPAL para su evaluación y control.

3.4 Control y diagnóstico de la implementación de los tratamientos en la revegetación.

Consiste en el informe técnico que elabora el personal especialista en revegetación y que en primera instancia evidencia alguna ocurrencia o el estado de éxito de los tratamientos ejecutados en el bofedal. Estos serán de manera objetiva y en base a las evaluaciones en campo que realizarán cada año. El mismo generará recomendaciones correctivas con la finalidad de encaminar los tratamientos ejecutados además del trabajo en conjunto que se realizará con las comunidades asociado a las tecnologías tradicionales de manejo de champeo, diques entre otros. Dicho informe describirá los hallazgos y las propuestas de mejora. Asimismo, describirá dentro de su diagnóstico cual ha sido el principal motivo por el cual los tratamientos no siguen la trayectoria de la recuperación del bofedal, ya sea por efectos naturales o antropogénicos, cuantificará las alternativas correctivas, a fin de calcular los recursos para la intervención, y finalmente definirá las prioridades de intervenciones.



WP

WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445



EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

**PROYECTO "RECUPERACIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICOS DE
REGULACIÓN HÍDRICA DE LA MICROCUENCA DE MILLOC, EN LA
COMUNIDAD DE CARAMPOMA, DISTRITO DE CARAMPOMA, PROVINCIA DE
HUAROCHIRI, REGIÓN LIMA"**

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

C. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CERCO PERIMÉTRICO

I. Introducción

Parte integrante del sistema de seguridad y protección de la intervención proyectada en el ecosistema Milloc, lo brinda el Cerco Perimétrico proyectado a ejecutar de 4,413 metros de longitud, cuyo objetivo principal es impedir el paso de personas y animales ajenos a la zona delimitada; que puedan interferir con el desarrollo durante la ejecución de los trabajos del proyecto, y el periodo durante el cual deseamos recuperar las condiciones naturales del bodefal en Milloc.

II. Descripción del cerco perimétrico conformado por postes de PVC de 4" de diámetro y mallas ganaderas de acero galvanizado

El cerco perimétrico está conformado por postes prefabricados contruidos de tubo de PVC de 4" de 2m de longitud y rellenos con concreto armado $f'c = 175\text{Kg/cm}^2$, la armadura del interior del tubo de PVC la conforman varillas de acero corrugado de $\frac{1}{4}$ de pulgada, arriostrado cada 15 Cm con alambre de construcción; sobresalen del tubo, mediante perforaciones transversales a su eje longitudinal, unas mechas de alambre de construcción que permitirá su amarre con las mallas ganaderas; estas mechas de alambres, serán en numero de 9 a cada lado, distanciadas y alineadas a cada 15 cm siendo la primera ubicada a 20 cm de la parte superior del tubo de PVC y hacia abajo, longitudinal al tubo de PVC, lo que permitirá el amarre de la malla ganadera de 1.2m m de altura; los postes de PVC son colocados a cada 4 m de acuerdo a los planos topográficos (perfil longitudinal y planta); el anclaje de los postes es de 50 cm, se anclan de manera vertical en excavaciones de 0.40 cm x 0.40 de sección y 0.50 cm de profundidad; la cimentación del anclaje de los postes de PVC es a base de cantos rodados de 6 pulgadas de diámetro; las cuales se compactan utilizando como material aglutinante el suelo arcilloso de la propia excavación. La malla ganadera de 1.2m de altura, estará conformada por un entramado de acero galvanizado de 9 hiladas, con amarre de doble torción, cullas cocadas son de 10 x 13 cm.

A fin de no interferir con el objetivo principal del cerco perimétrico del Bofedal Milloc, se permitirá el acceso ordenado mediante tres puertas ubicadas según planos, las cuales serán de las siguientes características; dos hojas de 2m de longitud de eje a eje, conformada por pórticos de madera rollizo de 3 pulgadas de diámetro, que a manera de marco, tendrá un alma de la misma malla ganadera de acero galvanizado de 9 hilos y 1,2 m de altura, anclados a los pórticos de madera rollizo; dichos pórticos permitirán su giro mediante el empleo de 3 bisagras numero 4 a cada lado y se asegurará su cierre con el empleo de un candado.



W
WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

000572
Manual de
operación y
mantenimiento

III. Operación y mantenimiento

La "Operación" y el "mantenimiento" del Cerco Perimétrico consistirá en el conjunto de actividades necesarias para :

- Mantener el cerco perimetrico funcionando de manera adecuada.
- Corregir oportunamente las fallas que lleguen a presentarse en el cerco perimétrico.
- Operar adecuadamente los ingresos de la zona cercada.

Es importante hacer una diferenciación entre "operación" y "mantenimiento". Mientras "operación" indica maniobrar, por ejemplo, abrir y cerrar las puertas de ingreso al cerco perimétrico durante el tiempo de vida útil del proyecto, "mantenimiento", en cambio, involucra reparación, inspección, intervención; por ejemplo, desarmar un postes o una malla, que ha sido cortada intensionalmente o impactada por algún animalito de la zona, y que no funciona bien, para proceder a corregir la falla.

En ese sentido, la "operación" sugiere una *acción externa* que se efectúa en el cerco que no hace cambiar en nada las puertas accionadas; en cambio, el "mantenimiento" sugiere una *acción interna*, efectuada a lo largo del cerco perimétrico que obligan a cambiarlas, de modo que después de efectuado el mantenimiento, la parte atendida queda diferente de cómo estaba originalmente.

El programa de mantenimiento es un procedimiento de inspección e intervención continua a todos los puntos del cerco perimétrico, el mismo que puede ser de naturaleza preventiva o correctiva.

3.1 Mantenimiento Preventivo:

El "mantenimiento preventivo" se inicia con un programa, sigue con una revisión y termina con un informe que puede originar una actividad de reparación. Para su elaboración y ejecución se requiere:

- Una inventario del número de postes de PVC de 4 pulgadas y la longitud de la malla ganadera galvanizada de 9 hilos colocados.
- Establecer los procedimientos preventivos.
- Elaborar una programación.
- Establecer e implementar un registro histórico de datos.

Para programar la "frecuencia" entre revisiones, se empleará el siguiente criterios:

- Se considera que la instalación del cerco tendrá un periodo de vida util, se fija un tiempo de vida útil de cada elemento (poste de PVC, malla ganadera, marcos de madera de la puerta, visagra, candado, etc) , se fija un tiempo máximo de revisión (semanas o meses).

3.1.1. Inventario:

El número de postes pre-fabricados de PVC a colocarse según el Expediente Técnico es de 1,102 unidades, de las características descritas en el proyecto (tanto del poste como de su cimentación); así también, se emplearan 47 rollos de mallas ganaderas galvanizadas de 9 hilos (100 m cada rollo), siendo estos los insumos de mayor uso y exposición.

