



BOSQUES ANDINOS ES UN PROGRAMA DE:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Agencia Suiza para el Desarrollo  
y la Cooperación COSUDE

FACILITADO Y ASESORADO POR:



**HELVETAS** | PERU  
Swiss Intercooperation



**CONDESAN**  
Consortio para el Desarrollo Sostenible  
de la Ecorregión Andina

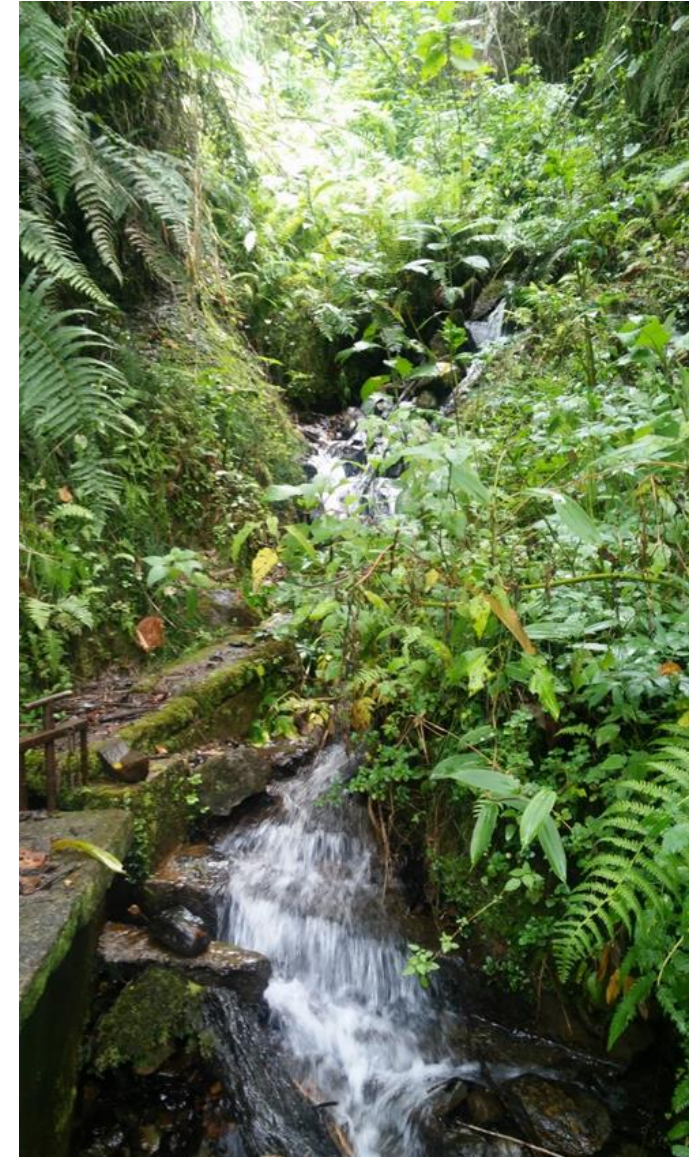
# La restauración de bosques andinos y sus vínculos con el agua

## **PRIMER BORRADOR**

Lima, 23 marzo 2021

## Definición de Restauración

Murcia (2016): Revertir la degradación de los sistemas naturales, recuperar la biodiversidad y los servicios ambientales, y combatir los efectos negativos del cambio climático y complementar las estrategias de manejo del paisaje para la sostenibilidad de la vida en la tierra.





## La restauración de bosques andinos y sus vínculos con el agua

Las relaciones entre los bosques y el agua son múltiples y variadas, influenciadas por una serie de factores (Little y Lara 2010):

- (1) Condiciones climáticas (p.ej. regímenes de precipitación),
- (2) Geomorfología, geología y suelos: condicionan el almacenamiento y la movilización del agua,
- (3) Cobertura vegetal: responde al uso del suelo o a su manejo (Ward y Trimble, 2003)
- (4) Tiempo, factor crucial, influye en los 3 anteriores





## La cobertura vegetal (factor en el cual tenemos más influencia)

Se busca incrementar el volumen de la biomasa, influye en:

- Tasas de evapotranspiración (Angelstam et al. 2005, Little y Lara 2010, Huber et al. 2008)
- Caudal (base y punta) (Acuña 2012, Calder 1992, Lara et al 2009, Scott et al. 2008)





