

Guía práctica para la restauración ecológica de ambientes degradados en Bolivia

Practical guide for the ecological restoration of degraded environments in Bolivia

Gonzalo Navarro¹, Nelly De la Barra², Wanderley Ferreira³, Shain Llanos⁴,
Estela Herbas⁵

1, 2, 3, 5, Docentes-investigadores Carrera de Ingeniería Ambiental, Centro de Investigación en Ciencias Exactas e Ingeniería (CICEI), Universidad Católica Boliviana sede Cochabamba, Bolivia; 4, Estudiante pregrado avanzado Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad Católica Boliviana sede Cochabamba, Bolivia.

gonzalonavarrosanchez@gmail.com

Resumen La intensa degradación ambiental, pérdida de recursos naturales basados en la biodiversidad y destrucción de ecosistemas acaecida en Bolivia y agudizada en los últimos veinte años, remarca la necesidad acuciante de emprender y continuar urgentemente proyectos de restauración ecológica. Basándonos en diversas experiencias didácticas y de investigación desarrolladas en la Universidad Católica Boliviana en Cochabamba desde el año 2012 hasta la actualidad, abordamos en este trabajo el diseño de una guía rápida secuencial de procedimientos útiles para llevar a cabo acciones de recuperación ambiental. Aunque ya son numerosos los textos amplios en español dirigidos a la restauración de los ecosistemas en varios países de Sudamérica, tratamos de presentar aquí una guía simple y concreta que posibilite su aplicación práctica tanto a estudiantes avanzados en disciplinas ambientales como a profesionales que ya utilizan textos extensos y con experiencia en este campo.

Palabras clave: restauración ecológica, evaluación ambiental, guía

Abstract The intense environmental degradation, loss of natural resources based on biodiversity and destruction of ecosystems that have occurred in Bolivia and that has worsened in the last twenty years, highlight the pressing need to urgently undertake and continue ecological restoration projects. Based on the various didactic and research experiences developed at the Bolivian Catholic University in Cochabamba from 2012 to the present, we address in this work the design of a quick sequential guide of useful procedures to carry out environmental recovery actions. Although there are already numerous extensive and excellent texts in Spanish aimed to the restoration of ecosystems in several South American countries, we try to present here a simple and concrete guide that enables its practical application both to advanced students in environmental disciplines and to professionals who already use those extensive texts or who already have some experience in these fields.

Key words: ecological restoration, environmental assessment, guide

1 Introducción y planteamiento

Esta guía breve está dirigida a profesionales en campos relacionados con la gestión del medio ambiente, como biólogos, ambientales, forestales y agrónomos; así como a técnicos municipales en medio ambientes y dirigentes de las comunidades rurales o urbanas. Asimismo, trata de proporcionar una herramienta ágil de estudio y sobre todo de aplicación a estudiantes avanzados de disciplinas relacionadas con el medio ambiente y su calidad.

Los elevados niveles de degradación ambiental que afronta Bolivia y que se han agudizado aún más en los últimos años, motivan y justifican la necesidad de generar instrumentos sencillos que eduquen en esta problemática y vayan permitiendo paulatinamente asumir los desafíos de recuperación ambiental por las propias poblaciones. Focalizando en la reparación de las consecuencias de impactos que tienen una importancia clave en Bolivia (y buena parte de Sudamérica), tales como: incendios forestales, deforestación, reemplazo de ecosistemas naturales, pérdida o perturbación de recursos hídricos y la biodiversidad, sobrepastoreo, contaminación, vertidos de basuras y desechos, ciudades no sostenibles, intensificación de actividades agropecuarias extensivas, entre otros.

Esta guía, surge en parte a partir de las experiencias y actividades realizadas durante el desarrollo del Proyecto FuGar Chiquitanía (fases I y II), entre la Universidad Católica Boliviana y la Embajada de Francia en Bolivia, el cual afronta de forma multidisciplinar la situación originada por los incendios forestales acaecidos en la región de la Chiquitanía (Departamento de Santa Cruz, Bolivia), particularmente en los años 2019 y 2021. Además, utiliza adaptándolos algunos de los contenidos y materiales impartidos por los autores en la Universidad Católica Boliviana en asignaturas curriculares aplicadas como Restauración Ecológica, Indicadores Ambientales, Remediación Ambiental y Planificación Integral del Territorio.

El objetivo principal, por tanto, es establecer un conjunto de pasos ordenados secuencialmente, que de forma lo más sencilla posible orienten a los lectores en el desarrollo e implementación de proyectos de valoración ambiental y de recuperación de los ecosistemas (Remediación ambiental, Restauración Ecológica).

2 Bases teóricas y conceptuales

2.1 ¿Qué es la restauración Ecológica?

Es el conjunto de acciones que se realizan para recuperar o reponer la idoneidad de los ecosistemas cuando han sido afectados por impactos humanos (por ejemplo,

incendios o tala de bosques o erosión del suelo o contaminación del agua), o por impactos naturales (por ejemplo, inundaciones, deslizamientos de tierras,.....).

La restauración implica realizar un conjunto de acciones condicionadas en su aplicación por la intensidad de los impactos que dañan los ecosistemas: según la severidad de los daños la secuencia y el tipo de acciones a emprender variará.

Es muy importante decidir ante todo el tipo de acciones generales a realizarse (Figura 1).

