

METODOLOGÍA DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL – PERÚ

Diseño y Planificación



Documento sin Edición Final

Lima, Junio 2013

METODOLOGÍA

Diseño y Planificación del inventario Nacional Forestal

Proyecto inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático en el Perú -INF

Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI

Ministerio del Ambiente - MINAM

Fabiola Muñoz Dodero

Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (MINAGRI)

Roger Loyola Gonzales

Dirección de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural (MINAM)

Compilación y edición

Carla Ramírez Zea

Equipo técnico

Enrique Schwartz, José Dancé, Francisco Reátegui, Victor Barrena, Carlos Vargas, Roxana Guillén, Carla Zúñiga, Patricia Huerta, Jorge Malleux, Berioska Quispe, Jaziel Blanco, Patricia Duran, Gilmer Maco, Luis Morales, Antonio Morizaki, Daniel Matos, Hubert Portuguez, Natalia Málaga, Renzo Vergara, Henri Ruiz, Humberto León, Walter Huamaní, William Llactayo, Pavel Bermudez

Asistencia Técnica Internacional

Carla Ramírez Zea, Anssi Pekkarinen, Charles Scott y Andrew Lister

Cuidado de edición y corrección de estilo

Área de Comunicaciones del INF

Lima, Perú 2013



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

FIORIN FINLANDIA

MINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA

PRESENTACIÓN

El inventario Nacional Forestal es un proceso ejecutado conjuntamente entre el Ministerio de Agricultura y el Ministerio del Ambiente, con la participación activa de los Gobiernos Regionales. Cuenta con el apoyo técnico de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Iniciativa Peruana del Sector Forestal del Programa de Cooperación del Servicio Forestal de Estados Unidos de América.

Para el desarrollo de la metodología del inventario Nacional Forestal se involucraron expertos nacionales de múltiples disciplinas, a través de 24 reuniones del Grupo Técnico de Apoyo del inventario Nacional Forestal, en el cual participaron 24 expertos nacionales y cinco expertos internacionales, además se realizaron 10 reuniones de consulta técnica donde participaron especialistas de 21 Gobiernos Regionales.

En el presente documento se presenta el “diseño y planificación”, el cual es el primer documento de la metodología del inventario Nacional Forestal, contiene seis capítulos donde se presentan los conceptos y se describen los procedimientos para determinar el diseño que se ha establecido según las necesidades del país.

El capítulo de la introducción se describe el concepto y la importancia del inventario Nacional Forestal, sus objetivos, breves antecedentes y los usuarios del documento.

En el segundo capítulo se describen las necesidades de información y las variables más importantes que registrará el INF.

El tercer capítulo define el concepto de bosque y se presenta la clasificación de tipos de bosque y de uso de la tierra actual, los cuales determinan el nivel de información que proporcionará el INF.

El cuarto capítulo se detalla la población y sub-población de interés del INF, la cual es uno de los resultados de la determinación del ámbito geográfico que se espera de la información a capturar.

En el quinto capítulo se define la configuración de las parcelas que se utilizarán para capturar los datos en campo.

En el sexto capítulo se describe el diseño de muestreo es decir el número y distribución de muestras o parcelas de medición forestal en campo.

Finalmente se presentan las referencias bibliográficas citadas en el documento y un Anexo que muestra las preguntas de monitoreo que se esperan responder con el INF.

AGRADECIMIENTOS

El presente documento “*Metodología del inventario Nacional Forestal - Diseño y Planificación*”, es resultado de un intenso y generoso trabajo de numerosas personas e instituciones, conocedoras y comprometidas con el Proyecto inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático.

En tal sentido, es justo reconocer y agradecer la participación del Grupo Técnico de Apoyo – GTA y a la Unidad Técnica Central – UTC, integrada por profesionales representantes del MINAG, MINAM, GORES, UNALM, IIAP, SERNANP, PFSI, FAO, entre otras instituciones nacionales e internacionales que estuvieron siempre dispuestas a brindar su colaboración.

Un especial agradecimiento a los investigadores Charles Scott y Andrew Lister del Servicio Forestal Americano, y a los expertos Carla Ramírez, Anssi Pekkarinen y Gino Miceli de la FAO, por sus constantes e invalables aportes en la búsqueda de una óptima metodología para la realidad peruana. Del mismo modo, reconocer la valiosa participación del Equipo Consultor de la UNALM, liderado por el Ing. Víctor Barrena, acompañando durante todo el proceso de formulación del diseño y planificación del INF, así como los generosos aportes del Ing. Jorge Malleux en el tema de definición de bosque.

En general, el reconocimiento y agradecimiento a todas las personas e instituciones de reconocida trayectoria en gestión y generación de conocimientos en torno a los bosques y sus recursos asociados en el plano local, regional y nacional, que estuvieron siempre presentes y dispuestas, a contribuir con sus valiosas experiencias.

Finalmente a todas las autoridades Nacionales y Regionales, quienes siempre mostraron su voluntad y apoyo permitiendo el avance en pro de una mejor herramienta para llevar adelante el inventario Nacional Forestal.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

FONDEF FINLANDIA

MINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	Pag. 9
2. NECESIDADES DE INFORMACIÓN Y VARIABLES.....	Pag. 11
3. DEFINICIÓN DE BOSQUE, TIPOS DE BOSQUE Y CLASES DE USO ACTUAL.....	Pag. 13
4. POBLACIÓN Y SUB-POBLACIONES DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL... 	Pag. 16
5. CONFIGURACIÓN Y TAMAÑO DE LAS PARCELAS DE MEDICIÓN.....	Pag. 19
I. Parcela de medición de Selva Baja.....	Pag. 21
II. Parcela de medición de la Zona Hidromórfica, Selva Alta Accesible y Selva Alta Difícil.....	Pag. 23
III. Parcela de medición de Costa y Sierra.....	Pag. 25
6. DISEÑO DE MUESTREO.....	Pag. 26
7. REFERENCIAS.....	Pag. 36
8. ANEXO 1.1.....	Pag. 37



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

FIORIN FINLAND

MINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Lista de variables principales que se registran en el INF organizadas según nombre del indicador..... Pag. 12

Cuadro 2. Clasificación de tipos de bosque y uso actual de la tierra para el Inventario Nacional Forestal..... Pag. 15

Cuadro 3. Número de parcelas de medición del INF por eco zona, y número probable de parcelas que se ubican en bosques o en zonas con duda de tener bosque y la distancia de las cuadrículas necesarias para alcanzar el número de parcelas de medición..... Pag. 27

Cuadro 4. Descripción de los 13 modelos de costos/transporte para la ejecución del INF.....
..... Pag. 30



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de eco zonas o sub-poblaciones del Inventario Nacional Forestal..... Pag. 18
- Figura 2.** (a) Mapa de accesibilidad y desplazamiento; y (b) Mapa de modelos de transporte para selva Baja.Pag. 20
- Figura 3.** Relaciones varianza-costos en relación a: a) número de sub-parcelas; b) área (tamaño) de sub-parcelas; c) distancia de sub-parcelas.....Pag. 21
- Figura 4.** Configuración de la parcela de medición de Selva baja.....Pag. 23
- Figura 5.** Configuración de la parcela de medición de Selva Alta Accesible, Selva Alta Difícil y Zona Hidromórfica.Pag. 24
- Figura 6.** Configuración de la parcela de medición para Costa y Sierra.....Pag. 26
- Figura 7.** Procedimiento para la ubicación de parcelas (a) Mapa de cuadrículas por ecozona para selección de la muestra; (b) Selección al azar de las parcelas de medición dentro de cada cuadrícula, resultando parcelas no alineadas.....Pag. 29
- Figura 8.** Ejemplo de la selección de parcelas de medición con bosque.....Pag. 30
- Figura 9.** Mapa de modelos de costos o transporte para el INF.....Pag. 32
- Figura 10.** Ejemplo del agrupamiento de parcelas para la eco zona de Selva Baja en la región Loreto.....Pag. 34
- Figura 11.** Ejemplo de la distribución de paneles para la eco zona de Selva Baja en la Región Loreto.....Pag. 34
- Figura 12.** Ejemplo de distribución de 4 lotes de la ecozona de Selva Baja, Región Loreto.....Pag. 35

ACRÓNIMOS

INF-MFS-CC	: Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el cambio climático.
INF	: Inventario Nacional Forestal
MINAM	: Ministerio del Ambiente
MINAGRI	: Ministerio de Agricultura y Riego
FAO	: Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)
GOREs	: Gobiernos Regionales
UNALM	: Universidad Nacional Agraria La Molina
PFSI	: Peru Forest Sector Initiative (Programa de Cooperación del Servicio Forestal de los Estados Unidos de América en Perú)
USFS	: United States Forest Service (Servicio Forestal de los Estados Unidos)
CMNUCC	: Convención Marco de Naciones Unidas ante el Cambio Climático CMNUCC
FNUB	: Foro de Naciones Unidas sobre los Bosques
REDD+	: Programa de Reducción de Emisiones producidas por la Deforestación y Degradación
FRA	: Forest Resources Assessments (Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales)
IBPP	: Inventario de Bosques de Producción Permanente de Loreto
UTC	: Unidad Técnica Central
GTA	: Grupo Técnico de Apoyo
DAP	: Distancia a Pecho
CV	: Coeficiente de Variación
UR	: Unidad de Registro



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

1. INTRODUCCIÓN

La información actualizada del estado de los bosques y sus recursos es la base fundamental para la toma de decisiones, promoción de cambios, evaluación de logros y evolución de tendencias del manejo forestal sostenible. Es por ello que la inversión en la información se hace necesaria para la gestión y ordenamiento territorial y de los bosques. El inventario Nacional Forestal es un instrumento de vanguardia que está promoviendo el Ministerio de Agricultura y Riego y el Ministerio del Ambiente con apoyo de los Gobiernos Regionales para la medición, registro, análisis y gestión de datos e información sobre el estado de los bosques y sus recursos en un contexto ambiental, social y económico. Es un proceso que responde a los objetivos del eje de la Política Ambiental, sobre “Conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y de la diversidad biológica” (MINAM 2009), adicionalmente en la Ley Forestal y de Fauna Silvestre (29763), en el Título V, sobre Zonificación y Ordenamiento Forestal, artículo 35, se establece que “el SERFOR es la entidad encargada de elaborar de forma permanente para actualizar de forma periódica el inventario nacional...” (MINAG, 2011).

