



Financiado por



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



GREEN  
CLIMATE  
FUND



En colaboración con

Canada

# Puna Resiliente

Criterios de Diseño Técnico y Estudios Necesarios para Medidas AbE  
Prevención de la maladaptación en ecosistemas altoandinos

Implementado por



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



## Contenido

- Que son las medidas Abe
- Riesgo de Maladaptaciòn
- Criterios Tecnicos
- Estudios Tecnicos



# ¿Qué son las Medidas AbE?

## Definición

“



”

La Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) es el uso de la diversidad y los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia general de adaptación para ayudar a las comunidades a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático.

climático.

## Tipos de medidas principales



Restauración de ecosistemas



Conservación de biodiversidad



Gestión sostenible de recursos

## Ejemplos de AbE en zonas altoandinas

### Restauración de bofedales

Recuperación de humedales altoandinos para retención de agua y regulación hídrica

### Construcción de quelas

Reservorios rústicos para cosecha de agua de lluvia y recarga de acuíferos

### Manejo de pastos nativos

Rotación de pastoreo y clausuras temporales para recuperación vegetal

### Zanjas de infiltración

Canales en contorno para reducción de erosión y retención de agua

# Medidas de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)



Apoyo técnico y financiero para Iniciativas Locales

RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE BOFEDALES



RESTAURACIÓN DE QOCHAS RÚSTICA



MANEJO INTEGRADO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO



AGRICULTURA DE CONTORNO



ZANJAS DE INFILTRACIÓN



MANEJO SOSTENIBLE DE PASTURAS NATURALES



AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN



RESTAURACIÓN DE BOSQUES CON ESPECIES NATIVAS



AGROFORESTERÍA