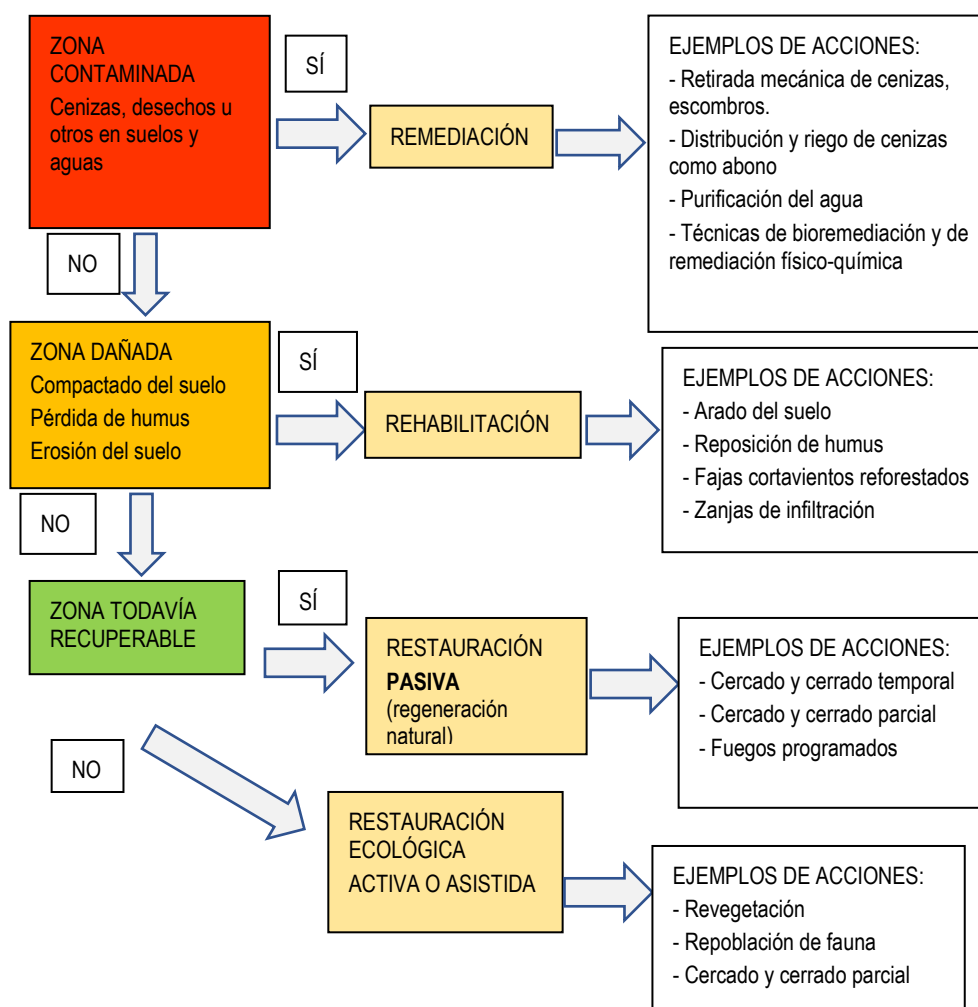


Figura 1: Diagrama de decisión: ¿CÓMO DECIDIR LAS ACCIONES GENERALES A TOMAR?

2.2 ¿Por qué restaurar?

Un ecosistema sano y restaurado, aportará muchos valores, funciones y servicios que se reflejarán en la calidad de vida de las personas.

PRINCIPALES BENEFICIOS DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

McDonald et al. (2018)

- Aire y agua limpios, claves para la salud y para el uso por el ser humano.
- Mantenimiento de la biodiversidad nativa, plantas y animales, con sus valores tradicionales, culturales y de uso (leña, medicinas, madera, pastos, caza y pesca, educación, turismo).
- Calidad visual estética de los paisajes de la comunidad: vivir en lugares bellos aporta equilibrio, salud y bienestar a las personas.

2.3 ¿Cuándo y dónde restaurar?

Siempre que impactos severos como los incendios o la tala ilegal del bosque, destrucción de ecosistemas, basuras u otros hayan dañado a los ecosistemas afectando a su vez a la calidad de vida, la salud, la propiedad y el trabajo de las comunidades humanas.

2.4 ¿CÓMO RESTAURAR?: Pasos sencillos recomendados en la restauración de áreas afectadas por la degradación ambiental

Los pasos fundamentales sucesivos son:

PASOS SUCESIVOS A SEGUIR PARA IMPLEMENTAR PROYECTOS DE RESTAURACIÓN

1. **CONOCER** BIEN EL ÁREA AFECTADA POR LOS IMPACTOS
2. **SUBDIVIDIR** LA ZONA EN *UNIDADES AMBIENTALES INTEGRADAS* (UAIs) O UNIDADES DE PAISAJE
3. **DIRIGIR** LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA A CADA TIPO DE AMBIENTE, SEGÚN SU *NATURALIDAD Y ESTADO DE CONSERVACIÓN O IDONEIDAD*
4. **PRIORIZAR**, DELIMITAR Y ANALIZAR LA VIABILIDAD DE LAS ZONAS CONCRETAS A RESTAURAR
5. **ESTABLECER LAS REFERENCIAS** DE RESTAURACIÓN e IDENTIFICAR LA *VEGETACIÓN POTENCIAL NATURAL*.

Seguidamente, se desarrollan cada uno de estos pasos:

2.4.1 CONOCER BIEN EL ÁREA AFECTADA POR LOS IMPACTOS (CARACTERIZACIÓN)

- Contactando con las instituciones u organizaciones sociales locales y regionales.
- Recorriendo en campo el territorio o las zonas afectadas por los impactos, haciendo croquis de la ubicación de las áreas impactadas y fijando puntos o límites con un GPS.
- Observando y analizando las imágenes de Google Earth para la zona de trabajo.
- Revisando y analizando la información publicada sobre la zona de trabajo, referida al ambiente biogeofísico y al ambiente socioambiental.
- Concretando y resumiendo la información obtenida en un croquis o mapa.

2.4.2 SUBDIVIDIR LA ZONA EN UNIDADES AMBIENTALES INTEGRADAS (UAIs) O UNIDADES DE PAISAJE

La restauración ecológica es mucho más eficaz si es integrada, es decir, si se plantea a escalas de paisaje y no solo como una aplicación a sitios parciales o concretos.

La **restauración a escala del paisaje** debe incluir el concepto de “Paisajes Multifuncionales Sostenibles”, que son “paisajes creados y gestionados para integrar la producción humana y el uso del paisaje” (SER, 2019).

“La restauración se puede definir entonces como un proceso planificado que busca recuperar la integridad ecológica a nivel del paisaje y la capacidad de un paisaje para proporcionar servicios ecosistémicos específicos a largo plazo, esenciales para mejorar el bienestar humano”. (SER, 2019: www.ser.org/resource/resmgr/docs/ser_international_standards.pdf.)

Si estos paisajes o unidades ambientales integradas están bien identificados y delimitados, los resultados que se obtengan de la restauración serán más fácilmente extrapolables o aplicables a otras zonas análogas, pudiendo ser replicados de forma similar en ellos.

La Unidad Ambiental Integrada (UAI) o unidad de paisaje, es integrada porque suma en una determinada área o territorio las variables principales que explican por qué tiene unas determinadas características y no otras (Navarro, 2019). Las más importantes de estas variables que se combinan para conformar espacios geográficos definidos y delimitables, son:

- Los pisos ecológicos altitudinales, si el área de restauración cubre varios pisos.
- El relieve o las geoformas de la zona.
- Los tipos de suelos o terrenos o tipos de tierras y de rocas.
- Los arroyos, ríos y cuerpos de agua como lagos, lagunas, represas, atajados, curichis o pantanos.
- Los tipos de vegetación y su fauna asociada.
- La cobertura de usos del suelo: cultivos, pastos, ganadería, entre otros.
- Existen publicadas diferentes herramientas y métodos para el reconocimiento de estos elementos de la Unidad Ambiental Integrada. Ver al respecto la Tabla 1 en Navarro (2019).
- Para determinar el ecosistema o ecosistemas potenciales, así como las especies que los componen y las especies características se puede consultar en: Navarro y Ferreira (2007 y 2011).
- Resumimos seguidamente (Figura 2), en un conjunto de pasos sucesivos, el procedimiento práctico para diferenciar las UAIs del área de restauración:

