



Anexo 4.4.

RFP NO: PPCMX-FY24-001

Marco de Monitoreo y Evaluación del programa

El Marco de Monitoreo y Evaluación del programa está diseñado para dar seguimiento y medir el progreso de los esfuerzos de restauración. La evaluación continua de los avances permitirá a los ejecutores aplicar una gestión adaptativa e introducir prácticas mejoradas cuando sea necesario.

Es esencial garantizar que la restauración promovida en el marco del proyecto de Restauración de Paisajes Emblemáticos de Oaxaca y Veracruz (PPC) sea adicional¹ y no contribuya al desplazamiento o fugas² o incentive inadvertidamente la deforestación. Es importante considerar que la restauración se realice en terrenos que ya presentaban degradación antes de 2010 (más de 10 años antes del inicio de este programa). Además de considerar los siguientes aspectos:

- No hay especies invasoras ni especies destinadas a la explotación maderera
- No a la forestación en zonas históricamente no boscosas
- No produce fugas
- Participación adecuada de la comunidad en las fases de planificación, ejecución y seguimiento
- Métodos de restauración ecológica y socialmente adecuados (por ejemplo, siembra, regeneración natural asistida, agroforestería, etc.)
- Programas de supervisión y mantenimiento sólidos y normalizados, etc.
- Cumplimiento de las medidas de conservación y optimización de los beneficios climáticos, comunitarios y de biodiversidad

Un principio fundamental de este programa de seguimiento es que es específico para cada sitio en restauración y de los sitios de control con base en tres subprotocolos principales:

1. **Subprotocolo 2/sitios de control**, se implementa para comprender qué parte de la restauración arbórea observada se debe realmente a las actividades del proyecto. Al comparar las unidades de control con las áreas restauradas, podemos determinar la adicionalidad de las intervenciones de restauración utilizadas en la actividad de restauración (Marchand et al., 2021). Básicamente, las unidades de control se utilizan para demostrar los cambios que normalmente tendrían lugar durante el mismo período de tiempo, pero en ausencia de la intervención del proyecto.

¹ Adicionalidad: evalúa en qué medida una intervención produce beneficios por encima de los que se habrían producido en ausencia de la misma.

² Fugas (socioeconómicas): hay un desplazamiento de las emisiones a otros lugares, tiempos o formas. Por ejemplo, en los programas de compensación de créditos climáticos forestales, las fugas se producen cuando el proyecto reduce la tala en el sitio causa que se tale más árboles en otros lugares para satisfacer la demanda.



1.a. Control a nivel de parcela (estándar mínimo): apartar una parte del área potencial restaurada como una 'parcela de control'. Este enfoque se utiliza a menudo para los métodos de restauración de estilo de plantación en los que una parte de la parcela podría quedar "sin plantar".

1.b. Control a nivel de paisaje (preferido) Las "unidades" deben ser lo más comparables posible a los sitios restaurados. El control a nivel del paisaje está fuera de los límites del área restaurada, pero aún muy cerca. Es importante señalar que las unidades de control a nivel del paisaje pueden estar en terrenos que nunca fueron destinados a la intervención de restauración. Por lo tanto, no disminuyen la cantidad de tierra disponible para la restauración.

2. El Subprotocolo 3/establecimiento del sitio, hace referencia a que:

- a) La restauración se realice en terrenos que ya presentaban degradación antes de 2010 (más de 10 años antes del inicio de este programa)
- b) debe considerar como un sitio de restauración a una zona contigua que se está restaurando, si una zona no es contigua, se trata automáticamente de más de un terreno
- c) Si varias zonas son propiedad del mismo propietario, tienen las mismas características paisajísticas (pendiente, estado del suelo, etc.) y se encuentran a menos de 100 metros de distancia, pueden agruparse en un único lugar
- d) Los sitios de restauración deben tener una superficie >5 hectáreas
- e) Los sitios deben ser restaurados con una flora rica en especies que apoya la biodiversidad de la vida silvestre y los hábitats críticos con especies endémicas

3. El subprotocolo 4/monitoreo de vegetación, incluye la ubicación de las parcelas de monitoreo y control en sitios de restauración y el monitoreo de la vegetación en campo. El monitoreo de las áreas restauradas y control debe consistir en una línea de base (para documentar los árboles existentes antes o en el momento de la plantación), el año 2.5 y el año 5.

El número de parcelas (30x30 m) de monitoreo de vegetación en sitios de restauración y control, dependerá del tamaño de los sitios de acuerdo con la metodología del programa:

Sitio/área restaurada (ha)	Número de parcelas (norma mínima del PPC)
= A	
A > 5	2 (por la primera hectárea) + (1 por la hectárea adicional después de la primera) hasta un máximo de 50
A > 50 ≤ 100	1 por ha para los primeros 50, 1 por 2ha para los segundos 50
A > 100	1 por ha para los primeros 50, 1 por 2ha para los segundos 50, 1 por 5ha para todos los mayores de 100

Para el seguimiento de las acciones de restauración, los protocolos descritos anteriormente forman parte de los dos sistemas de monitoreo "Plataforma de Monitoreo Integrada" TerraMatch y de los formularios de monitoreo de vegetación a través del KoboToolbox.



TerraMatch es una plataforma que deberá ser actualizada con un informe trimestralmente para cada sitio de restauración y a nivel proyecto, es decir, si la organización socia tiene 50 sitios de restauración, deberá actualizar 50 informes trimestrales más 1 informe a nivel proyecto a través del sistema.

Por su parte, KoboToolbox se actualiza de acuerdo con los periodos que corresponde al monitoreo de la vegetación en los sitios de restauración y control en tres periodos: línea base, año 2.5 y año 5 del proyecto.

En la siguiente tabla, se ejemplifica la actualización de los datos con base en los indicadores del proyecto, la periodicidad y las plataformas para cada sitio de restauración:

Actividad	Indicadores relacionados	Frecuencia de monitoreo	Método de envío
Monitoreo de la vegetación y parcelas control	Indicador de impacto PPC A: % de logro del objetivo # de árboles restaurados (sobrevivientes y aglomerados en el año 5) / área 1.2. # de árboles que se regeneran naturalmente/área. 1.2.1. Desagregada por especies. 1.5. % de supervivencia	Año 0 (línea base) Año 2.5 Año 5	TerraMatch
Documentación de árboles plantados	1.1. # de árboles plantados/sitio 1.1.1. Desagregado por especies	Trimestral	TerraMatch
Documentación de árboles plantados en vivero	1.3. # de árboles cultivados en viveros	Trimestral	TerraMatch
Proporcionar el objetivo de la cubierta del dosel	Indicador de impacto B del PPC: % de logro de la cubierta/área del dosel objetivo. 1.4. % de cambio en el dosel/área de la copa del árbol	Año 0 (línea base) Año 2.5 Año 5	KoboToolbox
Sobrevivencia de la plantación	Nota: esto no se utiliza para los cálculos oficiales de la tasa de supervivencia (1.5), pero puede desencadenar el tratamiento adaptativo si la supervivencia no es la esperada.	6 meses después de la línea base	TerraMatch
Proporcionar detalles sobre el historial de perturbaciones en el sitio	1.6. # de perturbaciones importantes observadas /sitio	Trimestral	TerraMatch
Informes socioeconómicos	3.1. N° de socios de restauración socioeconómica / sitio	Anualmente	TerraMatch
Encuestas socioeconómicas a hogares	Nota: esto no se utiliza para los cálculos oficiales del indicador 3.1, pero forma parte de una investigación opcional adicional/colaboración con el equipo CI	Año 0 (línea base), año 2.5, año 5	KoboToolbox
Informes sobre días-persona de trabajo	3.1.1. # de personas-días de trabajo creados / área	Trimestral	TerraMatch
Envío de shapefiles de cada sitio de restauración y control	4.1. Número de hectáreas en restauración, por tipo de ecosistema e intervención de restauración	Año 0	TerraMatch/base de datos proporcionado por el proyecto



Subprotocolo 2: Sitios de control

Incluye detalles para la ubicación y el establecimiento de unidades de control a nivel de paisaje, la ubicación y el establecimiento de parcelas de control dentro de los sitios, y los métodos de monitoreo para la línea base y el monitoreo.