El aumento de las capas de hojarasca contribuyen al desarrollo de una micro y macro fauna (Frene 2015, Tobón 2009, Acuña 2012, Mullins 2011)

- Mejoran la porosidad del suelo y reducen la densidad
- Incrementan las tasas de conductividad hidráulica e infiltración (Frene 2015, Tobón 2009)
- La recarga del agua del suelo y de los acuíferos es mayor
- Manteniendo de esa forma los caudales, incluso en época de estiaje.
- **Mejora la capacidad de regulación hídrica** (Tobón 2009, Acuña 2012, Doornbos 2015, Muñoz et al. 2015, Zapata y Manzano 2008, Giraldo 2002)





Cuanto mayor es el contenido de materia orgánica en el suelo:

- Mejora su estructura: más granular
- Favorece el desarrollo de un sistema radicular: denso y profundo
- **Genera mayor capacidad de infiltración y almacenamiento del agua** (Bonell 1993, 2005, Bonell y Balek 1993, McGroddy y Silver 2000, Garcia-Fayos 2004, Pizarro et al 2005, Giraldo 2002, Robert 2002, Tobón 2009).





Intercepta y absorbe la lluvia y funciona como barrera:

- Retiene el agua y propicia que se disponga de mayor tiempo para penetrar el suelo
- Reduce el escurrimiento y la erodabilidad (Dueñez et al. 2004, Zang y Zhang 1999, Arifeen y Chaudhry 1998; García 2009, Pizarro et al. 2005, Ruan et al. 2001, Sfeir et al. 2005, Rios et al. 2008, Programa Comunidad Agua y Bosques 2010).
- El agua ingresa al suelo
- Una parte es utilizada por las plantas y devuelta a la atmósfera a través del proceso de transpiración.
- Otra parte es retenida en el suelo (Paredes y Guerra 2006, Sánchez 1990, Alfaro, Alvarado y Chaverri 2001).





Un fenómeno interesante en el proceso de restauración:

- Ante la disminución de la humedad en el suelo,
- Comunidad vegetal reacciona desarrollando una mayor cantidad de raíces finas de mayor longitud
- Aumenta la capacidad de absorción de agua y nutrientes (Mullins 2011, Metcalfe et al. 2008, Abate 2004, Castellanos et al. 2000, Lima, Miranda y Vasconcelos 2010),
- Bajo este mecanismo de supervivencia, las plantas desplazan la fijación de carbono hacia las raíces para incrementar la captación de agua (Metcalfe et al 2008)
- Profundizándose en el suelo para alcanzar la humedad de los horizontes inferiores (Joslin, Wolfe y Hanson 2000, Pritchett 1986, Mullins 2011).





El aumento de la biomasa incrementa la intercepción del agua de lluvia:

- Una parte del agua de lluvia es mantenida por el follaje y luego es evaporada (Pizarro et al 2005, FAO 2002, Zapata y Manzano 2008, Giraldo 2002)
- Algunos estudios estiman que la pérdida por evaporación es del 10% (Holwerda y Bruijnzeel 2007) y por transpiración de 25%
- Evapotranspiración total se estima en 35% (Gomez-Cardenas et al. 2007).
- Menor volumen de agua en el suelo y disminución en el rendimiento hídrico (Muñoz et al. 2015).



Reyes et al. (2002), estiman una reducción total de 0.0679% del rendimiento hídrico, por el aumento en 1% de la cobertura forestal:

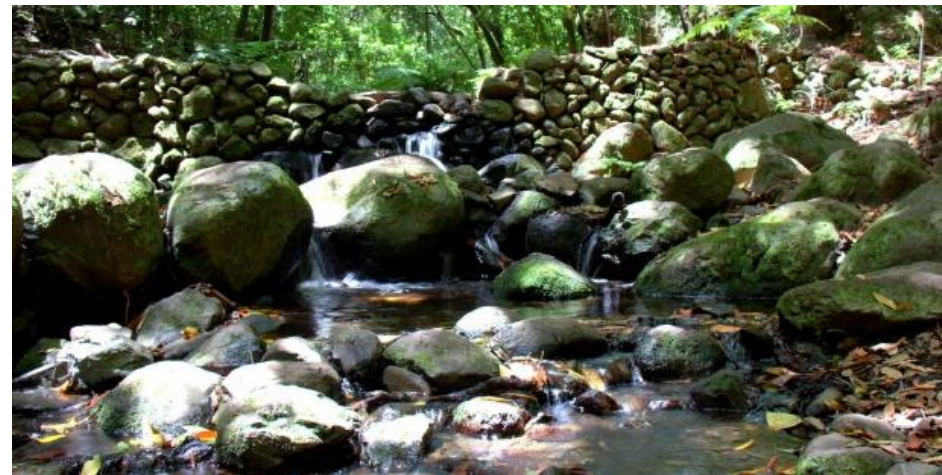
- Se compensa porque el incremento en la cobertura disminuye la temperatura de la superficie del suelo.
- Elimina los efectos del viento, lo que reduce las pérdidas de agua del suelo por evaporación.
- La superficie del suelo se mantiene más fría y la velocidad de evaporación del agua del suelo disminuye (FAO 2002).
- **Manteniendo o incrementando los caudales en la época de estiaje.**
- **Este es el interés prioritario de las comunidades locales con respecto a las prácticas de restauración.**





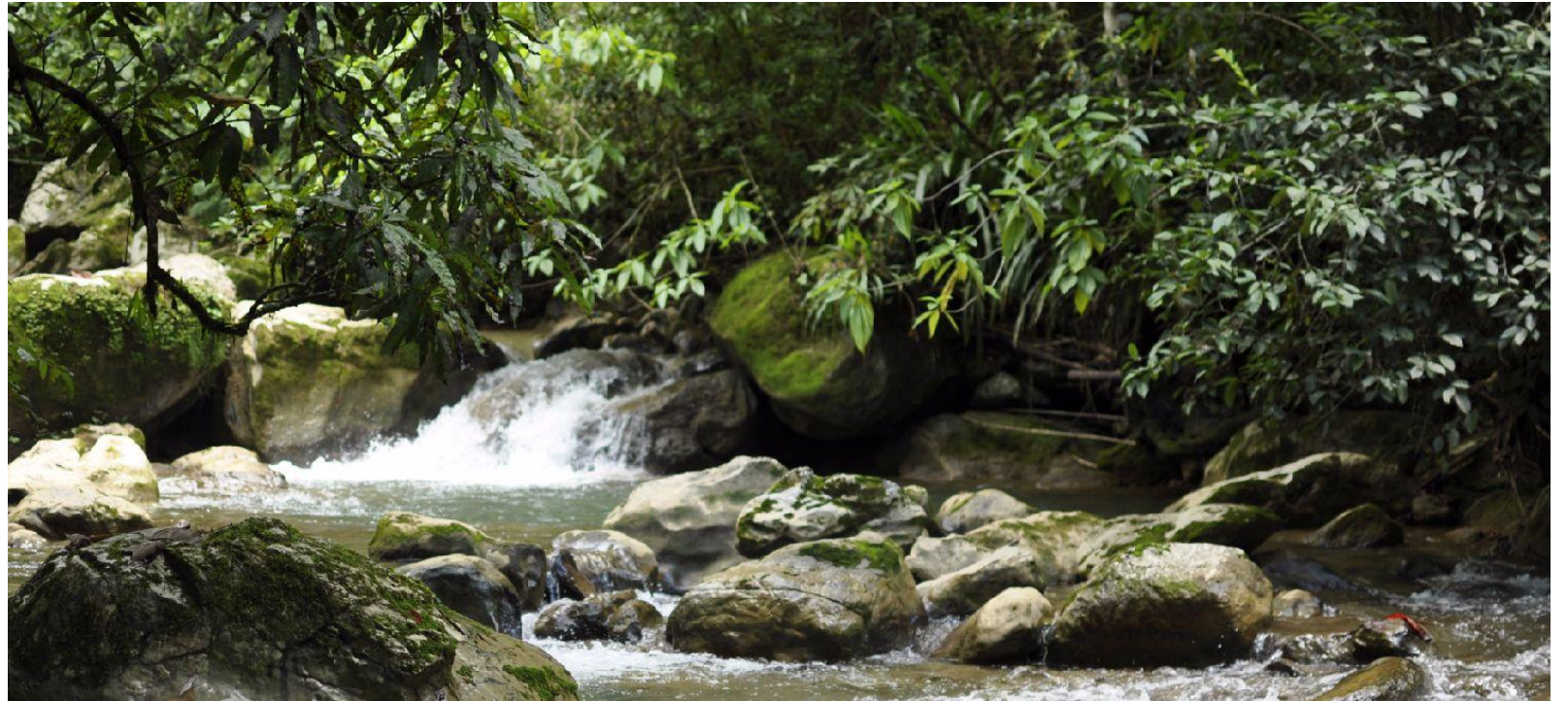
Las variables relacionadas con la interceptación y transpiración del bosque que explican mejor los cambios en el rendimiento hídrico son:

- Tamaño del área basal
- Índice del área foliar
- Fisiología de las especies (Tobon 2009).
- Correlación negativa: cobertura arbórea, área basal respecto de la escorrentía superficial
- Lo contrario para: capacidad de infiltración con cobertura de árboles, área basal (Rios et al. 2008).
- Otro beneficio de la restauración de los bosques está dado por la mejora de la calidad del agua (Gyssels et al. 2005), principalmente por la interceptación de la precipitación, disminuye la energía de su impacto en el suelo, impidiendo así su remoción (Rios et al. 2008).



## La restauración del bosque regula el rendimiento hídrico:

- Equilibrando rápidamente el caudal a partir del segundo año al 40%
- Estimándose que volverá a su nivel previo a la degradación a partir del año 8 (Giraldo 2002).
- Algunos estudios han estimado que por cada 10 % del área de cobertura de bosques nativos que se logre recuperar
- Se incrementan en 14% los caudales totales en época de estiaje





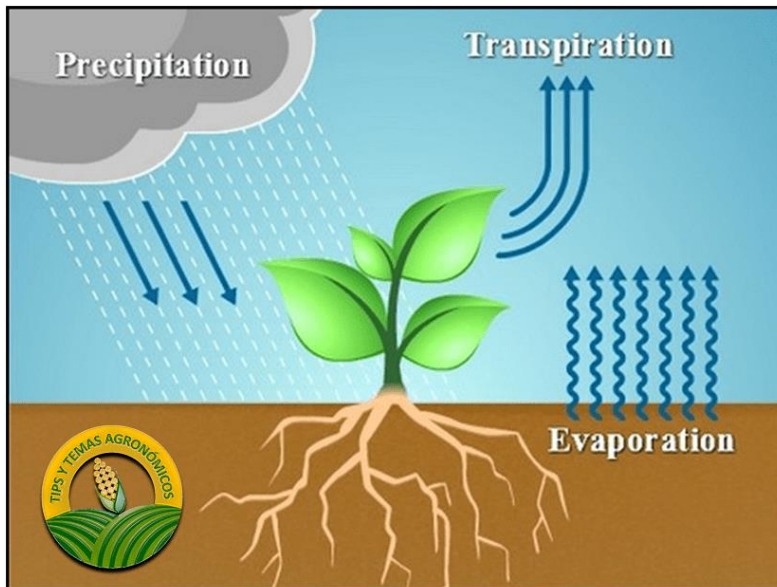
**Técnicas silviculturales podrían acelerar la sucesión ecológica para acortar los plazos de la restauración** (Lara et al. 2009, Little y Larab 2010).

- El principal factor limitante en el proceso de restauración es la falta de disponibilidad hídrica (Medrano et al. 2007)
- En este proceso se incrementa el volumen de agua utilizado por la vegetación, el cual podría ser mayor que en el bosque precedente (Vertessy et al. 1993),
- Aumenta la velocidad de formación de biomasa
- Cambia la eficiencia del uso del agua por la comunidad vegetal
- La cantidad de carbono fijado por unidad de agua evapotranspirada, pero esto aún no está bien documentado.