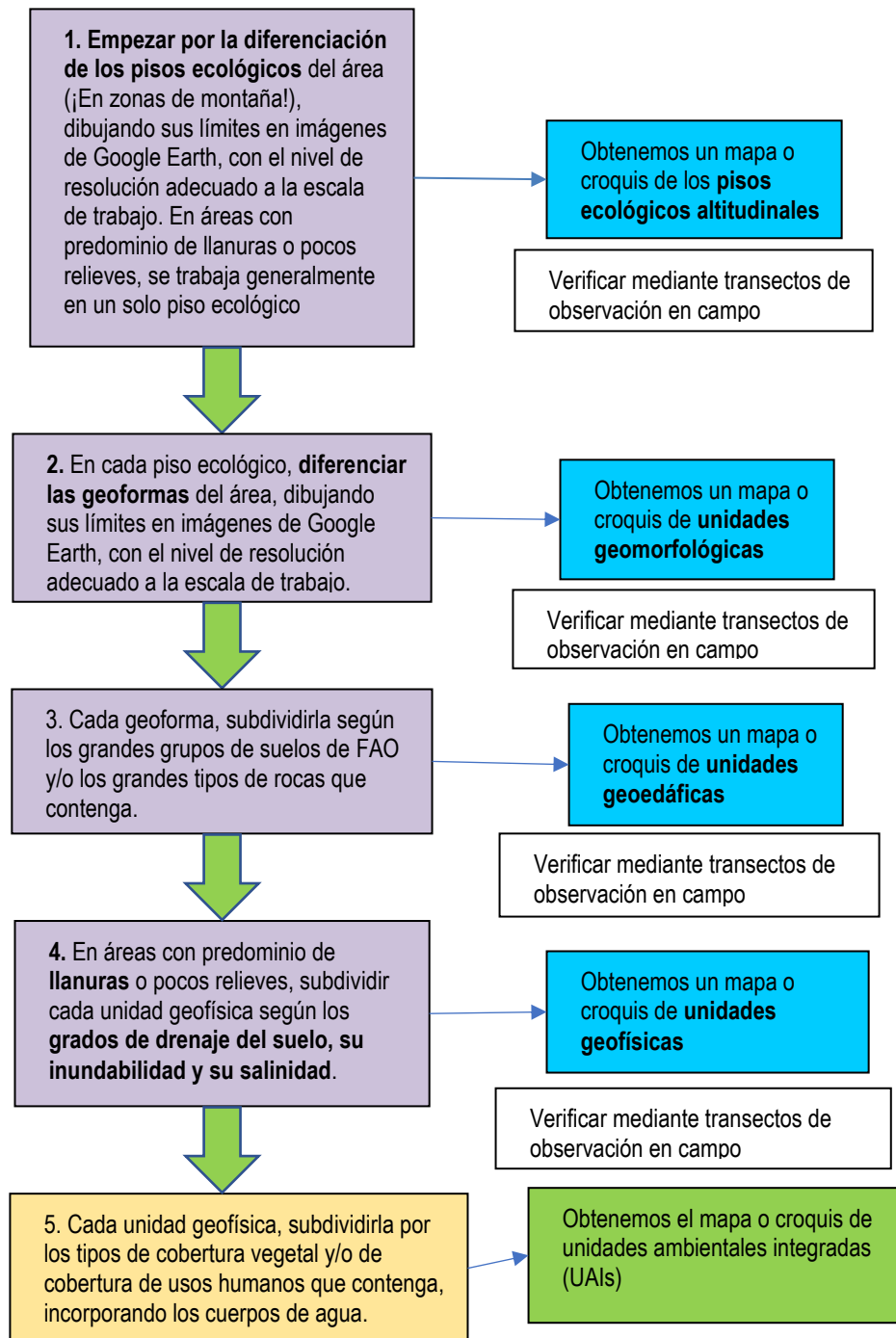


Figura 2: PASOS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE UNIDADES AMBIENTALES INTEGRADAS

No olvidar que la Unidad Ambiental Integrada es un concepto multiescalar cuya aplicación debe adaptarse en cuanto a su extensión geográfica a las necesidades de cada trabajo o investigación. En este sentido, cada UAI, a escalas detalladas de trabajo, puede subdividirse en unidades menores, tales como como ecosistemas y hábitats.

2.4.3 DIRIGIR LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA A LA SITUACIÓN ACTUAL DE CADA TIPO DE AMBIENTE SEGÚN SU GRADO DE NATURALIDAD Y ESTADO DE IDONEIDAD

Es muy importante enmarcar las metas y estrategias de la restauración ecológica en el estado actual en que se hallan las unidades ambientales, en relación al conjunto de *impactos* a los que han sido sometidas. La situación de naturalidad y conservación en que se halla cada una, direccionará y guiará de forma decisiva la selección e implementación de los pasos posteriores.

Para situar adecuadamente el tipo de ambiente a restaurar seguimos dos pasos:

1. DIAGNOSTICAR EL **ESTADO DE NATURALIDAD DEL AMBIENTE**
2. PARA CADA TIPO DE NATURALIDAD DEL AMBIENTE, ESTIMAR SU ESTADO DE: IDONEIDAD, INTEGRIDAD, CONSERVACIÓN O SOSTENIBILIDAD

Una vez identificado cada tipo de naturalidad y de idoneidad, se aplicarán las estrategias de restauración más apropiadas.

Para llevar a cabo el diagnóstico del estado de naturalidad y la estimación de la idoneidad, seguimos una aproximación metodológica que utiliza indicadores ambientales de estado, presión y respuesta que sigue en general las siguientes etapas:

- Identificación de factores y atributos clave que condicionan o determinan mayormente a los ecosistemas existentes en las zonas a restaurar.
- Selección de indicadores de los factores y atributos clave.
- Establecimiento de métricas para los indicadores y de rangos de valores para cada métrica.
- Creación de índices que combinen los valores de los indicadores permitiendo un diagnóstico integrado.

Se detallan a continuación mediante tablas diagnósticas las aproximaciones que proponemos, las cuales suponen una actualización, mejora y adaptación de las tablas de Navarro (2018), las cuales fueron ensayadas, en cuanto a su aplicación y diseño, con grupos de alumnos de las materias de Indicadores Ambientales (2019), Ecología

(2019) y Restauración Ecológica (2022) en la Universidad Católica Boliviana, sede Cochabamba.