Proporciona datos de campo para el Indicador 1.1: # Número de árboles plantados por área en restauración

Creado por Starry Sprenkle-Hyppolite, Isabel Hillman y Elise Harrigan en CI

Datos recogidos por los desarrolladores de los proyectos y presentados en la Plataforma de Monitoreo Integrada. Análisis realizados por el equipo de monitoreo global. Las parcelas de control son el mínimo requerido en todos los proyectos, pero la inclusión de unidades de control a nivel de paisaje es opcional.

Guías para los usuarios

Este subprotocolo está destinado a ser utilizado por los desarrolladores de proyectos para orientar la identificación y selección de las unidades de control (a nivel de parcela o de paisaje).

Tiempos y Calendario: Las unidades de control y las parcelas deben establecerse directamente antes de las actividades de restauración. El seguimiento es necesario para establecer el año 0 (Línea base y en los años 2.5 y año 5. El monitoreo en los demás años varía en función del número de actividades de monitoreo opcionales que se lleven a cabo y de los indicadores programados para el seguimiento del monitoreo en un año determinado.

La importancia del control

Mientras que el objetivo principal del programa es restaurar la cubierta arbórea, para entender qué parte de la restauración de árboles observada se debe realmente a las actividades del proyecto, necesitamos tener unidades de control. Las unidades de control son áreas designadas para la no intervención (es decir, la restauración). Comparando las unidades de control con las áreas restauradas, podemos determinar la adicionalidad de la(s) intervención(es) de restauración utilizada(s) en las actividades de restauración, porque las unidades de control reflejan los sitios restaurados en términos de intensidad de la degradación y duración desde que ambos sitios estuvieron intactos por última vez y representan una continuación de "seguir con la costumbre" de esas condiciones (Marchand et al., 2021). Básicamente, las unidades de control se utilizan para demostrar el cambio o los cambios que se producirían normalmente durante el mismo periodo de tiempo, pero en ausencia de la intervención de restauración (es decir, la plantación o la regeneración natural asistida de los árboles). Es fundamental definir claramente cuál es la(s) intervención(es) de restauración que se está(n) aplicando, y, el(los) tipo(s) de intervención también puede(n) influir en la selección de la unidad de control.



Las unidades de control nos permitirán responder a la siguiente pregunta clave para todos los proyectos de esta iniciativa:

¿Cuántos árboles adicionales estarían presentes sin nuestras intervenciones de restauración?

Con una buena unidad de "control", también podemos responder a otras preguntas sobre los impactos de la restauración en la biodiversidad, la acumulación de biomasa/carbono, los servicios ecosistémicos, el microclima y los beneficios socioeconómicos. Podemos comparar los tratamientos de intervención de restauración entre sitios o parcelas, entre otras unidades de análisis.

Esencialmente, las unidades de control nos permiten evitar atribuir todos los cambios observados en las zonas restauradas directamente a la intervención de restauración. Nos permiten aislar la adicionalidad de las intervenciones de restauración.

El cumplimiento del Marco de Seguimiento proporcionará el nivel mínimo de datos necesarios para apoyar una Evaluación de Impacto muy mínima según el enfoque cuasi-experimental, con el objetivo principal de determinar el número de árboles restaurados como se ha comentado anteriormente.³

Fundamentos teóricos: Tipos de control

1. Tipos y cualidades de las unidades de control

Definiciones clave:

Un *control a nivel de parcela* es un área (parcela designada) dentro del área de restauración donde no se aplica el método de restauración ("tratamiento"). Suponemos que cualquier cambio biofísico observado en la parcela de control, por ejemplo, la erosión o la regeneración natural, que habría tenido lugar sin la restauración.

Una *unidad de control a nivel de paisaje* es una unidad de terreno separada del lugar de restauración, pero lo suficientemente similar al lugar de restauración para que sea comparable, donde no se aplica el método de restauración ("tratamiento"). Suponemos que los cambios observados en el control son los mismos que se habrían producido en la zona restaurada si no hubiera habido restauración.

En una situación ideal, se incluirían en el diseño de la restauración tanto controles a nivel de parcela como a nivel de paisaje. La aplicación de ambos tipos de controles permite un diseño experimental más sólido, pero puede no ser factible debido al costo o a la disponibilidad/acceso al terreno, por lo que la elección de un tipo de control debería depender de los recursos disponibles.

Un aspecto clave de la selección de las unidades de control es que éstas deben ser lo más parecidas posible a las unidades objeto de restauración, es decir, comparar "manzanas con manzanas" y evitar comparar "manzanas con naranjas". En un control

³ En algunos lugares de restauración, los equipos llevarán a cabo un análisis bajo un enfoque experimental mucho más detallado.



dentro de la parcela, o a nivel de parcela, esto está casi garantizado, porque la parcela de control está contenida dentro del sitio de restauración.

La selección de un control a nivel de paisaje es un reto. Las variables que podrían considerarse para evaluar la similitud entre las unidades de control y las de intervención incluyen una elevación similar, tener una pendiente similar, tener niveles de precipitación similares, estar situadas a distancias similares de las principales ciudades, etc. No es necesario que las unidades de control y los lugares tratados sean directamente adyacentes. Por ejemplo, un control que cumpla el principio de comparabilidad podría estar situado a kilómetros de distancia de una unidad tratada (restaurada) y eso sería aceptable, si se puede acceder a un lugar similar. Lo más importante es maximizar las similitudes/comparabilidad entre las unidades de control y los lugares restaurados.

1.a. Control a nivel de parcela (estándar mínimo): reservar una parte de la zona potencialmente restaurada como "parcela de control" es un enfoque experimental típico, y ayuda a garantizar que muchos de los factores ambientales/condiciones del lugar sean idénticos. Este enfoque se utiliza a menudo en los métodos de restauración de tipo plantación, en los que una parte de la parcela puede quedar "sin plantar".

Sin embargo, las parcelas de control dentro de los lugares restaurados pueden seguir beneficiándose de las intervenciones de restauración y verse afectadas por ellas. Específicamente, es probable que estén menos expuestas a ciertas perturbaciones (pastoreo, incendios), debido a las protecciones establecidas en las zonas restauradas. En este sentido, son sólo un control parcial y deben ser analizados como tal. En este caso, tener una unidad similar, pero separada, designada como control a nivel de paisaje, podría permitir un mejor control contrafactual.

1.b. Control a nivel de paisaje (preferidos) las 'unidades' deben ser lo más comparables posible a los lugares restaurados. El control a nivel de paisaje está fuera de los límites de la zona restaurada, pero aun así a proximidad cercana. Es importante señalar que las unidades de control a nivel de paisaje pueden estar en terrenos que nunca estuvieron destinados para la intervención de restauración. Por lo tanto, no disminuyen la cantidad de terreno disponible para la restauración. Hay varios factores que hay que tener en cuenta a la hora de establecer una unidad de control.

Si las unidades de control a nivel de paisaje son factibles en su situación, por favor consulte el Subprotocolo 2, Anexo 1, que le guiará en la elección de las unidades de control a nivel de paisaje. Tenga en cuenta que las parcelas de control dentro de las unidades de control a nivel de paisaje siguen siendo necesarias, y se establecerán utilizando el mismo método descrito a continuación.



Metodología 1: Selección y demarcación de las parcelas de control

1. Tamaño de las parcelas de control:

Las parcelas de control, ya sea dentro de las áreas restauradas o dentro de las áreas de control a nivel de paisaje, tienen el mismo tamaño que las parcelas de monitoreo regulares (30m x 30m) y deben ser mapeadas, marcadas y monitoreadas de la misma manera que las parcelas de monitoreo de la restauración (Subprotocolo 4).

2. Número de controles por número de lugares de restauración:

(Mínimo) Lo ideal es que haya al menos una parcela de control por lugar de restauración. Sin embargo, si hay una variación significativa en el sitio de restauración, entonces pueden ser necesarias múltiples parcelas de control para abarcar esa variación. Los tipos de variación incluyen la topografía (pendiente pronunciada frente a llanura), la cobertura del suelo y el ecotipo, el historial de uso del suelo y las perturbaciones.

(Guía de situaciones complejas) Las diferentes situaciones pueden requerir modificaciones en el número de controles necesarios. Por ejemplo, en situaciones en las que se está aplicando más de un tratamiento en el mismo espacio, lo ideal es tener también una parcela de tratamiento "0/no" y dos parcelas de tratamiento individuales (1 para cada tipo de tratamiento). Por ejemplo, si la plantación de árboles con corte de césped mensuales se están haciendo, habría un control sin plantación de árboles ni corte de césped (control 0/sin tratamiento), un control con plantación de árboles y sin corte de césped (1.º control de tratamiento) y un control sin plantación de árboles y con corte de césped (2.º control de tratamiento).