W
WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445



EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

3.1.2. Procedimiento preventivo:

Dado el tiempo de vida útil mencionado, se deberán hacer revisiones del cerco perimetrico; donde se verificará su correcto estado de conservación, se verificará los siguientes aspectos:

- A) Pérdida de verticalidad de los postes de PVC;
 - B) Degradación de los postes de PVC;
 - C) Oxidación de las mallas ganaderas;
 - D) Desamarras con los postes de PVC o cortes menores de las mallas ganaderas;
- A. La pérdida de la verticalidad de los postes de PVC puede darse por dos factores; si es por un factor interno del propio poste de PVC, entonces se procede al cambio del o los postes de PVC; sin embargo si la pérdida de verticalidad se ha producida por una inadecuada cimentación, se procederá de la siguiente manera:
1. Se desarraran con cuidado los postes que han perdido su verticalidad de la malla ganadera colindante;
 2. Se retira el material arcilloso y las piedras canto rodado de 6 pulgadas que conforman la cimentación del poste que ha perdido su verticalidad;
 3. Se retira a un lado dicho poste que ha perdido verticalidad;
 4. Se verifica y de ser necesario se corrige la profundidad de la excavación, que de acuerdo al diseño es de 0.40 x 0.40 m de sección por 0.50 m de profundidad.
 5. Se reemplaza el material arcilloso y se verifican las dimensiones de los cantos rodados.
 6. Se vuelve a colocar el poste de PVC retirado y se coloca el material de relleno de la cimentación debidamente compactado
 7. Se vuelven a amarrar las mallas ganaderas de acero galvanizado.
- B. La degradación de los postes de PVC se producen en los lugares en donde la radiación solar y el intemperismo son más agresivos ante dichos postes, de observarse degradación en los postes de PVC se procede a su cambio de la siguiente manera:
1. Se desarraran con cuidado los postes degradados de la malla ganadera colindante;
 2. Se retira el material arcilloso y las piedras canto rodado de 6 pulgadas que conforman la cimentación del poste degradado;
 3. Se retira definitivamente para su eliminación el poste de PVC degradado;
 4. Se verifica y de ser necesario se corrige la profundidad de la excavación, que de acuerdo al diseño es de 0.40 x 0.40 m de sección por 0.50 m de profundidad.
 5. Se reemplaza el material arcilloso y se verifican las dimensiones de los cantos rodados.
 6. Se coloca un nuevo poste de PVC de 4 pulgadas con las características originales de diseño, y se coloca el material de relleno de la cimentación debidamente compactado;
 7. Se vuelven a amarrar los postes de PVC con las mallas ganaderas de acero galvanizado.
- C. La oxidación de las mallas ganaderas, pese a ser de acero galvanizado de 9 hilos, se producen en aquellos sectores de las mallas que por su manipulación o uso, han perdido el recubrimiento anti-oxidante, y empiezan a mostrar señales de oxidamiento, cuando ello se evidencie e involucre la seguridad, procede su cambio de la siguiente manera:
1. Se desamarran con cuidado de los postes de PVC, los tramos de las mallas ganadera de acero galvanizado que empiezan a mostrar algún grado de oxidamiento;
 2. Se retira el tramo de malla ganadera que contine el o los sectores oxidados; se lleva a su disposición y eliminación final;
 3. Se coloca en su reemplazo un nuevo rollo de malla ganadera, y se realizan los amarres pertinentes con cada poste de PVC.



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

006570

- D. Si se observan desamarres o cortes menores en las mallas ganadera con los postes de PVC, o en las propias mallas ganaderas, deberán reponerse estos amarres con el empleo del alambre de amarre señalado en el diseño; si existen pequeños cortes en la malla ganadera de acero inoxidable, dependiendo de la magnitud de esta, se pueden volver a coser las mallas y recuperar las dimensiones de las cocadas (10 x 13 cm) con el empleo de alambre de acero galvanizado de 9 hilos.

3.1.3. Programación del Mantenimiento preventivo.

Se estima un periodo de vida útil para los postes pre fabricados de PVC y para las mallas ganaderas galvanizadas de 9 hilos, de 10 años de duración, dadas las condiciones climáticas a las que estarán expuestos; dados los materiales constructivos que componen el cerco perimétrico, se establecen periodos de revisión semanales.

Se sectorizaran los 4,413 m de cerco perimétrico, (incluidas sus tres puertas), y dada su longitud, bastará un recorrido a pie un día a la semana, a fin de verificar el estado de conservación del cerco perimétrico; una vez efectuado el recorrido, se identificarán y registraran los lugares donde realizar el mantenimiento preventivo del cerco, cuyas acciones de mantenimiento preventivo se realizarán en el transcurso del día siguiente de su identificación y/o según se programe en la misma semana de identificado.

3.1.4. Establecer e implementar un registro histórico de datos.

Basandose en los planos post construcción, en los cuales se establecerán de manera definitiva las coordenadas en las cuales han sido instalados los postes, así como también se contarán con los perfiles longitudinales y datos finales de la instalación del cerco perimétrico, se llevará un registro por coordenadas de las intervenciones realizadas como mantenimiento preventivo, con la finalidad de llevar un adecuado control de la cantidad de los insumos empleados, y los tiempos que toman realizar las intervenciones en este mantenimiento preventivo. Dicho registro lo realizará el personal de seguridad asignado para dicho trabajo, y será remitido a SEDAPAL para su evaluación y control.

3.2 Mantenimiento Correctivo:

Para desarrollar el "mantenimiento correctivo", se requiere:

- Información (revisión y diagnóstico) sobre la falla presentada.
- Labores de reparación.
- Reporte para efectos de control y estadística.

La información necesita un agente que puede ser:

- El vigilante del sistema de seguridad, quien emite un informe detallado sobre la falla presentada (incluirá revisión y diagnóstico).

Dada las características que tiene el "mantenimiento correctivo" de originarse un evento, debe considerarse si este amerita realizar una intervención de "emergencia". El procedimiento y la urgencia de su ejecución dependen de:

- El tipo de daño observado (poste de PVC o malla galvanizada, u otros elementos).
- La magnitud de la falla.

3.2.1 Revisión y Diagnóstico de la falla presentada.



W
WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

Consiste en el informe técnico que elabora el personal responsable de la seguridad y que en primera instancia evidencia la ocurrencia de un evento que, a su criterio, debido a su revisión en campo efectuada, y al diagnóstico que la misma práctica, amerita la concurrencia de un mantenimiento correctivo. En dicho informe se describirá el tipo de daño presentado en los postes de PVC, en las mallas de acero galvanizado, o en las puertas de ingreso al sector asegurado; describirá dentro de su diagnóstico cual ha sido el origen de dicho daño (sea natural, accidental, por algún impacto animal o por acciones de vandalismo o robo); cuantificará el daño observado, a fin de calcular los recursos para la intervención, y finalmente definirá la urgencia de la intervención.

3.2.2 Labores de reparación.

1. Se desarraran con cuidado los postes y/o mallas afectados;
2. De ser necesario se retira el material arcilloso y las piedras canto rodado de 6 pulgadas que conforman la cimentación del poste degradado;
3. Se retira definitivamente para su eliminación los postes de PVC y las mallas ganaderas afectadas;
4. Se verifica y de ser necesario se corrige la profundidad de la exvacación, que de acuerdo al diseño es de 0.40 x 0.40 m de sección por 0.50 m de profundidad.
5. Se reemplaza el material arcilloso y se verifican las dimensiones de los cantos rodados.
6. Se coloca un nuevo poste de PVC de 4 pulgadas con las características originales de diseño, y se coloca el material de relleno de la cimentación debidamente compactado;
7. Se coloca un nuevo rollo de malla ganadera, y se realizan los amarres pertinentes con cada poste de PVC.
8. Se vuelven a amarrar los postes de PVC con las mallas ganaderas de acero galvanizado.

**3.2.3 Reportes para efectos de control y estadística.**

Basandose en los planos post construcción, en los cuales se establecerán de manera definitiva las coordenadas en las cuales han sido instalados los postes, así como también se contarán con los perfiles longitudinales y datos finales de la instalación del cerco perimétrico, se llevara un registro por coordenadas de las intervenciones realizadas como mantenimiento correctivo, con la finalidad de llevar un adecuado control de la cantidad de los insumos empleados, y los tiempos que toman realizar las intervenciones en este mantenimiento correctivo. Dicho registro lo realizará el personal de seguridad asignado para dicho trabajo, y será remitido a SEDAPAL para su evaluación y control.

En resumen, las inspecciones del cerco son semanales y el mantenimiento preventivo es inmediato a la inspección, por lo tanto, también es semanal si fuera necesario, y en cuanto al mantenimiento correctivo este no se programa, pues se interviene una vez detectado el daño que afecta la integridad del cerco perimétrico.

3.3 Operación del Cerco Perimétrico:

Para la operación del cerco perimétrico, se deberá contar con personal permanente en la zona de intervención, que operará las puertas de ingreso al sector a preservar, y quien dispondra bajo custodia las llaves de los candados que dan apertura las tres puertas de ingreso que circunda el bofedal Milloc.