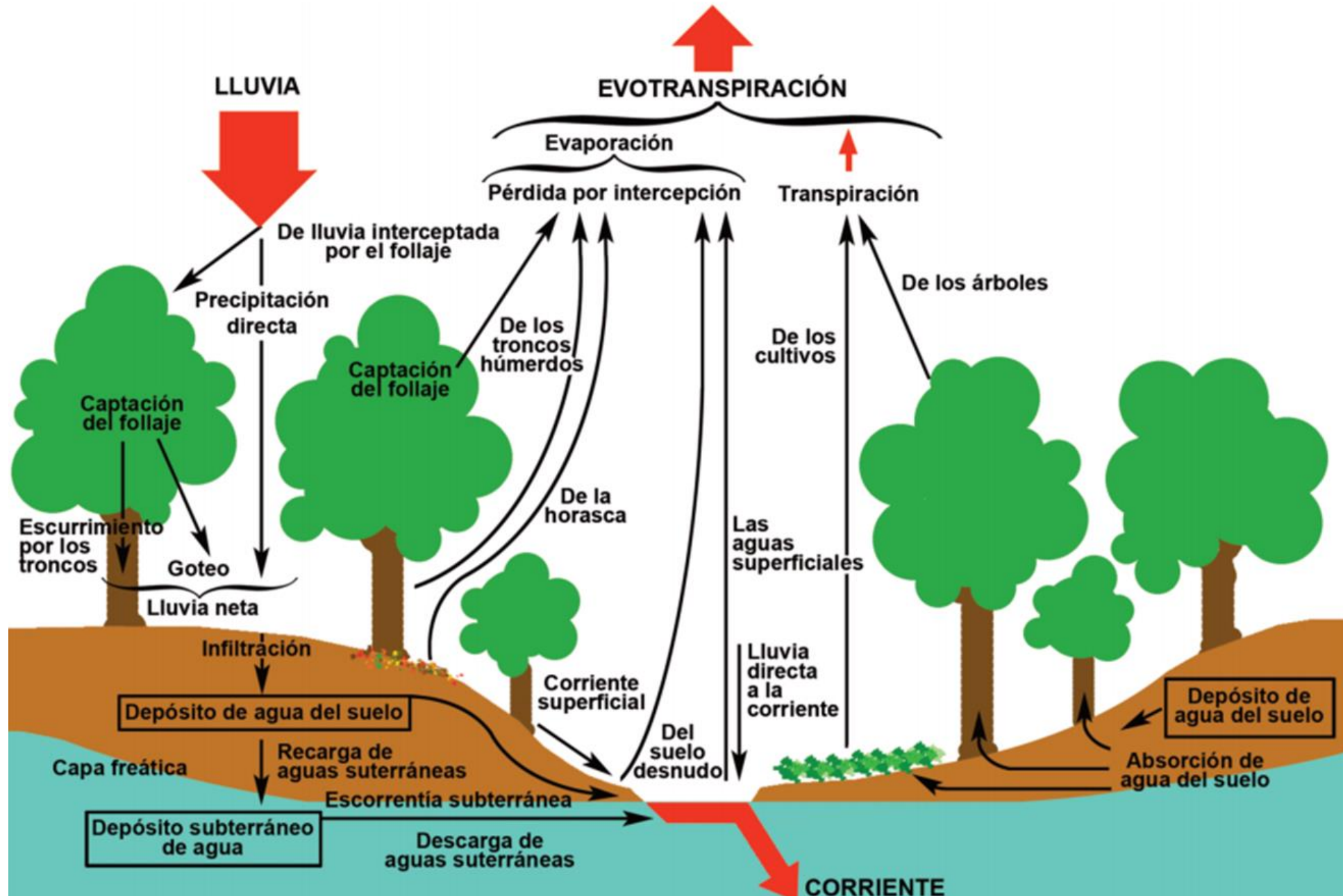


## Lo que aún no se conoce es el valor de la tasa de transpiración

- Cuál es la cantidad de agua que se extrae del suelo (evapotranspiración neta) para producir 1m<sup>3</sup> de incremento en biomasa seca
- Su relación con las características edafoclimáticas
- La orientación que se le pueda dar a la restauración a partir de estos resultados (Huber y Trecaman 2004).