3. Ubicación de las parcelas: La ubicación de las parcelas de control debe ser aleatoria⁴ dentro del sitio de restauración, con el fin de garantizar que se representen mejor las condiciones del sitio. Pueden utilizarse herramientas como la de creación de puntos aleatorios en ArcGIS para identificar las ubicaciones de las parcelas, pero no es necesario el uso de datos geospaciales GIS. Se pueden utilizar métodos de campo sencillos con la generación de números aleatorios que determinen el número de pasos desde los bordes del lugar donde debe situarse la esquina de la parcela de control.

Presentación del plano del sitio elegido, incluidas las parcelas de control: La cartografía de la intervención de restauración prevista debe incluir la ubicación propuesta de la(s) parcela(s) de control y una descripción de la justificación de su ubicación, si no está elegida completamente aleatoria. Esto se aplica tanto a las unidades de control a nivel de parcela como a nivel de paisaje.

⁴ Algunas metodologías de restauración pueden hacer poco realista la aleatorización de las ubicaciones de las parcelas de control (es decir, la nucleación aplicada).



4. Muestreo dentro de las parcelas de control

Dimensiones de las parcelas de control: Las parcelas de control tendrán el mismo tamaño que las parcelas regulares de seguimiento de la vegetación, 30 m x 30 m (s). Si hay más de una parcela de control por sitio restaurado, al menos una de las parcelas de control debe tener parcelas anidadas (3x3m y 1x1m) más pequeñas para el seguimiento de la vegetación más pequeña (detalles más adelante, y véase la figura 1). Si sólo hay una parcela de control por lugar, será una parcela anidada.

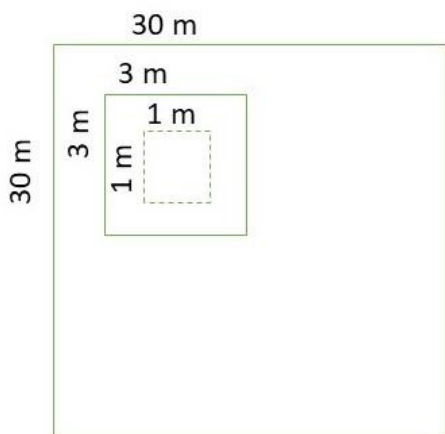


Figura 1: Disposición de parcelas de seguimiento anidadas de 30m x 30m (900 m²), 3m x 3m (9m²), y parcelas opcionales de 1m x 1m (1m²)

Marcación de las parcelas de control: Las parcelas de control son permanentes y, por lo tanto, deben ser mapeadas y marcadas para facilitar el seguimiento de la misma parcela a lo largo del ciclo del proyecto (hasta el quinto año). Los puntos de cada esquina deben registrarse en el formulario de recolección de datos (plataforma de seguimiento integrada) junto con el margen de error del dispositivo. Cada esquina debe estar georreferenciada con puntos de referencia en el suelo (estacas de madera, tubos de hierro o tubos de PvE) a 1.2 m de altura (PACTO, 2013).

Mediciones en parcelas de control: En cada parcela de muestreo de control, se deben registrar la cuenta de los árboles/plántulas por especie de árbol por clase de tamaño, siguiendo el mismo protocolo que en el seguimiento de la vegetación (Subprotocolo 4, resumido en los párrafos siguientes).

En cada parcela de control deben registrarse los árboles y las especies. También pueden registrarse el diámetro (DAP) y la altura de los árboles, pero esto es opcional. En las parcelas de 30 m x 30 m se registran todos los árboles grandes y sus especies. El DAP (>10cm) y la altura se registran opcionalmente. En las parcelas anidadas de 3 m x 3 m (9 m²) se registran todos los árboles de tamaño medio (diámetros de 1 a 9,9 cm de DAP) y las especies. El DAP y la altura se registran opcionalmente. El muestreo en las parcelas anidadas más pequeñas es opcional. En la parcela anidada más pequeña, 1m x 1m (1 m²)



se contarán todos los árboles jóvenes o árboles (<1 cm de DAP) y se identificarán según la especie o el tipo de especie en la medida de lo posible (no se medirá la altura ni el DAP en esta categoría pequeña, adaptado de Celentano et al., 2020)

Protocolos de medición:

1. Diámetro a la altura del pecho (DAP): Utilice una cinta métrica de calidad forestal para medir el DAP a la altura del pecho (1,3 m) alrededor del tallo o del tronco del árbol. Registre en unidades métricas.
 - a. Si los tallos se han bifurcado por debajo de 1,3 m, el DAP debe tomarse de todos los tallos por encima de 1,3 m (PACTO, 2013)
2. Altura: Utilice un clinómetro, o para los plantones o regenerantes demasiado pequeños para el uso de un clinómetro, utilice una vara de medir.

Registro de datos: El registro de datos se realizará a través de la aplicación KoboToolbox con un formulario prediseñado.

IV. Costos previstos de las parcelas de control y asistencia técnica disponible

No se espera que las parcelas de control generen costos significativos porque no tienen intervenciones. En el caso de las unidades de control a nivel de paisaje, sólo es necesario acceder a ellas para el seguimiento. Este acceso debe negociarse con el menor costo posible (si lo hay) y también puede ser una consideración en la selección del lugar de control. La estimación del tiempo necesario para el control es un área de trabajo en desarrollo, y los detalles se actualizarán a medida que ese trabajo avance.

V. Análisis de datos

Los datos se analizan en las parcelas de control del mismo modo que en las parcelas de seguimiento de la vegetación (véase el subprotocolo 4).

La parcela de control representa el estado en el que esperaríamos que se encontrara la zona restaurada en ausencia de la intervención de restauración: un "contrafactuales". Es diferente de una medición de referencia, porque la zona de control puede cambiar con el tiempo, al igual que las zonas restauradas. En especial, puede haber alguna regeneración natural en la parcela de control.

La comparación de los cambios en las zonas restauradas con sus controles para cualquiera de los indicadores de vegetación (árboles restaurados, cobertura arbórea) ofrece una estimación de la cantidad de cambio observado que es adicional, que no habría ocurrido sin la intervención de restauración. Las diferencias a pequeña escala en el microclima y las propiedades del suelo también pueden cuantificarse mediante mediciones adicionales en las zonas de control y "restauradas".



VI. Referencias

Celentano, D., Rousseau, G. X., Paixão, L. S., Lourenço, F., Cardozo, E. G., Rodrigues, T. O., E Silva, H. R., Medina, J., de Sousa, T. M. C., Rocha, A. E., & de Oliveira Reis, F. (2020). Carbon sequestration and nutrient cycling in agroforestry systems on degraded soils of Eastern Amazon, Brazil. *Agroforestry Systems*, 94(5), 1781–1792. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00496-4>

Congalton, R. G. & Green, K. 2008. *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*, Second Edition. CRC Press

Crouzeilles, R., Ferreira, M.S., Chazdon, R. L., Lindenmayer, D. B., Sansevero, J. B. B., Monteiro, L., Iribarrem, A., Latawiec, A. E., & Strassburg, B. B. N. (2017). Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests. *Science Advances*, 3(11), e1701345. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1701345>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). *Map Accuracy Assessment and Area Estimation* (No. 46). FAO. <http://www.fao.org/3/i5601e/i5601e.pdf>

Ferraro, P. J. (2009). Counterfactual thinking and impact evaluation in environmental policy. In M. Birnbaum & P. Mickwitz (Eds.), *Environmental program and policy evaluation: Addressing methodological challenges*. *New Directions for Evaluation*, 122, 75-84

Marchland, L., Castagneyrol, B., Jimenez, J. J., Rey Benayas, J. M., Benot, M. L., Martinez-Ruiz, C., Alday, J. G., Jaunatre, R., Dutoit, T., Buisoon, E., Mench, M., Alard, D., Corcket, E., & Comin, F. (2021). Conceptual and methodological issues in estimating the success of ecological restoration. *Ecological indicators*, 123, 107362. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107362>

Número de unidades de control por número de lugares de restauración

Si un proyecto tiene varias áreas restauradas en el mismo año, no es necesario tener un control a nivel de paisaje para cada área restaurada. Debemos esforzarnos por tener al menos un sitio de control por cada grupo de 5 sitios restaurados muy similares.