Se estima que la operación de las puertas será efectuada por el propio personal de seguridad (mínimo dos personas, una por cada turno), y ademas llevara un cuaderno de control y registro de accesos, el cual deberá ser reportado mensualmente a SEDAPAL para su evaluación y control.

Dicha labor, involucrará por consiguiente el derecho a restringir el acceso a las zonas protegidas.



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

3.4 Estimación de los costos del mantenimiento Preventivo y correctivo del Cerco Perimétrico

Mantenimiento Preventivo Del Cerco Perimétrico:				
Se estima un periodo de vida útil para los postes prefabricados de PVC y para las mallas ganaderas galvanizadas de 9 hilos, de 10 años de duración. Se sectorizaran los 4,413 m de cerco perimetro, (incluidas sus tres puestas), y dada su longitud, bastará un recorrido a pie un día a la semana, a fin de verificar el estado de conservación del cerco perimétrico; una vez efectuado el recorrido, se identificarán y registraran lo lugares donde realizar el mantenimiento preventivo del cerco, cuyas acciones de mantenimiento preventivo se realizarán en el transcurso del día siguiente de su identificación y/o según se programe en la misma semana de identificado.				
Mantenimiento Correctivo Del Cerco Perimétrico:				
Realizadas las Inspecciones periódicas, se identifican cuáles de los desperfectos constituyen ser mantenimientos correctivos, estos no se programan por lo tanto se atienden de inmediato, y su estimación en costo obedece a la vida propia para el cerco perimétrico en su conjunto.				
Acorde con lo mencionado, el costo anual en mantenimiento preventivo y correctivo no deberá superar los S/14,000 anuales. (Aproximadamente el 10% del costo Directo de su presupuesto de ejecución).				
Siendo los costos de las principales actividades los siguientes:				
Descripción	Unidad	Costo (S/.)		
Acero para amarres y alma de poste	Kg	5.54		
Encofrado y desencofrado de poste	Unidad	32.52		
Concreto para poste de PVC de 4 pulgadas	m3	391.72		
Carguio y traslado a lugar de colocación	Unidad	6.39		
Excavación	m3	42.03		
Instalación de poste	Unidad	12.98		
Instalación de malla ganadera	M	12.04		



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

**PROYECTO "RECUPERACIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICOS DE
REGULACIÓN HÍDRICA DE LA MICROCUENCA DE MILLOC, EN LA
COMUNIDAD DE CARAMPOMA, DISTRITO DE CARAMPOMA, PROVINCIA DE
HUAROCHIRI, REGIÓN LIMA"**

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

**D. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL
SISTEMA DE MONITOREO HIDROLÓGICO DEL BOFEDAL
MILLOC**

I. Introducción

El creciente interés a nivel nacional en la implementación de proyectos para la recuperación y conservación de los ecosistemas en las cuencas alto andinas, con énfasis en los servicios ecosistémicos de regulación hídrica y control de erosión, ha puesto a la luz muchas limitaciones y vacíos técnicos debido principalmente a la falta de conocimiento científico sobre los procesos hidrológicos y los impactos antropogénicos en estos sistemas naturales, así como la gran variabilidad de ecosistemas, climas y geomorfología en los Andes.

Si bien desde hace muchos años han existido buenas iniciativas con objetivos similares como el Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHCS - 1981), con la creación de la Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (Ley N°30215 - 2014) y la aprobación de su reglamento en el año 2016, la necesidad de generar mayores y mejores conocimientos sobre los beneficios e impactos de esta tipología de proyectos ha incrementado exponencialmente. Ello ha llevado a impulsar diversas investigaciones científicas que buscan realizarse desde una visión multidisciplinaria y transdisciplinarias (hidrología, biología, edafología, meteorología, etc.), soportadas por robustos sistemas de monitoreo a nivel local con enfoque regional.

Debido a esta brecha de conocimiento, el proyecto "Recuperación del servicio ecosistémicos de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, región Lima", ha contemplado la instalación de un sistema de monitoreo hidrológico que permita entender los procesos hidrológicos que ocurren en los bofedales y controlar las acciones a realizarse con el objetivo de su óptima recuperación. Este trabajo de instalación deberá realizarse en los sitios identificados durante la formulación del proyecto con base en las especificaciones técnicas y buscando la ubicación ideal para el correcto funcionamiento. Previamente, se deberá construir la infraestructura y estructuras de soporte necesarias para la instalación de los equipos. Estos deberán ser revisados y probados antes de ser llevados a campo a fin de evitar retrasos en la instalación por posibles desperfectos de fábrica o manipulación.

El presente documento constituye un manual básico para la operación y mantenimiento del sistema de monitoreo hidrológico para el bofedal Milloc que garantice su correcto funcionamiento durante todo el proceso de su recuperación, realizado con la participación de la comunidad de Carampoma. Cabe mencionar que, el sistema de monitoreo hidrológico funcionará durante el horizonte de evaluación del proyecto, que es de 20 años, con la posibilidad de que este sea continuado por parte de la comunidad con base en el aprendizaje y experiencia del acompañamiento continuo.


WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445



EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

006566

Manual de
operación y
mantenimiento

II. Descripción

El sistema de monitoreo hidrológico para el bofedal Milloc está conformada por una red de estaciones hidrométricas, estaciones meteorológicas y estaciones piezométricas; cuyo objetivo es identificar los cambios que irán ocurriendo en la dinámica actual de los procesos hidrológicos del ecosistema como consecuencia de su recuperación gradual mediante la ejecución de un proyecto de inversión pública. A partir de esta información registrada se podrán realizar modelamientos matemáticos y/o conceptuales que permitan entender la dinámica de los procesos físico-químicos que gobiernan estos sistemas naturales. Cabe resaltar, que este sistema de monitoreo es la principal referencia para la toma de decisiones por parte del operario u operaria de riego, por lo que es de suma importancia su correcto funcionamiento.

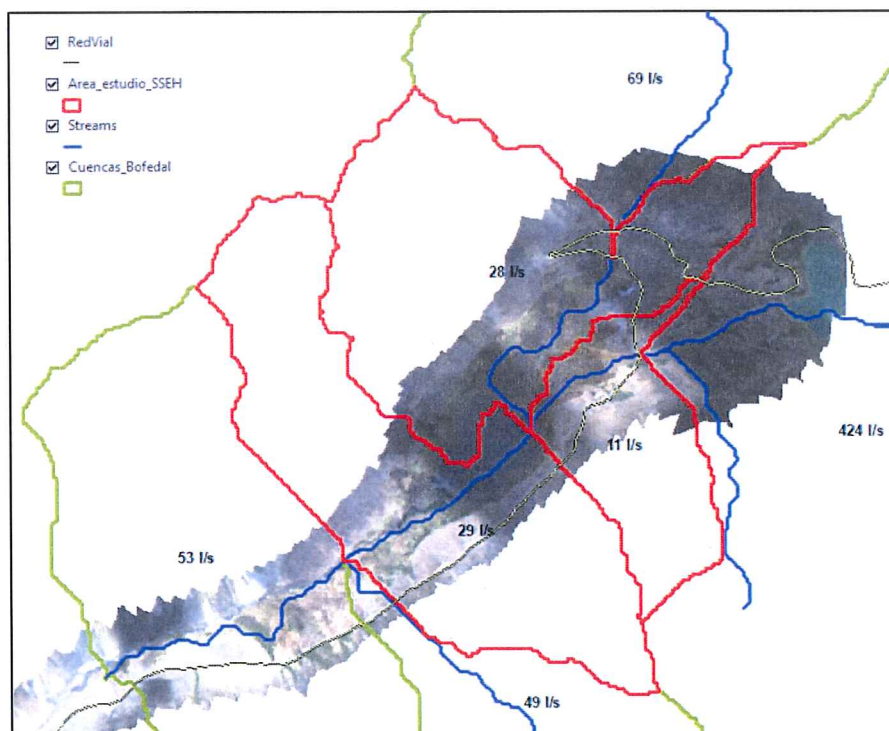


Figura 26 Área de estudio del sistema hidrológico del bofedal Milloc
Elaboración propia. Fuente: Vuelo de drone