RESTAURACIÓN DE ANDENES Y TERRAZAS



# Cadenas de Valor Climáticamente Resilientes

CAMÉLIDOS  
llama, alpaca y vicuñas



PAPAS NATIVAS



QUINUA



## CADENAS COMPLEMENTARIAS

Crianza de cuyes



Artesanía



Turismo comunitario



Granos andinos



Legumbres andinas



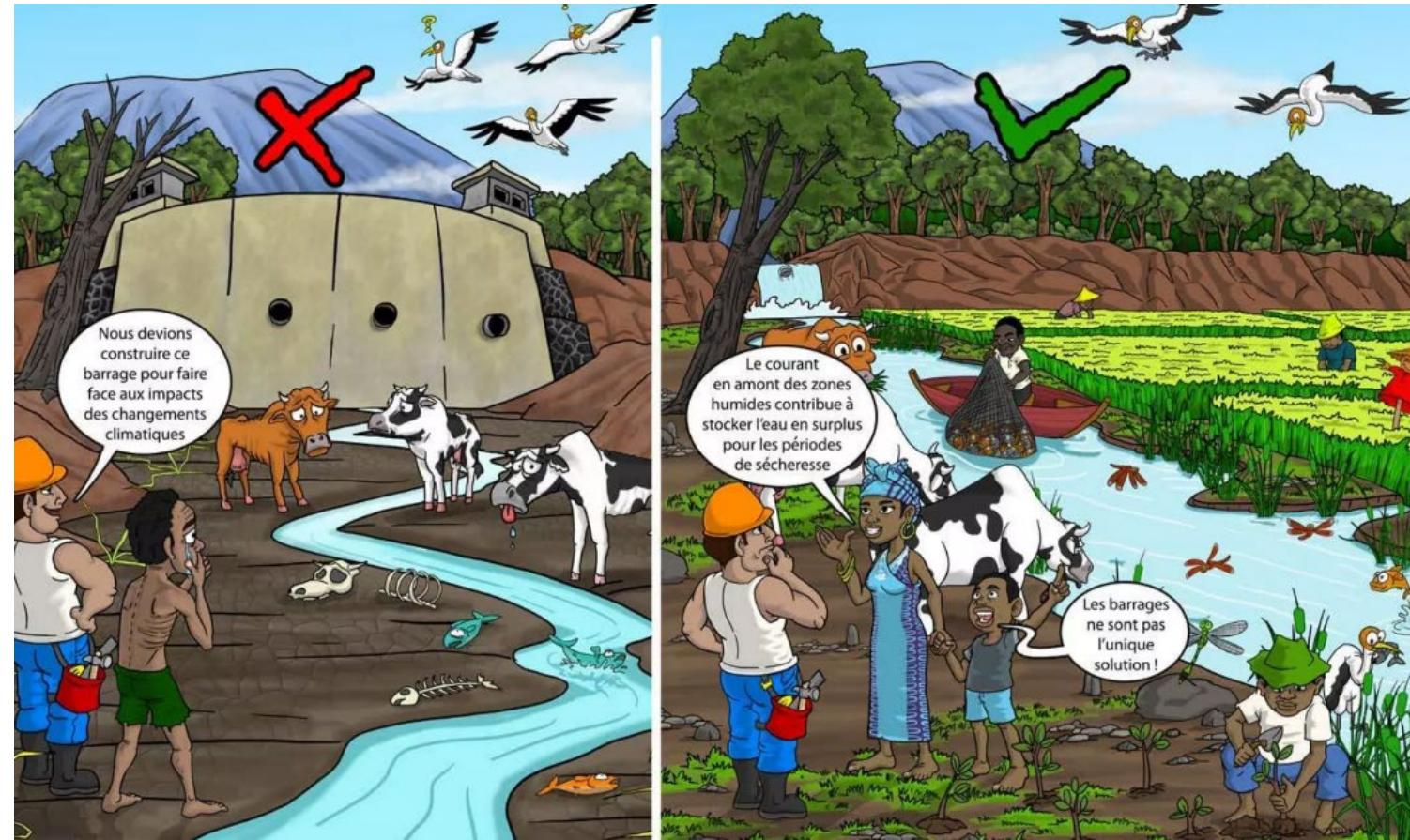
Tubérculos andinos



## Otras medidas complementarias de adaptación:

1. Técnicas de riego tecnificado
2. Bombeo solar
3. Geotanques y bolsas de agua
4. Alertas agrometeorológicas
5. Bancos de semillas
6. Manejo de Semillas Nativas
7. Rotación de cultivos
8. Módulos de protección
9. Invernaderos
10. Abrevaderos de Vicuñas
11. Gestión integrada de la sanidad animal

# ⚠ Riesgo de Maladaptación





# ⚠️ Riesgo de Maladaptación

## ¿Qué es la maladaptación?

"Acciones que pueden conducir a un mayor riesgo de resultados adversos relacionados con el clima, mayor vulnerabilidad al cambio climático, o disminución del bienestar, ahora o en el futuro."

— IPCC AR6 WGII, 2022

## Evidencia empírica

1/3

de las iniciativas evaluadas presentan riesgo de maladaptación

Fuente: Phys.org, 2022

Iniciativas exitosas

67%

Iniciativas con riesgo

33%

## Ejemplos de maladaptación

### Zanjas de infiltración mal ubicadas



Causan erosión en lugar de retener agua

### Reforestación con especies exóticas



Reducen disponibilidad hídrica y biodiversidad local

### Diques de cemento en bofedales



Alteran hidrología natural y fragmentan hábitats

### Exclusión de comunidades locales



Genera conflictos y abandono de infraestructuras







# Criterios Técnicos I

## Compatibilidad Ecosistémica



### Estudio de línea base ecológica

Evaluación detallada de biodiversidad y funcionalidad del ecosistema previo a la intervención



### ≥70% de especies nativas

Priorización de flora local para evitar invasiones biológicas y mantener funciones ecosistémicas

70% mín.