Actualmente se estima que los bosques primarios cubren aproximadamente el 57% del territorio nacional (MINAM 2012) y son fuentes de biodiversidad, medicinas, alimentos, aire y agua, las que además son un sustento social, económico y cultural de los pobladores del medio rural. Según la segunda comunicación del Perú ante la Convención Marco de Naciones Unidas ante el Cambio Climático (CMNUCC) el cambio de uso de suelo es el principal factor de emisión de gases de efecto invernadero, con 47% de las emisiones nacionales (MINAM 2010). En la Amazonía se estima la destrucción de los bosques en unas 150,000 has/año, generalmente por tala y quema para cambio de uso, inadecuada gestión forestal, que altera los ecosistemas y aumenta los riesgos de inundaciones, sequías, incendios y plagas. En el bosque seco de la Costa Norte se han deforestado más del 50% de la cubierta forestal con una tasa de deforestación de aproximadamente 20,000 has/año, además de la destrucción de asociaciones vegetales atmosféricas lomas) y de los bosques ribereños. En Sierra, según el estudio de Gosiling, et.al. (2009), los bosques Andinos de *Polylepis* son ahora menos del 30% de su cobertura original y han sufrido alta presión desde épocas prehispánicas. Para hacer frente a estos desafíos es necesario reforzar en Perú la formulación de políticas y planes forestales mediante procesos participativos y multisectoriales, pero considerar que se cuenta con limitada información del estado de los bosques.

El inventario Nacional Forestal tiene un concepto multipropósito, enfocado a la actualización continua de información sobre el estado de los productos y servicios de los bosques, las interacciones de las poblaciones que se benefician directa e indirectamente de ellos y el valor de los bosques en sus múltiples funciones, incluyendo la mitigación ante el Cambio Climático. La información que se genera tiene un alcance nacional y de largo plazo, servirá para la toma de decisiones políticas tanto a nivel de gobierno central, gobiernos regionales, gobiernos y



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

comunidades locales, ya que tiene un concepto multinivel y combina las mejores tecnologías de colecta de datos en campo con información de sensores remotos. En este mismo sentido, los inventarios forestales son parte muy importante del monitoreo de los bosques, ya que proporcionan la información más confiable al tratarse principalmente de una recolección de datos directamente en el terreno.

El objetivo del INF del Perú es “*Proveer en forma continua información actualizada y confiable para la planificación del manejo sostenible de los bosques del Perú y sus recursos, en las regiones de Selva, Sierra y Costa, incluyendo los bosques naturales, plantaciones forestales y bosques secundarios, colectando y procesando datos sobre la biomasa, biodiversidad, reservas de carbono, deforestación, emisión de gases de efecto invernadero, estado de la fauna silvestre e información socioeconómica de las poblaciones rurales asentadas en su entorno.*”

El INF del Perú es un esfuerzo conjunto del Gobierno, se desarrolla actualmente, dentro del Marco del Proyecto “*Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú, ante el Cambio Climático*”, el cual es un acuerdo de cooperación técnica entre el Estado peruano con el Programa Forestal Global FAO-Finlandia. La visión del proyecto es “*contribuir a la sostenibilidad ecológica, social y económica de los bosques y sus recursos asociados e incrementar sus beneficios para los medios de vida rurales, así como el rol en la mitigación y adaptación al cambio climático en el Perú*”, y posee tres componentes: (1) de Inventario y Monitoreo de los Bosques; (2) de apoyo al desarrollo de políticas y plan nacional forestal, que busca asegurar los vínculos entre la información actualizada y la toma de decisiones; y, (3) Manejo Forestal Sostenible, el cual incluye apoyo técnico los beneficiarios locales, es decir comunidades y gestores de bosque.

El proyecto INF-MFS-CC se estableció en el 2011, año cuando se iniciaron los arreglos institucionales, durante 2012 se realizó el proceso de planificación y diseño, donde se elaboró una herramienta que facilitará una evaluación continua de su eficiencia y costos, así como también, permitirá la introducción de nuevas variables en la medida que las necesidades de información cambien. En marzo del 2013 se inició la ejecución en campo.

El INF es un instrumento de planificación para varios niveles de usuarios, entre ellos, las autoridades del gobierno central, regional y local, entidades académicas y de investigación, manejadores de bosques y comunidades campesinas y nativas que subsisten de los beneficios de los bosques del Perú.

El diseño del INF fue desarrollado en un proceso participativo y exhaustivo a nivel nacional, debido a que es una inversión a largo plazo, donde los sitios de medición de campo se volverán a visitar repetidamente cada cinco años por un tiempo indefinido.

2. NECESIDADES DE INFORMACIÓN Y VARIABLES

Un aspecto importante en la planificación de los inventarios forestales es la identificación de las necesidades de información que tienen los distintos usuarios con relación a los datos que se van a recoger y la información que se va a generar. Si no se llega a definir bien estas necesidades se corre el riesgo de recolectar información que no satisfaga a los usuarios, perdiendo recursos económicos y oportunidades.

El INF parte del concepto multi-propósito, es decir, responde a múltiples necesidades de información, porque se reconoce que los bosques proveen a la sociedad múltiples beneficios, los cuales son poco valorados, precisamente por los vacíos de información que actualmente existen.

La información que recopila en el INF responde a las necesidades de la Dirección General Forestal y Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura, y las cuatro direcciones de línea del Vice-ministerio de Desarrollo Estratégico de Recursos Naturales del Ministerio de Ambiente, y de los Gobiernos Regionales. Estas necesidades se recopilaron a través de varias consultas participativas con estas instituciones y otros actores de nivel central, regional y local. Las necesidades se resumen en las siguientes cinco temáticas:

1. Valoración y evaluación de los recursos y degradación del bosque
2. Extensión y deforestación
3. Absorciones y emisiones de carbono forestal
4. Diversidad biológica de los ecosistemas forestales
5. Aspectos socioeconómicos y de gobernanza forestal

Estas temáticas responden a los principios de manejo forestal sostenible definidos por el Foro de Naciones Unidas sobre los Bosques (FNUB)¹ y que han sido utilizados por la FAO para la evaluación de los recursos forestales mundiales (FAO, 2010), adicionalmente responden a las necesidades de información para establecer el Sistema de Medición, Reporte y Verificación del Perú, necesario para desarrollar el mecanismo de Reducción de Emisiones debidas a la Deforestación y Degradación de los bosques (REDD+).

Sobre cada temática se desarrollaron preguntas de monitoreo con sus respectivos indicadores. Se establecieron 21 preguntas que fueron priorizadas en 10 talleres con la participación de técnicos de 22 regiones del país (Anexo 1.1). Con base en las preguntas de monitoreo prioritarias, se definieron las variables de interés del INF que se resumen en el Cuadro 1.

¹ Los principios son las siguientes: Extensión, ubicación y dinámica de cambio, diversidad biológica, función productiva, salud y vitalidad, función de protección, función socioeconómica. Fueron adaptados y validados en el Taller sobre Criterios para el diseño del Inventario Nacional Forestal, Lima, 15-17 de febrero de 2012



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Cuadro 1. Lista de variables principales que se registran en el INF organizadas según nombre del indicador

Indicadores / Variables
1. Abundancia de especies y árboles
01.1 : Frecuencia de especies de árboles por hectárea
01.2 : IVI simplificado
01.3 : Densidad de árboles por hectárea
2. Valor de los árboles, calidad de la madera
2.1 : Volumen bruto total (m3)
2.2 : Volumen comercial total (m3)
2.4 : Volumen bruto total por usos locales y comerciales (m3)
2.5 : Volumen comercial total por Usos locales y comerciales (m3)
2.6 : Volumen bruto total según calidad de fuste
2.7: Uso de los árboles por especie
3. Condición de los árboles
3.1 : Calidad de fuste
3.2: Condición fitosanitaria
3.3 : Grado de afectación fitosanitaria
3.4 : Crecimiento neto de especies arbóreas (m3 por año)
4. Crecimiento de los árboles e Índice de mortalidad
4.1 : Crecimiento neto de especies arbóreas (m3 por año)
4.2 : Crecimiento neto de especies comerciales (m3 por año)
4.3 : Crecimiento neto de especies para aserrío (m3 por año)
4.4 : Mortalidad de especies arbóreas (m3 por año)
4.5 : Mortalidad de especies comerciales (m3 por año)
4.6 : Mortalidad de especies para aserrío (m3 por año)
4.7 : Densidad de tocones por hectárea
4.8 : Densidad de árboles muertos en pié por hectárea
5. Estructura del bosque
5.1 : Distribución de frecuencias diamétricas
5.2: Estado de la estructura vertical de los bosques
6. Fragmentación del bosque
6.1: Índice de fragmentación de los bosques
7. Regeneración natural de especies arbóreas
7.2 : Densidad de brizales, latizales y fustales por tipo de bosque
8. Residuos gruesos de madera
8.5 : Densidad de madera muerta
9. Uso de la tierra y degradación
9.1 : Superficie de Tierras por Clase de uso actual (ha)
9.2 : Superficie de Tierras Forestales (ha)
9.3 : Superficie de Bosques según función primaria (ha)