Los equipos que se instalarán en las estaciones de monitoreo son de registro automático con una escala temporal de alta resolución. Todos dispondrán de un data logger donde se almacenará la información hasta ser descargada por un especialista para su procesamiento. En el caso de la estación meteorológica, ésta también dispone de un servidor para transmitir en tiempo real la data que se vaya registrando. Dado que parte del proyecto es generar capacidades técnicas en los pobladores de la comunidad de Carampoma, se designará un comunero o comunera que tenga la predisposición para aprender a operar los equipos y acompañará al especialista durante la descarga. Cabe mencionar que, si bien para el monitoreo de la napa freática se dispondrá de 3 sensores automáticos, debido a la gran extensión, variabilidad y sensibilidad de este indicador; se ha dispuesto de una red de pozos de observación que se medirán de forma manual y sistemática. Lo mismo se realizará para el monitoreo de la calidad del agua en los mismos puntos de las estaciones y otros identificados estratégicamente.

W

WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445



EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

000565

III. Componentes del sistema de monitoreo

3.1. Estaciones hidrométricas

Se ha contemplado la instalación de 3 estaciones hidrométricas para monitorear los flujos superficiales del sistema hidrológico del bofedal. Dos de estas corresponden a ingresos (inputs) provenientes de las quebradas de las lagunas Culi y Canchis; mientras que la última estará ubicada inmediatamente en la salida (output) de la laguna Milloc. En el caso del caudal que proviene del túnel trasandino se utilizará la información registrada del SENAMHI y/o ENEL, que deberá ser previamente revisada y tratada para su uso.

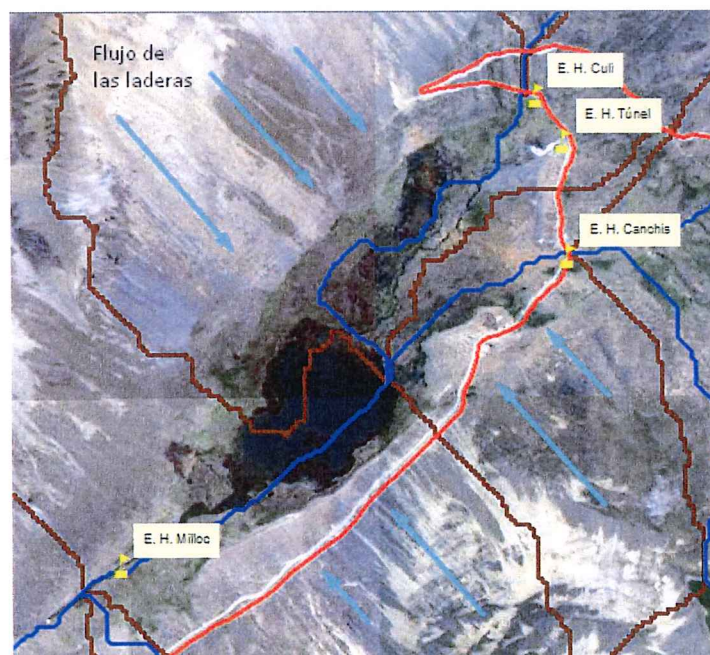


Figura 27 Distribución de las estaciones hidrométricas
Elaboración propia. Fuente: Google Earth

Los equipos a utilizar para la medición de los flujos superficiales principales de ingreso y salida serán sensores de alta resolución temporal y muy buena precisión de registro. Para los caudales medianos y mayores como el caso de la quebrada Canchis y el caudal de salida de la laguna Milloc, respectivamente; se utilizarán radares que miden la velocidad y altura del flujo superficial que pasa por el área de visualización del sensor. En el caso de la quebrada Culi, el caudal es bajo con un promedio anual de 69 l/s por lo que se instalará un vertedero mixto con un sensor de presión para medir la altura de paso del agua.

Estas estaciones hidrométricas tienen el objetivo de registrar los inputs y el output final del sistema hidrológico del bofedal Milloc, con el objetivo de realizar balances hídricos conforme se vaya recuperando el ecosistema identificando las variaciones en sus procesos hidrológicos. Si bien, existe un ingreso adicional de los escurrimientos que provienen de las laderas alrededor del bofedal Milloc, principalmente de la margen derecha, estos flujos son de bajo aporte con un promedio total de 68 l/s por lo que serán modelados con base en su cobertura vegetal, tipo de suelo y pendiente.

W

WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445



3.1.1. Operación

Los equipos de monitoreo operarán automáticamente y registrarán los datos en una memoria interna por largos periodos de tiempo de hasta 4 meses. El trabajo principal del técnico o técnica responsable del sistema de monitoreo consiste en realizar la calibración inicial del equipo, la descarga de los datos y la revisión periódica de los equipos a fin de asegurar su correcto funcionamiento. Esta revisión consiste básicamente en verificar que los equipos no tengan daños o se hayan movido, el estado de la memoria interna, la batería (no menor al 50%) y los insumos para evitar la humedad (deseccantes) en los equipos.

Durante las descargas, se deberá verificar que la memoria haya quedado totalmente libre y también se realizará una validación de los datos obtenidos con materiales y equipos especiales de prueba y calibración. Todos estos procedimientos se realizarán tomando como base los protocolos y manuales técnicos de operación propios de los equipos otorgados por parte de la empresa proveedora a fin de conservar la garantía. Cabe mencionar que, como parte de la instalación de los equipos la empresa realizará una capacitación para su operación correcta en la cual deberá participar uno o más integrantes de la comunidad.



SENSOR DE NIVEL DE AGUA INTRUSIVO INW PT2X	MEDICION DE DESCARGA SIN CONTACTO Hydra-pulse 508
	

Figura 28 Sensores de las estaciones hidrométricas

Fuente: Sensor Vital

Un trabajo importante para garantizar la calidad en los cálculos de las caudales (sobre todo para las estaciones con radares) es verificar periódicamente, antes y después de la época húmeda, que la sección fija de medición no haya sufrido deformaciones producto de procesos de erosión fluvial tanto en la base como en los bordes. Este problema es muy frecuente en cauces naturales que están expuestos a cambios bruscos en su caudal durante la época húmeda lo que genera erosión y derrumbes de sus bordes. De identificarse una deformación significativa se deberá evaluar si hay la posibilidad de recuperar la sección anterior mediante un trabajo de reacondicionamiento (cuando la alteración sea leve) o habrá la necesidad de una recalibración del equipo a la nueva sección a través de una batimetría (cuando el cambio sea fuerte).

3.1.2. Mantenimiento

El mantenimiento corresponde a la limpieza, reposición y, de ser necesario, reconstrucción de las estructuras de soporte y seguridad de los equipos. En el caso de la limpieza, esta se deberá realizar para retirar los sedimentos y material granular que se vaya acumulando en las secciones de paso de las estaciones hidrométricas. Es así que en el caso de la estación Canchis y Milloc, se deberá mantener la sección transversal lo más aproximado posible a las condiciones iniciales de medición a fin de no alterar los cálculos del caudal utilizando los datos del radar.

En el caso de la quebrada Canchis, este sensor se ubicará en el puente carrozable cuya base tiene una pendiente muy baja por lo que se pueden acumular piedras y material fino. El ancho de la sección fija será constante por lo que sólo se deberá verificar que la base no tenga montículos que puedan causar error en la medición.



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

En el caso de la salida de la laguna Milloc, esta sección presenta un caudal mucho mayor y con fuertes oscilaciones durante el año, por lo que el radar se colocará en una sección lo más estable posible y con las menores señales de erosión fluvial. El mantenimiento de esta sección es un trabajo más complejo y con cierto grado de riesgo, por lo que se deberá tomar las debidas precauciones para la verificación de la sección del cauce.