a) DIAGNOSTICAR EL ESTADO DE NATURALIDAD DEL AMBIENTE

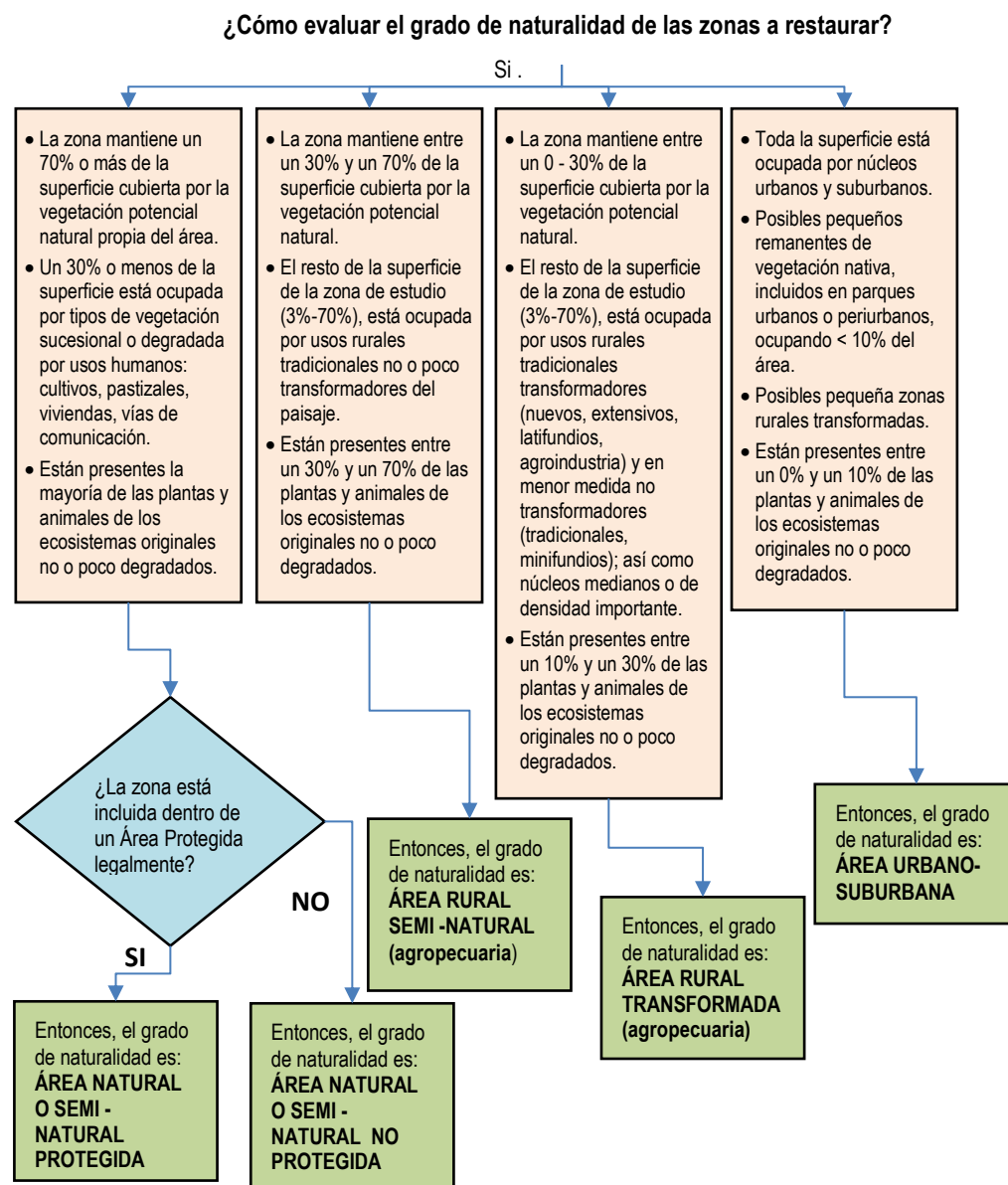


Figura 3: Evaluación del grado de naturalidad.

Este diagnóstico trata de *caracterizar* en qué medida las zonas a restaurar están próximas o alejadas del ecosistema o ecosistemas potenciales naturales. Para su análisis, ha de verificarse paso a paso qué indicadores y descriptores de la tabla siguiente cumple mejor o mayoritariamente el área investigada.

Para evaluar el grado de naturalidad se debe decidir con cuál de las siguientes opciones la zona a restaurar se puede asociar o identificar (Figura 3):

b) ESTIMAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN O IDONEIDAD DE LAS ÁREAS A RESTAURAR

Los niveles de impacto ambiental se reflejan en los diferentes estados de conservación o idoneidad ambiental. Siendo clave la estimación relativa de este aspecto para poder dirigir adecuadamente la restauración.

Después de diagnosticar el estado de naturalidad, la estimación del estado de conservación o idoneidad ha de realizarse de manera diferenciada en cada uno de los tres tipos principales de naturalidad identificados: áreas naturales y seminaturales (Tabla 1), áreas rurales o agropecuarias (Tabla 2) y áreas urbanas/suburbanas (Tabla 3).

Tabla 1. EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD o IDONEIDAD ECOLÓGICA PARA ÁREAS NATURALES Y SEMINATURALES I_i (índice de idoneidad) = $\sum a-h/8$

FACTORES O ATRIBUTOS CLAVE	INDICADORES	MÉTRICAS	RANGOS DE VALOR
Estructura del ecosistema	Estratos de la estructura vertical	a N° adecuado de estratos en relación a la referencia	5 – Muy bien estructurado 4- Bien estructurado 3- Medianamente estructurado 2- Mal estructurado 1- Muy mal estructurado o desestructurado
	Cobertura de la vegetación	b % Cobertura total adecuada en relación a la referencia	5 – Muy buena cobertura (> 80%) 4- Buena cobertura (60-80%) 3- Cobertura media (40-60%) 2- Cobertura escasa (20-40%)

			1- Cobertura muy escasa (< 20%)
Composición de especies	Especies características propias del ecosistema	c Abundancia de especies características en relación a la referencia	5 – Muy abundantes (> 80%) 4- Abundantes (60-80%) 3- Medianamente abundantes (40-60%) 2- Poco abundantes (20-40%) 1- Muy escasa s(< 20%)
Materia orgánica en el suelo y humificación	Horizontes orgánicos y organo-minerales (Tipos presentes: Ol, Of, Oh, A) Rapidez de humificación	d Espesor medio de cada tipo de horizonte presente y/o espesor total de A+O Formación de agregados organo-minerales	5 – Muy bien estructurados y mucho espesor 4- Bien estructurados y espesos 3- Medianamente estructurados y espesos 2- Mal estructurados y poco espesor 1- Muy mal estructurados o desestructurados y muy poco espesor a nulo
Erosión	Signos de erosión observables en suelo	e Abundancia en % de signos de erosión observables	1 – Muy abundantes (> 80%) 2- Abundantes (60-80%) 3- Medianamente abundantes (40-60%) 4- Poco abundantes (20-40%) 5- Muy escasa s(< 20%)
Estado sucesional	Etapas de sucesión en la serie de vegetación	f Distancia relativa en % a la etapa madura potencial	5 - Vegetación potencial o madura 4- Sucesional avanzado 3- Sucesional medio 2- Sucesional temprano 1- Sucesional inicial

Extensión y conectividad	Área del ecosistema y conexión con otras áreas homólogas	g Superficie y Distancia promedio	5- Extenso y continuo 4- Extenso y discontinuo 3- Medianamente extenso y conectado 2- Poco extenso, discontinuo, poco conectado 1- Muy poco extenso, muy discontinuo, muy desconectado
Uso antrópico	- Asentamientos y núcleos poblados - Obras civiles: vías, infraestructuras, industrias - Cultivos - Impactos: quemas, etc	h Cantidad o número en % respecto al área y extensión ocupada	1 – Muy abundante (> 80%) y /o muy extenso 2- Abundante (60-80%) y/o extenso 3- Medianamente abundante (40-60%) y/o extenso 4- Poco abundantes (20-40%) y/o poco extenso 5- Muy escaso (< 20%) y/o muy poco extenso