### Ciclos hidrológicos ≥60% eficiencia

Las intervenciones deben mantener o mejorar la regulación hídrica natural del ecosistema



### Materiales locales compatibles

Priorizar materiales de la zona para reducir impacto ambiental y asegurar adaptación al medio



### Resiliencia climática verificada

Diseños probados bajo escenarios climáticos de +1.5°C y +2°C para 2050

## Implementación práctica

### Inventario biológico

Catálogo completo de especies presentes y sus interacciones ecológicas

### Monitoreo hidrológico

Medición de caudales y calidad de agua pre y post-intervención

### Banco de semillas

Colección de germoplasma local para asegurar diversidad genética nativa

### Modelado climático

Pruebas de estrés del diseño bajo diferentes escenarios de temperatura y precipitación



Restauración de bosques con especies nativas

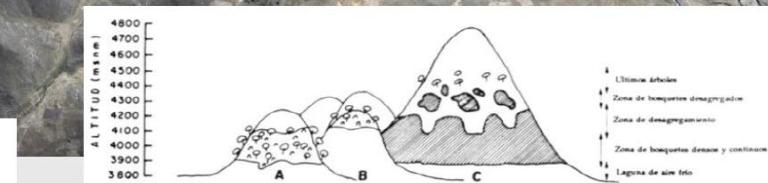
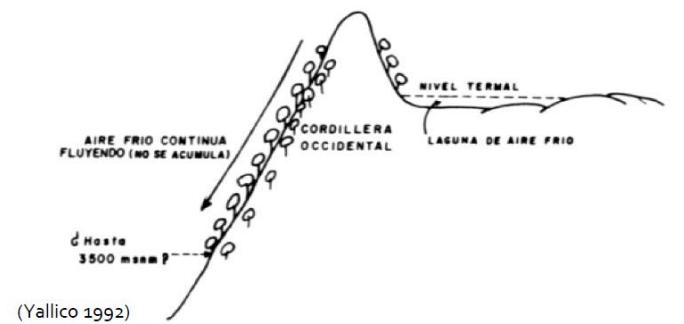
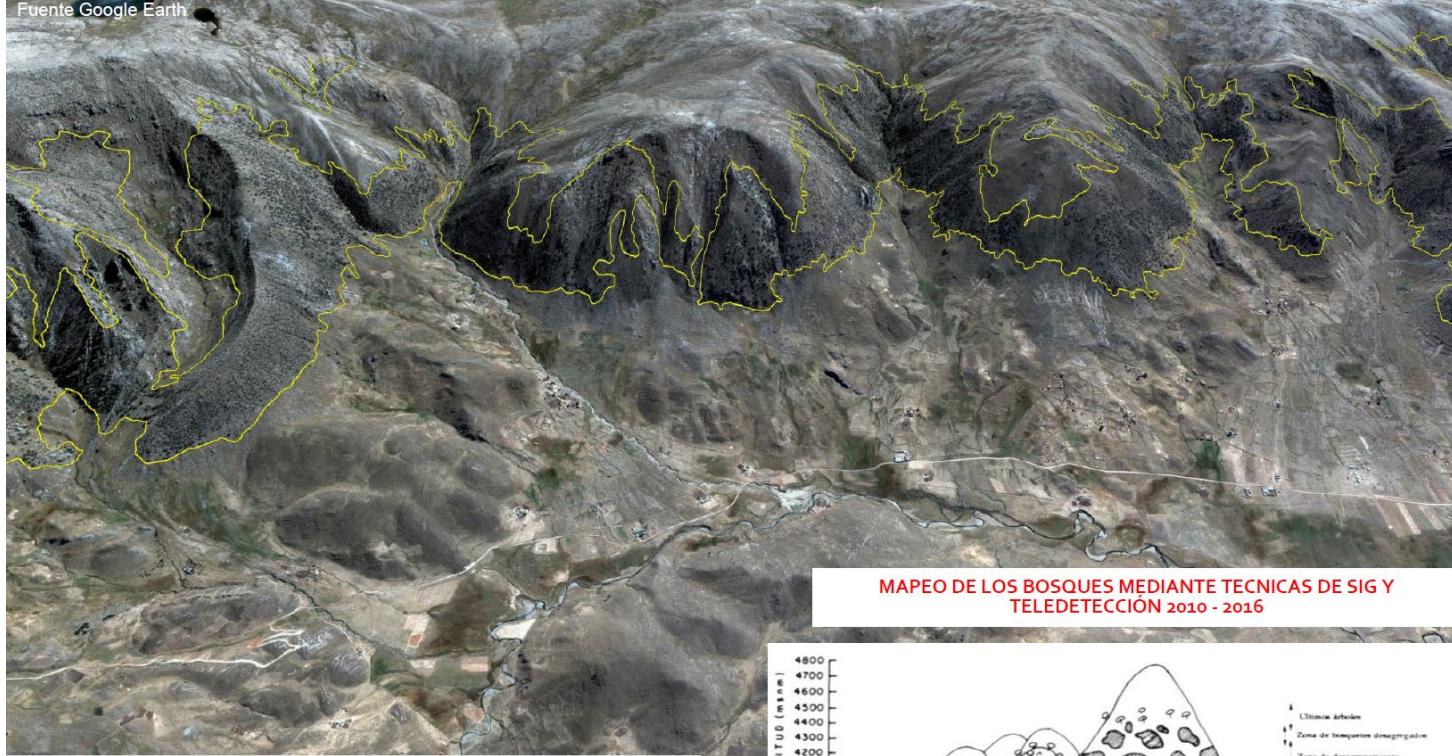
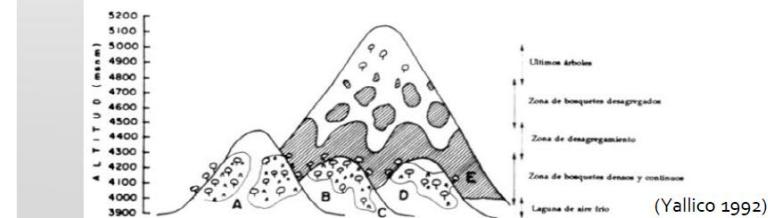