Figura 29 Secciones de medición de las estaciones hidrométricas con radares
Elaboración propia



Para el caso de la estación Culi, dado que se colocará un vertedero que obstaculizará el paso de material granular y fino provenientes de la quebrada que presenta una pendiente regular, es importante realizar una limpieza periódica antes y después de la época húmeda para evitar fluctuaciones en la presión que registre el sensor. Durante los máximos caudales hay la posibilidad de que el sensor se mueva de su posición o sea enterrado, por ello, es importante verificar su estado y devolverlo a su ubicación inicial inmediatamente. De igual forma, se deberá realizar la limpieza de los puentes de cruce entre la trocha carrozable y la quebrada Canchis que se pueden colmatar en épocas de lluvias generando pérdidas laterales afectando no sólo la medición del caudal sino la provisión de agua para el sistema de riego de la margen derecha.

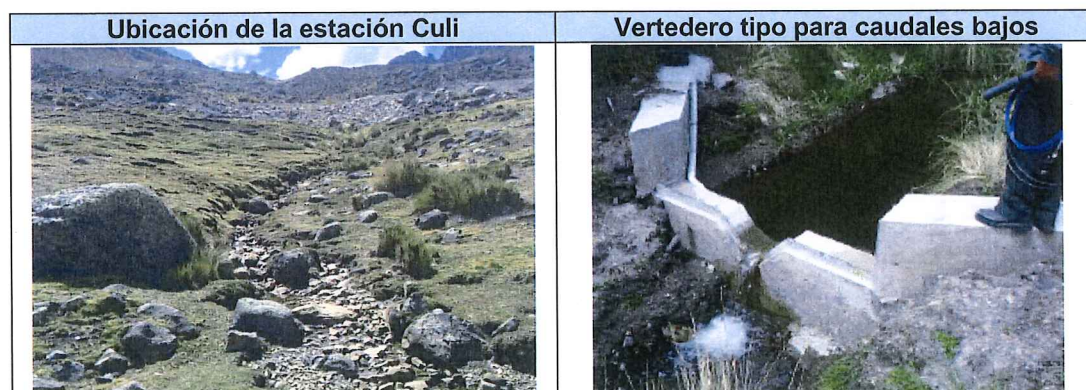


Figura 30 Características de la estación Culi
Elaboración propia

Con respecto a la reposición, esta consiste en el cambio de las baterías para el funcionamiento de los equipos, así como los insumos para evitar la humedad en los data loggers. Los desecantes que se utilizan para estos equipos están compuestos de un gel de sílice color azul que cambian a color rosado después de su uso. Así mismo, de verificarse errores en el funcionamiento del equipo por desperfectos de fábrica o daños externos, se deberá realizar la inmediata reposición.



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

Para evitar la pérdida de datos, se recomienda colocar un equipo provisional de repuesto hasta comprar el nuevo equipo que se instalará.

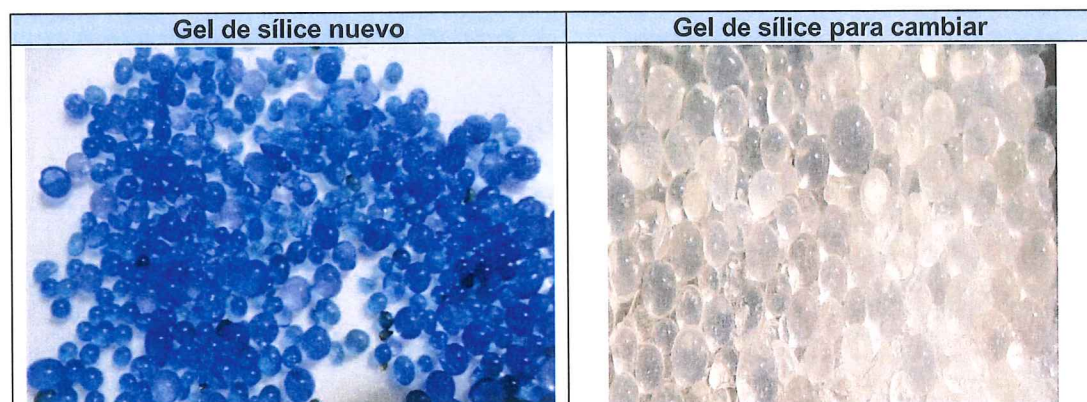


Figura 31 Desecante de gel de sílice para protección de los equipos

Fuente: Google



3.2. Estaciones meteorológicas

Se ha contemplado la instalación de 2 estaciones meteorológicas, una estación completa con todos los parámetros climáticos y otra estación que sólo medirá la precipitación y temperatura como referencia para identificar la influencia de la variabilidad en este parámetro por la altitud. Ambos equipos tienen un registro automático y almacenan los datos en una memoria interna hasta su posterior descarga. En el caso de la estación meteorológica completa, esta también dispone de un servidor online para transmitir los datos en una plataforma virtual en tiempo real. Sin embargo, para que este sistema funcione se deberá pagar una licencia de internet satelital.

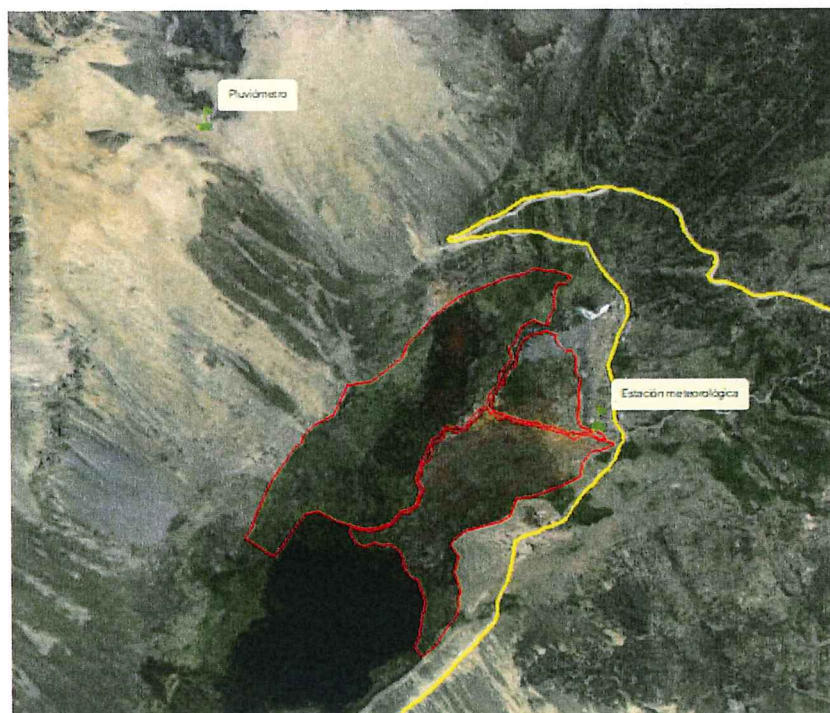


Figura 32 Distribución de las estaciones pluviométricas de acuerdo a la altitud
Elaboración propia



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

Adicionalmente a estos equipos, existe una estación meteorológica muy cercana denominada Milloc propiedad de SENAMHI y ENEL con una serie de equipos que miden precipitación, evaporación y temperatura. Con respecto a la precipitación, esta se encuentra disponible en el servidor web del SENAMHI, sin embargo, en el caso de los otros parámetros no hay disponibilidad de acceder a los datos registrados. De lograr acceder a estos datos serán de mucha utilidad para verificar los datos que se vayan registrando con las estaciones instaladas e inclusive poder completarlas si hubiese fallas en los equipos.