Tabla 2. EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD o IDONEIDAD ECOLÓGICA PARA ÁREAS RURALES

CRITERIOS DE IDONEIDAD RURAL O AGROPECUARIA	PUNTUACIÓN				
	Muy alta (muy grande)	Alta (grande)	Medio	Baja (pequeña)	Muy baja (muy pequeña)
1. Extensión promedio de las parcelas de cultivo	1	3	5	4	2
2. Diversidad de cultivos: N° de cultivos diferentes en relación al área ocupada por cada tipo de cultivo y al área total estudiada.	5	4	3	2	1
3. Fertilidad actual y potencial del suelo según datos publicados o directos.	5	4	3	2	1
4. Consumo anual de agua para riego	1	2	3	4	5
5. Aportes anuales de agroquímicos: pesticidas y/o fertilizantes químicos	1	2	3	4	5
6. Producción agrícola total anual	5	4	3	2	1

ELEGIR CUAL DE LOS SIGUIENTES CRITERIOS ES EL MÁS ADECUADO PARA LA ZONA (elegir solo uno):

CRITERIOS DE IDONEIDAD RURAL O AGROECOLÓGICA	PUNTAJE
A Área rural con remanentes de vegetación natural ordenados y planificados formando márgenes, setos, retículos, bosques abiertos adhesados.	5
B Área rural con remanentes irregulares no planificados de vegetación original.	4
C Área rural con estructuras leñosas intercaladas artificiales formadas mayormente por árboles o arbustos exóticos (setos, bordes de parcelas, fajas cortavientos).	2
D Área rural homogénea y extensiva de cultivos, sin estructuras leñosas intercaladas.	1

Para calcular el **índice de Estado de Idoneidad Agroecológica (laec)** se debe sumar cada uno de los puntajes y dividir entre el número de criterios seleccionados. Si no se poseen los datos de algunos de los criterios, no es necesario designar un puntaje.

Tabla 3. EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD o IDONEIDAD ECOLÓGICA PARA ÁREAS URBANAS Y PERIURBANAS (Navarro, 2018)

CRITERIOS DE IDONEIDAD Y SOSTENIBILIDAD URBANAS	PUNTUACIÓN de GRADOS DE IDONEIDAD O SOSTENIBILIDAD				
	5	4	3	2	1
Grado de planificación y ordenación espacial del sector urbano (estructura y diseño)	Muy alto (más del 80% del área del sector con planificación y ordenación)	Alto (60% a 80%)	Medio (40% a 60%)	Bajo (20% a 40%)	Muy bajo (menos del 20%)
Relación entre la superficie total de áreas verdes y áreas no verdes del sector urbano= SAV/SNV	Muy alta > 8	Alta 6 a 8	Media 4 a 6	Baja 2 a 4	Muy baja a nula < 2
Relación promediada del número de especies nativas en relación al de especies exóticas en las áreas verdes del sector	Muy alta > 8	Alta 6 a 8	Media 4 a 6	Baja 2 a 4	Muy baja a nula < 2
Porcentaje de viviendas con materiales (muro, techos, cimientos) adecuados y diseños o construcción profesional (no particular)	Muy alto (más del 80% de las viviendas)	Alto (60% a 80%)	Medio (40% a 60%)	Bajo (20% a 40%)	Muy bajo (menos del 20%)
Porcentaje de familias con acceso al agua potable en domicilios de forma al menos regular (mínimo 3 veces por semana).	Muy alto (más del 80% de las viviendas)	Alto (60% a 80%)	Medio (40% a 60%)	Bajo (20% a 40%)	Muy bajo (menos del 20%)
Porcentaje de viviendas con acceso al sistema de alcantarillado	Muy alto (más del 80% de las viviendas)	Alto (60% a 80%)	Medio (40% a 60%)	Bajo (20% a 40%)	Muy bajo (menos del 20%)
Porcentaje de viviendas con acceso a gas domiciliario	Muy alto (más del 80% de las viviendas)	Alto (60% a 80%)	Medio (40% a 60%)	Bajo (20% a 40%)	Muy bajo

Porcentaje de viviendas con acceso a la electricidad	Muy alto (más del 80% de las viviendas)	Alto (60% a 80%)	Medio (40% a 60%)	Bajo (20% a 40%)	Muy bajo (menos del 20%)
Distancias promediadas combinadas del barrio o sector a puntos de abastecimiento de: alimentos-medicamentos-ropa- insumos	Muy bajas	Bajas	Medias	Altas	Muy altas
Presencia y extensión de instalaciones industriales potencialmente contaminantes dentro del sector (factorías, talleres, ...)	Muy bajas	Bajas	Medias	Altas	Muy altas
<hr/> Índice de ESTADO DE IDONEDAD URBANA (Iu) = puntos de [A+B+C+D+E+F+G+H+I+J] x 0.1					

2.4.4 PRIORIZAR, DELIMITAR Y ANALIZAR LA VIABILIDAD DE LAS ZONAS CONCRETAS A RESTAURAR

La forma de proceder es la siguiente:

- Comparar los valores generales de *impacto* obtenidos por observación en campo, ordenar las diferentes áreas de más a menos prioritarias para comenzar la restauración.
- Representar en un croquis o mapa las zonas identificadas para restaurar dentro de cada Unidad Ambiental Integrada, con colores que indiquen su urgencia prioritaria de restauración.
- Por ejemplo:
 - Morado (Muy prioritario o muy urgente. ¡Crítico!)
 - Rojo (Prioritario o urgente)
 - Café (Medianamente prioritario o medianamente urgente)
 - Anaranjado (Prioridad o urgencia baja)
 - Verde (No o poco prioritario)

- Analizar los fondos económicos, los recursos y el personal disponible para emprender la restauración, en función de las zonas críticas o prioritarias. Además de la accesibilidad de cada zona y su extensión. Por ejemplo, utilizando una planilla simple como esta (Tabla 4):

Tabla 4. Análisis de la viabilidad de las zonas para la restauración

ZONAS PARA LA RESTAURACIÓN (UAIs, hábitats, ecosistemas)	A. Accesibilidad	B. Extensión (superficie a restaurar)	C. Recursos Económicos y/o personal disponible	D. Nivel de degradación o <i>impacto</i>	Valor final de priorización
	5-muy alto	a	5-muy alto	5-muy alto	A+B+C+D/4
	4-alto	1-muy grande	4-alto	4-alto	5-muy alto
	3-medio	2-bajo	3-medio	3-medio	4-alto
	2-bajo	3-medio	2-bajo	2-bajo	3-medio
	1- muy bajo	4-grande	1- muy bajo	1- muy bajo	2-bajo
		5-media			1- muy bajo
		3- pequeña			
		2- muy pequeña			
Zona 1					
Zona 2					
Zona 3, n.					

