



**USAID**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA

**Canada**



**FOREST  
TRENDS**

GUÍAS PARA ELABORAR ESTUDIOS DEFINITIVOS  
DE INFRAESTRUCTURA NATURAL (IN)  
CON ENFOQUE DE GESTIÓN DEL RIESGO  
DE DESASTRES (GRD)

# Selección de especies



**Infraestructura  
Natural**

para la Seguridad Hídrica



**Imperial College  
London**

#### Autores

Carla Mónica Zuñiga Loayza<sup>1</sup>, Luis Miguel Llerena Bermúdez<sup>1</sup>, Claudia Lebel Castillo<sup>2</sup>, Zoila Yessica Armas Benites<sup>2</sup>, Abel Aucasime Orihuela<sup>2</sup> y Alex Roger Zambrano Ramírez<sup>2</sup>

#### Colaboradores

Elba Tatiana Espinosa Quiñones<sup>1</sup>

#### Supervisión editorial

Gabriel Rojas Guillén<sup>2</sup>

#### Cuidado de edición



#### Diseño y diagramación

Roger Ramirez Miranda

#### Corrección de estilo

Antonio Luya Cierto

#### Foto de portada

Forest Trends

#### Forest Trends Association

RUC: 20603007396

Calle Los Ángeles 395, Miraflores

Lima, Perú

Desarrollo de contenidos: julio a noviembre del 2022

1ra edición: julio del 2024

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N.º 2025-00600

#### Afiliaciones

<sup>1</sup> Experto temático

<sup>2</sup> Forest Trends, Washington D. C. - Estados Unidos

<sup>3</sup> Proyecto Especial Jequetepeque-Zaña, Trujillo - Perú

<sup>4</sup> Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas, Junín - Perú

#### Agradecimientos

Agradecemos la valiosa revisión de quienes ayudaron con sus aportes o gestión: Fernando Momiy<sup>2</sup>, Gena Gammie<sup>2</sup> y Fernando León<sup>2</sup>. Asimismo, agradecemos el apoyo y coordinación para los trabajos en campo a Alberto Marquina<sup>1</sup> y Emerson Salinas<sup>1</sup>; César Carpio<sup>3</sup> y Tito Rioja<sup>3</sup> del Proyecto Especial Jequetepeque-Zaña (Pejeza); la Junta de Usuarios del distrito de Riego del Valle Zaña; Abdías Villoslada<sup>4</sup> y Hulfer Lázaro<sup>4</sup> de la Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas (RPNYC); y a todo los viveros privados y públicos que se visitaron en las cuencas de Cañete, Casma, Huarmey, Lacramarca, Chancay-Lambayeque, Motupe, Olmos y Tumbes.

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo del pueblo de los Estados Unidos de América a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y el Gobierno de Canadá. Los puntos de vista/opiniones de esta publicación son responsabilidad de Forest Trends y no reflejan necesariamente los de USAID, los del Gobierno de los Estados Unidos y el Gobierno de Canadá.



# Índice

## Presentación

---

### I. Consideraciones generales

- 1.1. Objetivo
- 1.2. Alcance
- 1.3. Definiciones relacionadas con ecosistemas

### II. Selección de especies

- 2.1. Análisis de información preliminar
  - 2.1.1. Identificación del área de intervención
  - 2.1.2. Revisión del estudio de la evaluación del estado de los ecosistemas y otros especializados.
  - 2.1.3. Medidas de infraestructura natural según el estado del ecosistema degradado
- 2.2. Selección de especies
  - 2.2.1. Procedimiento para la selección de la especie

### III. Actores involucrados

---

## Bibliografía

---

### Anexos

- Anexo 1. Lista de acrónimos
- Anexo 2. Glosario
- Anexo 3. Lista de especies por ecosistema

## Índice de figuras

---

**Figura 1.** Mapa de las cuencas priorizadas por la ARCC

**Figura 2.** Factores condicionantes

**Figura 3.** Factores desencadenantes

**Figura 4.** Procedimiento para la determinación de las medidas de IN

**Figura 5.** Proceso para la selección de especies

**Figura 6.** Unidades muestrales para los ecosistemas boscosos (izquierda y centro) y matorral andino (derecha)

**Figura 7.** Transectos con 100 puntos de registro (izquierda) y parcelas de 1 m<sup>2</sup> (derecha), aplicables al muestreo de los ecosistemas de pajonal de puna y césped de puna

**Figura 8.** Criterios y variables para la selección de especies

**Figura 9.** Ficha de especies para medida de infraestructura natural

## Índice de tablas

---

**Tabla 1.** Herbarios cercanos a las áreas de intervención de las 17 cuencas

**Tabla 2.** Categorías de amenaza según la clasificación nacional e internacional

**Tabla 3.** Características de las variables

**Tabla 4.** Puntajes y pesos de las variables

**Tabla 5.** Puntaje para la selección de especies arbóreas nativas para el control de movimientos de masa y cárcavas mediante la reforestación

**Tabla 6.** Puntaje para selección de especies vegetales para revegetar pastizales altoandinos

**Tabla 7.** Puntaje para selección de especies arbóreas nativas para control de inundaciones mediante reforestación

**Tabla 8.** Actores involucrados en las actividades referentes a las medidas de infraestructura natural

# Presentación

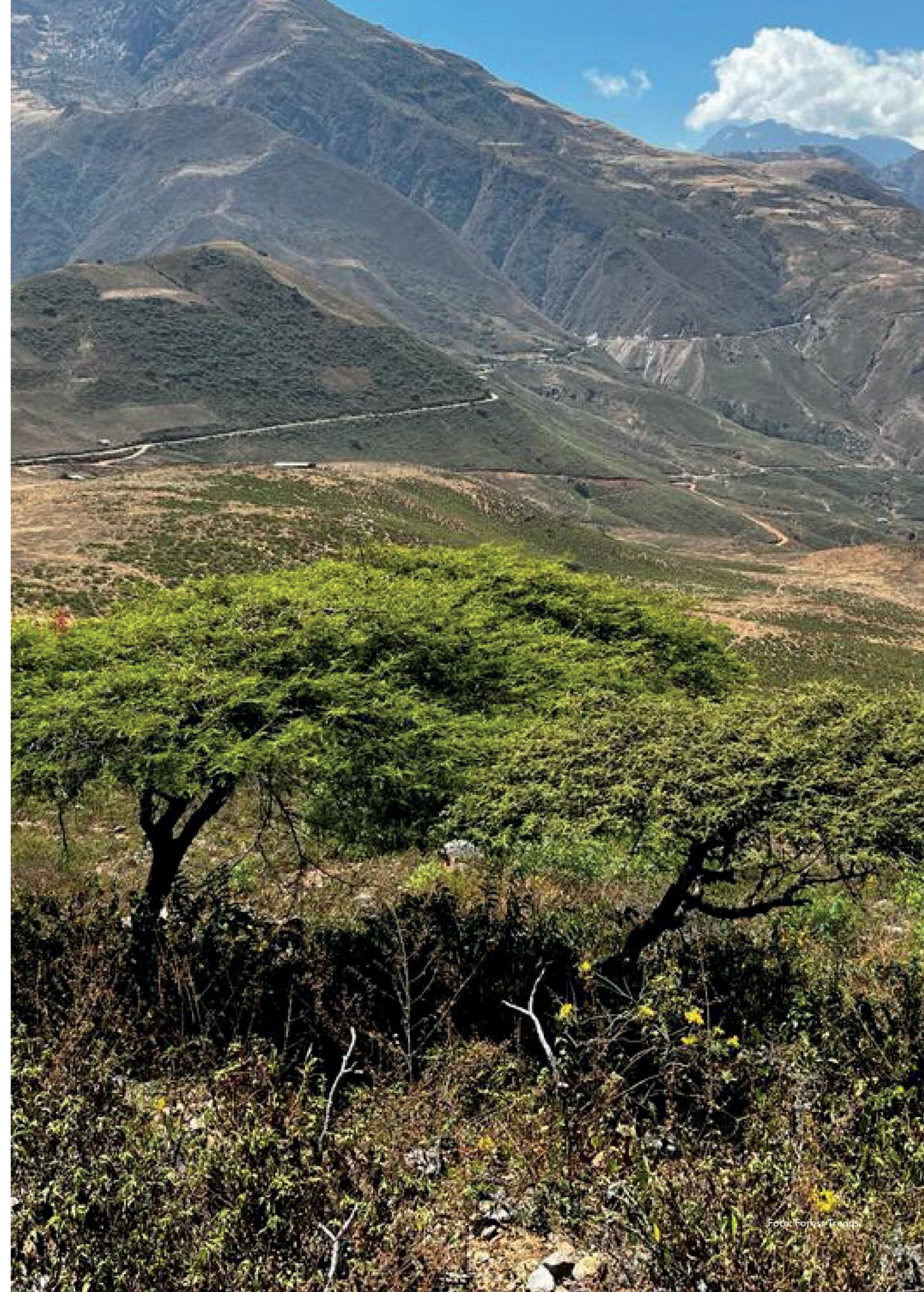
El Perú, megadiverso y vulnerable al cambio climático, debe integrar en su desarrollo un enfoque de Reducción del Riesgo de Desastres (RRD) hidrometeorológicos, alineando políticas y compromisos internacionales de Gestión de Riesgos de Desastres (GRD) y promoviendo la conservación de la biodiversidad para aprovechar los servicios ecosistémicos. La Autoridad Nacional de Infraestructura (ANIN), en el marco del acuerdo de Gobierno a Gobierno entre el Perú y el Reino Unido, se encarga de la ejecución de proyectos para reducir riesgos en diecisiete (17) cuencas vulnerables del Perú.