3.2.1. Operación

Los equipos de monitoreo operarán automáticamente y registrarán los datos en una memoria interna por largos periodos de tiempo de hasta 4 meses. El trabajo principal del técnico o técnica responsable del sistema de monitoreo consiste en realizar la calibración inicial del equipo, la descarga de los datos y la revisión periódica de los equipos a fin de asegurar su correcto funcionamiento. Esta revisión consiste básicamente en verificar que los equipos no tengan daños o se hayan movido, el estado de la memoria interna, la batería (no menor al 50%) y los insumos para evitar la humedad (deseccantes) en los equipos.



Figura 33 Estaciones meteorológicas para el sistema hidrológico del bofedal Milloc
Fuente: Sensor Vital

Durante las descargas, se deberá verificar que la memoria haya quedado totalmente libre y también se realizará una validación de los datos obtenidos con materiales y equipos especiales de prueba y calibración. Todos estos procedimientos se realizarán tomando como base los protocolos y manuales técnicos de operación propios de los equipos otorgados por parte de la empresa proveedora a fin de conservar la garantía. Cabe mencionar que, como parte de la instalación de los equipos la empresa realizará una capacitación para su operación correcta en la cual deberá participar uno o más integrantes de la comunidad.



Figura 34 Data logger para pluviómetros
Fuente: Sensor Vital

WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

006560

Un trabajo importante para garantizar la calidad de los registros es verificar que los equipos no sufran daños por estar expuestos a la intemperie considerando las condiciones geográficas de la zona, principalmente para la estación que se encuentra en la mayor altitud. Por ello, se ha contemplado la instalación de un pararrayo y el uso de insumos especiales para evitar la acumulación de humedad (desecantes).



Figura 35 Descarga de datos del pluviómetro con comuneros

Fuente: Boris Ochoa



3.2.2. Mantenimiento

El mantenimiento corresponde a la limpieza, reposición y, de ser necesario, reconstrucción de las estructuras de soporte y seguridad de los equipos. De encontrarse señales de deterioro en algunos de los equipos por agentes externos o fallas de fábrica se deberá realizar la reposición inmediata a fin de evitar la pérdida de datos.

En el caso de los pluviómetros, se deberá realizar la limpieza del embudo por donde se capta el agua de lluvia. Es muy común encontrar hojas u otro tipo de elemento que obstruyen el paso del agua, lo que conllevaría a una mala lectura de la precipitación.

Con respecto a la reposición, esta consiste en el cambio de las baterías para el funcionamiento de los equipos, así como los insumos para evitar la humedad en los data loggers. Los desecantes que se utilizan para estos equipos están compuestos de un gel de sílice color azul que cambian a color rosado después de su uso. Así mismo, de verificarse errores en el funcionamiento del equipo por desperfectos de fábrica o daños externos, se deberá realizar la inmediata reposición. Para evitar la pérdida de datos, se recomienda colocar un equipo provisional de repuesto hasta comprar el nuevo equipo que se instalará.

3.3. Estaciones piezométricas

Para el monitoreo de la napa freática se ha contemplado la instalación de 3 puntos de control automáticos con un sensor de presión igual al de la estación hidrométrica Culi, que registrarán las variaciones de los niveles y los registrarán en un data logger hasta su descarga. Cabe mencionar que, estos sensores solo se han colocado en la margen izquierda ya que en ésta se encuentran las áreas más degradadas y colocarlos en muchos más puntos resultaría bastante costoso. Por ello y debido a la gran extensión del área de estudio y la alta variabilidad e importancia de este indicador para evaluar la recuperación del ecosistema y operar el sistema de riego, se ha considerado la construcción de 108 pozos de observación distribuidos a modo de



W
WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

000559

red de pescador con distancias entre 12.5, 25 y 50 metros que permitirán registrar el nivel de la napa freática de forma manual

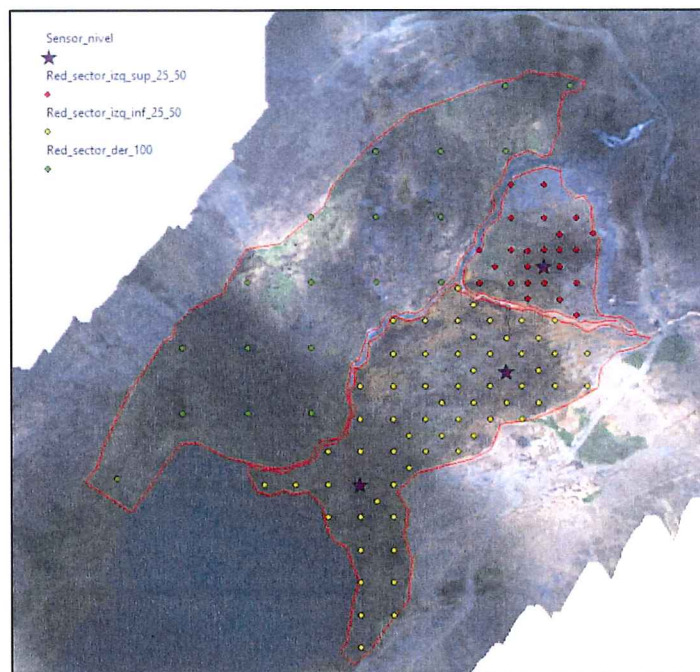


Figura 36 Estaciones piezométricas y pozos de observación
Elaboración propia

Un trabajo importante para garantizar la calidad de la información en el modelamiento de los flujos subterráneos es realizar un registro sistemático de la profundidad de la napa freática evitando el cruce de los datos considerando la gran cantidad de pozos a monitorear. Cabe mencionar, que estos puntos estarán previamente georreferenciados y codificados. En los pozos donde se disponga de los sensores de nivel, se podrá realizar una comparación de los datos registrados por el equipo y los valores tomados manualmente. Ello permitirá una validación sobre la calidad del muestreo manual que se esté realizando y si es necesario mejorar la técnica de medición, principalmente en los pozos con el nivel freático más profundo.

3.3.1. Operación

Los equipos de monitoreo operarán automáticamente y registrarán los datos en una memoria interna por largos periodos de tiempo de hasta 4 meses. El trabajo principal del técnico o técnica responsable del sistema de monitoreo consiste en realizar la calibración inicial del equipo, la descarga de los datos y la revisión periódica de los equipos a fin de asegurar su correcto funcionamiento. Esta revisión consiste básicamente en verificar que los equipos no tengan daños o se hayan movido, el estado de la memoria interna, la batería (no menor al 50%) y los insumos para evitar la humedad (desecantes) en los equipos.

Durante las descargas, se deberá verificar que la memoria haya quedado totalmente libre y también se realizará una validación de los datos obtenidos con materiales y equipos especiales de prueba y calibración. Todos estos procedimientos se realizarán tomando como base los protocolos y manuales técnicos de operación propios de los equipos otorgados por parte de la empresa proveedora a fin de conservar la garantía. Cabe mencionar que, como parte de la instalación de los equipos la empresa realizará una capacitación para su operación correcta en la cual deberá participar uno o más integrantes de la comunidad.



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

000558

En el caso de los pozos de observación la medición se realizará de forma manual con una regla milimétrica o el sensor con sonido, dependiendo de la profundidad, ingresándolo por el tubo de observación hasta escuchar el sonido particular del equipo. Luego se mirará la longitud del cable milimétrico que ha ingresado y se anotará en una ficha de registro con el código del pozo.



Figura 37 Tipos de medición para los pozos de observación según la profundidad

Fuente: Jan Baiker, Geotech



3.3.2. Mantenimiento

El mantenimiento corresponde a la limpieza, reposición y, de ser necesario, reconstrucción de las estructuras de soporte y seguridad de los equipos. De encontrarse señales de deterioro en algunos de los equipos por agentes externos o fallas de fábrica se deberá realizar la reposición inmediata a fin de evitar la pérdida de datos. La ventaja para este caso es que se puede continuar realizando mediciones de forma manual mientras se repara o repone el sensor.