- En función de este análisis, asignar prioridades definitivas para enfocar la restauración. A cada elemento de la tabla (ej. Accesibilidad) se le asigna un puntaje desde 1 (valor muy bajo) a 5 (valor muy alto). Siendo el valor final de priorización la media aritmética de los valores parciales A, B, C, D.

2.4.5 ESTABLECER LAS REFERENCIAS: QUÉ SON LAS REFERENCIAS O METAS DE RESTAURACIÓN Y CÓMO IDENTIFICARLAS.

Para que un proyecto de restauración sea conceptualmente adecuado y tenga oportunidades de ser realizado con éxito, es esencial definir claramente las diferentes referencias o metas de restauración que pueden asumirse.

La referencia de restauración es el estado posible a alcanzar en la recuperación de un ecosistema dañado. Las referencias solo tienen sentido en función de las condiciones concretas en las que se haya cada paisaje, anteriormente analizadas, y en función de los planes que la comunidad o la población tienen o desean para ese paisaje.

En este sentido, hay que relacionar y definir las referencias de restauración con el tipo concreto de las mismas. Ver diagrama de decisión en Figura 4.

En general:

- **A)- Referencias destinadas a lograr la recuperación de la vegetación potencial natural dañada o destruida**, solo tienen sentido cuando la población plantea destinar esa zona a espacio protegido, reserva, o a la recuperación del uso tradicional extensivo de los recursos naturales. Y son aplicables cuando la situación actual del ambiente todavía mantiene la capacidad para recuperarse, de forma espontánea o con la ayuda humana. En estos casos o situaciones, se trata generalmente de aplicar *técnicas de revegetación o reforestación* con especies nativas y técnicas de *restauración ecológica* integrada propiamente dichas.
- **B)- En ambientes excesivamente dañados y de recuperación muy difícil o muy costosa**. O bien en zonas ya antropizadas como estancias con cultivos, ganadería intensiva con pastos plantados, asentamientos humanos y zonas urbanas, la referencia de restauración debe ser orientada a lograr una *sostenibilidad e idoneidad socioambiental*, a través de la aplicación primero de técnicas de *rehabilitación o remediación* y posteriormente de restauración. A no ser que los planes del municipio o comunidad contemplen el cambio de uso del suelo y su reversión a un ambiente natural o seminatural, en cuyo caso se plantearía una referencia como en A).

La problemática de identificar la vegetación potencial natural

En todos los casos, es importante tratar de identificar como marco de restauración (directo en la situación A, o indirecto en la situación B) la vegetación o ecosistema potencial natural. Es un proceso complejo que requiere mucha experiencia y conocimiento de la vegetación en campo. Algunas ideas útiles para ello, se representan en la Figura 5.

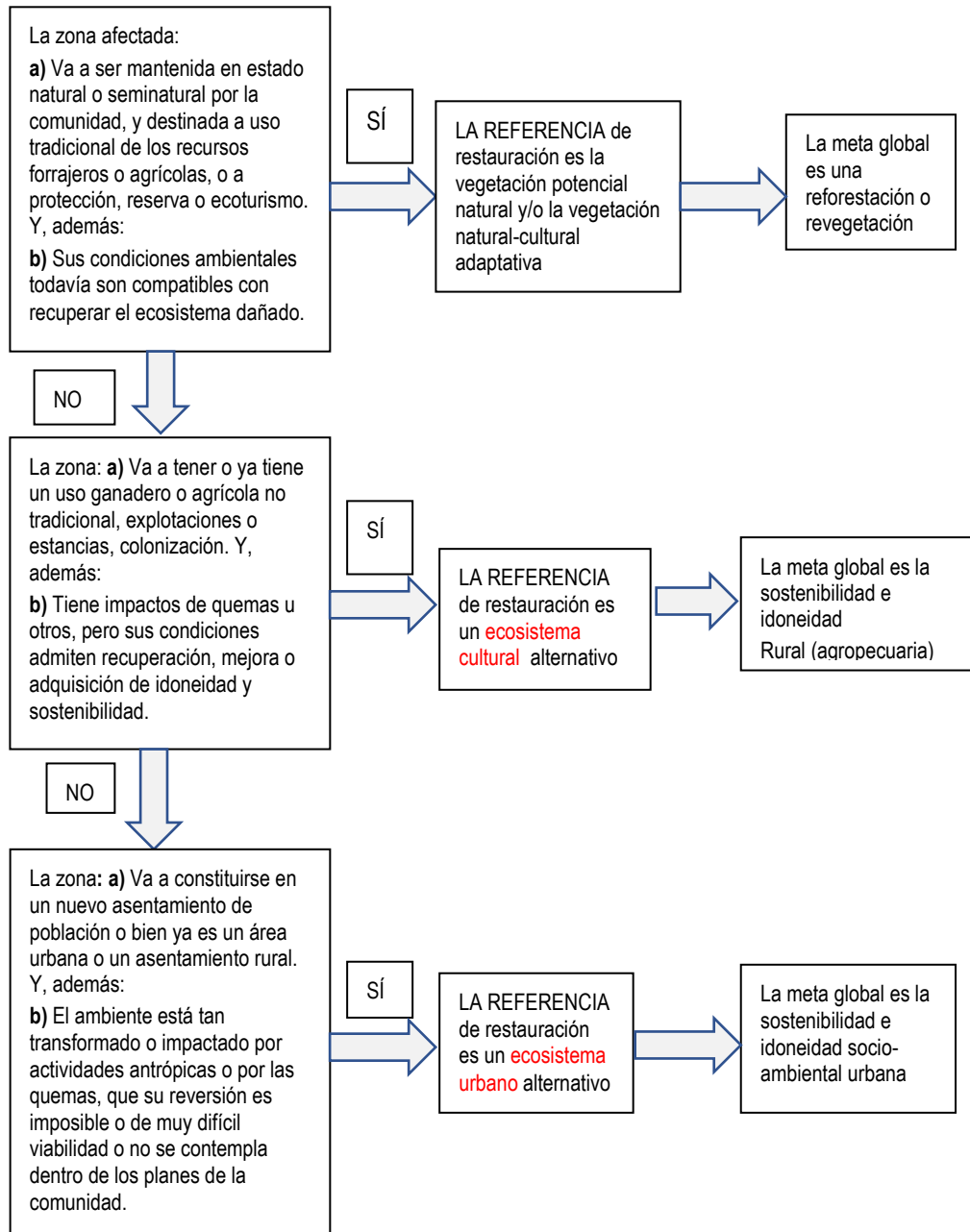


Figura 4: ¿CÓMO ELEGIR EL MODELO DE REFERENCIA Y LAS METAS GLOBALES?