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Indicadores / Variables
9.4 : Superficie de Bosques según función secundaria (ha)
9.5 : Superficie de Tierras Deforestadas (ha)
9.6 : Factores de deforestación/degradación
9.7: Superficie de bosques según perturbación natural (ha)
9.8: Superficie de los bosques según perturbación antrópica (ha)
9.9: Superficie de los bosques según estado sucesional por perturbación (ha)
9.10: Superficie de bosques con evidencia de incendios (ha)
10. Biomasa y carbono
10.1 : Biomasa aérea de especies arbóreas (t por año)
10.2: Biomasa de necromasa (tocones, restos de madera gruesa, árboles muertos en pie (t/año)
10.3 : Biomasa estimada por extracción de especies arbóreas (t por año)
10.4: Carbono de especies arbóreas (t por año)
10.5: Carbono estimada por extracción de especies arbóreas (t por año)
10.6: Carbono de necromasa (t por año)
11. Fauna silvestre
11.1 Localización de Avistamientos

3. DEFINICIÓN DE BOSQUE, TIPOS DE BOSQUE Y CLASES DE USO ACTUAL

El Inventario Nacional Forestal se nutre de las experiencias a nivel nacional y de otros países de la región, de las agendas de desarrollo regional y nacional, así como de las diferentes convenciones internacionales, dentro de un nuevo y amplio programa con apoyo de la comunidad internacional, con el fin de lograr una evaluación actualizada, precisa y confiable sobre los recursos forestales de todo el país. Es en este contexto que, a fin de conciliar diferentes puntos de vista y conceptos que se manifiestan en diversos ámbitos científicos, administrativos y políticos, sobre cómo definir “bosque”, es necesario llegar a un concepto integral y adecuado cuyo objetivo es evaluar el potencial actual y futuro de manera concreta, práctica y utilitaria, dentro de lo que es el ordenamiento forestal, entendido éste como la administración de los bosques, en ámbitos, geográficos, ambientales y sociales, en beneficio del desarrollo sostenible y que servirá de base para la planificación del desarrollo forestal a nivel nacional y regional, así como su aporte a las agendas de Cambio Climático, REDD+, FRA etc².

La definición de bosque para el Inventario Nacional Forestal se construyó mediante una exhaustiva revisión bibliográfica, un proceso participativo a través de varias reuniones técnicas, y un taller final. En primer lugar se estableció el contexto y marco de referencia

² Basado en la consultoría de Jorge Malleux ñDefinición de bosque en el contexto del Inventario Nacional Forestal del Perú. Noviembre de 2012.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del AmbienteMINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA

dentro del cual deben establecerse los códigos terminológicos y los alcances de los conceptos y definiciones y, en segundo lugar se trabajó con una aproximación de definiciones más directamente vinculadas al INF y los otros dos componentes del proyecto, como base para las definiciones finales. También se utilizaron los criterios de la FAO para la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FAO, 2010), siendo estos, porcentaje de cubierta arbórea mínima, altura de los árboles, área mínima y ancho mínimo.

La definición que se presenta a continuación debe considerarse como una referencia, sin embargo, previos los controles de campo, los análisis fisionómicos y botánicos, puede llegarse a definiciones específicas de bosque, en condiciones muy particulares, como puede suceder con los bosques andinos, bosques de neblina de la cordillera oriental y los bosques secos de la costa norte, para lo cual el INF proporcionará información de campo y gabinete.

Para el INF se define bosque como “Ecosistema predominantemente arbóreo con una cubierta mínima del 10% en la proyección de las copas de los árboles sobre la superficie del suelo, los árboles son de consistencia leñosa y una altura mínima de 2 metros en su estado adulto para Costa y Sierra y 5 metros de altura mínima para la Selva Amazónica, en superficies mayores a 0.5 ha, y con un ancho mínimo de 20 metros. En el caso del bosque denso está estructurado en varios estratos. El bosque en su concepción integral que comprende el suelo, el agua, la fauna silvestre y los microorganismos, los cuales dependen de la densidad del estrato arbóreo o arbustivo, la composición florística, temperatura media y pluviosidad anual, y pendientes del terreno, dando lugar a asociaciones florísticas, edáficas, topográficas y climáticas, y en todos los casos con una capacidad funcional auto-sostenible para brindar bienes y servicios”.

Con base en esta definición, en una revisión bibliográfica realizada sobre clasificaciones de bosque² y el mapa de cobertura vegetal (MINAM 2012), se construyó la siguiente clasificación de tipos de bosque y clase de uso actual que deben ser identificadas en las parcelas de medición del INF (Cuadro 1). La clasificación tiene un arreglo jerárquico, dividida en cuatro niveles:



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Cuadro 2. Clasificación de tipos de bosque y uso actual de la tierra para el Inventario Nacional Forestal

Nivel 1 Bosque/no bosque	Nivel 2 Intervención	Nivel 3 Condición climática/Fisonomía	Nivel 4 Fisiográfico/florístico	Código CUA
Bosque	Natural	Húmedo	Aguajal	BHAG
			Pantano arbóreo	BHPA
			Terraza aluvial	BHTA
			Colinas	BHCO
			Montañas	BHMO
			Pacal en terraza aluvial	BHPT
			Pacal en colinas	BHPC
			Pacal montañas	BHPM
			Relicto andino	BHRA
	Seco		Manglar	BHMG
			Algarrobal ribereño	BSAR
			Tipo sabana	BSTS
			Lomas	BSLO
			Colinas	BSCO
	Antrópico		Montañas	BSMO
			Valles interandinos	BSVI
No bosque	Natural	Bambusal	Pacal	NBPP
		Matorral	Matorral	NBMA
		Herbácea	Herbazal hidrofítico	NBHH
			Sabana hidrofítica	NBSH
			Humedal costero	NBHC
			Bofedal	NBBO
			Pajonal altoandino	NBPA
			Páramo	NBPR
		Suelo desnudo	Desierto	NBDE
		Glaciares	BBGL	
	Cuerpos de agua		lago/laguna	NBLA
			Albuferas	NBAL
			Cocha	NBCH
			Río, playas y playones	NBRI
	Antrópico	Otros	Agricultura	NAAG
			Ganadería/pastos	NAGA
			Agroforestería	NAAF
			Barbecho	NABA
			Minería	NAMI
			Petrolera	NAPE
			Infraestructura	NAIN
			Poblado	NAPO
Desconocido				DESC



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Nivel 1: Determina si el uso es bosque o no es bosque.

Nivel 2: Se basa en el criterio de intervención humana, por lo que se clasifica el uso si su origen es natural o antrópico, tanto para bosque como para áreas de no-bosque.

Nivel 3: Se utilizan dos criterios, para las áreas de bosque se basa en la condición climática y para las áreas de no bosque en un criterio fisonómico.

Nivel 4: Se basa en criterio fisiográfico y florístico para las áreas con bosque y áreas de “no-bosque natural”. Para las áreas de “no bosque antrópico” el criterio es el uso actual específico.

Esta jerarquía que permitirá desarrollar estadísticas a cada nivel de información, es decir, con los datos del INF se podrá producir información de cada tipo de bosque según su condición fisiográfica y florística (nivel 4) y a la vez se podrá proporcionar información de todas las categorías que se agrupan según la condición climática (nivel 3), por ejemplo, todas las categorías de bosque natural húmedo se podrán agrupar y proporcionar estadísticas a este nivel, sucesivamente también se podrán agrupar según condición climática (nivel 2) y uso actual de bosque.

En cuanto a las categorías de “no-bosque”, inicialmente servirá para identificar el uso actual en las áreas de las parcelas que no tengan bosque. Más adelante se explicará la metodología para seleccionar, utilizando imágenes de satélite, las parcelas con “bosque” que serán medidas en campo, de las cuales, durante la misma medición de campo, existe probabilidad de encontrar otros usos debido a diversas circunstancias. Con esta clasificación será posible identificar el uso actual a un nivel más específico en caso de clases de “no bosque antrópico” y también a nivel florístico-fisiográfico para aquellas áreas de “no bosque natural”. Esta información será utilizada para apoyar posteriores análisis de cobertura y uso actual mediante imágenes de satélite, así como para apoyar la estimación de errores de los mapas que se generen. Adicionalmente, esta clasificación abre la puerta a posibles mediciones de árboles en áreas fuera del bosque, condición que será útil en aquellas zonas con una dinámica de cambio de cobertura muy activa. También permitirá medir el carbono forestal en estas zonas, que normalmente no es considerada en los cálculos de emisiones.

4. POBLACIÓN Y SUB-POBLACIONES DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL

Los inventarios forestales involucran principalmente la medición de árboles, sin embargo debido a las dimensiones de los bosques, las mediciones de campo se desarrollan a través de una muestra. Esto significa que los árboles se miden en pequeñas áreas que se denominan “parcelas de medición”. La suma del área de las parcelas de medición de un inventario forestal, constituyen una muestra del área total de la cual se quiere obtener una estimación.

En términos estadísticos, esta área total de la cual se quiere obtener información se denomina “población”.

De esta cuenta, la población de interés del inventario Nacional Forestal es la superficie continental del territorio nacional, en donde, se estimarán los cambios en la cobertura y biomasa de bosques en relación a otros usos de la tierra, a través de un área de muestreo. Esta condición tiene la ventaja de ser una puerta abierta para futuras mediciones de carbono de árboles fuera del bosque, siendo este recurso potencialmente importante, por ejemplo en Nicaragua se ha estimado que cerca del 25% de la biomasa aérea total del país proviene de árboles fuera del bosque (INAFOR, 2009). Otra ventaja es que permitirá integrar mediciones de otros usos de la tierra como agricultura, ganadería, etc. Por ejemplo en otros países como Zambia (METRN, et.al. 2008), Kenia (FAO, 2008) se están implementando inventarios integrados de recursos naturales.

Adicionalmente, debido a la complejidad eco sistémica de los bosques del Perú y a las diversas condiciones de accesibilidad, se determinaron 6 sub-poblaciones de interés, con el objetivo de optimizar los costos de levantamiento de campo, los cuales dependen tanto de la variabilidad de cada una de las sub-poblaciones, como los costos debidos principalmente a los diferentes niveles de dificultad de acceso. Para cada sub-población se analizaron sus condiciones para optimizar el tamaño, configuración y número de las parcelas de medición.