Si todos los lugares restaurados tienen características similares en términos de tamaño y de los factores ambientales y socioeconómicos enumerados en la Tabla 1, entonces sólo se necesitaría un lugar de control por cada 5 lugares similares. Sin embargo, si los sitios varían significativamente en términos de los factores enumerados en la Tabla 1, entonces, cada grupo de sitios con características similares debe tener un sitio de control.

Por ejemplo: Si los emplazamientos varían según su tamaño y tiene 3 emplazamientos de más de 5 ha y 3 de menos de 1 ha, deberá tener 1 unidad de control de más de 5 ha y 1 unidad de control de menos de 1 ha. Si los lugares varían según el uso anterior de la tierra, y tiene 15 lugares en pastos abandonados y 5 lugares en tierras agrícolas, debería tener 3 unidades de control en pastos abandonados y 1 en tierras agrícolas. Además, si los lugares se encuentran en diferentes regiones geográficas, por ejemplo, separadas por



más de 10 km, deberá tener una unidad de control en cada región. Estos son sólo algunos ejemplos, adapte la lógica a su situación.

Factores a tener en cuenta en la selección del control

A la hora de establecer unidades de control a escala de paisaje, es importante priorizar los factores ecológicos y socioeconómicos que ayudarán a determinar las propiedades necesarias y, por tanto, la ubicación del control. En el cuadro 1 se detallan varios factores que deben tenerse en cuenta a la hora de elegir la unidad de control. Una selección adecuada del control conducirá a un diseño experimental más preciso.

Tabla 1. Priorización de los factores ecológicos y socioeconómicos para indicar una unidad de control adecuada.

Factor	Razón
<ul style="list-style-type: none">• Cobertura del suelo y ecotipo	Consistencia en el tipo de vegetación (especialmente la cubierta forestal), topografía, condiciones bióticas y abióticas
<ul style="list-style-type: none">• Tenencia y propiedad de la tierra	Se debe tener en cuenta la propiedad o el tipo de propiedad para reducir el número necesario de acuerdos. Esto incluye las zonas protegidas y los terrenos públicos y privados.
<ul style="list-style-type: none">• Historia del uso de la tierra	Los usos anteriores de la tierra, especialmente los que causan degradación, podrían tener impactos en la viabilidad futura o el éxito de las actividades de restauración (Crouzeilles et al., 2017). La intensidad de la degradación en el control coincide con la del lugar de tratamiento (Marchand et al., 2021b) en la práctica. Por ejemplo, si en un lugar de restauración se excluye el ganado con vallas, en la unidad de control debe haber pastoreo de ganado. No basta con no tener vallas.
<ul style="list-style-type: none">• Distancia al lugar restaurado	La proximidad hará que las variables ambientales sean similares (pendiente, elevación, ecotipo, etc.)
<ul style="list-style-type: none">• Disturbios	Perturbaciones naturales o humanas como incendios, huracanes, etc.
<ul style="list-style-type: none">• Distancia a la comunidad/vivienda (asentamientos)	Las unidades de control dentro de las áreas protegidas pueden no tener hogares afectados, lo que produciría una evaluación de impacto sesgada (Ferraro, 2009)



<ul style="list-style-type: none">• Posibilidades de encuestas en los hogares	Las encuestas de hogares son necesarias para los análisis socioeconómicos, por lo que la ubicación de las unidades de control debe permitir la realización de encuestas que cumplan los criterios especificados en el subprotocolo 18
---	---

Monitoreo de la unidad de control del paisaje

Dentro de la unidad de control, se seguirán los mismos protocolos de seguimiento que en los lugares restaurados. Por ejemplo, debe introducirse en el sistema de información la misma información de referencia del lugar, incluyendo especialmente el archivo shape del SIG del lugar, que permitirá el análisis por teledetección de la cobertura arbórea y otras propiedades del lugar. Además, en lo que respecta al trabajo de campo, debe establecerse una parcela de seguimiento de la vegetación "de control" siguiendo procedimientos similares a los descritos en el texto principal de este subprotocolo.

Costos previstos:

Se espera que las unidades de control sean ligeramente más caras que las parcelas de control debido al posible coste adicional de acceder a terrenos que pueden no ser de la misma propiedad que los lugares restaurados. La estimación de los costes por actividad es un área de trabajo en desarrollo, y los detalles se actualizarán a medida que ese trabajo avance.

Subprotocolo 3: Formulario de establecimiento del sitio

Detalles sobre cómo completar un formulario de establecimiento de sitio en el momento de la siembra, incluida la documentación de los lugares de siembra y al mismo tiempo permitir el desglose de especies.

Proporciona datos de campo para el indicador 1.1: número de árboles plantados, por especie, por área de restauración

Creado por Tesfay Woldemariam en WRI e Isabel Hillman en CI

Orientación para desarrolladores de proyectos

Este subprotocolo proporciona una guía paso a paso sobre cómo crear límites de sitio y enviar detalles a nivel de sitio sobre plantaciones y plantaciones como patrón de plantación, composición de especies y tipos de intervención, métodos de restauración a la plataforma de monitoreo integrada de manera precisa.

[¿Qué es un sitio?](#)

Un sitio debe ser una parcela de tierra contigua, que se subdivide en secciones según el tipo de intervención (obligatorio). El sitio también se puede subdividir en otros estratos. Las subdivisiones deben especificarse en la tabla de atributos. Si el



proyecto de restauración contiene parcelas de tierra dispares, automáticamente hay más de 1 sitio (Figura 1). El subprotocolo se utiliza para el Informe de establecimiento de línea base y sitio, que se completa cada vez que hay un nuevo sitio.

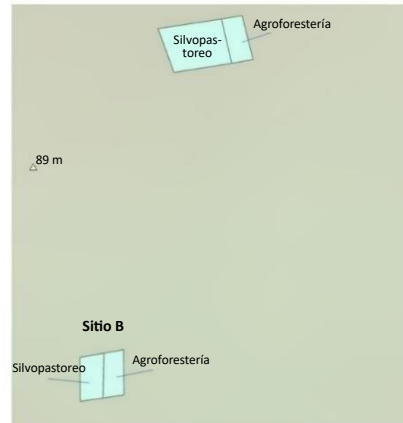


Figura 1: Límite digital de varios sitios con varios tipos de intervención

Metodología

Toda la información se enviará utilizando la línea de base y el informe de establecimiento del sitio en la plataforma de monitoreo integrada en el momento de la actividad de restauración (siembra, siembra, etc.).

Además de la presentación de los límites del sitio, el informe de base y establecimiento incluye:

- Crear los polígonos de los límites de cada sitio de restauración. Un vez creado el polígono se integra a cada uno de los perfiles de cada sitio de restauración a través de la plataforma de monitoreo integrada.
- Creación del perfil del sitio en la plataforma de monitoreo integrada TerraMatch con información de base, meta en # de planta, método de restauración, % de cobertura a alcanzar, % de sobrevivencia de las plantas, especies a plantar, condiciones del sitio, años de degradación, tenencia de tierra, patrón de plantación, siembra directa (si aplica).

Subprotocolo 4: Monitoreo de la Vegetación

Incluye la ubicación de las parcelas de monitoreo y el monitoreo de la vegetación en el terreno, adecuados para el establecimiento de la línea base y el monitoreo de todos los métodos de restauración, incluyendo la regeneración natural, y los cálculos posteriores de las tasas de supervivencia. También ofrece orientación opcional para la evaluación de las reservas de carbono.

Proporciona datos de campo para indicar el impacto A: # de árboles restaurados (que sobrevivieron y aglomerados) después de 5 años, el indicador 1.2: # de árboles que se



regeneran de forma natural por área restaurada, y el indicador 1.5: % de supervivencia de los árboles plantados después de 5 años.

Creado por Starry Sprenkle-Hyppolite, Danielle Celentano, Leon Theron, Isabel Hillman y Elise Harrigan que forman parte de CI, con referencias en los protocolos de monitoreo que se enlistan en la sección de referencias.

Guías para los usuarios

Este subprotocolo se ha desarrollado para proporcionar claridad sobre la colocación de las parcelas de monitoreo en los lugares de restauración y el monitoreo de la vegetación sobre el terreno (incluyendo el monitoreo de la regeneración natural) para los implementadores de proyectos. El monitoreo de la regeneración natural no es necesario para los proyectos que consisten exclusivamente en la plantación de árboles. Sin embargo, recomendamos que incluso los proyectos de plantación de árboles monitoreen la regeneración natural adicional a sus plántulas plantadas, con el fin de medir el número total de árboles restaurados en su proyecto, incluso si este método no se mencionó explícitamente entre los métodos elegidos en los objetivos del proyecto.