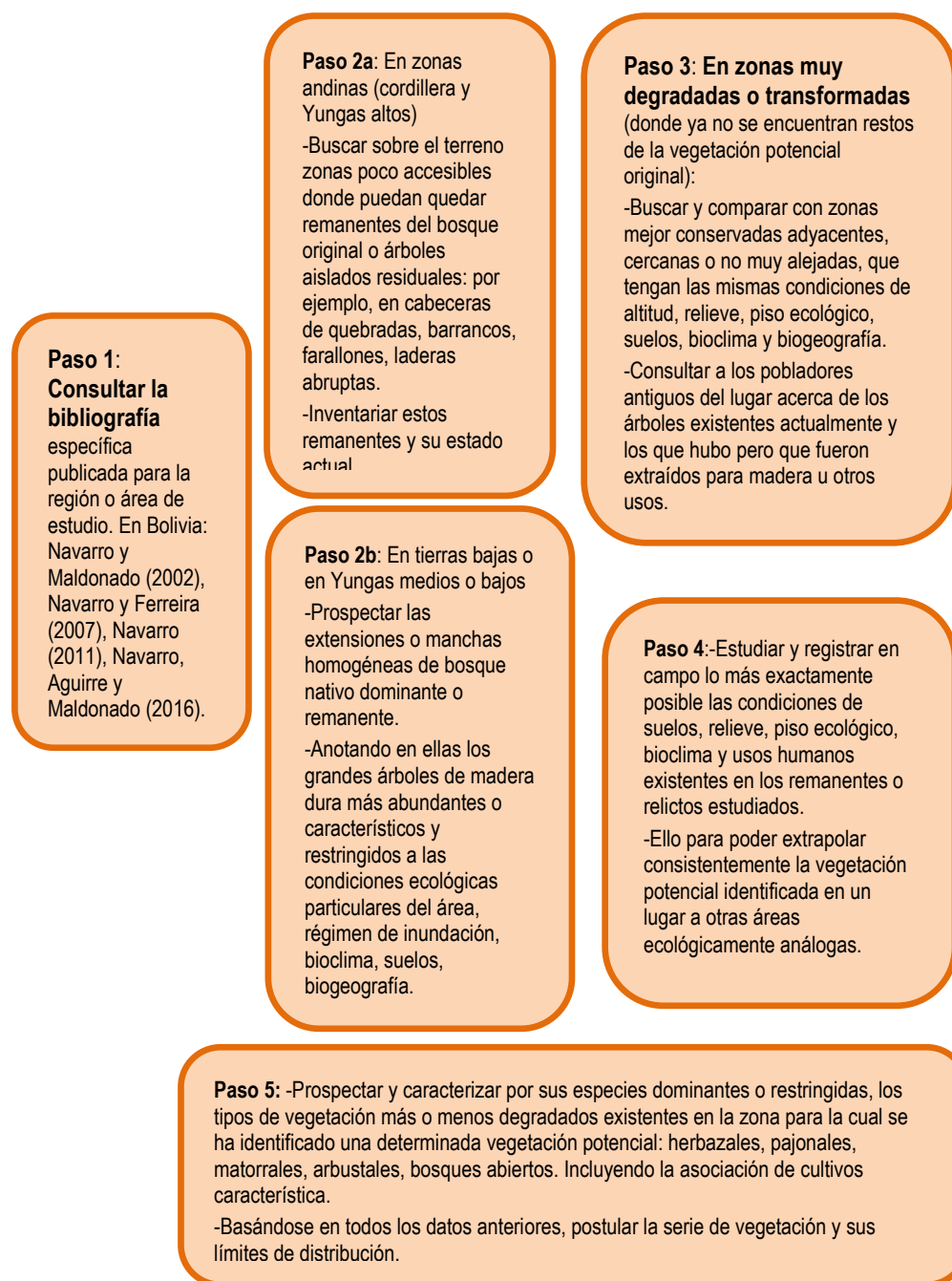


Figura 5: Pasos a seguir para aproximarse a la identificación de la vegetación potencial natural del área de restauración (según Navarro, 2018)

2.4.6 AJUSTAR LAS REFERENCIAS DE RESTAURACIÓN A LAS METAS, OBJETIVOS E INDICADORES

Una vez completados los anteriores pasos, las referencias deben guiar el planteamiento de metas y objetivos de restauración. Para ello, hay que tener claros los siguientes conceptos (basados en SER, 2019):

- **El alcance** es el enfoque geográfico o temático amplio de un proyecto.
- **La Visión** es un resumen general de la condición deseada que uno está tratando de lograr a través del trabajo del proyecto. Una buena visión es relativamente general, inspiradora y breve.
- **Las Metas** identifican a mediano y largo plazo, los ecosistemas nativos que se restaurarán en un sitio según el modelo de referencia para áreas naturales o seminaturales.
- O bien, en zonas antrópicas o muy dañadas, las metas son declaraciones formales de la condición e idoneidad socio-ecológica o social deseada a mediano y largo plazo, incluido el nivel de recuperación buscado.
- **Los objetivos** son los resultados provisionales a corto plazo alcanzables en la recuperación. Los objetivos deben estar claramente relacionados con las metas y deben ser medibles, de tiempo limitado y específicos.
- **Los indicadores** son medidas concretas y cuantificables de atributos o características que conectan directamente las metas a más largo plazo y los objetivos a más corto plazo. Estos indicadores informan de forma objetiva sobre el progreso en el avance de la restauración y a la vez servirán para el monitoreo o seguimiento de los logros alcanzados.

Cada objetivo de restauración debe de indicar claramente:

- Los indicadores que se medirán (por ejemplo, porcentaje de cobertura de dosel de plantas nativas)
- El resultado deseado (por ejemplo, aumentar, disminuir, mantener)
- La magnitud del efecto a conseguir (por ejemplo, aumento del 40%)
- Tiempo esperado para lograr el resultado (por ejemplo, 5 años)

2.4.7 DEFINIR ESTRATEGIAS, MÉTODOS Y ACCIONES CONCRETAS

Para cada área de restauración diferente y dentro de cada Unidad Ambiental Integrada, es necesario ahora definir claramente los métodos, técnicas y estrategias que se aplicarán. Justificando por qué se considera eficaz la aplicación de cada método o estrategia.

Es útil el diseño y la utilización de matrices de trabajo donde se pueden estructurar secuencialmente las acciones para cada zona. La siguiente tabla sistematiza y precisa la secuencia de acciones. Ejemplos del desarrollo y aplicación mediante estrategias y métodos concretos pueden verse en Navarro et al. (2018).