Forest Trends, a través del Proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica (NIWS por sus siglas en inglés), brinda asistencia técnica para elaborar estudios definitivos de infraestructura natural. Ante la falta de metodologías, Forest Trends ha desarrollado guías para orientar estos procesos, disponibles en la *Serie de Guías para la Elaboración de Estudios Definitivos de Infraestructura Natural con Enfoque en Gestión del Riesgos de Desastres*.

Uno de los desafíos fundamentales en la recuperación de ecosistemas degradados para la gestión del riesgos de desastres es la selección adecuada de especies. Esta elección debe tener en cuenta la sucesión ecológica, la importancia para el uso sostenible y su relación con el control de la erosión y la estabilidad de laderas, aspectos cruciales para el servicio ecosistémico de regulación de riesgos naturales.

Esta guía propone orientaciones para realizar la selección de especies vegetales adecuadas para cada medida de infraestructura natural, realizando una ponderación objetiva de criterios y variables, garantizando que las especies elegidas contribuirán de manera efectiva a la recuperación y sostenibilidad de los ecosistemas intervenidos.

Las orientaciones propuestas en esta guía se validaron dentro del ámbito de las áreas de intervención identificadas en los estudios de preinversión de proyectos de infraestructura natural en diversas cuencas, incluyendo Tumbes, Piura, Virú, Zaña, Chicama, Chancay, Matagente, Cañete, Mala, Rímac, Huaura, Huarmey, Olmos, Lacramarca, Casma, Motupe y La Leche.





# Consideraciones generales

### I.1. Objetivo

El objetivo de esta guía es proporcionar directrices que orienten el proceso de selección de especies para proyectos de infraestructura natural con enfoque de gestión de riesgo de desastres.

### I.2. Alcance

Esta guía está dirigida a los especialistas técnicos de las entidades públicas y privadas que se encargan de diseñar proyectos de infraestructura natural como parte de los procesos de elaboración de estudios de preinversión y en el desarrollo de estudios definitivos de proyectos de inversión para la recuperación de servicios ecosistémicos de regulación de riesgos naturales

**Figura 1.** Mapa de las cuencas prioritizadas por a Reconstrucción con cambios para la formulación de soluciones integrales.



Fuente: Forest Trends.

### 1.3. Definiciones relacionadas con ecosistemas

**Infraestructura natural:** la red de espacios naturales que conservan los valores y funciones de los ecosistemas, proveyendo servicios ecosistémicos (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2018).

**Ecosistema:** el complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos con su medio no viviente interactuando como una unidad funcional. Como esta definición se puede referir a cualquier unidad en funcionamiento que cumpla con esas características; la escala de análisis y de acción se deben determinar en función del problema<sup>1</sup>. De allí que, en aplicación de esta guía, los ecosistemas naturales son los diferentes tipos de bosques y humedales, entre otros (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2019).

**Ecosistemas degradados:** aquellos ecosistemas que han sufrido pérdida total o parcial de alguno de sus factores de producción (componentes esenciales), lo cual altera su estructura y funcionamiento y disminuyen su capacidad de proveer bienes y servicios (MINAM, 2019).

**Cambio climático:** el cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que produce una variación en la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempos comparables (MINAM, 2019).

**Susceptibilidad:** se refiere a “la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico)” (CENEPRED, 2014a).

**Inundaciones:** se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el

cauce principal se desborda e invade los terrenos circundantes (CENEPRED, 2014a).

**Movimiento de masas:** este tipo de movimientos en laderas son procesos de movilización lenta o rápida que involucran suelo, roca o ambos. Son causados por exceso de agua en el terreno y/o por efecto de la fuerza de gravedad (CENEPRED, 2014a).

**Factores condicionantes:** parámetros propios del ámbito geográfico de estudio que contribuyen de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial (CENEPRED, 2014a).



Foto: Forest Trends

<sup>1</sup> Este enfoque está basado en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). El CDB es un tratado internacional, jurídicamente vinculante, con el fin de promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible; para lo cual trabaja con estos tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. (CDB, 1992).

# Selección de especies

La metodología para seleccionar las especies consta de dos fases:

- a. Análisis de información preliminar
- b. Selección de especies

## 2.1. Análisis de información preliminar

### 2.1.1. Identificación del área de intervención

De acuerdo a lo descrito la Guía de localización elaborada NIWS<sup>2</sup>. El proceso para determinar las áreas a intervenir, consiste en identificar y cartografiar zonas que por sus características físicas y biológicas, son susceptibles de

sufrir o las predisponen a originar peligros de inundación y movimientos de masa; asimismo, que presenten indicios de degradación del ecosistema.

Esta identificación es necesaria para conocer el tipo de ecosistema y las especies que se desarrollan en el ámbito donde se encuentran estas áreas. A partir de allí se elabora la lista preliminar de especies.

También es necesario identificarlas a través de imágenes satelitales de alta resolución e incluir **visitas de campo obligatorias**.



Foto: Julio Reaño

### 2.1.2. Identificación de las medidas de infraestructura natural

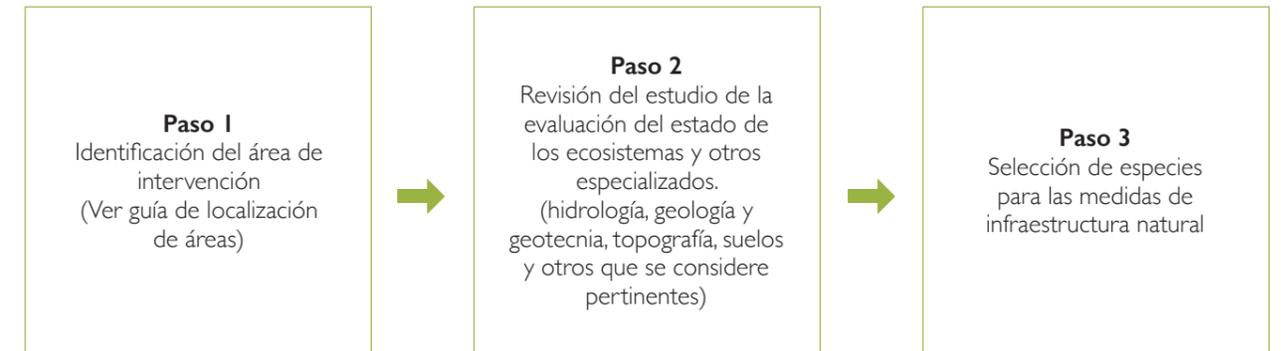
Para la revisión se debe considerar especialmente el estudio de a evaluación del estado de los ecosistemas, los aspectos propuestos en la guía de diseño de medidas de infraestructura natural para recuperar la cobertura vegetal y además el D.S. N° 017-2018-MINAM.

- El estado del ecosistema, para determinar si se encuentra en proceso de degradación o ya está degradado.
- Estudio de suelos, hidrología, geología, topografía y

otros que sean pertinentes.

- El proceso de uso/cambio de la tierra o geodinámico, por ejemplo: deforestación, sobrepastoreo, quema frecuente, erosión del suelo, etc.
- El riesgo producto del proceso identificado, tal como pérdida progresiva de la cobertura vegetal o incremento de especies invasoras.
- Que las visitas de campo hayan sido realizadas por un equipo de especialistas multidisciplinario (forestal, agrónomo, riesgos, geólogo).

Figura 2. Procedimiento para la determinación de las medidas de IN



Fuente: Forest Trends

<sup>2</sup> El Proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica (NIWS), ha elaborado la Guía de localización, como parte de la "Serie de guías para elaborar estudios definitivos de infraestructura natural con enfoque de gestión del riesgo de desastres"



Foto: Forest Trends

## 2.2. Selección de especies

Para asegurar que el establecimiento de árboles, arbustos o herbáceas aporten una óptima protección en la recuperación del suelo de los ecosistemas degradados susceptibles a inundaciones o movimientos de masa, la selección de estas especies se debe fundamentar en sus requerimientos naturales. Esto se consigue únicamente cuando se conocen sus exigencias y las características físicas de los sitios donde se desarrollan adecuadamente.

De acuerdo con la tipología de los proyectos de IN, un aspecto a considerar debe estar referido al tipo especies que se utilizarán en los ecosistemas degradados dirigidos a

servicios ecosistémicos de regulación de riesgos de desastres, para lo cual se debe analizar:

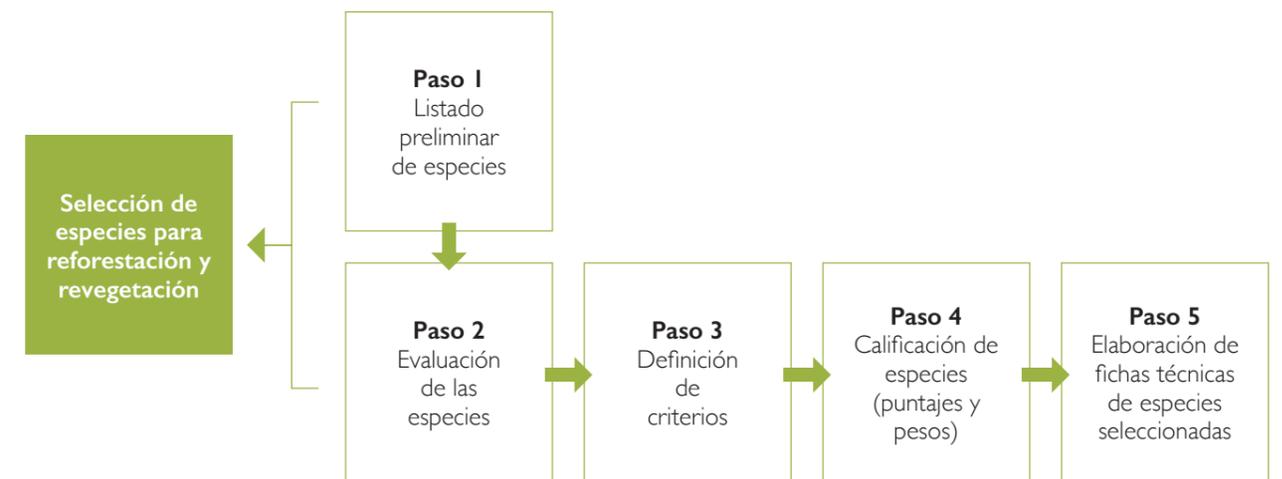
- Las condiciones del sitio donde se proyecta ejecutar la medida.
- Estudios referidos a adaptación de especies en los ecosistemas del área de intervención.
- Requerimientos de especies nativas adaptadas en zonas de vida similares.
- La complejidad para el manejo de la especie, las capacidades humanas y de infraestructura.
- El aporte hidrológico y mejora del suelo.
- El aporte económico.