Este protocolo también describe el procesamiento de los datos resultantes por parte del equipo de monitoreo global.

Los datos recogidos en las parcelas de monitoreo, siguiendo este procedimiento, se utilizarán para extrapolar los datos de toda la zona restaurada, basándose en la fracción del sitio que se midió directamente en las parcelas de monitoreo. Debido a esto, es extremadamente importante que las parcelas de monitoreo capturen áreas representativas con áreas promedio de la zona restauradas (potencialmente con necesidad de estratificación, si hay diferencias importantes). También es esencial que haya un número adecuado de parcelas de monitoreo. Guianza de esto se ofrece en las secciones siguientes.

Este protocolo incluye tanto el monitoreo mínimo requerido, así mismo como pautas adicionales opcionales para un monitoreo más intensivo para los proyectos que buscan estimar la secuestro de carbono. Tenga en cuenta que el monitoreo adicional de la vegetación sugerido aquí, por sí mismo, no será suficiente para permitir la obtención de créditos de carbono, y, la obtención de créditos de carbono no es posible en todas las áreas.

Tiempos y frecuencia del monitoreo de control:

El monitoreo de las zonas restauradas debería consistir en una línea base (para documentar los árboles existentes antes o en el momento de plantación), en el año 2,5 y en el año 5, pero si el tiempo y los recursos lo permiten, podría hacerse un monitoreo cada año. Este monitoreo no sustituye la gestión del lugar, que puede ser necesaria con mayor frecuencia.

Importancia del monitoreo de la vegetación

El monitoreo de la vegetación permite calcular la diversidad general y la riqueza de especies de los árboles plantados y en regeneración (regenerantes) en los sitios de restauración. Este monitoreo ayudará a informar sobre la posible gestión adaptativas,



especialmente en situaciones en las que las especies arbóreas plantadas tengan bajas tasas de supervivencia y aprender de nuevas especies más apropiadas sea necesario. Todo lo aprendido debería trasladarse a la selección de especies para futuras plantaciones de enriquecimiento.

Metodología

Se asume que el sitio, o “área restaurada” ya está definida por datos geoespaciales GIS shapefile y que la información básica del sitio ya ha sido enviada en el reporte de establecimiento del sitio.

Los siguientes procedimientos deben seguirse para garantizar la correcta recolección de datos.

Definición de las áreas restauradas según la metodología de restauración: En general, un área definida como "área restaurada" tendrá un único método de restauración (o una combinación designada de métodos) aplicados *de forma coherente* en *todo el sitio*. Si este no es el caso, y se utilizan diferentes métodos de restauración en diferentes partes de un área restaurada, se crean polígonos separados dentro de un archivo shapefile para las áreas con los diferentes métodos (o combinación de métodos). El ejemplo más sencillo para ilustrar esto es si el lugar se divide por la mitad, con un método en un lado y otro en el otro, como en un diseño experimental para probar diferentes métodos. Cada una de esas áreas tendría que ser tratada por separado para su monitoreo: el protocolo de monitoreo descrito a continuación se aplicaría a cada una de esas zonas restauradas subdivididas, por separado.

Estratificación: Si la zona restaurada presenta una diversidad significativa de topografía, vegetación, historial de uso de la tierra, perturbación, etc., que puede influir significativamente en el éxito de la restauración, los ejecutores deben estratificar las parcelas de monitoreo para representar y capturar estas diferencias (Figura 1). Por ejemplo, si la mitad del sitio tiene una pendiente muy elevada y la otra mitad es plana, las parcelas deberían ser aleatorias dentro de la mitad inclinada y la mitad plana. Esto puede ser especialmente importante si hay varios tipos de vegetación (es decir, suelos despejados contra forrajes contra crecimiento secundario) en la zona. Los implementadores deben definir las diferentes zonas y asegurarse de que las parcelas de monitoreo se sitúan en esas zonas. Esta estratificación, o zonificación, debe anotarse en la información sobre las parcelas de monitoreo. Esto es especialmente importante si el promotor tiene previsto realizar estimaciones de carbono para la zona restaurada.

Estratificación en el contexto del cumplimiento estándar de carbono: La agrupación de tipos de vegetación similares en función de la biomasa, la composición de las especies, el tipo de suelo y la estructura ayuda a reducir la variancia general y disminuye las incertidumbres. Las imágenes de satélite se utilizan con mayor frecuencia en la primera iteración de la estratificación y luego se pueden perfeccionar en combinación con los mapas topográficos y el muestreo inicial sobre el terreno.

La zona de restauración prevista puede clasificarse en primer lugar utilizando las imágenes de satélite más recientes y de mayor resolución disponibles y la zona puede



clasificarse en función de la cubierta de copas de árboles, aunque la clasificación de la cubierta de copas puede ser difícil en el caso de los bosques escasos y degradados. Se pueden hacer ajustes tras un estudio de campo de prueba.

Debe ser notorio, que aunque la estratificación no es esencial para la verificación del carbono, pero si reduce la incertidumbre y evita las deducciones de confianza. Los verificadores no examinarán la estratificación real con gran detalle, a menos que un proyecto específico tenga motivos para distinguir cuidadosamente entre las clases de cobertura del suelo. Los verificadores se centrarán en los niveles de incertidumbre (variación) de cada estrato.

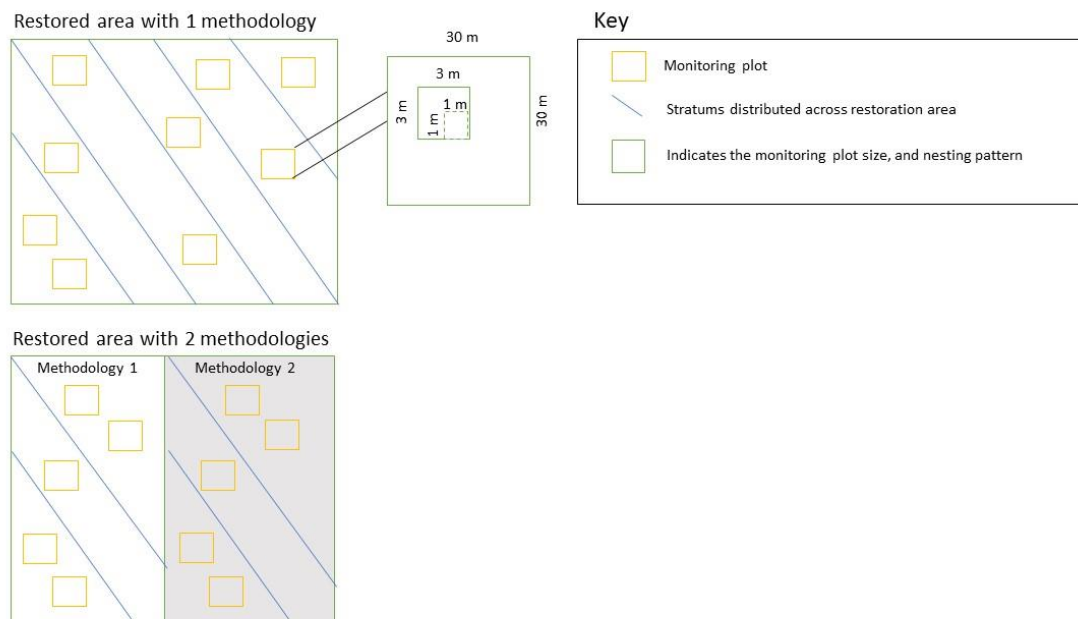


Figura 1. Zonas restauradas utilizando 1 (arriba) o 2 metodologías de restauración

[Determinación del número de parcelas de monitoreo en función del tamaño de la zona restaurada, en hectáreas para las zonas restauradas \(sitios\)](#)

Con el fin de garantizar un muestreo adecuado para la extrapolación de datos, es extremadamente importante que haya un número adecuado de parcelas de monitoreo. El número de parcelas de monitoreo necesarias se basa en el tamaño de la zona restaurada y varía si el promotor realiza o no una estimación del carbono sobre el terreno (opcional). En la Tabla 1 proponemos un método sencillo basado en la superficie para determinar el número de parcelas de monitoreo, que también establece el mínimo requerido. Los implementadores que deseen utilizar un método más técnico para determinar la proporción de muestreo correcta, por ejemplo, utilizando su propio conocimiento de la variedad y varianza esperada para realizar un análisis de potencia, son bienvenidos a hacerlo. Si algún otro método más técnico es utilizado, el equipo de



monitoreo global debe revisarlo y aprobarlo. El número de parcelas de monitoreo no puede ser inferior al mínimo requerido, a menos que el método sea aprobado y el número de parcelas sea acordado con el equipo de monitoreo global.