Las 6 sub-poblaciones, también llamadas eco zonas son las siguientes (Figura 1):

- i) Selva Baja
- ii) Zona Hidromórfica
- iii) Selva Alta accesible
- iv) Selva Alta difícil
- v) Sierra
- vi) Costa

Las ecozonas o sub-poblaciones se definieron con base en las tres regiones naturales del país: *Costa, Sierra y Selva*. Sin embargo, debido a la diversidad topográfica y eco sistémico, Selva se subdividió en Selva Alta y Selva Baja. Asimismo, por las dificultades de accesibilidad de Selva Alta, ésta se diferenció en *Selva Alta Accesible* y *Selva Alta Difícil*. Adicionalmente, en Selva Baja, se diferencia una gran *zona Hidromórfica*, ubicada en la depresión de Ucamara, que se caracteriza por tener bosques inundables y más homogéneos³.

³ Para más información revisar la memoria descriptiva de las ecozonas o sub-poblaciones del INF.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

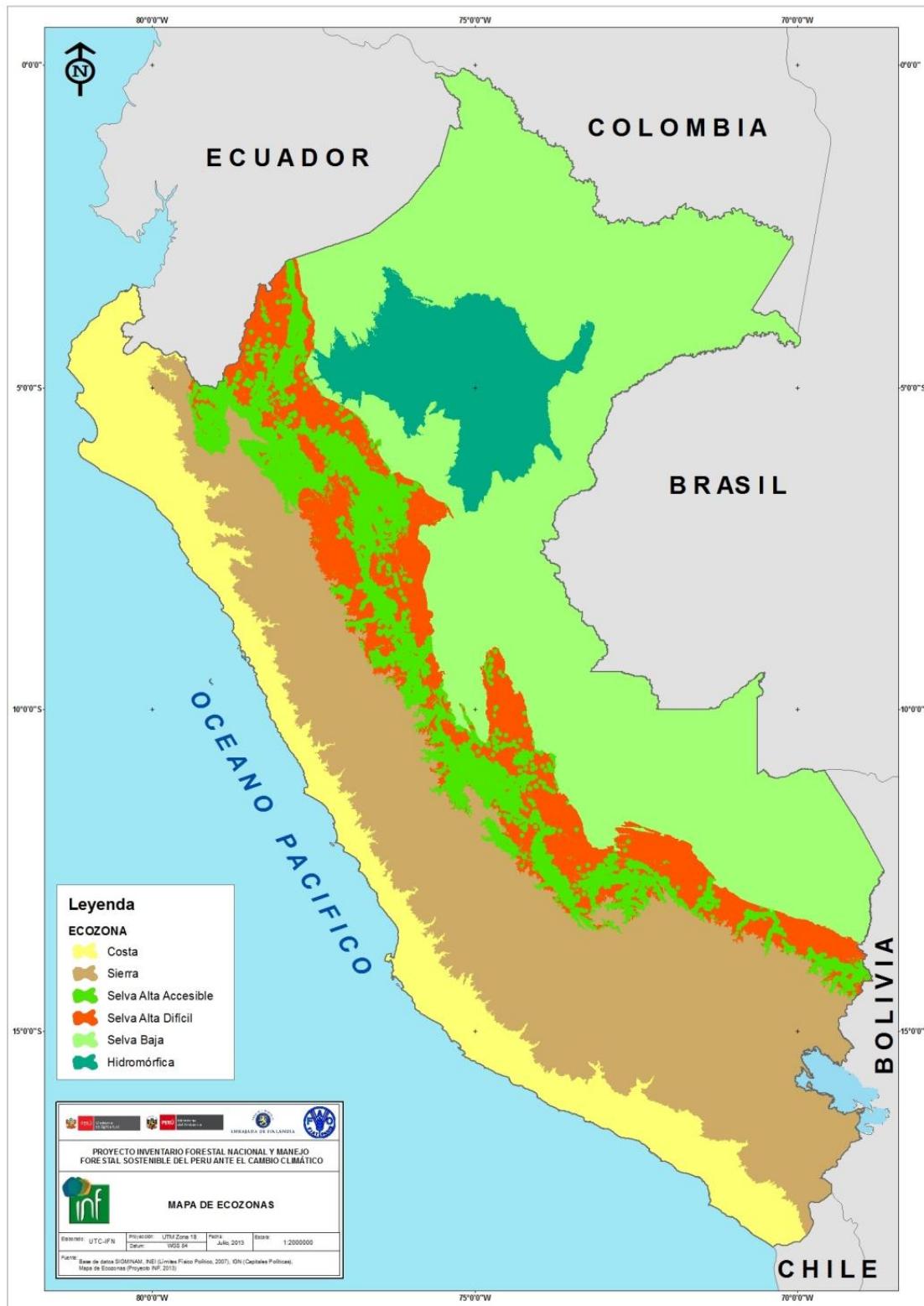
Ministerio
del AmbienteMINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA

Figura 1. Mapa de eco zonas o sub-poblaciones del Inventario Nacional Forestal

La definición de estas eco zonas o sub-poblaciones será de gran utilidad para la construcción de los mapas temáticos del país, por ejemplo el nuevo Mapa forestal, el Mapa de vocación forestal y el Mapa de carbono forestal. Respecto a éste último, se ha determinado que las ecozonas favorecerán la cuantificación de carbono forestal, por ejemplo en la zona Hidromórfica se espera que el contenido de carbono en suelos sea bastante alto. Por otro lado, se sabe que en Selva Alta Accesible se ubican varios frentes de deforestación, por lo que se podrán aplicar metodologías especiales para el monitoreo de cambio de cobertura.

5. CONFIGURACIÓN Y TAMAÑO DE LAS PARCELAS DE MEDICIÓN

Las parcelas de muestreo del INF están definidas en conglomerados, tal y como fue recomendado en la "Reunión de expertos para evaluación de los enfoques de inventarios forestales para REDD+, realizada en Roma, Italia" (FAO, 2011). Las parcelas en conglomerados constan de varias sub parcelas dispuestas a una distancia determinada. La ventaja de este diseño es que reducen la variabilidad entre parcelas, lo que también reduce el número de parcelas necesarias para asegurar la precisión deseada (Scott, 1993; citado por Bechtold y Patterson, 2005).

Para determinar la configuración y tamaño de las parcelas de medición, se implementó un procedimiento de optimización en función de los costos y la variabilidad. Primero, se determinaron los costos necesarios para medir las parcelas con base en una consulta a expertos y los costos del Inventario de Bosques de Producción Permanente de Loreto (IBPP). Se desarrollaron 9 modelos de costos para el país, los cuales se basan en diferentes niveles de accesibilidad y desplazamiento, además del tipo de transporte necesario para las diferentes condiciones de acceso (Figura 2), y los siguientes grupos de variables:

- ~ Personal que conformará las brigadas de campo
- ~ Personal en oficina y tiempo de preparación pre-campo
- ~ Capacitación
- ~ Control de calidad
- ~ Instrumentos de medición forestal
- ~ Alimentación
- ~ Alojamiento
- ~ Tiempo de caminata entre parcelas y sub-parcelas con trocha, sin trocha, con carga, sin carga

Segundo, se desarrolló un conjunto de posibles configuraciones, tamaños y formas de parcelas, analizando formas, parcelas únicas y parcelas seccionadas en sub-parcelas, luego se analizaron el área de sub-parcelas, distancia entre sub-parcelas y número de sub-parcelas, siendo estas las variables principales del diseño.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del AmbienteMINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA

Tercero, se aplicaron a todas las posibles parcelas los modelos de varianza, que representan la relación entre Coeficiente de Variación (CV) disponible para los atributos de interés (por ejemplo, volumen o árboles/ha) y las variables de diseño (área, forma y número de subparcelas). El modelo utilizado fue el siguiente:

$$CV^2 = b_0 m_k^{b_1} (\bar{d}_k + 1)^{b_2} z_k^{b_3}$$

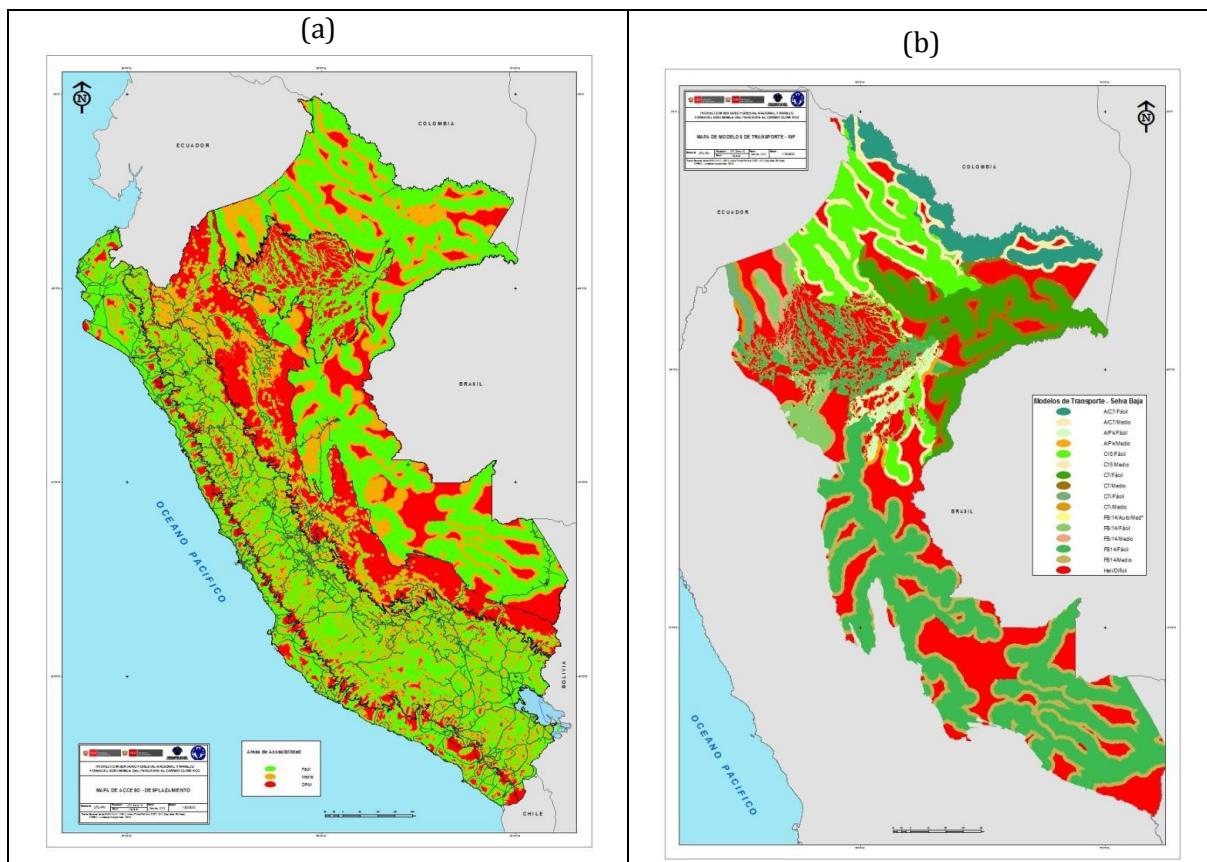


Figura 2. (a) Mapa de accesibilidad y desplazamiento; y (b) Mapa de modelos de transporte para selva Baja.