Fig. 14. Presentación altitudinal teórica de *P. incana* en el Área de estudio.



(Yallico 1992)



## 5 Criterios esenciales

1

### Línea base ecosistémica completa

Caracterización detallada del ecosistema antes de cualquier intervención, incluyendo variables físicas y biológicas.

2

### Uso predominante de materiales locales

Priorización de materiales disponibles en la zona para minimizar la huella ecológica y asegurar compatibilidad con el entorno.

3

### Respeto a ciclos hidrológicos naturales

Diseño que mantiene o mejora los patrones de flujo hídrico naturales con  $\geq 60\%$  de eficiencia en retención y distribución.

$\geq 60\%$  eficiencia

4

### Priorización de especies nativas

Al menos 70% de las especies utilizadas deben ser nativas del ecosistema local para mantener redes ecológicas.

$\geq 70\%$  especies nativas

5

### Diseño para resiliencia climática

Las intervenciones deben ser robustas frente a escenarios de cambio climático de mediano plazo (2050).

## Compatibilidad Ecosistémica

### Evaluación de compatibilidad ecosistémica



## Criterios Técnicos I



### Requisitos mínimos del estudio



#### Series temporales ≥30 años

Analisis de datos históricos de precipitación, temperatura y caudales con mínimo de tres décadas



#### Modelado de caudales y recarga

Simulaciones hidrológicas que muestren comportamiento de agua superficial y subterránea



#### Análisis de suelos y geomorfología

Caracterización física, química y mecánica de suelos, pendientes y procesos erosivos