En el caso de los pozos de observación, se deberá realizar la limpieza del tubo por donde se filtrará el agua subterránea. Es muy común encontrar hojas u otro tipo de elemento como piedras que pueden obstruir el paso del agua, lo que conllevaría a una mala lectura de la profundidad efectiva. Aunado a ello, el suelo donde se instalarán los pozos se caracteriza por estar compuesto principalmente de materia orgánica, que actualmente está en un proceso de degradación, por lo que existe el riesgo de que la malla de paso se pueda colmatar rápidamente evitando incluso el ingreso total del agua subterránea. Por ello, es importante verificar que el agua esté pasando correctamente. De lo contrario, se deberá retirar la tubería y realizar la limpieza o reemplazo de la malla de filtración.

Con respecto a la reposición, esta consiste en el cambio de las baterías para el funcionamiento de los equipos, así como los insumos para evitar la humedad en los data loggers. Los desecantes que se utilizan para estos equipos están compuestos de un gel de sílice color azul que cambian a color rosado después de su uso. Así mismo, de verificarse errores en el funcionamiento del equipo por desperfectos de fábrica o daños externos, se deberá realizar la inmediata reposición. Para evitar la pérdida de datos, se recomienda realizar la medición de forma manual realizando los procedimientos descritos anteriormente.



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento



Figura 38 Características de los pozos de observación para la medición de la napa freática

Fuente: Jan Baiker

3.4. Puntos hidroquímicos

El monitoreo de la calidad del agua en ecosistemas alto-andinos como los bofedales, es de gran importancia para entender el estado actual de conservación y la dinámica de sus procesos físico-químicos íntimamente relacionados con el tipo de cobertura vegetal. Por ello, el sistema de monitoreo hidrológico contempla el muestreo de la calidad del agua tanto superficial como subterránea que servirá como input para balances de los componentes químicos. Cabe mencionar que, las fuentes de agua que ingresan al bofedal tienen contenidos de metales significativos que deben ser muestreados y servirán para cuantificar el servicio de retención y adsorción por parte del ecosistema.

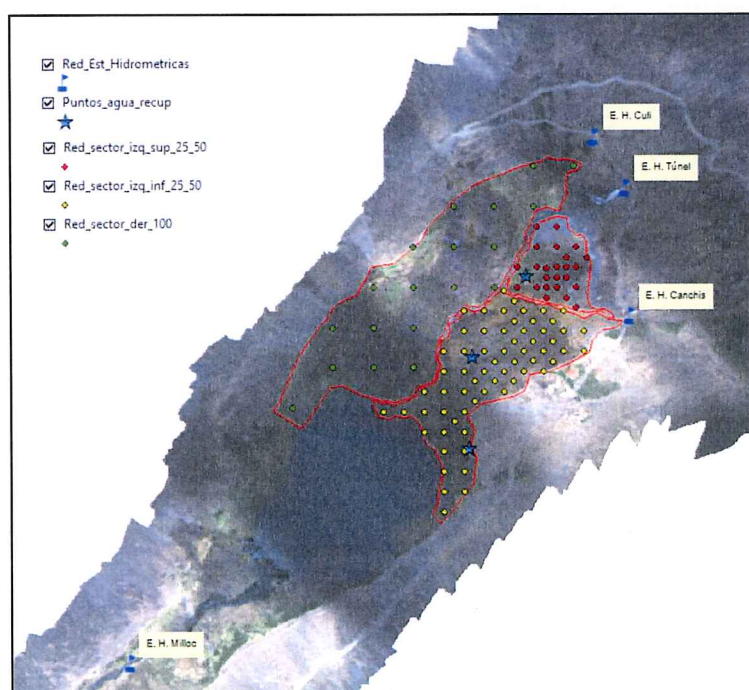


Figura 39 Estaciones piezométricas y pozos de observación
Elaboración propia



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

La calidad del agua superficial se medirá en los mismos puntos de las estaciones hidrométricas y en 3 puntos adicionales que se han identificado estratégicamente para verificar la recuperación de la calidad del agua y/o bioacumulación de metales pesados. En el caso del agua subterránea, se utilizarán todos los pozos de observación.

3.4.1. Operación

El trabajo de monitoreo de la calidad del agua se realizará utilizando los protocolos que existen a nivel nacional como el publicado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2016) y tomando en consideración las recomendaciones del equipo que se utilice o el laboratorio con el que se vaya realizar el análisis.

Para los parámetros más básicos como temperatura, CE, pH, OD, etc.; se utilizará un multiparámetro sumergiendo el sensor durante un lapso de tiempo especificado por el proveedor y las repeticiones de acuerdo al modelo. Para ello, previamente se deberá realizar la calibración del equipo con los insumos específicos para cada parámetro. Se recomienda dejar el sensor por un tiempo no menor de 2 minutos y al menos realizar 3 repeticiones seguidas. Este trabajo se realizará en todos los puntos mencionados anteriormente registrando la información de forma sistemática al menos 3 veces por años (cuatrimestral) sincronizando los tiempo con la época húmeda y seca. De identificar cambios mínimos se puede prolongar el trabajo a dos veces por año (semestral).

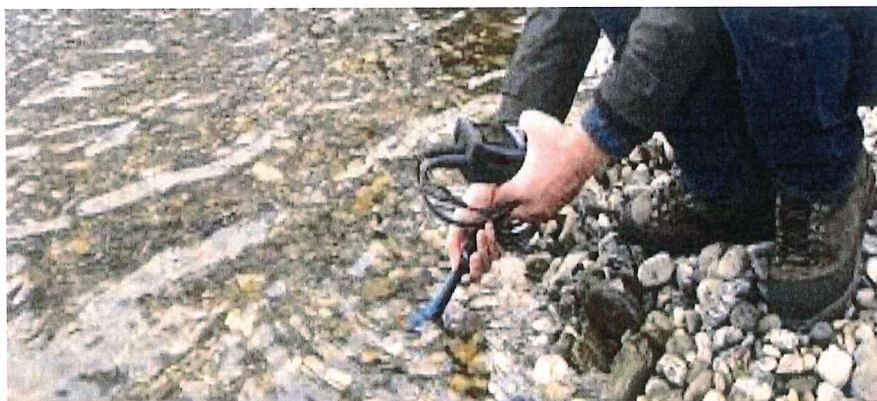


Figura 40 Monitoreo de la calidad del agua con multiparámetro

Fuente: OZ Perú

En el caso de los parámetros más complejos como los metales pesados se realizará una toma de muestra de acuerdo a los procedimientos recomendados para su adecuada preservación que será llevada a un laboratorio certificado. Este trabajo se realizará específicamente en las estaciones hidrométricas y los puntos de monitoreo de la recuperación del bofedal, que corresponden a sitios de mayor escurrimiento y/o afloramiento dentro del ecosistema. Dado que este procedimiento resulta trabajoso y costoso por la necesidad de realizar repeticiones (al menos dos) para validar los resultados del análisis, se recomienda realizarlo al menos una vez al año antes o después de la época húmeda.

3.4.2. Mantenimiento

El mantenimiento para el trabajo de monitoreo de la calidad del agua consiste principalmente en realizar la recalibración del equipo y el cambio de las baterías para su funcionamiento. En el caso de los puntos de monitoreo, el mantenimiento corresponde al descrito anteriormente para cada tipo de estación donde se vaya a realizar el análisis de la calidad del agua.