Dicho modelo se basa en la información de inventarios previos, donde se ha establecido que la varianza disminuye al aumentar el número de sub parcelas (m), el tamaño de la sub parcela (z), y la distancia entre ellas (d); sin embargo, debido a que los costos también se incrementan, se buscó el punto óptimo entre estas 3 variables y los costos asociados (Figura 3).



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

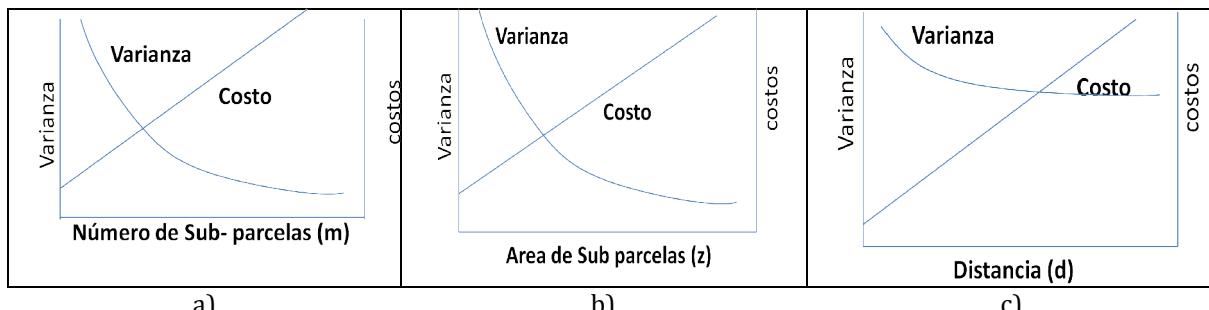
Ministerio
del Ambiente

Figura 3. Relaciones varianza-costos en relación a: a) número de sub-parcelas; b) área (tamaño) de sub-parcelas; c) distancia de sub-parcelas.

Cuarto, basado en el CV previamente establecido para la aplicación del modelo de costo para cada tipo de parcela, se aplicó la siguiente ecuación de tamaño requerido de la muestra, para calcular la cantidad de parcelas que necesitan:

$$n = \left(\frac{t \text{ } CV\%}{E\%} \right)^2$$

n = tamaño muestra
t = valor tabular
CV = coeficiente de variación
E = error esperado

Quinto, con la información del primer paso (costos de levantamiento de campo), se calcularon y ordenaron los costos totales para cada escenario de diseño de parcela según el orden de prioridad, es decir, aquellos que presentaron los mejores requisitos de precisión al menor costo. Los resultados sirvieron de guía para las decisiones de diseño de parcela y tamaño de la muestra o número de parcelas de medición. También se realizó un análisis de sensibilidad de los modelos utilizando como base los diseños de parcelas del Inventario de Bosques de Producción Permanente, los de inventarios de vegetación desarrollados por MINAM, del inventario de Ecuador y los del programa de Evaluación e Inventarios Nacionales Forestales de FAO.

Para facilitar la operatividad, se armonizaron los mejores diseños obtenidos por ecozona, resultando 3 configuraciones de parcelas que se utilizarán en el INF: i.) para Selva baja; ii) para Selva alta accesible, selva alta difícil y zona Hidromórfica; y iii) para Costa y Sierra.

IV. Parcela de medición de Selva Baja

Consiste en un conglomerado de sub-parcelas dispuestas en forma de "L" (Figura 4). Un eje tiene dirección Norte y una longitud de 385 m, el otro eje tiene dirección Este y una longitud de 425 m.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

La superficie total de la parcela (P) es de 7000 m² ó 0.7 has, dividida en 7 sub-parcelas (SP) rectangulares de 50 metros de largo por 20 metros de ancho, equivalente a 0.1 ha. La distancia entre sub-parcelas es de 75 m.

En las siete SP, se medirán los árboles mayores de 30 cm de DAP. Cada sub parcela está constituida por dos (2) unidades de registro (UR) con dimensiones de 25 metros de largo por 20 metros de ancho, equivalente a 500 m² ó 0.05 ha.

En las unidades de registro de números pares se medirán los fustales, definidos como árboles en formación entre 10 y 29.9 cm de DAP.

La regeneración se medirá en sub-parcelas anidadas en las UR2 de las sub-parcelas 2, 4 y 6. Los latizales, o sea árboles en crecimiento con DAP menor a 10 cm y una altura mayor de 3 m, se medirán en sub-parcelas (Sp-la) de 10 por 10 metros, equivalente a 100 m² ó 0.01 ha. Los briznales o árboles en crecimiento con alturas entre 1 y 2.99 m, se medirán en sub-parcelas (Sp-br) de 2.8 m de radio, equivalente a 25 m² ó 0.0025 ha.

El diseño presenta las siguientes ventajas:

1. Los dos ejes de la forma en L permiten capturar la variabilidad hacia dos direcciones dentro de un bosque.
2. La forma rectangular facilita las mediciones en bosques densos como los de Selva Baja respecto a la forma circular para sub-parcelas mayores de 0.5 ha.
3. La dimensión total de la parcela es aceptable para la captura suficiente de diversidad de árboles para bosques heterogéneos⁴.
4. La distancia entre sub-parcelas permite la utilización individual de las sub-parcelas para realizar análisis de teledetección.
5. Se optimizan las mediciones utilizando diferentes dimensiones de sub-parcelas según el tamaño de los individuos y el análisis costo-variabilidad.

⁴ Basado en el análisis curva-especie para Selva Baja realizado por el Ministerio de Ambiente.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

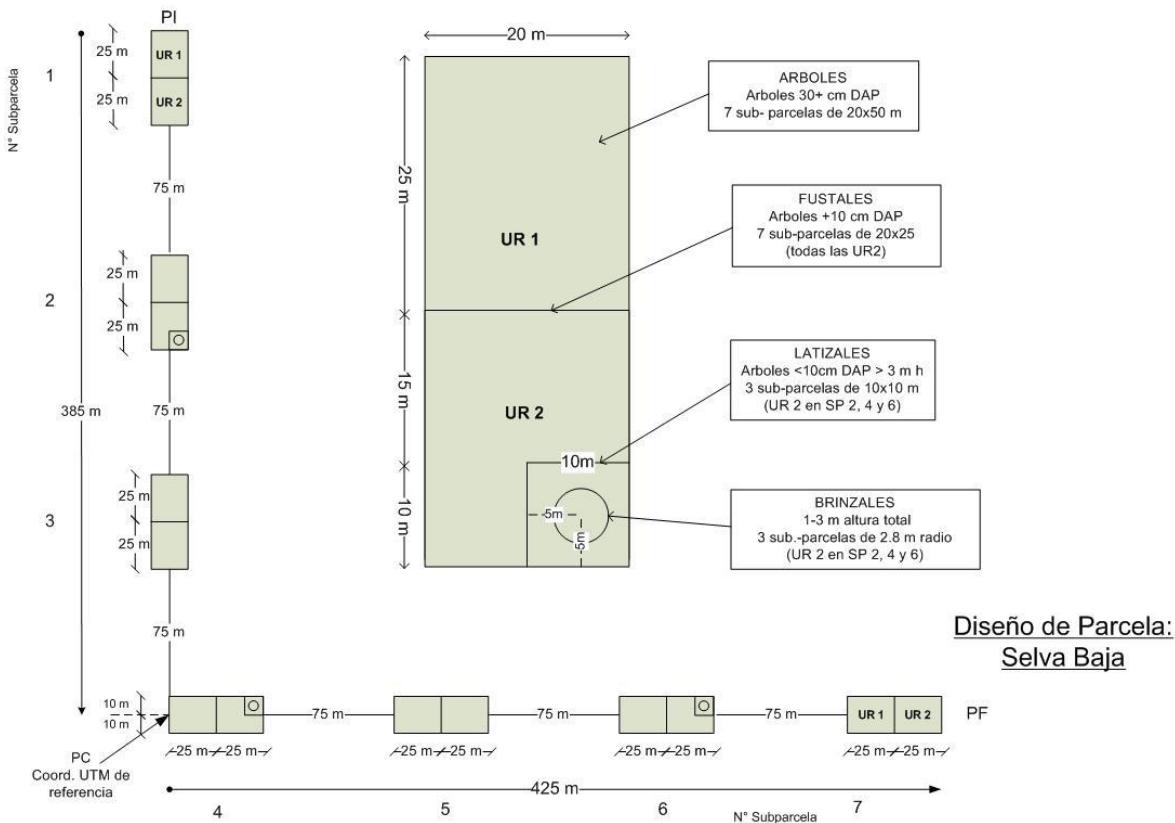
Ministerio
del Ambiente

Figura 4. Configuración de la parcela de medición de Selva baja.