# **RESTAURACIÓN DEL PAISAJE FORESTAL PARA MEJORAR EL REGIMEN HÍDRICO**

**COMUNIDAD CAMPESINA  
SAN IGNACIO DE KIUÑALLA**





# Decisión de la comunidad para restaurar sus bosques





# Principales acciones desarrolladas

- Elaboración de línea de base de flora, fauna y socioeconómico
- Elaboración de Plan de Restauración
- Recolección de germoplasma (regeneración natural)
- Instalación y manejo de vivero
- Implementación unidades de intervención 1, 2 y 3.



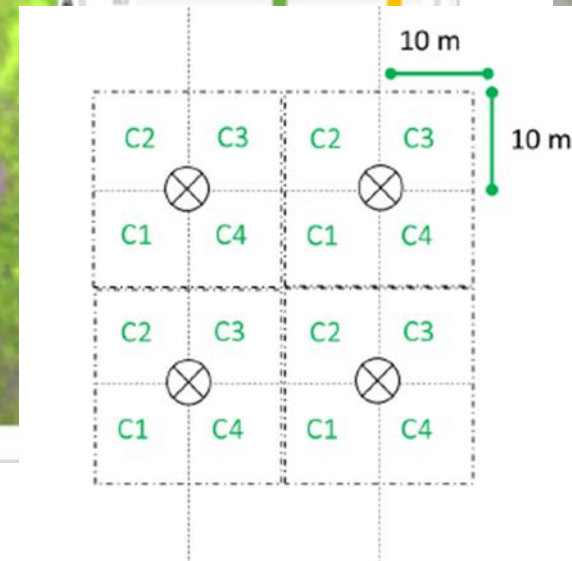
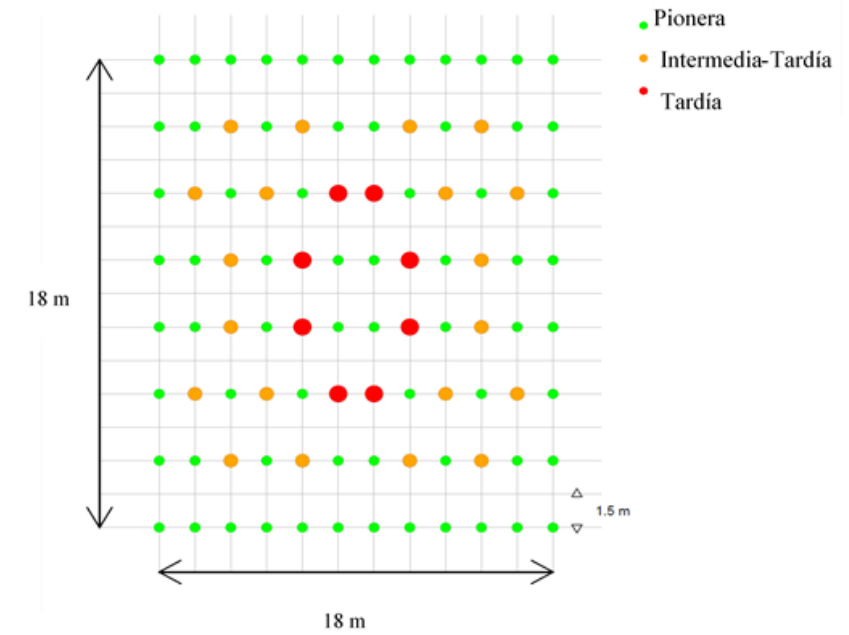
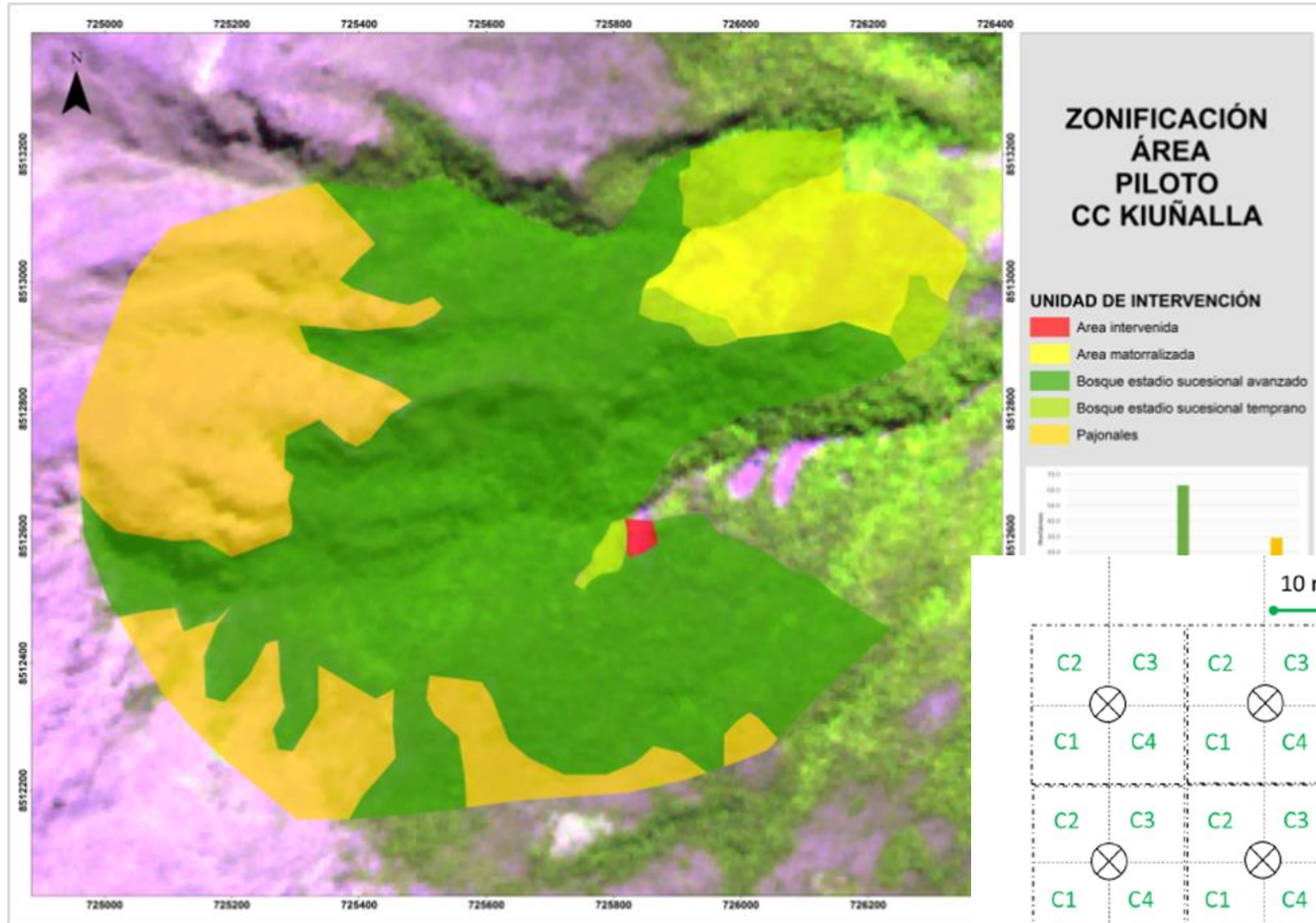