### 2.2.1. Procedimiento para la selección de la especie

La elección de las especies se realiza en función del objetivo previamente establecido, que es el de servir de protección y recuperación contra la erosión del suelo para disminuir los riesgos de movimientos de masa y de inundaciones en

el ecosistema degradado al que pertenecen. Dicho proceso se lleva a cabo mediante el método cuantitativo por puntaje, para el cual se definen primero los criterios y luego las variables y los puntajes respectivos. Con esa información se puede realizar la selección final de las especies.

Figura 3. Proceso para la selección de especies



Fuente: Forest Trends

#### Paso 1. Listado preliminar de especies

Para poder elaborar una lista preliminar de especies es necesario realizar una búsqueda detallada de información secundaria y primaria de las especies tomando en cuenta algunas consideraciones.

En cuanto a información secundaria:

- Consulta bibliográfica (fichas técnicas).
- Definiciones conceptuales de ecosistema.
- Fichas del mapa de ecosistemas<sup>3</sup>.
- Estudios de investigación.

- Tesis de grado de diversidad florística, etnobotánica y taxonomía de los ecosistemas degradados.
- Revisión de experiencias exitosas en reforestación y revegetación.
- Conocimientos sobre fitogeografía peruana.
- Revisión de la lista de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas elaborada por Llerena *et al.* (2021), que fueron seleccionadas de acuerdo con características físicas y basada en información secundaria validada en cinco cuencas. Estas pueden apoyar para la selección preliminar de especies (ver Anexo 3).

<sup>3</sup> [https://geoservidor.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/Definiciones-Conceptuales-de-los-Ecosistemas\\_version-final2.pdf](https://geoservidor.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/Definiciones-Conceptuales-de-los-Ecosistemas_version-final2.pdf)

En cuanto a información primaria:

- Inventarios realizados para conocer el estado de los ecosistemas.<sup>4</sup>
- Entrevista a pobladores locales.
- Visitas de campo a especialistas que realizan diferentes experiencias en las cuencas de estudio, para recibir sus aportes.
- Visitar viveros cercanos a las áreas de intervención.<sup>5</sup>
- Consulta a silvicultores y agrostólogos.

### Paso 2. Evaluación de parcelas

Considerando que son más eficientes las especies mejor adaptadas al ecosistema a intervenir, es fundamental conocer cuáles se adaptan mejor a las condiciones del sitio. Esta información se obtiene a través de un levantamiento de parcelas, de carácter obligatorio si no se ha realizado el estudio del estado del ecosistema; donde se revisan árboles, arbustos y herbáceas que se desarrollan en ecosistemas saludables similares a los que serán intervenidos. Para el

levantamiento de información de campo se debe tomar en cuenta el siguiente procedimiento:

#### a) Coordinaciones

Previo al levantamiento de información se requiere coordinar con anticipación con las autoridades locales (comunidades campesinas, municipalidades, etc.) donde se informa acerca del objetivo del trabajo y se obtiene autorización para el ingreso a sus predios.

#### b) Preparación de información en gabinete

##### Ubicación de parcelas de muestreo

Para esta actividad se debe trabajar con un especialista en sistemas de información geográfica (SIG), además del responsable del inventario. Se puede usar como ayuda el programa Google Earth para obtener una ubicación donde se observe cobertura vegetal densa y en buen estado; que sea cercana a rutas de ingreso y que brinde accesibilidad geográfica y de tiempo al lugar donde se llevará a cabo la evaluación.

**Nota:** En caso haya dos zonas de intervención cercanas, con la misma medida de IN y se encuentren en el mismo ecosistema, solo se necesitaría evaluar una parcela.

#### Preparación de información

- Elaborar el formato de campo.
- Preparar información cartográfica e imprimirla.
- Preparar equipos y materiales.

#### Materiales y equipos:

- Mapa de ecosistemas o cobertura vegetal.
- Mapa de zonas de vida.
- Mapa de las áreas prioritarias para evaluar.
- Imagen satelital de alta resolución espacial (> 2,5 m).
- Wincha de 50 m y wincha metálica de 3 m.
- Forcípula o cinta diamétrica.

- Anillo censador de 2,5 cm de diámetro.
- Cuadrante metálico de 1 m<sup>2</sup>.
- Lampa recta.
- Formatos y tablero de mano.
- GPS (Sistema de Posicionamiento Global).
- Brújula.
- Cámara fotográfica.

#### Equipo técnico:

El equipo técnico mínimo requerido para realizar la evaluación debe estar conformado por las siguientes personas:

Biólogo o ingeniero forestal con especialización en botánica, responsable de la identificación de las especies de la flora inventariada y la recolección de muestras, cuando se trate de bosques y matorrales. Biólogo, ingeniero forestal o agrónomo, cuando se trate de herbazales.

Cuatro apoyos no especializados para realizar el trabajo de guía, trochero, medidor, etc.

#### c) Levantamiento de campo

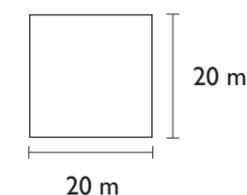
Una vez realizado el mapa de las áreas para las medidas de IN, se puede ubicar e ingresar a cada parcela en el terreno, identificándose con apoyo del GPS por su ubicación geográfica (coordenadas del centroide). Al llegar al punto se realiza el levantamiento de la parcela para árboles y herbáceas, continuando con el registro de la vegetación.

Según el tipo de ecosistema o cobertura vegetal, se deben realizar los siguientes diseños de parcela tomando como referencia la guía del MINAM (2016) y el documento realizado por Portuguez et al. (2023):

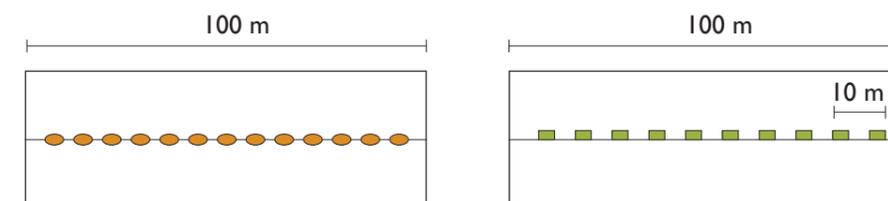
- Bosque montano de vertiente occidental = 0,10 ha
- Bosque relicto altoandino = 0,04 ha
- Bosque estacionalmente seco = 0,10 ha
- Matorral andino = 100 m<sup>2</sup>
- Pajonal de puna y césped de puna = transecto con 100 puntos de registro

El diseño de las unidades muestrales para los ecosistemas boscosos y el matorral andino se presentan en la Figura 6. Y el diseño de las unidades muestrales para evaluar los ecosistemas de pajonal de puna y césped de puna (transectos - izquierda y subparcelas de 1 m<sup>2</sup> - derecha) se encuentran en la Figura 7.

**Figura 4.** Unidades muestrales para los ecosistemas boscosos (izquierda y centro) y matorral andino (derecha)



**Figura 5.** Transectos con 100 puntos de registro (izquierda) y parcelas de 1 m<sup>2</sup> (derecha), aplicables al muestreo de los ecosistemas de pajonal de puna y césped de puna



<sup>4</sup> Información obtenida del Estudio de evaluación de ecosistemas a elaborarse como parte del Estudio Definitivo.

<sup>5</sup> Información obtenida del Estudio de oferta de especies requeridas para las medidas de recuperación de cobertura vegetal a elaborarse como parte del Estudio Definitivo.

Fuente: Portuguez et al., 2023.

### Registro de árboles

Se identifican y registran todos los árboles que caen dentro de la parcela de 0,10 ha, con sus respectivos nombres científicos y nombres vulgares. En el caso del bosque relicto montano occidental, se incluyen además de los árboles a los helechos y palmeras arborescentes a partir de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). En el bosque estacionalmente seco con sus variantes, árido, semiárido y subhúmedo, así como para el bosque relicto altoandino, se deben registrar todos los árboles a partir de 5 cm de DAP, tomando como referencia la *Guía de inventario de la flora y vegetación* (MINAM, 2016).

La identificación de las especies arbóreas y arbustivas debe realizarse de preferencia en el mismo campo, con excepción de aquellas que requieran de una colecta de material botánico para su identificación en el herbario.

*Variables a evaluar:* nombre común, nombre científico, altura total, DAP, características del fuste, especie nativa/exótica, estrato, hojarasca (%), características del suelo (pedregoso, arenoso, etc.) y pendiente.

### Registro de las gramíneas y gramínoideas, las hierbas y los arbustos

La evaluación se realiza mediante el método de "transección al paso", el registro se hace en cada punto de observación de un total de 100/transecto a lo largo de una línea recta, al paso, sobre el mismo pie. Para efectuar otra lectura, hay que dar dos pasos. Para la lectura, se coloca un anillo censador de 2,5 cm de diámetro en la punta del zapato y se registra todo lo que se encuentra dentro del anillo (Flores, 2005).

*Variables a evaluar:* nombre común, nombre científico, altura total, nativa/exótica, densidad de cobertura (paisaje), características del suelo (pedregoso, arenoso, etc.) y pendiente.