V. Parcela de medición de la Zona Hidromórfica, Selva Alta Accesible y Selva Alta Difícil

En la Figura 5, se muestra el diseño de las parcelas de medición para las eco zonas de Selva Alta Accesible, Selva Alta Difícil y Zona Hidromórfica. Consiste en un conglomerado de sub-parcelas dispuestas en forma de "L", con un eje de dirección Norte y 276.2 m de longitud, el otro eje tiene dirección Este con la misma longitud que el eje Norte.

La superficie total de la parcela (P) es de 5000 m² ó 0.5 ha, dividida por 10 sub-parcelas (Sp) circulares de 12.62 metros de radio, equivalente a 500 m² ó 0.05 ha, donde se medirán los árboles mayores de 30 cm de DAP. La distancia entre sub-parcelas es de 30 m.

En las sub-parcelas 1, 3, 5, 7 y 9 se medirán los fustales o árboles en formación entre 10-29.9 cm DAP.

La regeneración se medirá en sub-parcetas anidadas dentro de las sub-parcetas 3, 5 y 7. Los latizales, o sea árboles en crecimiento con DAP menor a 10 cm y una altura mayor de 3 m, se medirán en sub-parcetas (Sp-la) de 5.64 m de radio, equivalente a 100 m² ó 0.01 ha. Los



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

brizales o árboles en crecimiento con alturas entre 1 y 2.99 m, se medirán en sub-parcelas (Sp-br) de 2.8 m. de radio, equivalente a 25 m² ó 0.0025 ha, a 45 grados del centro de las sub-parcelas 3, 5 y 7.

El diseño presenta las siguientes ventajas:

1. Los dos ejes de la forma en "L" permiten capturar la variabilidad hacia dos direcciones dentro de un bosque.
2. La forma circular facilita las mediciones en sub-parcelas de 0.5 ha o menores en cualquier tipo de bosque.
3. La dimensión total de la parcela es aceptable para la captura suficiente de diversidad de árboles para bosques heterogéneos de Selva Alta⁵.
4. Aunque la distancia entre sub-parcelas no permite la utilización individual de todas las sub-parcelas para realizar análisis de teledetección, pueden ser utilizadas de forma alterna.
5. Se optimizan las mediciones utilizando diferentes dimensiones de sub-parcelas según el tamaño de los individuos y el análisis costo-variabilidad.

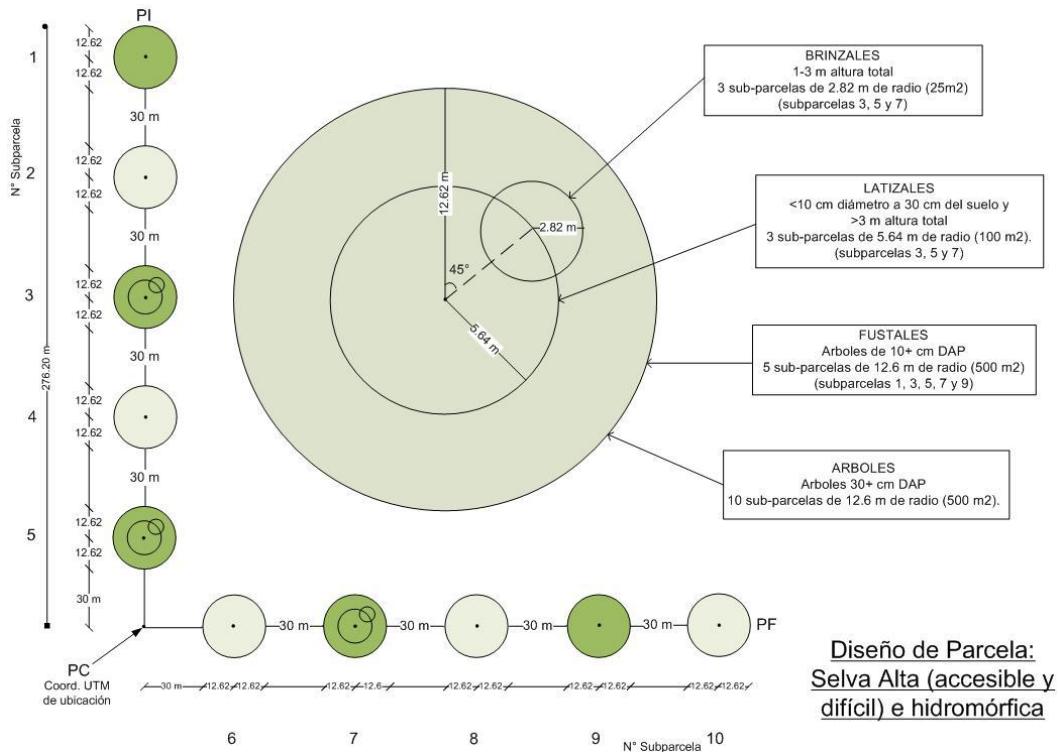


Figura 5. Configuración de la parcela de medición de Selva Alta Accesible, Selva Alta Difícil y Zona Hidromórfica.

⁵ Basado en el análisis curva-especie para Selva Baja realizado por el Ministerio de Ambiente.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

VI. Parcela de medición de Costa y Sierra

La diferencia entre este diseño y el anterior radica en las dimensiones de los árboles a medir en cada tipo de sub-parcelas.

En la Figura 6, se muestra el diseño de las parcelas, el cual consiste en un conglomerado en forma de “L”, con eje de dirección Norte y una longitud de 276.2 m, el otro eje tiene dirección Este y la misma longitud.

La superficie total de la parcela (P) es de 5000 m² ó 0.5 has, dividido en 10 sub-parcelas (Sp) circulares de 12.62 metros de radio, equivalente a 500 m² ó 0.05 ha, donde se medirán los árboles mayores de 10 cm de DAP. La distancia entre sub-parcelas es de 30 m.

En las sub-parcelas 1, 3, 5, 7 y 9 se medirán los fustales, que se definen como árboles en crecimiento entre 5-9.99 cm DAP.

La regeneración se medirá en parcelas anidadas dentro de las sub-parcelas (Sp) 3, 5 y 7. Los latizales, o sea árboles en crecimiento con diámetro a 30 cm del suelo menor a 5 cm y una altura entre 1 y 3 m, se medirán en sub-parcelas (Sp-la) de 5.64 m de radio, equivalente a 100 m² = 0.01 ha. Los brizales o árboles en crecimiento con alturas entre 0.3 y 1 m, se medirán en sub-parcelas (Sp-br) de 2.8 m. de radio, equivalente 25 m² a 0.0025 ha, a 45 grados del centro de las sub-parcelas 3,5 y 7.

El diseño presenta las siguientes ventajas:

1. Los dos ejes de la forma en “L” permiten capturar la variabilidad hacia dos direcciones dentro de un bosque.
2. La forma circular facilita las mediciones en sub-parcelas de 0.5 ha o menores en cualquier tipo de bosque.
3. La dimensión total de la parcela es suficiente para la captura la diversidad de árboles de Costa y Sierra⁶.
4. Aunque la distancia entre sub-parcelas no permite la utilización individual de todas las sub-parcelas para realizar análisis de teledetección, pueden ser utilizadas alternadamente.
5. Se optimizan las mediciones utilizando diferentes dimensiones de sub-parcelas según el tamaño de los individuos y el análisis costo-variabilidad.

⁶ Basado en el análisis curva-especie para Selva Baja realizado por el Ministerio de Ambiente



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

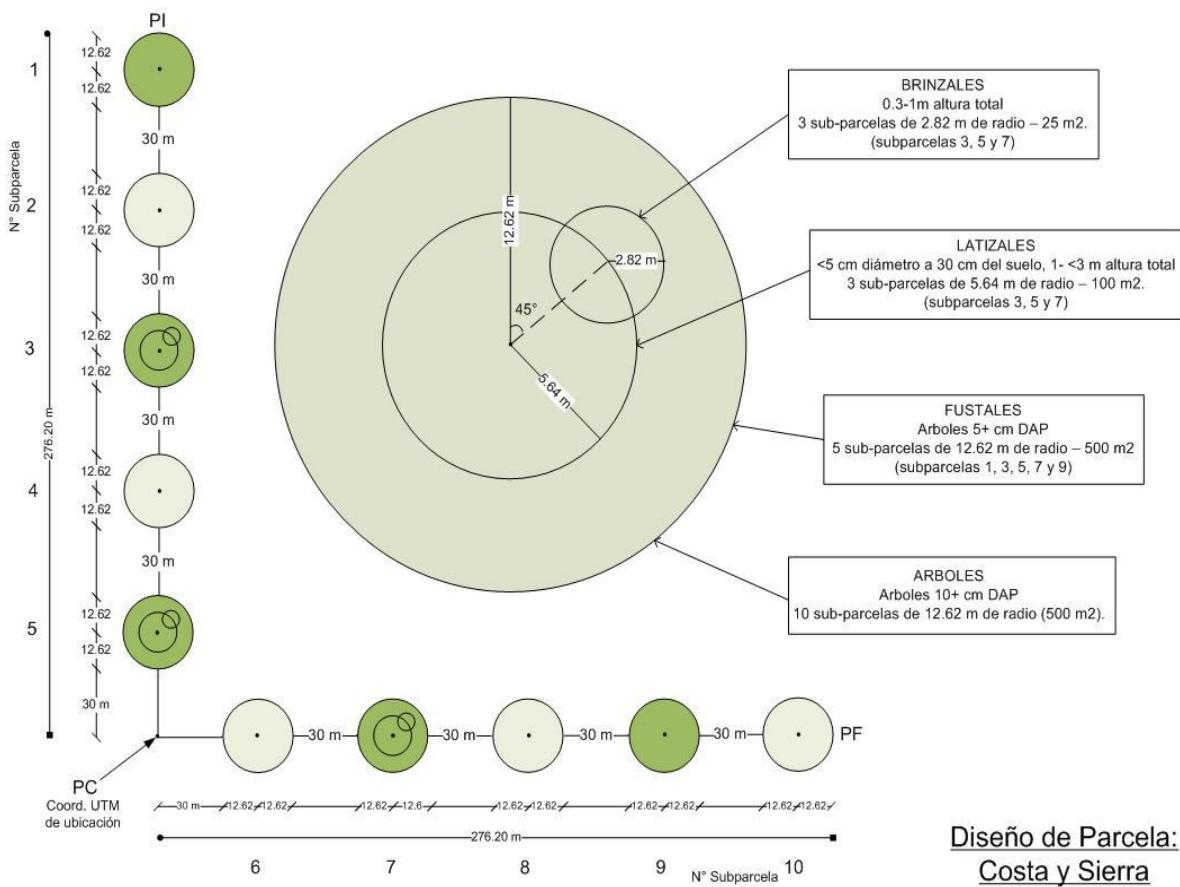
Ministerio
del AmbienteMINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA

Figura 6. Configuración de la parcela de medición para Costa y Sierra.