#### Escenarios de cambio climático

Proyecciones regionalizadas para los próximos 30-50 años según modelos CMIP6

### Metodología recomendada

#### Delimitación hidrográfica

Definición de microcuenca y áreas de captación mediante SIG

#### Campañas de campo

Mínimo 12 meses de monitoreo con al menos 1 ciclo estacional completo

#### Integración de conocimiento local

Documentación de indicadores tradicionales y patrones históricos

#### Modelado hidrológico

Preferencia por modelos SWAT, WEAP o similares adaptados a zonas andinas

#### Entregables críticos:

- Mapa hidrogeológico de la zona de intervención
- Balance hídrico actual y proyectado (escenarios 2030, 2050)
- Inventario de fuentes de agua y puntos críticos
- Recomendaciones técnicas específicas para diseño de infraestructura



# Criterios Técnicos II

## Sostenibilidad Operativa

### Principios de sostenibilidad operativa

#### ↻ Mantenimiento accesible y descentralizado

Las comunidades locales deben poder realizar al menos el 80% de las actividades de mantenimiento con capacitación básica.

---

#### ✖ Disponibilidad de herramientas y repuestos

Los materiales necesarios para la reparación deben estar disponibles en un radio de 50 km.

---

#### 🎓 Transferencia de capacidades

Al menos 10 personas por comunidad capacitadas en O&M

---

#### ⤖ Costos anuales de operación y mantenimiento (O&M)



Porcentaje sobre inversión inicial

### Criterios de diseño operativo

#### ⌚ Vida útil

Diseño para duración mínima de:

**≥20 años**

---

#### ⟳ Prácticas ancestrales

Incorporación mínima de:

**≥5 técnicas**

---

#### 🌧️ Tolerancia climática

Funcional ante variación de:

**±30%**

en precipitación

---

#### 📦 Diseño modular

Componentes independientes para:

Facilitar mantenimiento  
Permitir reemplazo parcial

Escalabilidad por fases

# Criterios Técnicos II

## Sostenibilidad Operativa

### Beneficios de la sostenibilidad operativa



#### Reducción de costos

Disminución de hasta 35% en gastos de mantenimiento a largo plazo



#### Apropiación local

Mayor compromiso comunitario con intervenciones mantenibles localmente



#### Adaptabilidad

Capacidad de ajuste frente a condiciones cambiantes



#### Reparabilidad

Soluciones con componentes accesibles y reemplazables localmente



#### Vida útil ≥20 años

Las intervenciones deben ser diseñadas para funcionar efectivamente al menos dos décadas con mantenimiento adecuado

10 años

20 años

+5



#### ≥5 prácticas ancestrales documentadas

Integración y documentación formal de conocimientos tradicionales andinos en el diseño



#### Mantenimiento accesible localmente

Capacidad técnica y materiales disponibles en un radio ≤50 km de la intervención



#### Tolerancia ±30% precipitación

Diseño que soporta variaciones extremas en patrones de lluvia (sequía e inundación)



#### Diseño modular escalable

Componentes replicables que permitan expansión o adaptación según necesidades cambiantes

# Estudios Técnicos II

## Ecología y Biodiversidad

### Componentes esenciales del estudio



#### Inventario de biodiversidad

Catalogación de flora y fauna con énfasis en especies indicadoras, endémicas y amenazadas



#### Análisis de conectividad ecológica

Evaluación de corredores biológicos, fragmentación y áreas críticas para movimiento de especies



#### Evaluación de servicios ecosistémicos

Cuantificación de servicios de regulación, provisión y culturales con valoración económica



#### Análisis de calidad ambiental

Medición de parámetros de calidad de suelo, agua y aire, identificando contaminantes y factores limitantes

### Matriz de biodiversidad

Ecosistema restaurado Ecosistema degradado



Comparación de parámetros de biodiversidad entre ecosistemas restaurados y degradados