Si el especialista responsable de la evaluación no reconoce en campo una especie, deberá llevarla a un herbario certificado. A continuación, los herbarios que se encuentran más cerca de las cuencas de estudio:

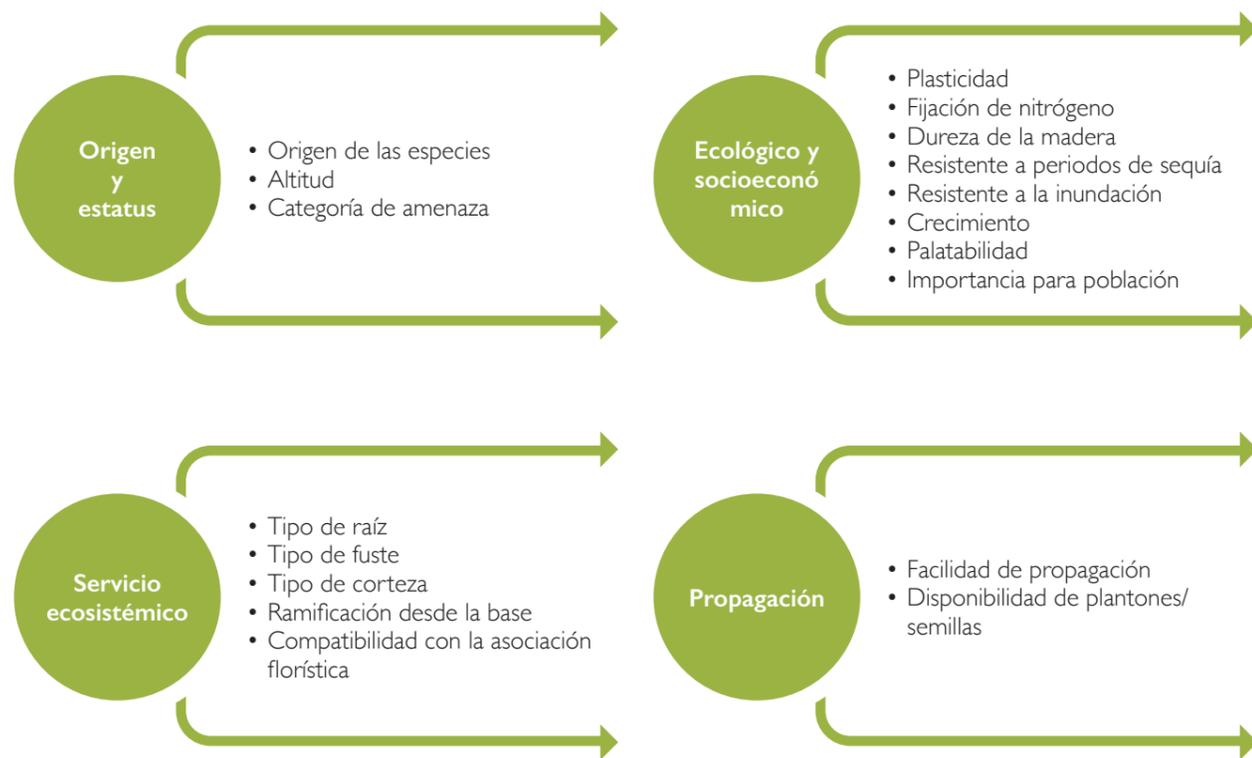


**Tabla 1.** Herbarios cercanos a las áreas de intervención de las 17 cuencas

| Acrónimo | Nombre   | Institución   | Ciudad    |
|----------|--|---|-----------|
| CPUN     | Herbario Universidad Nacional de Cajamarca   | Universidad Nacional de Cajamarca, Departamento de Biología | Cajamarca |
| HAO      | Herbario Universidad Privada Antenor Orrego  | Universidad Privada Antenor Orrego                          | Trujillo  |
| HCEN     | Herbario Universidad Nacional del Centro del Perú  | Universidad Nacional del Centro del Perú                    | Huancayo  |
| HUT      | Herbarium Truxillense  | Universidad Nacional de La Libertad                         | Trujillo  |
| MOL      | Herbario Universidad Nacional Agraria La Molina  | Universidad Nacional Agraria La Molina                      | Lima      |
| MOL-FCF  | Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria-La Molina (MOL). | Universidad Nacional Agraria La Molina                      | Lima      |
| PRG      | Herbario Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo   | Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo                       |           |
| USM      | Herbario Universidad Nacional Mayor de San Marcos  | Universidad Nacional Mayor de San Marcos                    | Lima      |
| HUPCH    | Herbario Universidad Peruana Cayetano Heredia  | Universidad Peruana Cayetano Heredia.                       | Lima      |
| HURP     | Herbario Universidad Ricardo Palma   | Universidad Ricardo Palma                                   | Lima      |

Fuente: <https://es.scribd.com/document/312309638/Herbarios-Del-Peru>

**Figura 6.** Criterios y variables para la selección de especies



Fuente: Forest Trends, tomando como referencia los trabajos de Portuguese *et al.*, 2023 y Llerena *et al.*, 2021.

De ser necesario y de acuerdo con el criterio del especialista, se pueden aumentar más criterios o variables.

**a) Criterio de origen y estatus**

Este criterio considera tres variables:

**Origen de las especies**, si son nativas o exóticas (algunas excepciones de especies introducidas, pero naturalizadas al entorno).

**Rango altitudinal** de la distribución de la especie, referido a la ubicación de las especies en los diferentes pisos altitudinales tomando como referencia el nivel del mar.

**Categoría de amenaza (estatus)**, según el D. S. n.º 004-2014-AG, la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el listado de especies de flora silvestre CITES-Perú (Apéndices CITES). Si una especie pertenece a alguna categoría de amenaza, tendrá una mayor ponderación.

**Tabla 2.** Categorías de amenaza según la clasificación nacional e internacional

| D. S. n.º 004-2014-AG | Lista roja de especies amenazadas UICN | CITES        |
|-----------------------|--|--------------|
| NT - Casi amenazado   | NE - Not evaluated                     | Apéndice I   |
| VU - Vulnerable       | DD - Data deficient                    | Apéndice II  |
| EN - En peligro       | LC - Least concern                     | Apéndice III |
| CR - Peligro crítico  | NT - Near threatened                   |              |
|                       | VU - Vulnerable                        |              |
|                       | EN - Endangered                        |              |
|                       | CR - Critically endangered             |              |
|                       | EW - Extinct in the wild               |              |
|                       | EX - Extinct                           |              |

Fuente: Llerena *et al.*, 2021.

**b) Criterio de servicios ecosistémicos**

Este criterio considera el servicio ecosistémico de regulación de riesgo de desastres, apoyado del control de erosión; ambos analizados durante el proceso de focalización de áreas de intervención para realizar las medidas de IN.

Estos servicios ecosistémicos están directamente relacionados con la morfología de las plantas. Por lo tanto, para determinar la importancia de las especies en relación con el servicio, se consideran cinco variables referidas a la estructura de las plantas, que determinan su funcionalidad específica (Llerena *et al.*, 2021)

**Tipo de raíz**, se considera a las raíces pivotantes como favorables para la regulación hídrica y a las raíces extendidas para el control de erosión.

**Tipo de fuste/tallo** (árboles y arbustos), los fustes cilíndricos

y sin modificaciones en la base son ideales para controlar las inundaciones, mientras que los irregulares con modificaciones en la base y rectos lo son para los movimientos de masa.

**Tipo de corteza** (árboles y arbustos), una corteza lisa es adecuada para la regulación hídrica y una corteza agrietada es buena para el control de erosión.

**Tipo de hojas y follaje**, las hojas simples y el follaje caducifolio son propicios para la regulación hídrica, las hojas compuestas y el follaje perenne lo son para el control de erosión.

**Tipo de copa/corona**, las de forma regular y poco densa son ideales para la regulación hídrica y las de forma irregular y densas, para el control de erosión.

La Tabla 4 presenta la descripción de las características de las variables propuestas.

**Tabla 3.** Características de las variables

| Órgano vegetativo | Tipo                          | Descripción  |
|-------------------|-------------------------------|--|
| Raíz              | Pivotante                     | Raíces profundas que sirven de anclaje y captan nutrientes de capas inferiores del suelo y/o permiten la infiltración profunda.                      |
|                   | Extendida (fasciculada)       | Raíces con crecimiento superficial paralelo a las capas superficiales para controlar erosión laminar (Terrerros, 2016).                              |
|                   |                               | Raíces con crecimiento amplio que dan mayor resistencia al suelo, evitando la formación de surcos profundos que derivan en cárcavas.                 |
| Fuste / tallo     | Irregular                     | Ralentiza el flujo regular del agua hasta el suelo, ayudando a disminuir la remoción de partículas de suelo.   |
|                   | Con modificaciones en la base | En el caso de los árboles, son adaptaciones cuya función principal es de soporte, por ende su función se relaciona con el CE en sus tres categorías. |
| Corteza externa   | Rugosa                        | Reduce, ralentiza y hasta puede detener el flujo regular de agua a través del fuste/tallo.   |
| Hojas             | Compuestas                    | Mayor posibilidad de interceptación del agua, reduciendo su movimiento hacia el suelo.   |
| Follaje           | Perenne                       | Durante todo el año protege la superficie del suelo al evitar o reducir la velocidad y la fuerza erosiva de la precipitación.                        |
| Copa              | Irregular                     | Tiene una mayor extensión y por ende una mayor interceptación de la precipitación.   |
|                   | Densa                         | Reduce el paso de la precipitación minimizando su impacto en el suelo.   |
| Ramificación      | Desde la base                 | Protege el suelo de la precipitación a lo largo de toda la planta.   |

Fuente: Llerena et al., 2021.