6. DISEÑO DE MUESTREO

El diseño de un muestreo estadístico tiene como objetivo seleccionar las muestras que representan a cada sub-población y en su conjunto a la población de interés. De esta forma el diseño de muestreo del INF es *“sistemático, espacialmente no alineado, distribuido en paneles con sub-muestras agrupadas en unidades de tamaño desigual”*.

Se calculó un número de muestras para cada sub-población o ecozona, debido a que cada una de ellas, presenta diferentes condiciones respecto a los siguientes factores que permiten optimizar el muestreo:

- Coeficientes de variación disponibles de los atributos de interés más importantes;
- Área de bosque por ecozona;
- La precisión deseada, la cual fue entre 12 y 20% para los principales atributos de interés, y;
- Costos estimados para los diferentes modelos de transporte por ecozona.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del AmbienteMINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA

El tamaño de muestra o número de parcelas de medición por ecozona resultó de un proceso analítico sobre múltiples combinaciones de forma y tamaño de parcela, su varianza hipotética, costo de levantar diferentes tipos de parcelas y la precisión esperada. Para el efecto, se desarrolló una herramienta de planificación, diseño y evaluación del INF⁷, la cual, además de apoyar el diseño, permitirá evaluar la metodología, tanto para ajustar el diseño, como para integrar más variables de interés en el futuro.

El método de selección de la muestra del INF es innovador por el hecho de que es eficiente en costos y precisión, y además no utiliza una estratificación previa por tipos de bosque como se realiza frecuentemente en inventarios de una sola medición⁸. En efecto, la estratificación previa hace más eficiente este tipo de inventarios porque homogeniza la varianza dentro de cada estrato basado en tipos de bosque, sin embargo, para inventarios continuos o periódicos, como el INF, complica sustancialmente el cálculo, debido a que los bosques son estratos cuya superficie puede cambiar con el tiempo. Sin embargo, es de notar que el método sí toma en cuenta el área de bosque para determinar el número de muestras que se requieren para alcanzar la precisión deseada en cada ecozona o sub-población, lo que permitirá producir información confiable por tipo de bosque, utilizando técnicas como la estratificación a *posteriori* y el análisis con múltiples fuentes, que combina información de sensores remotos.

El número total de muestras para todo el país es de 7,293, con diferentes intensidades por ecozona como se muestra en el Cuadro 3. Es notable que para Sierra se ha definido una intensidad de muestreo alta (5,545 muestras distanciadas cada 8 km), donde se debe considerar que en esta ecozona se ubican los bosques relictos y la gran mayoría de plantaciones forestales, los cuales son de alto interés para el INF, ambos tipos de bosque de poca superficie y distribución dispersa, por lo que para capturarlos a través de parcelas de medición, es necesario tener una muestra más intensa. Costa tiene una distancia promedio de 19 km, Selva alta accesible 20 km, Selva Baja 24 km, y las ecozonas con mayor distancia entre parcelas es la Zona Hidromórfica y Selva alta Difícil con 31 y 34 km respectivamente. Estas últimas son áreas de más difícil acceso, por lo que los costos son más elevados.

Cuadro 3. Número de parcelas de medición del INF por eco zona, y número probable de parcelas que se ubican en bosques o en zonas con duda de tener bosque y la distancia de las cuadrículas necesarias para alcanzar el número de parcelas de medición.

Ecozona o sub-población	Total de parcelas de muestreo	Distancia promedio parcelas (km)
Selva baja	808	24
Hidromórfica	91	31

⁷ Desarrollada conjuntamente con científicos del Servicio Forestal de Estados Unidos.

⁸ Como los inventarios para planes de manejo o los de bosques de producción permanente.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del AmbienteMINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA

Selva alta accesible	288	20
Selva alta difícil	101	34
Costa	460	19
Sierra	5545	8
Total población	7293	

Una vez determinado el número de parcelas de medición se procedió a ubicarlas en el territorio nacional. Se desarrollaron cuadrículas en cada ecozona, en función del número de parcelas de medición requeridas y el área total de cada una (Figura 7a), utilizando la siguiente fórmula:

$$d = \sqrt{Area/n}$$
, donde d = distancia

A continuación, dentro de cada cuadrícula se procedió a seleccionar un punto al azar, resultando una distribución de parcelas de medición no alineada (Figura 7b). La distribución final de las parcelas de medición del INF se muestra en la Figura 7c.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

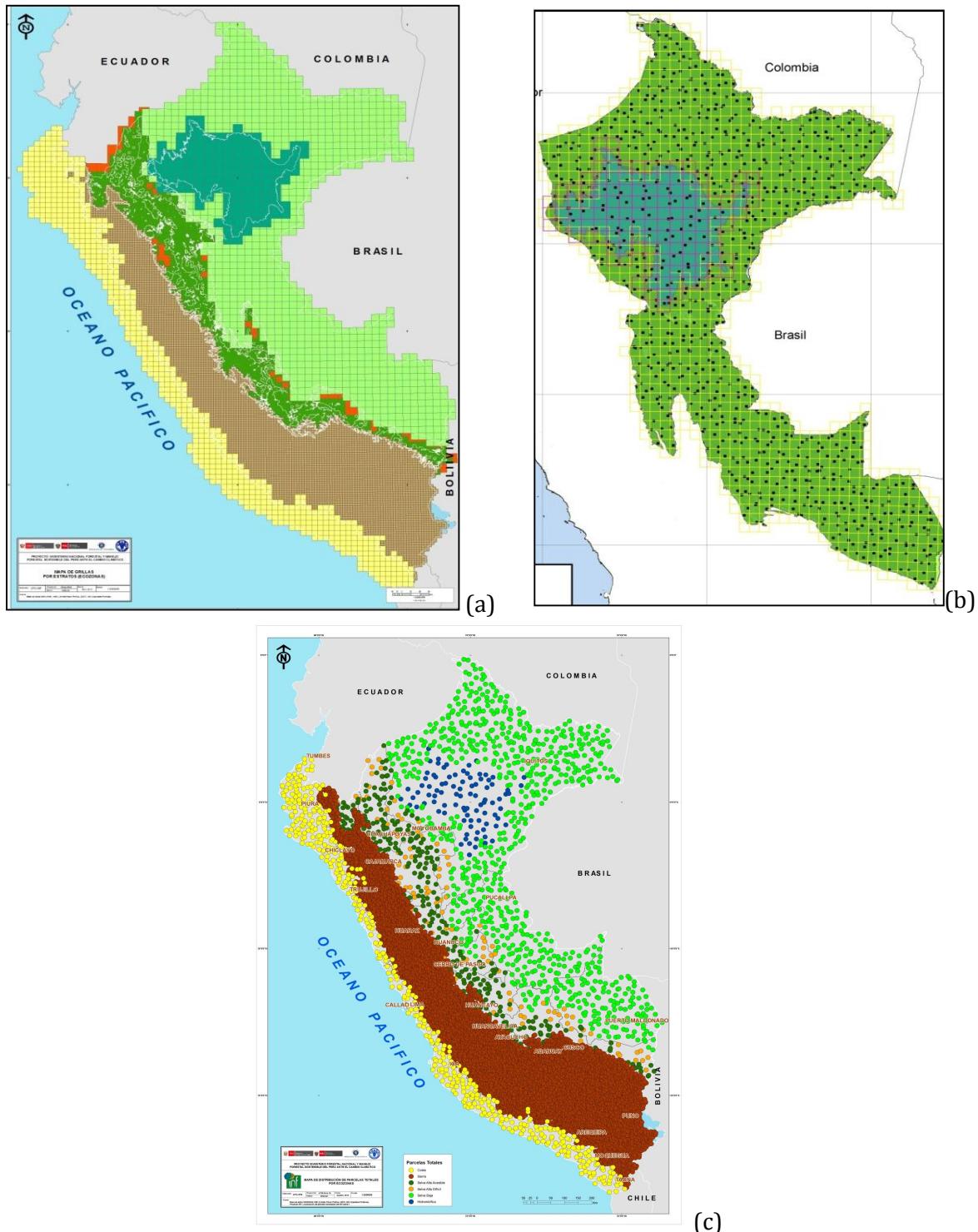
Ministerio
del AmbienteMINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA

Figura 7. Procedimiento para la ubicación de parcelas (a) Mapa de cuadrículas por ecozona para selección de la muestra; (b) Selección al azar de las parcelas de medición dentro de cada cuadrícula, resultando parcelas no alineadas.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del AmbienteMINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA

Definido el número total de muestras, el siguiente paso fue el análisis de cobertura de las parcelas de medición. En la etapa de diseño se había realizado un análisis rápido de bosque/no bosque para determinar el tamaño final de la muestra muestra⁹. Sin embargo, como parte del procedimiento de muestreo se realizó un análisis con las parcelas definitivas, utilizando una aplicación desarrollada en Google Earth¹⁰, donde se determinó que en 1,874 parcelas al menos una sub-parcela tiene alta probabilidad de estar ubicada en bosque (Figura 9), siendo este el número final de parcelas que serán medidas en el campo.