Cuadro 1: Número mínimo de parcelas de monitoreo en función del tamaño de la zona restaurada (en hectáreas).

Sitio/área restaurada (ha) = A	Número de parcelas (norma mínima del PPC)
$A > 1$	2 (por la primera hectárea) + (1 por la hectárea adicional después de la primera) hasta un máximo de 50
$A > 50 \leq 100$	1 por ha para los primeros 50, 1 por 2ha para los segundos 50
$A > 100$	1 por ha para los primeros 50, 1 por 2ha para los segundos 50, 1 por 5ha para todos los mayores de 100

[Determinación de la ubicación de las parcelas de monitoreo dentro de la zona restaurada](#)

Ubicación y orientación:

Cada rincón de la parcela de monitoreo debe registrarse con un dispositivo GPS.

Distribución de las parcelas: Las parcelas de muestreo deben estar distribuidas uniformemente por todo el emplazamiento (es decir, no pueden agruparse en uno o dos extremos/al borde del sitio o zona). Podría imaginarse que una cuadrícula de una hectárea cuadrada se extiende por todo el sitio, y que debe colocarse una parcela en cada hectárea cuadrada (por ejemplo, para un sitio o zona de hasta 50 ha). La ubicación de las parcelas de monitoreo debe ser aleatoria, dentro de la cuadrícula de hectáreas cuadradas. Todas las parcelas deben estar orientadas de forma que sus bordes discurren por los ejes norte-sur y este-oeste.

Para determinar dónde deben colocarse las parcelas, pueden generarse en ArcGIS los puntos centrales de las parcelas, denominados "centroides de las parcelas", utilizando la herramienta Fishnet con una separación de 30 metros, y diciéndole al programa que elija aleatoriamente las ubicaciones de los centroides. También puede utilizar un generador de números aleatorios, como un cronómetro, para determinar el número de pasos o metros de distancia de los bordes del sitio en que debe colocarse una parcela.

Es posible que haya que hacer algunas correcciones en la colocación aleatoria. Por ejemplo, la distribución de las parcelas debe tener en cuenta los estratos presentes en el lugar. Por ejemplo, si su terreno no tiene vegetación en el 30% de su superficie y tiene un crecimiento secundario en el 70%, se trata de dos estratos vegetativos diferentes. Puede que tenga que romper la regla de la colocación aleatoria de algunas parcelas para asegurarse de que la fracción correcta está en cada estrato.

El 30% de las parcelas de control de la vegetación deben estar situadas en la zona sin vegetación, o estrato, mientras que el 70% restante se encuentra en la zona de crecimiento secundario, o estrato. Si tiene varios estratos en una pequeña zona restaurada y el número de estratos de vegetación supera el número de hectáreas que se



están restaurando, tendrá que superar el requisito de monitoreo mínimo de 1/ha, para garantizar una cierta cobertura de monitoreo en cada estrato (es decir, se necesitarían 2 parcelas en una parcela de 1 ha con 2 estratos de vegetación).

Por último, las parcelas tampoco deben situarse a menos de 5 metros del límite del lugar de restauración, para evitar los efectos de borde.

Descripción de la parcela de monitoreo:

Todas las parcelas de monitoreo son de 30 m x 30 m, donde se registran todas las especies arbóreas grandes (> 10 cm de diámetro a la altura del pecho - DAP). Dentro de cada estrato, para cada hectárea de área restaurada, la parcela de 30 m x 30 m contendrá 1 o 2 parcelas anidadas más pequeñas, una de 3 m x 3 m (9 m²) y, dentro de ésta, una parcela opcional de 1 m x 1 m (1 m²), para el monitoreo de los árboles más pequeños, como se describe en la sección siguiente (ilustrada en la Figura 2). La ubicación de las subparcelas de 3 m x 3 m y de 1 m x 1 m se asigna de forma aleatoria dentro de la parcela permanente de 30 m x 30 m la primera vez, pero a partir de entonces debe ser permanente.

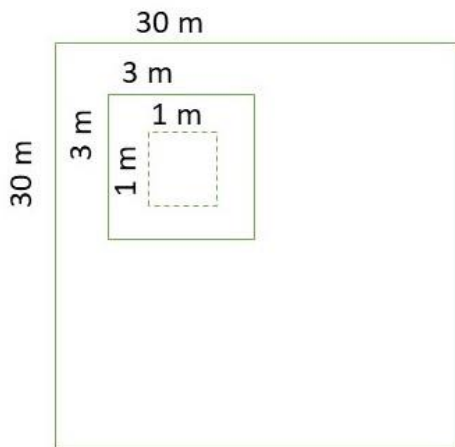


Figura 2: Posicionamiento de parcelas de monitoreo anidadas de 30 m x 30 m (900 m²) de largo, de 3 m x 3 m (9 m²) medio y de 1 m x 1 m (1 m²) opcional.

Modificaciones para parcelas vacías:

Si no se encuentran árboles de más de 10 cm de DAP en la parcela inicial de 30 x 30 m, esa parcela se contará como "vacía" y se seleccionará una nueva parcela en una nueva ubicación al azar dentro de la misma zona de muestreo de 1 ha. Esto puede hacerse dos veces. Si se encuentran 2 parcelas vacías adicionales, entonces, la parcela de 3rd debe ser monitoreada, incluso si está vacía. El hecho de que haya habido 2 parcelas vacías registradas antes de la colocación de la parcela debe anotarse, ya que se tendrá en cuenta en la extrapolación de los datos.

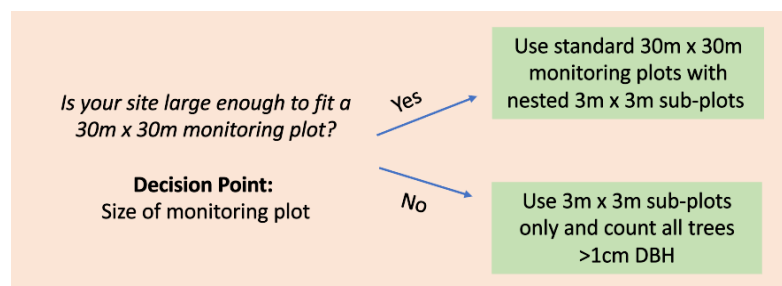


Si en esta parcela de 3rd tampoco hay árboles de más de 10 cm de DAP, puede anotarse en la hoja de datos. La parcela anidada de 3 x 3 deberá entonces comprobarse si hay árboles de 1 a 9,9 cm. Si no hay ninguno, la parcela anidada también se contará como vacía y se seleccionará una nueva parcela en una nueva ubicación aleatoria dentro de la parcela de 30x30 m. De nuevo, esto puede hacerse dos veces. **Si se encuentran 2 parcelas vacías adicionales, entonces, se debe realizar un recuento completo del censo de la clase de tamaño 1-9,9 cm en toda la parcela de 30x30 m.**

Si, por el contrario, se encuentran árboles > 10 cm de DAP en la parcela inicial de 30 x 30 m, pero no hay árboles de 1-9,9 cm dentro de la parcela de 30x30 m, se aplicará el mismo procedimiento que el anterior: la parcela anidada también se contará como vacía y se seleccionará una nueva parcela en una nueva ubicación al azar dentro de la parcela de 30x30 m. **Una vez más, si se encuentran dos parcelas vacías adicionales, se realizará un recuento completo de la clase de tamaño 1-9,9 cm en toda la parcela de 30x30 m.**

Modificación de los sitios de menor tamaño de 30 m de ancho

Si todo el terreno de restauración tiene menos de 30 m de ancho y, por lo tanto, no cabe en él una parcela de monitoreo de la vegetación de 30 m x 30 m, esta limitación debe indicarse en la hoja de datos y debe seguir utilizándose una subparcela de 3 m x 3 m. En este caso, todos los árboles >1cm de DAP dentro de la parcela de 3m x 3m deben registrarse en la hoja de datos. El número de parcelas de 3m x 3m debe coincidir con el número de parcelas indicado en la Tabla 1.