Foto: Forest Trends

### c) Criterios ecológicos y socioeconómicos

Considera la importancia ecológica y el valor socioeconómico como dos aspectos fundamentales en la selección de especies que cumplen alguno de estos fines específicos: la recuperación de áreas degradadas, la restauración ecológica o el desarrollo de IN. Las variables consideradas para cada aspecto se describen a continuación.

#### Importancia ecológica

*Plasticidad:* la capacidad de adaptarse a las condiciones ambientales, principalmente de temperatura, mediante cambios en su ritmo de crecimiento y tiempo de floración.

*Resistencia a periodos de sequía:* la capacidad de una planta para mantener un balance de agua favorable y la turgencia incluso expuesta a las condiciones de sequía, evitando el estrés y sus consecuencias. Durante un largo periodo seco las respuestas fisiológicas y morfológicas sobre el rendimiento dependen de factores como el ciclo de vida de las plantas o la capacidad de retención de agua del suelo, entre otros.

*Resistencia a periodos de inundación:* la capacidad de una planta para resistir el exceso de humedad. Se presentan a orillas de ríos o quebradas.

*Dureza de la madera:* la capacidad de resistencia de la madera para resistir el ataque de insectos y los periodos de inundación.

*Fijación de nitrógeno:* la capacidad de algunas especies de fijar nitrógeno del aire al suelo a través de una asociación simbiótica con microorganismos (bacterias, cianobacterias o actinomicetos), los cuales forman nódulos en sus raíces. Esta característica es común en leguminosas (Terán-Valdez et al., 2018).

*Crecimiento:* se determina por la tasa de crecimiento de la especie, su morfología y capacidad de producción de hojarasca, la cual mejora las condiciones del suelo.

*Demanda hídrica:* la cantidad de agua que consumen los árboles en su crecimiento para realizar fotosíntesis traducida en una producción de biomasa.

#### Valor socioeconómico

*Importancia para la población:* este aspecto es importante debido a que se enfoca principalmente en los servicios de provisión de las especies. Los servicios de provisión son los bienes y servicios que reciben directamente las personas de los ecosistemas (R. M. n.º 178-2019-MINAM). Las variables consideradas son madera, alimento, medicina, forraje, leña y servicios culturales (belleza paisajística, recreación, ecoturismo, experiencia espiritual, entre otros).

*Palatabilidad:* Debido a que las gramíneas de palatabilidad baja presentan una menor concentración de nutrientes y mayor de fibra y lignina, en comparación con las gramíneas de palatabilidad alta (Cano, 1988; Cerqueira et al., 2004; Distel et al., 2005). Esta característica de las primeras, resulta en una mayor capacidad de adaptación en condiciones de baja disponibilidad de nutrientes (Grime, 2001).

#### d) Criterios de propagación

Este criterio se enfoca en toda la información de propagación que se encuentre disponible. Se han considerado dos variables:

*Facilidad de propagación:* información sobre métodos de producción de las especies en viveros forestales, centros de producción de plantas; u otras, como recolección y almacenamiento de frutos y semillas.

*Disponibilidad de plántones/semillas:* se enfoca en viveros forestales y áreas en buen estado de conservación. Su objetivo es la identificación de viveros forestales, las facilidades de producción de plantas y las áreas en buen estado de conservación, con probabilidad de encontrar germoplasma de las especies consideradas. Esta información puede ser obtenida del estudio de oferta de especies desarrollado para el proyecto.

#### Paso 4. Calificación de las especies

Para conocer qué especies son las más adecuadas para las medidas de infraestructura que se van a implementar, se debe realizar un proceso de calificación. Para ello, primero se le asigna una clase, un puntaje y un peso a cada variable establecida, según los criterios de selección.

*Clase y puntaje:* para conocer el nivel de importancia dentro de la variable, a las especies se les asigna un puntaje de 1 a 3 según la clase que corresponde: baja, media y alta.

*Peso:* referido al nivel de importancia que tienen las especies al compararse entre variables. Los valores del peso considerados son: 0,5, 1 y 1,5.

**Tabla 4.** Puntajes y pesos de las variables

| Variable  | Clase | Clase | Peso                           |
|---|-------|-------|--------------------------------|
| Característica de la especie arbórea o herbácea | Alta  | 3     | Valor establecido: 0,5, 1, 1,5 |
|   | Media | 2     |                                |
|   | Baja  | 1     |                                |

Fuente: Forest Trends.

Una vez definidas la clase, el puntaje y los pesos para cada variable, se procede a realizar una calificación ponderada de las especies consideradas en la lista preliminar. Al final de la calificación se obtiene un orden de especies de mayor a menor puntaje,

sobre el cual las especies que obtengan el mayor puntaje serán seleccionadas. La calificación se realiza bajo la siguiente fórmula:

$$\text{Puntaje} \times \text{peso} = \text{valor final}$$



Foto: Forest Trends

**Tabla 5.** Puntaje para la selección de especies arbóreas nativas para el control de movimientos de masa y cárcavas mediante la reforestación

| Criterio         | Características                  | Clases | Puntaje parcial | Peso | Puntaje por criterio |
|------------------|----------------------------------|--------|-----------------|------|----------------------|
| Origen y estatus | Especie nativa/exótica           | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                  |                                  | Media  | 2               |      |                      |
|                  |                                  | Baja   | 1               |      |                      |
|                  | Categoría de amenaza             | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                  |                                  | Media  | 2               |      |                      |
|                  |                                  | Baja   | 1               |      |                      |
|                  | Rango altitudinal                | Alta   | 3               | 0,5  |                      |
|                  |                                  | Media  | 2               |      |                      |
|                  |                                  | Baja   | 1               |      |                      |
| Plasticidad      | Alta                             | Alta   | 3               | 0,5  |                      |
|                  |                                  | Media  | 2               |      |                      |
|                  |                                  | Baja   | 1               |      |                      |
|                  | Resistencia a periodos de sequía | Alta   | 3               | 0,5  |                      |
|                  |                                  | Media  | 2               |      |                      |
|                  |                                  | Baja   | 1               |      |                      |
|                  | Fijación de nitrógeno            | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                  |                                  | Media  | 2               |      |                      |
|                  |                                  | Baja   | 1               |      |                      |
|                  | Crecimiento                      | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                  |                                  | Media  | 2               |      |                      |
|                  |                                  | Baja   | 1               |      |                      |

| Criterio                             | Características                          | Clases | Puntaje parcial | Peso      | Puntaje por criterio |     |
|--------------------------------------|--|--------|-----------------|-----------|----------------------|-----|
| Importancia para la población local  |  | Alta   | 3               | 1         |                      |     |
|                                      |  | Media  | 2               |           |                      |     |
|                                      |  | Baja   | 1               |           |                      |     |
| Criterio de propagación              | Facilidad de propagación sexual/asexual  | Alta   | 3               | 1,5       |                      |     |
|                                      |  | Media  | 2               |           |                      |     |
|                                      |  | Baja   | 1               |           |                      |     |
| Disponibilidad de plantones/semillas |  | Alta   | 3               | 2 REVISAR |                      |     |
|                                      |  | Media  | 2               |           |                      |     |
|                                      |  | Baja   | 1               |           |                      |     |
| Criterio de servicio ecosistémico    | Raíz pivotante y extendida (fasciculada) | Alta   | 3               | 1         |                      |     |
|                                      |  | Media  | 2               |           |                      |     |
|                                      |  | Baja   | 1               |           |                      |     |
|                                      | Altura                                   |        | Alta            | 1         |                      | 0,5 |
|                                      |  |        | Media           | 2         |                      |     |
|                                      |  |        | Baja            | 3         |                      |     |
|                                      | Dureza de la madera (densidad básica)    |        | Alta            | 3         |                      | 1   |
|                                      |  |        | Media           | 2         |                      |     |
|                                      |  |        | Baja            | 1         |                      |     |
| Ramificaciones desde la base         |  | Alta   | 3               | 0,5       |                      |     |
|                                      |  | Media  | 2               |           |                      |     |
|                                      |  | Baja   | 1               |           |                      |     |

Fuente: Forest Trends.

**Tabla 6.** Puntaje para selección de especies vegetales para revegetar pastizales altoandinos

| criterio              | Variables                                   | Clases | Puntaje parcial | Peso | Puntaje por criterio |
|-----------------------|---|--------|-----------------|------|----------------------|
| Origen y estatus      | Origen                                      | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                       |   | Media  | 2               |      |                      |
|                       |   | Baja   | 1               |      |                      |
|                       | Categoría de amenaza                        | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                       |   | Media  | 2               |      |                      |
|                       |   | Baja   | 1               |      |                      |
| Ecológico y económico | Compatibilidad con la asociación florística | Alta   | 3               | 1    |                      |
|                       |   | Media  | 2               |      |                      |
|                       |   | Baja   | 1               |      |                      |
|                       | Plasticidad                                 | Alta   | 3               | 1    |                      |
|                       |   | Media  | 2               |      |                      |
|                       |   | Baja   | 1               |      |                      |
|                       | Altura                                      | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                       |   | Media  | 2               |      |                      |
|                       |   | Baja   | 1               |      |                      |
|                       | Crecimiento                                 | Alta   | 3               | 1    |                      |
|                       |   | Media  | 2               |      |                      |
|                       |   | Baja   | 1               |      |                      |
|                       | Resistencia a periodos de sequía            | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                       |   | Media  | 2               |      |                      |
|                       |   | Baja   | 1               |      |                      |

| criterio             | Características                     | Clases | Puntaje parcial | Peso | Puntaje por criterio |
|----------------------|-------------------------------------|--------|-----------------|------|----------------------|
|                      | Importancia para la población local | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                      |                                     | Media  | 2               |      |                      |
|                      |                                     | Baja   | 1               |      |                      |
| Propagación          | Disponibilidad de macollos          | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                      |                                     | Media  | 2               |      |                      |
|                      |                                     | Baja   | 1               |      |                      |
|                      | Palatabilidad                       | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                      |                                     | Media  | 2               |      |                      |
|                      |                                     | Baja   | 1               |      |                      |
| <b>Puntaje total</b> |                                     |        |                 |      |                      |

Fuente: Forest Trends.