- **Línea de Base**





# • Plan de restauración





# PLAN DE RESTAURACION DE BOSQUES ANDINOS EN LA COMUNIDAD KIUÑALLA

**Unidad de Intervención 1:** Bosque en avanzado estado sucesional - primario

## Opciones de restauración

- ✓ Exclusión – será una restauración pasiva

**Unidad de Intervención 2:** Bosque en temprano estado sucesional

## Opciones de restauración – delimitación

- ✓ Enriquecimiento en claros
- ✓ Regeneración natural asistida

**Unidad de Intervención 3:** Áreas matorralizadas

## Opciones de restauración

- ✓ Remoción de especies dominantes
- ✓ Núcleos de alta densidad con especies nativas mediante selección y adaptación en vivero
- ✓ Instalación de perchas artificiales





- **Vivero comunal**







## Construcción de Vivero Comunal (cercado y tinglado)

“Brinzales” de especies nativos recuperados en el Bosque (7000 plantas nativas)





- Implementación de unidades de intervención









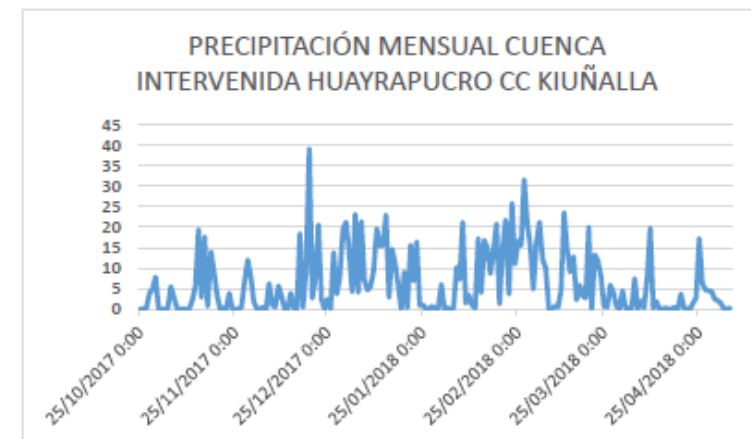
## Principales acciones complementarias

- Instalación de un sistema de monitoreo ecohidrológico para evaluar los cambios en la vegetación y en el flujo y regulación hídrica con neblinómetros.
- Plantación en la parte alta con Queuña.
- Construcción en la parte alta de una ccocha rústica para recargar los acuíferos naturales.
- Rescate de saberes sobre el bosque nativo.
- Valorización de los servicios ecosistémicos.
- Nombramiento del Comité de gestión de restauración de los bosques de la comunidad de Kiuñalla.
- Fortalecimiento de la organización de la comunidad.
- Elaboración del Plan de vida de la comunidad.



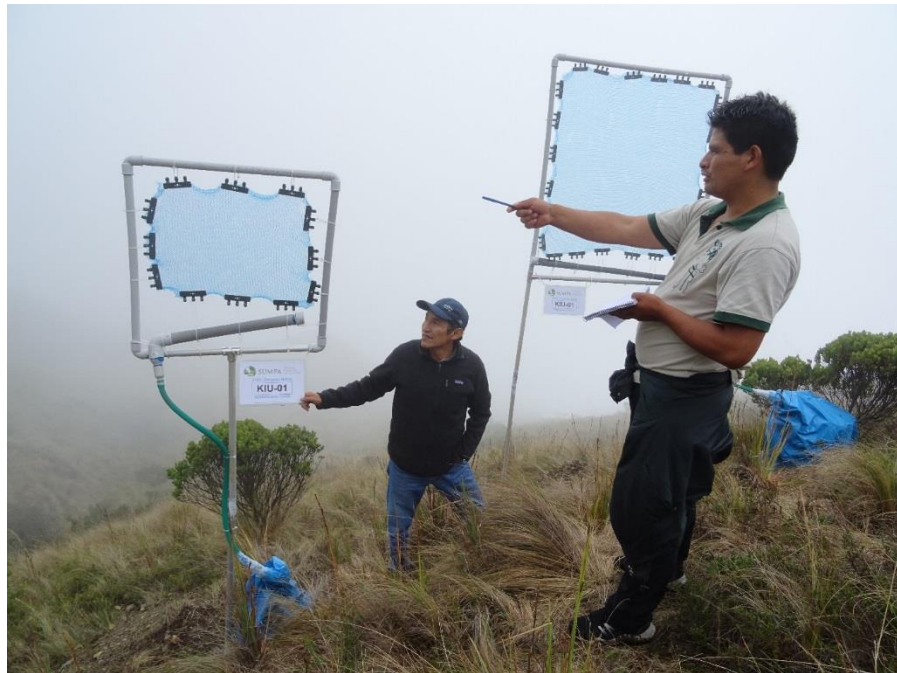


- Monitoreo de bosques
- Monitoreo hidrológico



Procesamiento de datos de precipitación Kiuñalla (05 de mayo del 2018)







- Construcción de Ccochas
- Reforestación





- Sistematización de Actividades de Restauración
- Alternativas económicas que contribuyan con la sostenibilidad de la iniciativa de restauración
- Estudio sobre alternativas para la comunicación comunal
- Importancia de bosques relictos para la biodiversidad en paisajes fragmentados





- Prevención y control de incendios forestales





# Gobernanza ambiental

- Plan de Vida
- Fortalecimiento del Comité de Gestión de Recursos Naturales
- Actualización y aprobación del estatuto de la comunidad.





# Generación de ingresos Apicultura – iniciativas económicas