Parcelas permanentes y no permanentes

Se recomiendan las parcelas de monitoreo permanentes, en las que se controla la misma ubicación exacta cada vez que se recogen datos, si el objetivo es la investigación científica o cuando la financiación procede de bancos u organismos oficiales (PACTO, 2013) o si el proyecto va a buscar la acreditación con uno de los estándares de carbono. También es aceptable una combinación de parcelas permanentes y parcelas no permanentes (en las que la ubicación es aleatoria cada vez), **pero debe mantenerse un mínimo del 50% de parcelas permanentes (PACTO, 2013).**

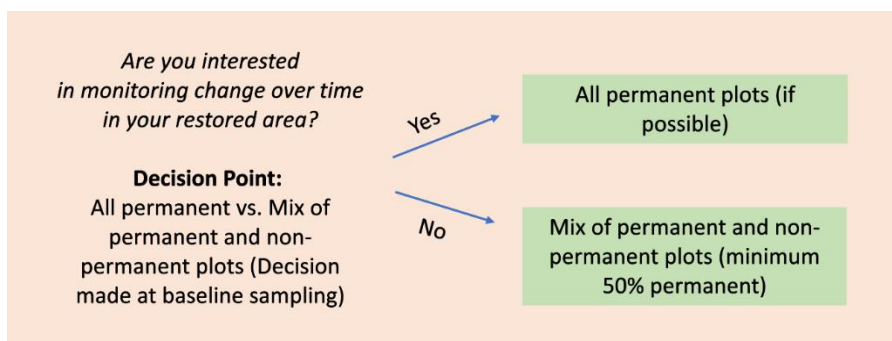
Las ubicaciones de las parcelas de monitoreo grandes (30x30m) se seleccionarán aleatoriamente dentro de la zona del proyecto para la recogida de datos de referencia. Posteriormente, si se desean algunas parcelas no permanentes, la mitad de las parcelas grandes deberán seguir siendo parcelas permanentes, y la otra mitad se volverá a aleatoria en cada recogida de datos (año 2,5 y año 5 o con más frecuencia si se realiza



más monitoreo). Si sólo hay una parcela, o un número impar de parcelas, la parcela debe ser permanente.

Cada parcela permanente debe estar georreferenciada con puntos de referencia en el suelo (estacas de madera, tubos de hierro, barras de refuerzo o tubos de PvE) a 1,2 m de altura (PACTO, 2013) y los puntos de esquina y centroides del GPS registrados junto con el margen de error del dispositivo. Los puntos de esquina GPS y los centroides de las parcelas no permanentes también se registrarán en el momento del monitoreo, pero no es necesario marcarlos con puntos de referencia. Cada parcela también debe ser denotada como permanente o no permanente en la recogida de datos para evitar la reordenación accidental de las parcelas permanentes. Si la parcela está anidada y es permanente, las esquinas de las parcelas anidadas (3m x 3m y 1m x 1m) también deben georreferenciarse con puntos de referencia, pero sólo se registra el centroide con el GPS. Todas las parcelas anidadas (3m x 3m y 1m x 1m) deben tener también descripciones de su ubicación dentro de la parcela mayor (30m x 30m). En las zonas con mucha actividad humana en las que existe el riesgo de que se tomen los marcadores visibles, las parcelas pueden ser monumentadas (demarcadas permanentemente) clavando una estaca de metal en el suelo que puede ser encontrada de nuevo con un detector de metales.

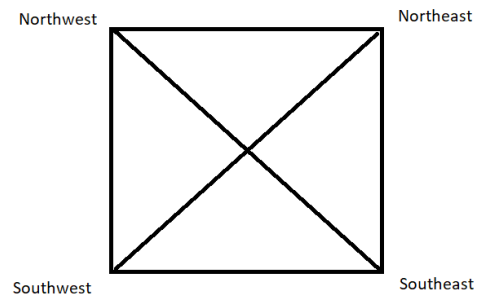
El número de árboles que se han plantado en cada parcela de monitoreo permanente de 30x30 como parte de la intervención de restauración (independientemente de su DAP y desglosado por especies) debería registrarse en la información de referencia. La ubicación de los árboles plantados en las parcelas de monitoreo permanente debe documentarse con especial cuidado (posiblemente con un dibujo de su ubicación dentro de la parcela, o al menos anotando su espaciado y patrón de plantación), para permitir el monitoreo de la vegetación y los cálculos de la tasa de supervivencia.





[Recogida de datos y herramientas \(los formularios están diseñados dentro de la aplicación del KoboToolbox\)](#)

Foto: También deben tomarse tres (3) fotos geoetiquetadas desde una esquina de la parcela de 30x30 m, una con el borde de la parcela en la línea central, mirando a la esquina opuesta y otra mirando en diagonal. La esquina desde la que se tomen las fotos debe ser la que proporcione la mejor visión general de la parcela (teniendo en cuenta la pendiente, la vegetación existente, etc.) y debe anotarse (NO, NE, SO, SE- como se indica en las coordenadas GPS). Por ejemplo, si las fotos se toman desde la esquina NO en el diagrama de la parcela que aparece a continuación, una foto sería desde la esquina NO a la esquina NE (un lado), otra desde la esquina NO a la esquina SO (el otro lado), y otra desde la esquina NO a la esquina SE (la diagonal).



En cada parcela de muestreo de monitoreo, deben registrarse **los recuentos de los árboles/plántulas por especie arbórea** para las diferentes clases de tamaño, siguiendo las instrucciones que figuran a continuación. El diámetro del árbol (DAP) y la altura también se pueden registrar, pero es opcional, si el promotor quiere hacer estimaciones de carbono sobre el terreno.

En las parcelas de 30 m x 30 m se cuentan todos los árboles grandes (> 10 cm de DAP) por especie arbórea. El DAP y la altura pueden registrarse opcionalmente para cada árbol individual. En las parcelas anidadas de 3 m x 3 m (9 m²) se registran todos los árboles /plántulas de tamaño medio (diámetros de 1 a 9,9 cm de DAP) por especie de árbol. El DAP y la altura también pueden registrarse para cada árbol individual, pero son opcionales.

La parcela anidada más pequeña es completamente opcional. La parcela de 1x1 da una indicación de los árboles emergentes y muy jóvenes del lugar, y puede ser útil para proyectar la densidad de árboles en el futuro, pero los individuos de la clase de tamaño más pequeña (<1 cm de DAP) no se incluirán en el recuento de árboles ni en las estimaciones de carbono. En la parcela anidada más pequeña, de 1m x 1m (1 m²) se contarán todos los árboles jóvenes (<1 cm de DAP) y se identificarán según la especie o el tipo de especie en la medida de lo posible (no se medirá la altura ni el DAP para esta categoría pequeña, adaptado de Celentano et al., 2020) Los datos se registrarán siguiendo la plantilla del Formulario 1 del Anexo 1, que se realizará utilizando la aplicación de recogida de datos de la plataforma de monitoreo integrada.

Cuando se sigue este protocolo en el periodo de referencia, es importante señalar la presencia de árboles existentes en los lugares de restauración (dentro de las parcelas de monitoreo). Estos árboles no se contarán como árboles restaurados por el proyecto, porque ya estaban presentes. El número de árboles en la parcela de muestreo se extrapolará a toda la zona restaurada. Por lo tanto, si hay partes de la parcela con más árboles ya presentes en el periodo de referencia, es importante seguir un buen



procedimiento de estratificación basado en el tipo de vegetación (es decir, con árboles frente a sin árboles), para generar una extrapolación precisa en toda la zona restaurada.

Protocolos de medición:

- (Opcional) Diámetro a la altura del pecho (DAP): Utilice una cinta métrica de calidad forestal para medir el DAP a la altura del pecho (1,3 m) alrededor del tallo o del tronco del árbol. Registre en unidades métricas.
 - Si los tallos se han bifurcado por debajo de 1,3 m, el DAP debe tomarse de todos los tallos por encima de 1,3 m (PACTO, 2013)
- (Opcional) Altura: Utilice un clinómetro, o para los plantones o regenerantes demasiado pequeños para el uso de un clinómetro, utilice una vara de medir. Tenga en cuenta que para la acreditación del carbono, la altura es a veces un registro opcional, depende del modelo alométrico utilizado.
- Las especies también deben registrarse para la acreditación del carbono, de nuevo para aplicar los modelos alométricos correctos específicos para cada especie (también hay muchos genéricos).