**Tabla 7.** Puntaje para selección de especies arbóreas nativas para control de inundaciones mediante reforestación

| Criterio            | Características                     | Clases | Puntaje parcial | Peso | Puntaje por criterio |
|---------------------|-------------------------------------|--------|-----------------|------|----------------------|
| Origen y estatus    | Especie nativa/exótica              | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                     |                                     | Media  | 0               |      |                      |
|                     |                                     | Baja   | 1               |      |                      |
|                     | Rango altitudinal                   | Alta   | 3               | 1    |                      |
|                     |                                     | Media  | 2               |      |                      |
|                     |                                     | Baja   | 1               |      |                      |
|                     | Categoría de amenaza                | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                     |                                     | Media  | 2               |      |                      |
|                     |                                     | Baja   | 1               |      |                      |
| Ecológico económico | Plasticidad                         | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                     |                                     | Media  | 2               |      |                      |
|                     |                                     | Baja   | 1               |      |                      |
|                     | Importancia para la población local | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                     |                                     | Media  | 2               |      |                      |
|                     |                                     | Baja   | 1               |      |                      |
|                     | Crecimiento                         | Alta   | 3               | 0,5  |                      |
|                     |                                     | Media  | 2               |      |                      |
|                     |                                     | Baja   | 1               |      |                      |
|                     | Resistencia a la inundación         | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                     |                                     | Media  | 2               |      |                      |
|                     |                                     | Baja   | 1               |      |                      |

| Criterio              | Características                          | Clases | Puntaje parcial | Peso | Puntaje por criterio |
|-----------------------|--|--------|-----------------|------|----------------------|
| Propagación           | Facilidad de propagación sexual/asexual  | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                       |  | Media  | 2               |      |                      |
|                       |  | Baja   | 1               |      |                      |
|                       | Disponibilidad de plantones              | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                       |  | Media  | 2               |      |                      |
|                       |  | Baja   | 1               |      |                      |
| Servicio ecosistémico | Compatibilidad con asociación florística | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                       |  | Media  | 2               |      |                      |
|                       |  | Baja   | 1               |      |                      |
|                       | Raíz extendida/red radicular             | Alta   | 3               | 1,5  |                      |
|                       |  | Media  | 2               |      |                      |
|                       |  | Baja   | 1               |      |                      |
| <b>Puntaje total</b>  |  |        |                 |      |                      |

Fuente: Forest Trends.

Una vez realizado el proceso de calificación, se seleccionan las especies que obtengan el mayor puntaje y se elabora una lista de especies según el tipo de medida de IN en las que deben ser consideradas.

**Paso 5. Elaboración de fichas de las especies seleccionadas**

En esta etapa se elabora una ficha técnica para cada especie seleccionada que debe contener: criterios, varia-

bles, fotografía, tipo de ecosistema degradado, medida de IN. La Figura 9 presenta la ficha propuesta, tomada como referencia del estudio de Llerena *et al.*, 2021. Estas, además de ser incluidas como anexos en el documento de diseño de las medidas de IN, contienen información relevante para la elaboración de una base didáctica que servirá para el diseño de las medidas de IN que consideren especies vegetales.

## BETULACEAE

*Alnus acuminata*  
Aliso



Cuenca: Cañete  
Ecosistema: Matorral andino  
Medida de IN: Reforestación  
Riesgo: Movimiento de masa

### Criterio de origen y estatus

Nativa / 2000 - 4000 ms.n.m

| DS N° 043-2006 AG* | UICN** | CITIES*** |
|--------------------|--------|-----------|
| VU                 | LC     | -         |

### Criterios de servicios ecosistémicos

Descripción:  
General: árbol de 20-70 cm de diámetro y 10-20 altural total  
Tipo de fuste: recto y cilíndrico, sin modificaciones base  
Tipo de corteza extrema: escamosa con le protuberantes  
Tipo de copa: irregular

### Criterios ecológicos y socioeconómicos

Fijación de nitrógeno | Generación de biomasa | Otros [Reynel *et al.*, 2016]  
Madera | Leña | Medicinal | Forraje | Cultural [Reynel *et al.*, 2016]

### Criterios de propagación

Grupo sucesional: eecundaria temprana  
Propagación:  

- Poder germinativo: 15-55 %, la germinación inicia a los 5-12 días y finaliza a los 30 días luego de la siembra
- Floración: agosto-setiembre
- Fructificación: enero-julio
- Reproducción sexual y asexual [Reynel *et al.*, 2016]

Foto: Freepik.com

\*MINAGRI Categorías de amenazas de flora silvestre: Casi amenazado (NT) / Vulnerable (VU) / En peligro (EN) / Peligro crítico (CR)  
\*\*UICN Lista Roja: Not evaluated (NE) / Data deficient (DD) / Least concern (LC) / Near threatened (NT) / Vulnerable (VU) / Endangered (EN) / Critically endangered (CR) / Extinct in the wild (EW) / Extinct (EX) <https://www.iucnredlist.org/es/>  
\*\*\*Lista CITES: Apéndice I / Apéndice II / Apéndice III <http://checklist.cites.org/#/en>



# Actores Involucrados

Además de la población ubicada cerca de las áreas de intervención, existen otros actores involucrados en las actividades referentes a las medidas de IN donde las especies forestales tienen un rol importante. Dichos actores relevantes se describen a continuación:

**Tabla 8.** Actores involucrados en las actividades referentes a las medidas de infraestructura natural

| Actor                                      | Actividad  |
|--|--|
| Municipalidad                              | Garantizar la consecución de los objetivos regionales y municipales.   |
| MIDAGRI                                    | Garantizar que las propuestas de las medidas y especies no afecten a las tierras agrícolas adyacentes y viceversa.   |
| SERNANP                                    | Garantizar que las propuestas de las medidas y especies se encuentren dentro de los requerimientos de conservación de los planes maestros.   |
| Otros contratistas con trabajos adyacentes | Garantizar un diseño coordinado, la integración de los diferentes sitios, con soluciones y detalles similares para reducir el costo de implementación y mantenimiento.   |
| Universidades y empresas locales           | Talleres para comentar y asesorar sobre la estrategia de infraestructura natural, para una solución integrada que responda a las necesidades locales. Consulta sobre aspectos más detallados, como la selección de especies. |
| Grupos locales, comunidades campesinas     | Garantizar y comprender las necesidades de realizar las medidas de IN involucrando especies forestales.  |

Fuente: Forest Trends.



# Bibliografía

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) y Sistema de Información de Monitoreo, Seguimiento y Evaluación (SIMSE). (s. f.). *Glosario de Términos de la Gestión del Riesgo de Desastres*. Recuperado de <https://dimse.cenepred.gob.pe/simse/glosario>

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). (2014). *Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da. Versión*. Lima: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Dirección de Gestión de Procesos (DGP) - Subdirección de Normas y Lineamientos (SNL).

Ley 29664 de 2017. Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). 25 de abril de 2017

Decreto Supremo 284 de 2018 [Ministerio de Economía y Finanzas]. aprueban el reglamento del decreto legislativo n.º 1252, decreto legislativo que crea el sistema nacional de programación multianual y gestión de inversiones. 9 de diciembre de 2018.

Decreto Supremo 017 de 2018 [Ministerio de Ambiente]. Aprueban los lineamientos para la incorporación de criterios sobre infraestructura natural y gestión del riesgo en un contexto de cambio climático, en el marco de la reconstrucción con cambios. 30 de septiembre de 2018.

Forest Trends. (2019). *Glosario de términos sobre infraestructura natural. Definiciones oficiales para el contexto peruano*. Proyecto "Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica". Lima: Forest Trends Association.

Grupo de Trabajo para el Mapa Nacional de Ecosistemas (R. M. n.º 125-2015-MINAM). Dirección de Monitoreo y Evaluación de los Recursos Naturales del Territorio (DMERNT). (2018). Mapa nacional de ecosistemas. Lima: Ministerio de Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales.

Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica (2022). Voces por el agua 2022. Recuperado de [forest-trends.org/infraestructura-natural-en-peru/capacidadesin/voces-por-el-agua-capacitara-a-comunicadores-del-pais-en-temas-relacionados-al-recurso-hidrico/](https://forest-trends.org/infraestructura-natural-en-peru/capacidadesin/voces-por-el-agua-capacitara-a-comunicadores-del-pais-en-temas-relacionados-al-recurso-hidrico/)

Llerena, L., Alarcón, V., Stern, P. y Román, F. (2021). *Selección de especies apropiadas para proyectos de recuperación de los servicios ecosistémicos hídricos* (informe de consultoría). Lima: Proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica.

Ministerio del Ambiente, Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales, Dirección General de Economía y Financiamiento Ambiental.

(2011). *Guía de evaluación de flora silvestres* (2da ed.). Lima: Ministerio del Ambiente Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales Dirección General de Economía y Financiamiento Ambiental.

Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía de inventario de la flora y vegetación*. Lima: Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.

Portuguez, H., Zambrano, A., Armas, Z., Lebel, C. y Aucasime, A. (2023). *Guías para elaborar estudios definitivos de infraestructura natural con enfoque de gestión de riesgos de desastres: Evaluación del estado de ecosistemas*. Lima: Proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica.

Román, F., Estévez, G., Aste, N. y Moles, A. (2020). *Herramienta de Identificación Rápida de Oportunidades para la Infraestructura Natural en la Gestión del Riesgo de Desastres. Guía metodológica*. Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica. Lima: Forest Trends Association.

Zambrano, A., Portuguez, H., Armas, Z., Lebel, C. y Aucasime, A. (2023). *Guías para elaborar estudios definitivos de infraestructura natural con enfoque de gestión de riesgos de desastres: localización de áreas de intervención*. Lima: Proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica.