Consideraciones para la inversión: 4-6 especialistas + equipo local



#### Técnicas específicas requeridas

##### Transectos ecológicos

Mínimo 3-5 por cada unidad de vegetación identificada

##### Monitoreo participativo

Integración de parataxónomos y guardianes locales

##### Análisis genético

Para especies clave, endémicas o en conflicto taxonómico

##### Teledetección

Imágenes satelitales multispectrales para evaluación de coberturas

# Criterios Técnicos III

## Viabilidad Socioeconómica



### Relación Costo/Beneficio $\geq 1 : 2,5$

Retorno mínimo exigido de 2,5 unidades de beneficio por cada unidad invertida



### $\geq 30\%$ mano de obra local

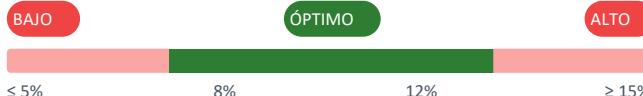
Con cuotas específicas: 50% mujeres y 25% jóvenes

Mujeres 50%      Jóvenes 25%      Otros 25%

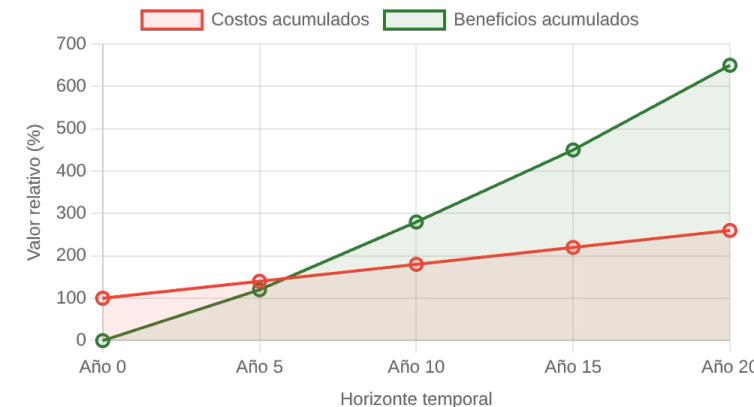


### O&M 8-12% anual

Presupuesto anual asignado para operación y mantenimiento entre 8-12% del costo inicial



## Análisis de costos y beneficios



Proyección a 20 años de la relación costo-beneficio para medidas AbE típicas

## Consideraciones adicionales

- ✓ Mecanismos formales de gobernanza definidos antes de la implementación
- ✓ Cadenas de valor locales fortalecidas ( $\geq 2$  por intervención)
- ✓ Procesos participativos documentados con  $\geq 75\%$  de representación comunitaria

#### Componentes críticos



##### Diagnóstico socioeconómico

Análisis de ingresos, actividades productivas, indicadores de bienestar y dinámicas migratorias



##### Patrimonio cultural y prácticas ancestrales

Documentación de conocimientos tradicionales, tecnologías locales y cosmovisión relacionada con manejo del territorio



##### Gobernanza y tenencia de tierra

Mapeo de actores, mecanismos de toma de decisiones y situación legal de propiedad de tierras



##### Ánalysis diferenciado por género

Evaluación de roles, acceso a recursos y espacios de decisión con enfoque de género y generacional

#### Inversión y plazos

##### Personal clave:

- Antropólogo/a
- Economista local
- Especialista en género

##### Priorización:

Debe ejecutarse ANTES del diseño técnico

Estándar mínimo de participación requerido por tipo de actor

#### Aspectos metodológicos clave



##### Consulta previa

Proceso formal según estándares del Convenio 169-OIT



##### Mapeo participativo

Cartografía social de recursos y áreas de valor cultural



##### Desarrollo participativo

Co-diseño de soluciones adaptadas al contexto local



##### Validación comunitaria

Aprobación de resultados por asambleas u órganos representativos



# Caso de Aplicación – Restauración de Bofedales

Costo por hectárea

5.200 €

## Proyecto NIWS (2023)



Área de intervención  
**51.000 ha**

previstas para restauración en ecosistemas altoandinos



Inversión total

(≈ US\$5.700/ha)