W
WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

E. Conclusiones

- a) Los sistemas de riego propuestos para el bofedal Milloc tienen como principal objetivo restablecer las condiciones hídricas del bofedal, incrementando y manteniendo los bajos niveles de la napa freática aprovechando la alta velocidad de infiltración y buena porosidad del suelo. Las principales fuentes de agua son la quebrada Culi y la quebrada Canchis. A partir de esta condición óptima del agua subterránea se mejorará la humedad del suelo superficial favoreciendo la restauración y reaparición de especies nativas asistidas mediante el trasplante de tepes. Dado que aún existe material orgánico en el subsuelo del área degradada, las funciones de este se reactivarán comenzando a brindar nuevamente sus servicios hídricos de retención de agua y carbono que serán mantenidos a través del flujo superficial permanente y la progresiva recuperación de la cobertura vegetal.
- b) La construcción de cada estructura que conforma el sistema de riego como las captaciones, canales, pozas de disipación y tomas laterales; se realizará casi en su totalidad con materiales de la zona como tierra, piedras y rocas de mediano tamaño facilitando su operación y mantenimiento constante y garantizando su permanente funcionamiento sin la necesidad de cortar el flujo temporalmente para las reparaciones que se deban realizar (con excepción de las captaciones).
- c) Para la eficiente distribución y aplicación del agua disponible se utilizará como principal vía la red de cauces naturales, tanto primarios como secundarios, que servirán como canales rústicos permitiendo la distribución homogénea del agua priorizando las zonas clasificadas como severamente y moderadamente degradadas, en la evaluación del estado de conservación donde a su vez se realizará el trasplante de tepes.
- d) Finalmente, la experiencia local del operario u operaria de riego que se encargue de los sistemas de riego, así como aquella que vaya adquiriendo conforme realice el trabajo de operación y mantenimiento de la mano con el sistema de monitoreo hidrológico; es la clave para la exitosa recuperación del ecosistema.
- e) El sistema de monitoreo hidrológico para el bofedal de Milloc permitirá identificar con mayor detalle los paulatinos cambios que se irán dando en el componente hídrico del ecosistema y sus impactos en los demás componentes (suelo, vegetación, clima) como consecuencia de la recuperación de los flujos superficiales (alterados principalmente por perturbaciones antropogénicas) a través de la implementación de un sistema de riego por gravedad.
- f) Las estaciones y puntos de monitoreo buscan cubrir los principales procesos hidrológicos (precipitación, evapotranspiración, flujos superficiales y flujos subterráneos) que ocurren en estos sistemas naturales, considerando su complejidad, lo que permitirá entender su dinámica y cómo es la participación de cada uno de estos para la recuperación del ecosistema.
- g) Los equipos que se instalarán en las estaciones de monitoreo son de registro automático con una escala temporal de alta resolución. Todos dispondrán de un data logger donde se almacenará la información hasta ser descargada por un especialista para su procesamiento. Por ello, una vez instalados y calibrados, el trabajo constará principalmente de revisar periódicamente el correcto funcionamiento y realizar el mantenimiento preventivo y correctivo.
- h) Dado que los equipos son sofisticados y costosos, durante la instalación por parte del proveedor se realizará una capacitación rápida para la operación de los equipos, los procedimientos de iniciación, calibración, descarga, etc.; que permita garantizar el óptimo funcionamiento y operación por parte del personal encargado en compañía del representante(s) designados de la comunidad



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

EXPEDIENTE TÉCNICO

Proyecto: "Recuperación del servicio ecosistémico de regulación hídrica de la microcuenca de Milloc, en el distrito de Carampoma, provincia de Huarochirí, departamento de Lima"

Manual de
operación y
mantenimiento

F. Recomendaciones

- a) La operación de los sistemas de riego se debe realizar con una visión integrada de todos sus componentes desde la cantidad de agua que se deriva en las captaciones hasta la cantidad de agua que se aplica en cada área específica del bofedal. Por ello, es de gran importancia la evaluación constante su correcto funcionamiento utilizando los resultados del sistema de monitoreo hidrológico para identificar inmediatamente la necesidad de construir estructuras complementarias como diques pequeños, zanjas o rellenos; que mejoren los resultados. La correcta ubicación, tamaño y espaciamiento de estas acciones permitirá recuperar de la manera más uniforme el nivel de napa freática favoreciendo las áreas más críticas y beneficiando con la dotación exacta las zonas más conservadas que aún permanecen.
- b) Si bien se recomienda que el mantenimiento de los sistemas de riego se realice después de la época húmeda en el mes de abril, que es cuando se utilizará en mayor medida la infraestructura de riego; es importante señalar que existirán trabajos menores que deberán realizarse inmediatamente para evitar que se perjudique el trabajo de trasplante que se va realizar. Ello, quedará mucho a criterio del operario u operaria de riego y la experiencia que vaya obteniendo en el mantenimiento de este tipo de infraestructura casi totalmente rústica. Por eso, es importante que se realice un informe trimestral del estado del sistema de riego y las necesidades que puedan ir surgiendo para que sean atendidas lo más pronto posible.
- c) Durante la operación y mantenimiento del sistema de monitoreo hidrológico, el encargado o encargada deberá mantener un estricto orden a través de cuadernos de notas, fichas de registro y bitácoras que permitan organizar de la mejor forma toda la información que se irá generando y registrando en las estaciones para su posterior procesamiento y uso.
- d) El tiempo de registro y almacenamiento de datos en los data loggers de los equipos no deberá superar los 4 meses, a menos que se garantice su rendimiento para mayores periodos. Incluso, inicialmente se deberá realizar la descarga cada 2 meses para revisar y verificar el correcto funcionamiento de los equipos y la calidad de los datos obtenidos.
- e) Si bien para el monitoreo manual que básicamente corresponde a la napa freática y la calidad del agua, se ha propuesto tiempos para realizar la descarga, se recomienda ir validando los periodos con los esfuerzos y costos que requiere cumplirlos para evaluar la necesidad de ajustarlos considerando además la variabilidad de los datos en el corto plazo (principalmente para la napa freática).
- f) El presente manual describe consideraciones generales para la operación y mantenimiento del sistema de monitoreo hidrológico, sin embargo, es importante tomar en cuenta los protocolos, manuales, especificaciones y recomendaciones propias de cada equipo que brinde el proveedor para asegurar la garantía que dispongan.
- g) Se debe procurar la participación permanente de una persona designada por la comunidad con el objetivo de ir formándola para que posteriormente se pueda encargarse de la operación de forma independiente. Una buena alternativa, sería capacitar tanto a personal adulto como joven que pueda utilizar dicho trabajo como parte de una investigación o formación profesional.



WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445



RESEARCH

000553

PROFORMA 215 – 30102019 - DS

Fecha:

Octubre - 2019

Remitente

Nombre	AG - RESEARCH S.A.C
Dirección	Calle Real 261 – Ofic. 3N - 02
Código Postal:	12001
Ciudad:	Huancayo
País:	Perú
RUC:	20568484445
Teléfono:	963952025- 961014539

Destinatario

Nombre:	
Dirección:	
Código Postal:	Lima 12
Ciudad:	Lima
País:	Perú
RUC:	
Teléfono:	

N°	DESCRIPCION	UM	CANT	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
	SERVICIO DE VUELO FOTOGRAFICO CON DRONE MULTIROTOR + CAMARA MULTIESPECTRAL MICASENSE REDEGE M. DE 5 BANDAS (AZUL, VERDE, ROJO, NIR, BORDE ROJO) - Software de procesamiento Pix4D mapper. PRODUCTOS: Modelo de superficie. Ortomosaico multiespectral. - RES 15 CM POR PIXEL. - AREA : 150 ha	GLB	1	9,000.00	9,000.00

WALTER
MOLINA PERALTA
F - 14445

SON: NUEVE MIL CON 00/100 SOLES

CONDICIONESIncluye IGV
Puesto en obra
Sin cargo al destinatario

País origen de la mercancía

Perú

Seguro

N/A

Tiempo de entrega

01 día

Nombre / Name

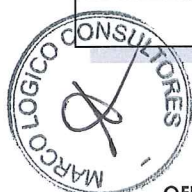
Samuel E. Pizarro

Firma y sello

Samuel E. Pizarro Corcuato
GERENTE GENERAL
AG - RESEARCH
AGDEAN GROWING RESEARCH S.A.C.

Validez de la oferta

30 Días

OFICINA PRINCIPAL: CALLE REAL 261 – CENTRO COMERCIAL HUANCAYO – HUANCAYO, OFICINA 2 - TERCER NIVEL
CEL: 969 593 010 – 961 014 539 RPM: #969593010 - #961014539

Email: ag_research@hotmail.com