# Anexos

## Anexo I. Lista de acrónimos

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>CENEPRED</b> | Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres |
| <b>Dap</b>      | Diámetro a la altura del pecho  |
| <b>GRD</b>      | Gestión del riesgo de desastres   |
| <b>GSP</b>      | Sistema de posicionamiento global   |
| <b>IN</b>       | Infraestructura natural   |
| <b>NIWS</b>     | Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica                             |
| <b>MIDAGRI</b>  | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego                                      |
| <b>MINAM</b>    | Ministerio del Ambiente   |
| <b>RCC</b>      | Reconstrucción con cambios  |
| <b>SERNANP</b>  | Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas                               |
| <b>UP</b>       | Unidad productora   |

## Anexo 2. Glosario

**Área degradada:** territorio deteriorado por la extracción excesiva de productos maderables y/o no maderables, manejo inadecuado, incendios reiterados, pastoreo u otras perturbaciones y usos de la tierra que degeneran el suelo y la vegetación, a tal punto que la regeneración natural después del abandono se ve inhibida o retrasada.

**Barreras rompevientos:** hileras de uno o más árboles y/o arbustos de diferentes alturas, establecidas de forma perpendicular a la dirección principal del viento.

**Diques para control de cárcavas:** muros construidos con troncos, palos o piedras acomodadas perpendicularmente y en forma de medialuna a la cárcava.

**Enriquecimiento del suelo:** consiste en mejorar el suelo mediante el uso de abono orgánico (compost), uso de enmienda orgánica como el majadeo o redileo y abono por fuentes minerales (cenizas, cal, otros), así como la eliminación de plantas esquilmanes (plantas que agotan la fertilidad del suelo) e instalación de vegetación rica en nitrógeno para enriquecer el suelo.

**Especie:** diferentes tipos de organismos entre los cuales es posible el entrecruzamiento o intercambio de material genético. Asimismo, son las y los miembros de un grupo de poblaciones que se reproducen o pueden potencialmente cruzarse entre sí en condiciones naturales.<sup>6</sup>

**Especie exótica:** toda especie cuyas poblaciones silvestres no se distribuyen en forma natural en un ámbito geográfico determinado, pudiendo tratarse de una región, país o continente, habiéndose desarrollado en condiciones ecológicas diferentes; por tanto, originalmente no forman parte de los procesos ecológicos de los ecosistemas presentes en el ámbito geográfico del área o zona donde ha sido introducida generalmente por factores antropogénicos, en forma intencional o fortuita.<sup>7</sup>

**Especie nativa:** toda especie cuyas poblaciones silvestres se distribuyen de manera natural en un ámbito geográfico determinado, pudiendo ser una región, país o continente. Forma parte de los procesos ecológicos de los ecosistemas presentes en el ámbito geográfico del país.<sup>8</sup>

**Qochas o cochas:** pequeños depósitos de agua que se construyen con piedra, champas y tierra compactada, que retienen y almacenan el agua de lluvia.

**Recuperación de andenes:** las diferentes actividades de reconstrucción de muros con piedras, limpieza de canaletas y limpieza del terreno para el uso de los andenes.

**Reforestación con especies nativas:** consiste en realizar plantaciones de árboles o arbustos en un espacio natural que ha sido perdido o alterado debido a factores diversos.

**Revegetación con especies nativas:** consiste en la siembra de gramíneas, gramínoideas, leguminosas u otras especies herbáceas en un espacio natural que ha sido perdido o alterado debido a factores diversos.

**Terrazas de formación lenta:** franjas secuenciales que dividen la ladera en secciones perpendiculares a la pendiente, cuyos límites superiores o inferiores están orientados por las curvas de nivel y protegidos por muros de piedra (pircas) o bordos de piedra.

**Zanjas de infiltración:** excavaciones que se realizan en laderas en forma de canales de sección rectangular o trapezoidal, que se construyen a curvas de nivel para para detener la escorrentía de agua de lluvias y almacenarlas para recargar los manantiales.

6 R. M. n.º 057-2015-MINAM, Guía de inventario de fauna silvestre.

7 Artículo 5, numeral 5.23, del D. S. n.º 2018-2015-MINAGRI, Reglamento para la gestión forestal.

8 Artículo 5, numeral 5.26, del D. S. n.º 2018-2015-MINAGRI, Reglamento para la gestión forestal.

**Anexo 3.** Lista de especies por ecosistema

| Ecosistema de la vertiente occidental | Especies                           |                 | Fuentes   |
|---------------------------------------|------------------------------------|-----------------|---|
|                                       | Nombre científico                  | Nombre común    |   |
| <b>Pajonal de puna húmeda (Pjph)</b>  | <i>Chuquiraga spinosa</i>          | Huamanpinta     | Aquino, 2020; CARE, 2011; MINAM, 2015; MINAM, 2018; Montesinos, 2013; Montero, 2006; Reynel y Marcelo, 2009; Salazar et al., 2010; Quispe, 2017; Terreros et al, 2016; Terreros, 2016; Tello, 2015; Vilca, 2018; Ing. Christian Rohner, tec. Forestal ATFFS Cusco (comunicación personal) |
|                                       | <i>Baccharis latifolia</i>         | Chilca          |   |
|                                       | <i>Baccharis tricuneata</i>        | Chilca          |   |
|                                       | <i>Puya Raimondii</i>              | Titanka         |   |
|                                       | <i>Lupinus spp.</i>                | Tarwi           |   |
|                                       | <i>Berberis lutea</i>              | Carhuascasa     |   |
|                                       | <i>Festuca orthophylla</i>         | Hiru ichu       |   |
|                                       | <i>Stipa ichu</i>                  | Ichu            |   |
|                                       | <i>Mutisia acuminata</i>           | Chinchilcoma    |   |
|                                       | <i>Ageratina sternbergiana</i>     | Chiri           |   |
|                                       | <i>Calamagrostis vicunarum</i>     | Waycha ichu     |   |
|                                       | <i>Colletia spinosissima</i>       | Turulahua       |   |
|                                       | <i>Parastrephia quadrangularis</i> | Tola            |   |
| <i>Cantua buxifolia</i>               | Cantuta                            |                 |   |
| <b>Bofedal (Bo)</b>                   | <i>Distichia muscoides</i>         | Champa          | Bazán 2017; Condori et al., 2001; Fuentealba y Mejía, 2016; Gonzales et al., 2016; León, 2016; Mamani et al, 2013; Maldonado et al., 2019; MINAM, 2015; MINAM, 2018; Minga et al., 2016; Montesinos, 2013; Reynel, 2012; Tovar, 2016; Ventura et al., 2012                                |
|                                       | <i>Plantago rigida</i>             | Champa estrella |   |
|                                       | <i>Plantago tubulosa</i>           | Sillu sillu     |   |
|                                       | <i>Alchemilla pinnata</i>          | Sillu sillu     |   |
|                                       | <i>Lachemilla diplophylla</i>      | Festuca         |   |
|                                       | <i>Festuca rigescens</i>           | Packo           |   |
|                                       | <i>Oxychloe andina</i>             | Pilli pilli     |   |
|                                       | <i>Hypochaeris taraxacoides</i>    | Waycha ichu     |   |
|                                       | <i>Calamagrostis rigescens</i>     | Trencilla       |   |
|                                       | <i>Loricaria ferruginea</i>        | Pachaca         |   |
| <i>Scirpus rigidus</i>                |                                    |                 |   |

| Ecosistema de la vertiente occidental | Especies                        |                   | Fuentes   |
|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------|---|
|                                       | Nombre científico               | Nombre común      |   |
| <b>Páramo (Pa)</b>                    | <i>Chusquea aristata</i>        | Cortadera pequeña | Arango et al., 2009; Castillo, 2018; Cialdelia et al., 1995; Dávila et al 2018; La Torre et al., 2003; MINAM, 2018; Minga et al, 2016; Minga & Verdugo, 2016; Montesinos, 2013; Pelaez-Tapia, 2018; Pretell et al., 1985; Reynel y Marcelo, 2009; RP n.º 022-2015 SERNANP; Ventura et al., 2012 |
|                                       | <i>Paspalum bonplandianum</i>   | Sara sara         |   |
|                                       | <i>Calamagrostis recta</i>      | Ichu              |   |
|                                       | <i>Podocarpus glomeratus</i>    | Intimpa           |   |
|                                       | <i>Escallonia resinosa</i>      | Chachacomo        |   |
|                                       | <i>Puya hamata</i>              | Chupalla del oso  |   |
|                                       | <i>Baccharis genistelloides</i> | Carqueja          |   |
|                                       | <i>Lupinus spp.</i>             | Tarwi             |   |
|                                       | <i>Morella pubescens</i>        | Laurel            |   |
|                                       | <i>Polylepis weberbaueri</i>    | Quinua huiro      |   |
|                                       | <i>Ilex ovalis</i>              | Sapotillo         |   |
|                                       | <i>Arracacia peruviana</i>      | Arracacha         |   |
| <b>Jalca (Jal)</b>                    | <i>Laccopetalum giganteum</i>   | Pacra pacra       | Arica, s.f.; Castillo, 2018; MINAM, 2015; MINAM, 2018 Minga et al, 2016; Montesinos, 2013; Reynel, 2012; Rimachi, 2020; Rodríguez et al, 2007; Santamaria et al., 2012; Seminario et al, 2016; Terreros, 2016; Tovar, 2016; Ventura et al., 2012  |
|                                       | <i>Calamagrostis recta</i>      | Ichu              |   |
|                                       | <i>Calamagrostis tarmensis</i>  | Paja hualte       |   |
|                                       | <i>Stipa ichu</i>               | Ichu              |   |
|                                       | <i>Paspalum bonplandianum</i>   | Sara sara         |   |
|                                       | <i>Werneria nubigena</i>        | Chicoria          |   |
|                                       | <i>Valeriana pilosa</i>         | Valeriana         |   |
|                                       | <i>Pernettya prostrata</i>      | Pushgay           |   |
|                                       | <i>Gynoxys oleifolia</i>        | Japru             |   |
| <i>Polylepis racemosa</i>             | Queñual                         |                   |   |
| <i>Baccharis tricuneata</i>           | Chilca                          |                   |   |