Equivalente a ≈ 5.200 €/ha



Resultados hidrológicos esperados

**+30-40%**

Incremento en capacidad de almacenamiento hídrico

## Lecciones clave para el diseño

### Diseños híbridos más efectivos

Combinación de técnicas tradicionales (canales qochas) con elementos técnicos (geomembranas, gaviones) logra mejores resultados

### Escala gradual de implementación

Inicio con proyectos piloto de 5-10 ha antes de escalar a grandes extensiones

### Monitoreo hidrológico obligatorio

Instalación de estaciones de monitoreo con telemetría desde fase inicial (≈3% del presupuesto)

### Integración con cadenas productivas

Vínculo directo entre restauración y beneficios económicos para comunidades (fibra, alimento para ganado)

### Acuerdos formales de conservación

Compromisos legales de mantenimiento a 20+ años con comunidades y gobiernos locales



# Caso de Aplicación – Restauración de Bofedales

Costo por hectárea

5.200 €

## Referencia piloto FAO (2022)

Recuperación	Intervención	Ubicación
<b>0,4 ha</b>	<b>22</b>	Turbera
en 1 año de intervención	diques de piedra instalados	P.N. Huascarán

Parámetro	Proyecto NIWS	FAO Piloto
Área (ha)	51.000	0,4
Costo por ha (€)	≈ 5.200	≈ 7.500
% agua adicional	30-40% (proyectado)	25% (medido)
Tiempo recuperación	3-5 años	1-2 años

## Lecciones clave para el diseño

### ✓ Diseños híbridos más efectivos

Combinación de técnicas tradicionales (canales qochas) con elementos técnicos (geomembranas, gaviones) logra mejores resultados

### ✓ Escala gradual de implementación

Inicio con proyectos piloto de 5-10 ha antes de escalar a grandes extensiones

### ✓ Monitoreo hidrológico obligatorio

Instalación de estaciones de monitoreo con telemetría desde fase inicial (≈3% del presupuesto)

### ✓ Integración con cadenas productivas

Vínculo directo entre restauración y beneficios económicos para comunidades (fibra, alimento para ganado)

### ✓ Acuerdos formales de conservación

Compromisos legales de mantenimiento a 20+ años con comunidades y gobiernos locales



# Recomendaciones y Próximos Pasos

## Consideraciones finales

### Prioridades inmediatas

#### 1 Priorizar estudios críticos

Iniciar inmediatamente estudios hidrológicos y socioeconómicos en áreas prioritarias

#### 2 Establecer protocolos de diseño y O&M

Desarrollar manuales técnicos estandarizados con criterios específicos por tipo de ecosistema

#### 3 Formación técnica especializada

Capacitar a  $\geq 40$  técnicos por región en diseño y mantenimiento de medidas AbE

#### 4 Desarrollar parcelas demostrativas

Implementar 5-10 sitios de demostración con diferentes técnicas para evaluación comparativa



#### Prevención de maladaptación como prioridad

Cada criterio técnico debe evaluarse como requisito obligatorio, no opcional



#### Innovación con base científica

Alianzas con universidades y centros de investigación para desarrollo y validación de técnicas

#### Equilibrio entre rigor y flexibilidad

Adaptación de criterios según particularidades locales sin comprometer estándares mínimos

#### Modelo de gobernanza multinivel

Articulación entre comunidades, gobiernos locales y entidades nacionales para sostenibilidad

### Meta de inversión recomendada

**8-10%** del presupuesto total del proyecto destinado a estudios técnicos y diseño

# GRACIAS

Puna Resiliente busca **incrementar la resiliencia de las comunidades altoandinas del Perú**, de los **ecosistemas y medios de vida** afectados por el cambio climático, mediante el establecimiento de financiación pública y privada para invertir en **medidas de adaptación en ecosistemas (AbE), cadenas de valor climáticamente resilientes** y el apoyo de instrumentos de **gobernanza** de los paisajes multinivel.