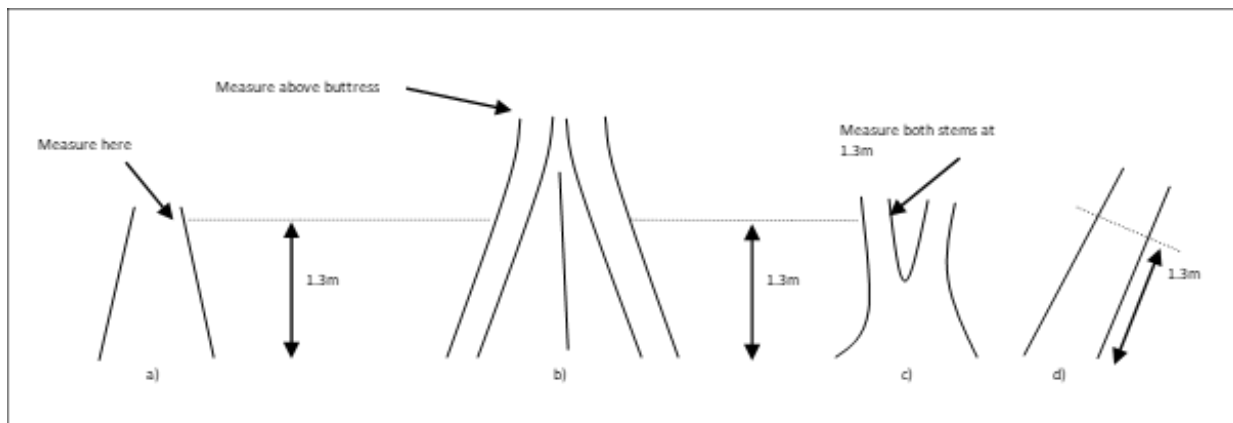


Figura 5. Posición de medición para varios troncos diferentes, **a)** tronco simple y recto, **b)** tronco con contrafuertes, medido por encima de los contrafuertes y **c)** tronco que se bifurca antes de 1,3 m y **d)** un árbol inclinado.

Cómo distinguir un árbol que se regenera naturalmente de un árbol plantado/sembrado

En las parcelas en las que se produce tanto la plantación directa como la regeneración natural, puede resultar difícil distinguir los árboles plantados de los que se regeneran de forma natural. El promotor puede haber optado por etiquetar los árboles plantados o marcar su posición, por ejemplo, con una estaca, pero estas marcas pueden perderse, dañarse o incluso ser robadas durante toda la duración del monitoreo.

El conocimiento histórico de los patrones de plantación utilizados (es decir, si era una cuadrícula, cuál era el espaciado de la misma, y/o cuál era la orientación (N/S/E/O) y el espaciado de las filas) será esencial para ayudar en esta tarea de distinguir entre un árbol plantado/sembrado y un árbol de regeneración natural.



En general, un árbol es probablemente un regenerador (es decir, no está plantado) cuando se da alguna de las tres condiciones siguientes:

- 1) se encuentra fuera de una fila de plantación o de una posición de cuadrícula conocida
- 2) tiene un tamaño obviamente diferente (ya sea mayor o menor, lo que sugiere una diferencia de edad de más de un año) que el rango de tamaños observado de los árboles plantados/sembrados o
- 3) no está incluida en la lista de especies de árboles plantados/sembrados (PACTO, 2013)

Aunque puede ser difícil distinguir entre los árboles plantados y los regenerados naturalmente, un mecanismo localizado para juzgar qué árboles son plantados y cuáles se están regenerando naturalmente ayuda a contabilizar el número total de árboles restaurados (Indicador de Impacto A). Si se utiliza un método diferente para distinguir los árboles en sus parcelas, debería compartirse para su discusión en PPCMonitoring@conservation.org

Cómo determinar cuándo se "regenera" un árbol

Los árboles jóvenes que se regeneran de forma natural deben alcanzar una edad verificable de más de 1 año, o un umbral de tamaño equivalente especificado a nivel regional, para que se cuenten como "restaurados" en los informes. El tamaño mínimo absoluto debería ser de 1 cm de DAP, es decir, los árboles que cumplirían el requisito de monitoreo en la parcela anidada "media" de 3 x 3 m. Los recuentos individuales de árboles regenerados más pequeños de las parcelas anidadas de 1 x 1 m son indicativos del banco de semillas y de la biodiversidad, pero los árboles de esa clase de tamaño no se contabilizarán como "restaurados" o "regenerados" en el quinto año. Observamos que el procedimiento de monitoreo sobre el terreno permitirá probablemente una mejor detección de la clase de tamaño "medio" de los árboles jóvenes, que puede no ser detectable por teledetección.

Cálculo de la tasa de supervivencia:

Grados de supervivencia en el año 5 será calculado usando esta simple ecuación.

Tasa de supervivencia dentro de la parcela = (número de árboles vivos plantados en una parcela de 30 x 30 m en año 5** / número de árboles plantados en una parcela de 30 x 30 m en año0)* 100

**puede hacerse con un censo completo de la parcela de 30 x 30 m para los árboles plantados en año5 o extrapolando el número de árboles vivos plantados a partir del número encontrado en la parcela de 3x3 m, proporcionalmente

Las tasas de supervivencia dentro de cada parcela de monitoreo se promediarán para obtener la tasa de supervivencia global del lugar.



Datos adicionales que se pueden generar por sitio con estos datos:

(si se registra): Tamaño medio (DAP y/o altura) de los árboles, desglosado por especies

Cálculo del contenido de carbono:

Hay muchas formas de calcular las reservas de carbono ex-ante. En los proyectos forestales se suelen utilizar los datos del incremento medio anual y los factores de expansión de la biomasa, obteniendo los datos de las tablas de crecimiento locales o simplemente utilizando los valores predeterminados del IPCC. En el caso de los proyectos de regeneración natural, los datos sobre el crecimiento pueden obtenerse de la bibliografía adecuada.

Para los cálculos post ex, el primer paso es seleccionar una ecuación alométrica adecuada. Globalmetree es una fuente global de ecuaciones <http://www.globalmetree.org/>

Es importante asegurarse de que las ecuaciones alométricas utilizadas son conservadoras si no son específicas para el lugar y revisadas por expertos. Las ecuaciones genéricas no específicas suelen funcionar bien en determinados tipos de bosques. Asegúrese de que, sea cual sea la ecuación elegida, se aplique dentro de sus límites; por ejemplo, si se ha desarrollado una ecuación específica para un DAP entre 5 y 55 cm, no puede aplicarse a árboles con un DAP superior a 55 o inferior a 5 cm.

La siguiente metodología del MDL puede utilizarse para calcular las reservas de carbono [ar-am-tool-14- v4.2.pdf \(unfccc.int\)](http://www.unfccc.int/ar-am-tool-14-v4.2.pdf).

Por favor, tenga en cuenta que aunque se sigan todos los procedimientos anteriores, este procedimiento por sí solo no hará que un proyecto sea elegible para emitir créditos de carbono. Hay otros pasos importantes relacionados con el diseño y la verificación del proyecto, siguiendo las normas de carbono autorizadas estandar, que son necesarias para los créditos de carbono.

Referencias:

Celentano, D., Rousseau, G. X., Paixão, L. S., Lourenço, F., Cardozo, E. G., Rodrigues, T. O., E Silva, H. R., Medina, J., de Sousa, T. M. C., Rocha, A. E., & de Oliveira Reis, F. (2020). Carbon sequestration and nutrient cycling in agroforestry systems on degraded soils of Eastern Amazon, Brazil. *Agroforestry Systems*, 94(5), 1781–1792. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00496-4>

Chazdon, R. L., & Guariguata, M. R. (2016). Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. *Biotropica*, 48(6), 716–730. <https://doi.org/10.1111/btp.12381>

Chazdon, R. L. (2013). Making Tropical Succession and Landscape Reforestation Successful. *Journal of Sustainable Forestry*, 32(7), 649–658. <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.817340>



FAO. 2019. Restoring forest landscapes through assisted natural regeneration (ANR) – A practical manual. Bangkok. 52 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

PACTO. (2013). PACTO Pela Restauração da Mata Atlântica. Atlantic Forest Restoration Pact. <https://www.pactomataatlantica.org.br>