| Ecosistema de la vertiente occidental | Especies                     |              | Fuentes   |
|---------------------------------------|------------------------------|--------------|---|
|                                       | Nombre científico            | Nombre común |   |
| <b>Matorral andino (Ma)</b>           | <i>Kageneckia lanceolata</i> | Lloque       | Belli, 2018; Brescia et al., 2016; CARE, 2011; Chircca, 2019; De la Torre, 2018; Díaz, 2010; Ferreyra, 1965; Huayhua & Moya, 2018; Mamani & Pinazo, 2019; MINAM, 2015; MINAM, 2018; Montero, 2006; Olivera et al., 2011; Oscanoa, 2010; Pretell et al., 1985; Reynel & Marcelo, 2009; Reynel et al., 2016; Reynel, 2012; Terreros, 2016; Tovar, 2016  |
|                                       | <i>Tecoma stans</i>          | Huaranhuay   |   |
|                                       | <i>Festuca orthophylla</i>   | Hiru ichu    |   |
|                                       | <i>Stipa ichu</i>            | Ichu         |   |
|                                       | <i>Schinus molle</i>         | Molle        |   |
|                                       | <i>Caesalpinia spinosa</i>   | Tara         |   |
|                                       | <i>Barnadesia dombeyana</i>  | Yauli        |   |
|                                       | <i>Carica candicans</i>      | Mito         |   |
|                                       | <i>Mutisia acuminata</i>     | Chinchilcoma |   |
|                                       | <i>Tecoma fulva</i>          | Cahuato      |   |
| <i>Spartium junceum</i>               | Retama                       |              |   |
| <i>Parastrephia quadrangularis</i>    | Tola                         |              |   |
| <b>Pajonal de puna seca (Pjps)</b>    | <i>Adesmia spinosissima</i>  | Añawayaya    | Aquino et al., 2019; Baldarrago et al., 2012; CARE, 2011; Castillo et al., 2010; GORE La Libertad, 2011; Hualpa, 2018; Mamani & Pinazo, 2019; MINAM, 2015; MINAM, 2018; Montesinos, 2013; Montero, 2006; Reynel y Marcelo, 2009; Reynel, 2012; Salazar et al., 2010; Tello, 2015; Terreros et al., 2016; Troncoso et al., 2020; Ing. Christian Rohner, Técnico Forestal ATFFS Cusco (comunicación personal) |
|                                       | <i>Baccharis latifolia</i>   | Chilca       |   |
|                                       | <i>Baccharis tricuneata</i>  | Chilca       |   |
|                                       | <i>Puya Raimondii</i>        | Titanka      |   |
|                                       | <i>Lupinus spp.</i>          | Tarwi        |   |
|                                       | <i>Diplostegium meyenii</i>  | Flor blanca  |   |
|                                       | <i>Festuca orthophylla</i>   | Hiru ichu    |   |
|                                       | <i>Stipa ichu</i>            | Ichu         |   |
|                                       | <i>Azorella compacta</i>     | Yareta       |   |
|                                       | <i>Colletia spinosissima</i> | Turulahua    |   |
| <i>Parastrephia quadrangularis</i>    | Tola                         |              |   |

| Ecosistema de la vertiente occidental                           | Especies                         |               | Fuentes   |
|---|----------------------------------|---------------|---|
|   | Nombre científico                | Nombre común  |   |
| <b>Bosque estacionalmente seco de colina y montaña (Bes-cm)</b> | <i>Ceiba trischistandra</i>      | Ceibo         | Aguirre, 2012; Castro, 2007; Carrillo, 2015; Dostert et al., 2012; Lam, 2011; Lerner, 2020; Maldonado, 2015; Marcelo et al., 2010; Mesa, 2017; MINAM, 2015; MINAM, 2018; Morillo et al., 2016; Pretell et al., 1985; Rodríguez et al., 2007; Román et al., 2012; Tovar, 2016; Vinueza, 2012 |
|   | <i>Loxopterygium huasango</i>    | Hualtaco      |   |
|   | <i>Eriotheca ruizii</i>          | Pasayo        |   |
|   | <i>Bursera graveolens</i>        | Palo santo    |   |
|   | <i>Caesalpinia paipai</i>        | Charán        |   |
|   | <i>Cordia alliodora</i>          | Laurel        |   |
|   | <i>Colicodendron scabridum</i>   | Sapote        |   |
|   | <i>Erythrina velutina</i>        | Porotillo     |   |
|   | <i>Tabebuia chrysantha</i>       | Guayacán      |   |
|   | <i>Prosopis pallida</i>          | Algarrobo     |   |
|   | <i>Vachellia macracantha</i>     | Huarango      |   |
| <b>Bosque relicto montano de vertiente occidental (Br-mvoc)</b> | <i>Retrophyllum rospigliosii</i> | Ulcumanu      | Arias, 2016; Belli, 2018; Campos-Ruiz, 2016; Chiles, 2016; Fernández, 2018; Juárez et al., 2005; Kahatt, 2007; MINAM, 2015; MINAM, 2018; Palomino & Barra, 2003; Reynel y Marcelo, 2009; Román et al., 2012; R. P.n.º 175-2009-SERNANP; Terán-Valdez et al., 2018; Vicuña-Miñano, 2005      |
|   | <i>Prumnopitys harmsiana</i>     | Diablo fuerte |   |
|   | <i>Podocarpus oleifolius</i>     | Romerillo     |   |
|   | <i>Carica candicans</i>          | Mito          |   |
|   | <i>Cinchona pubescens</i>        | Quina         |   |
|   | <i>Juglans neotropica</i>        | Nogal         |   |
|   | <i>Cedrela montana</i>           | Cedro         |   |
|   | <i>Alnus acuminata</i>           | Aliso         |   |
|   | <i>Cordia alliodora</i>          | Laurel        |   |
|   | <i>Piper aduncum</i>             | Matico        |   |
|   | <i>Oreopanax oroyanus</i>        | Malmaque      |   |
| <i>Delostoma integrifolium</i>                                  | Campanilla                       |               |   |

| Ecosistema de la vertiente occidental    | Especies                           |              | Fuentes  |
|--|------------------------------------|--------------|--|
|  | Nombre científico                  | Nombre común |  |
| <b>Bosque relicto altoandino (Br-a)</b>  | <i>Polylepis racemosa</i>          | Queñual      | Arica, s.f.; CARE, 2011; FAO, 2014; Montesinos, 2013; MINAM, 2018; Montero, 2006; Montesinos, 2013; Reynel y Marcelo, 2009; Reynel 2012; Tovar, 2016; Tello, 2015; Terreros, 2016  |
|  | <i>Buddleja coriacea</i>           | Colle        |  |
|  | <i>Buddleja incana</i>             | Quishuar     |  |
|  | <i>Baccharis tricuneata</i>        | Chilca       |  |
|  | <i>Gynoxys oleifolia</i>           | Japru        |  |
|  | <i>Lupinus spp.</i>                | Tarwi        |  |
|  | <i>Parastrephia quadrangularis</i> | Tola         |  |
|  | <i>Chuquiraga spinosa</i>          | Huamanpinta  |  |
|  | <i>Adesmia spinosissima</i>        | Añawaya      |  |
|  | <i>Escallonia resinosa</i>         | Chachacomo   |  |
|  | <i>Ageratina sternbergiana</i>     | Chiri        |  |
|  | <i>Festuca orthophylla</i>         | Hiru ichu    |  |
| <i>Stipa ichu</i>                        | Ichu                               |              |  |
| <b>Bosque relicto mesoandino (Br-ma)</b> | <i>Podocarpus glomeratus</i>       | Intimpa      | Bonilla et al, 2007; CARE, 2011; Chircca, 2019; Kahatt, 2007; Mamani & Pinazo, 2019; MINAM, 2015; MINAM; 2018; Montesinos, 2013; Pretell et al, 1985; Reynel et al., 2016; Reynel y Marcelo, 2009; Reynel, 2012; Reynel y León, 1990; Romero y Ramos, 2009; Romoleroux et al., 2019; SERNANP, 2016 |
|  | <i>Alnus jorullensis</i>           | Aliso        |  |
|  | <i>Escallonia resinosa</i>         | Chachacomo   |  |
|  | <i>Kageneckia lanceolata</i>       | Lloque       |  |
|  | <i>Oreopanax oroyanus</i>          | Malmaque     |  |
|  | <i>Buddleja incana</i>             | Quishuar     |  |
|  | <i>Myrcianthes oreophila</i>       | Unca         |  |
|  | <i>Polylepis racemosa</i>          | Queñual      |  |
|  | <i>Vallea stipularis</i>           | Ch'uyllur    |  |
|  | <i>Escallonia myrtilloides</i>     | T'asta       |  |

Fuente Llerena et al., 2021.



Foto: Forest Trends



Foto: Forest Trends

[www.infraestructuranatural.pe](http://www.infraestructuranatural.pe)

El proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica promueve la conservación, restauración y recuperación de los ecosistemas a nivel nacional, formando alianzas con organizaciones públicas y privadas para reducir los riesgos hídricos como sequías, inundaciones y contaminación del agua.

El proyecto es promovido y financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y el Gobierno de Canadá y liderado por Forest Trends, junto a sus socios CONDESAN, la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA), e investigadores del Imperial College London.



<https://www.forest-trends.org/publications/serie-guias-IN-para-GRD>