Tabla 5. Tipos generales de acciones en función de las UAIs y áreas de restauración

UAIs (Paisajes)	Áreas de restauración	Estrategias	Métodos y acciones	Objetivos, Resultados	Indicadores	Resultado	Magnitud del resultado	Tiempo esperado
	(tipo concreto de vegetación, hábitat o ambiente)	Son los grupos de métodos y acciones posibles o factibles de implementar para cada paisaje y área de restauración. Debe justificarse el por qué elegir una u otra.	Son los grupos de acciones específicas que pueden seleccionarse para llevar a cabo las estrategias. Debe justificarse el por qué elegir uno u otro.	Concretos a alcanzar para cada acción, aplicando unas determinadas metodologías	Elementos o variables observables, medibles que nos permiten verificar el logro de los objetivos	Tipo de efecto que se desea alcanzar; por ejemplo: Aumento Disminución Eliminación Introducción	Porcentaje o proporción en que se va a producir el resultado esperado	Diferenciar efectos a conseguir a corto, medio y largo plazo, con los tiempos respectivos

2.4.8 MONITOREO: SEGUIR Y COMPROBAR LA EFICACIA DEL PROCESO DE LA RESTAURACIÓN

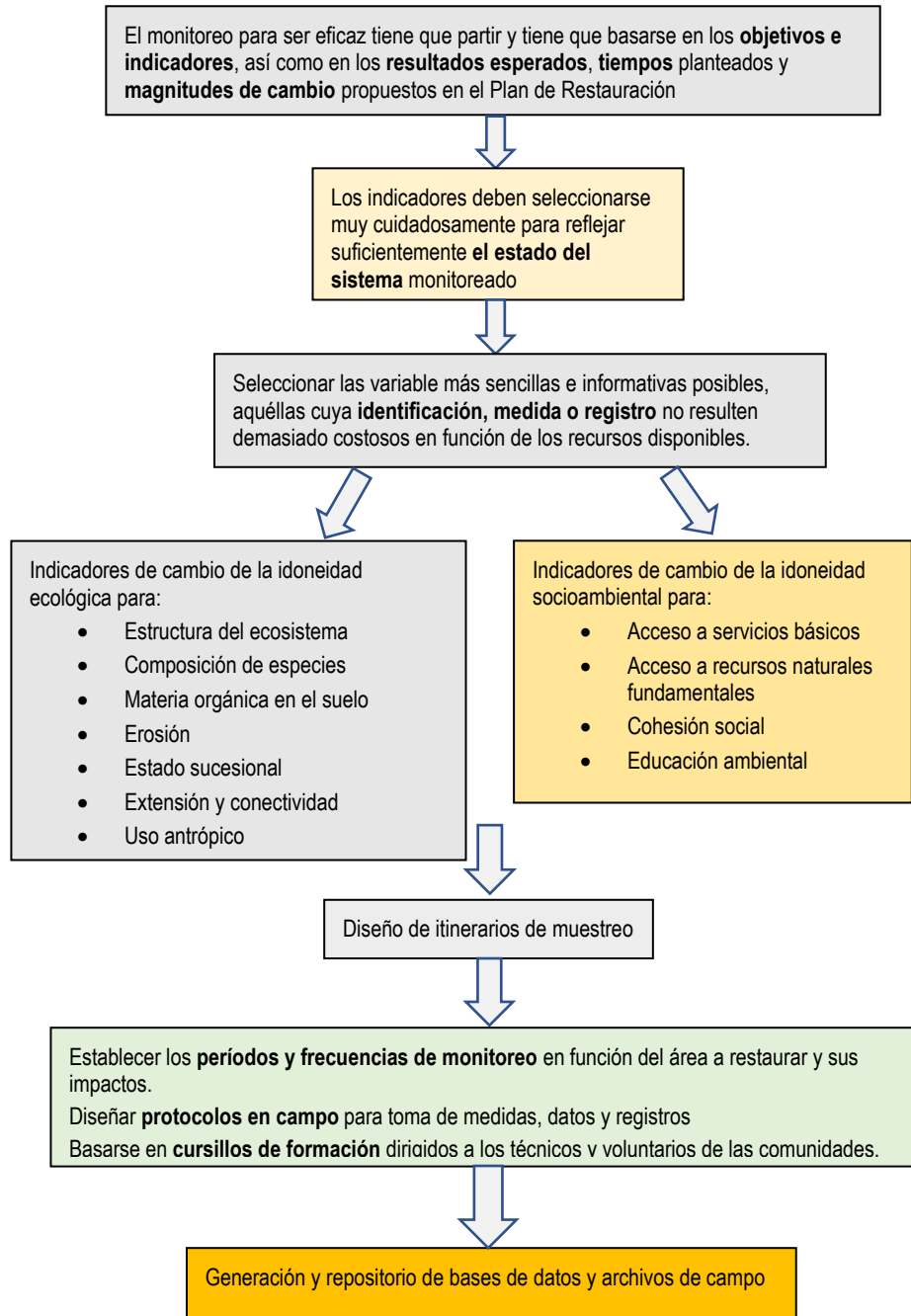


Figura 6: Secuencia de pasos para llevar a cabo procesos de monitoreo en restauración ecológica.

- El monitoreo se debe plantear como un proceso continuado de seguimiento para verificar el progreso de las estrategias y métodos de restauración emprendidos en cada área de restauración. Utilizando los datos obtenidos para corregirlos o ajustarlos.
- El monitoreo debe certificar la idoneidad y autosostenibilidad de los ecosistemas restaurados.

En la Figura 6, se proponen los pasos generales a seguir para desarrollar acciones de monitoreo:

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] McDonald T., G. D. Gann, J. Jonson, and K.W. Dixon. 2016. International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. SER (Society for Ecological Restoration), Washington, D.C. Versión en español.
- [2] Navarro, G. y M. Maldonado. 2002. Geografía Ecológica de Bolivia. Vegetación y Ambientes acuáticos. Centro de Difusión Fundación Simón I. Patiño. Cochabamba. 620 p.
- [3] Navarro, G. y W. Ferreira. 2007. Mapa de Vegetación de Bolivia, escala 1: 250 000. Edición CDROM. The Nature Conservancy (TNC)-Rumbol. ISBN 978-99954-0-168-9.
- [4] Navarro, G. y W. Ferreira. 2009. Biogeografía y Mapa Biogeográfico de Bolivia. En: Libro Rojo de Parientes Silvestres de Bolivia. VMABCC – BIOVERSITY INTERNATIONAL. Plural Editores. La Paz.
- [5] Navarro, G. y W. Ferreira. 2011. Mapa de Sistemas Ecológicos de Bolivia, escala 1:250 000. Edición CD-ROM. The Nature Conservancy (TNC)-Rumbol.
- [6] Navarro, G. 2011. Clasificación de la Vegetación de Bolivia. Editorial Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. Santa Cruz. 713 p.
- [7] Navarro, G. 2018. Guía para la inclusión de factores ecológicos, biodiversidad y unidades de análisis en los procedimientos de evaluación ambiental en Bolivia. Center for Development Research (ZEF), University of Bonn, Germany – Universidad Católica Boliviana “San Pablo” (UCB). Cochabamba. 134 páginas.

- [8] Navarro, G., N. De la Barra, A. Pol, L. Vildoso y M. A. Torres. 2018. Manual para la caracterización y restauración ecológica de la microcuenca lacustre terrestre de la Laguna Alalay (Cochabamba). Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, Cochabamba. 170 p.
- [9] Navarro, G. 2019. Zonificación ecológica: Unidades Ambientales Integradas (UAIs), como herramienta base de diagnóstico y gestión 2019. Acta Nova 9 (3): 417 – 428.