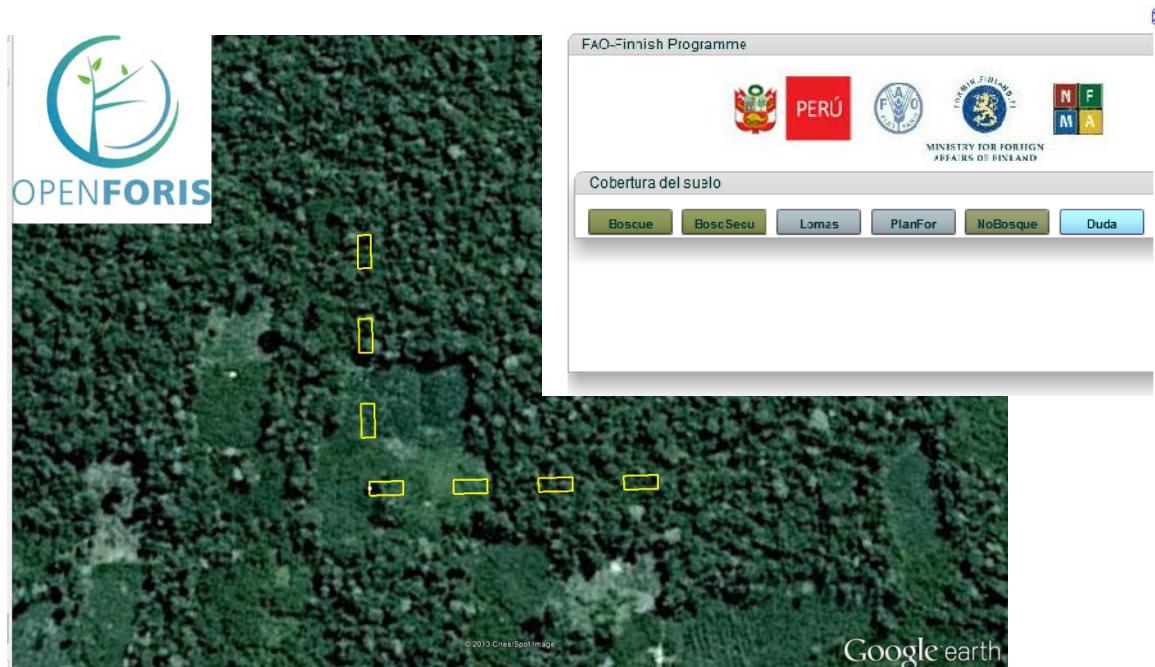


Figura 8. Ejemplo de la selección de parcelas de medición con bosque.

En el Cuadro 4, se presenta la distribución de las parcelas a visitar por ecozona.

Cuadro 4. Número de parcelas de medición del INF a ser visitadas en campo.

Eco zona o sub-población	Total de parcelas de muestreo	Parcelas a visitar bosque + duda
Selva baja	808	803
Hidromórficas	91	87
Selva alta accesible	288	262
Selva alta difícil	101	101
Costa	460	112
Sierra	5545	511
Total población	7293	1876

10 Esta herramienta forma parte del soporte tecnológico desarrollado por FAO dentro de la iniciativa Open Foris.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del AmbienteMINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA

Una de las características innovadoras del Inventario Nacional Forestal, es que está diseñado para la medición y evaluación de cambios a lo largo del tiempo, además de buscar la optimización y movilización de recursos financieros. Es por ello que se ha considerado la temporalidad de medición de las parcelas, a través de una técnica denominada “paneles mejorados”.

Según Czaplewski y Thompson (1999), un panel es un sub-muestra sistemática de todas las unidades de muestreo primario permanente que serán medidas en dos o más ocasiones y que cada panel de parcelas de medición es una muestra independiente y equivalente a toda la población. Adicionalmente, Patterson y Reams (2005), indican que en el inventario periódico se utiliza un solo panel mientras que en el inventario continuo se utilizan varios paneles anuales. Los paneles anuales son más flexibles porque pueden ser combinados de muchas maneras.

El INF tendrá un ciclo de cinco años, durante cada año se medirá 20% de la muestra, es decir, que la muestra determinada para cada eco zona, y por ende, de la población, fue dividida en cinco partes, y cada parte constituye un panel, que será medido en un año diferente, de tal forma que el panel 1 se medirá en 2013, el panel 2 en 2014, y así sucesivamente. Para determinar los paneles, primero se agruparon las parcelas de medición utilizando como información los modelos de costos o transporte que se describen en el Cuadro 5 y se visualizan en la Figura 10.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

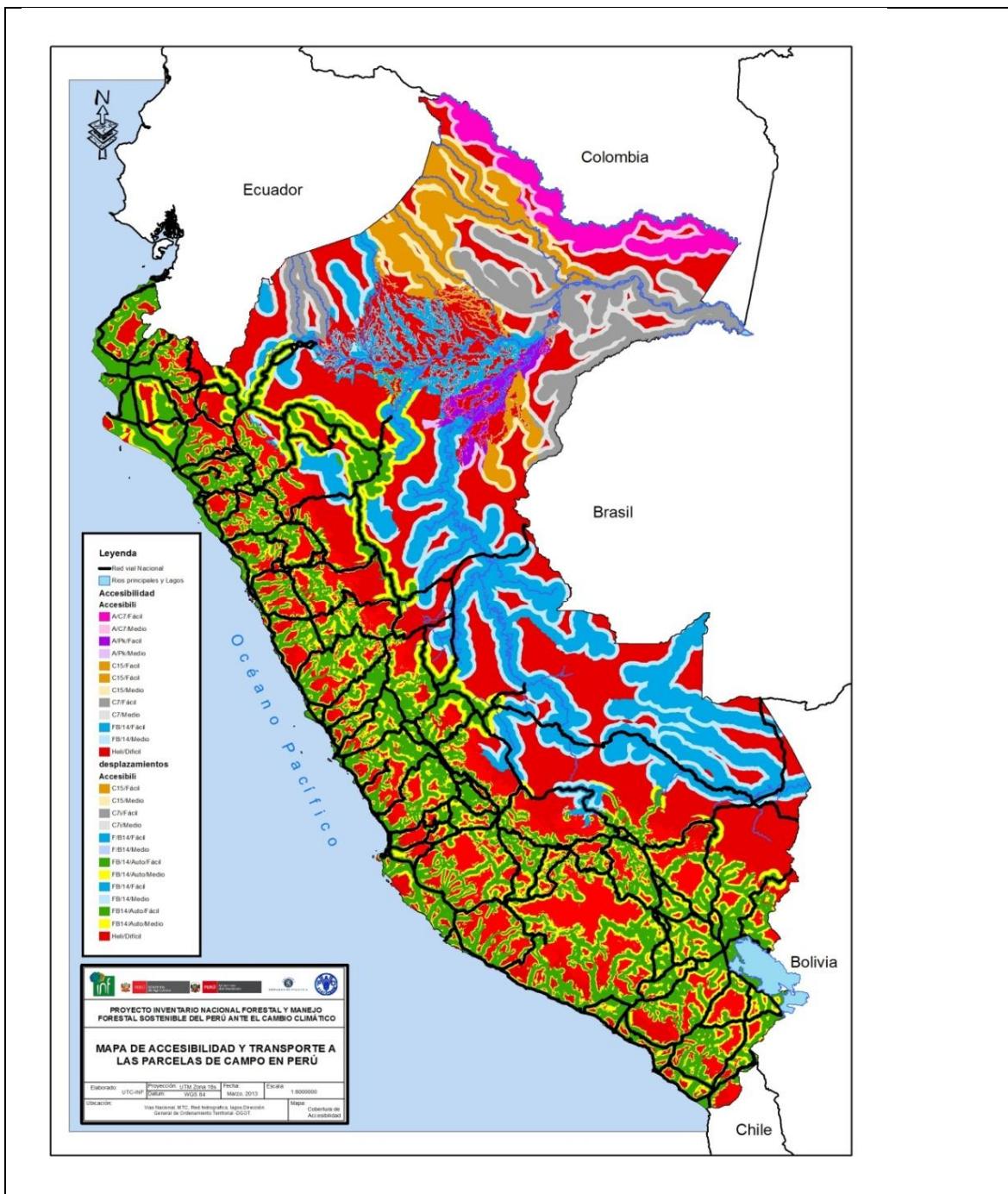
Ministerio
del AmbienteMINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA

Figura 9. Mapa de modelos de costos o transporte para el INF.



Ministerio
de Agricultura y Riego



Ministerio
del Ambiente



MINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA



Cuadro 5. Descripción de los 13 modelos de costos/transporte para la ejecución del INF.

Modelos	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-7	M-8	M-9
Atributo/código	Accesible/ A/C7	Accesible/ A/Pk	Accesible C7 Nanay	Accesible C7 Yavari	Accesible/ A/FB 14 SB	Accesible A/FB 14 SA	Difícil / H	Fácil / C	Medio /C	Difícil /C
Nivel de dificultad	facil a medio	facil a medio	facil a medio	facil a medio	facil a medio	fácil a medio	Difícil	fácil	medio	difícil
Medio de transporte	Avioneta y camarote para 7 personas	Avioneta y peke-peke	Camarote para 7 personas	Camarote para 7 personas	Avioneta y bote fuera de borda	Avioneta y bote fuera de borda	Helicóptero	Carro	Carro	Carro
Personal de campo básico	5	5	5	5	5	5	5	3-5*	3-5*	5
Enfermero	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Personal adicional (conductores, cocinero, trocheros, ayudantes, guías)	5	5	5	5	5	5	1	2	2	5
Nº de brigadas que viajan juntas	2	2	2	2	4	4	4	1	1	1
Nº de parcelas aprox. por comisión para todas las brigadas	8	8	8	8	20	16	4	15	10	2
Días transporte mayor entre UOC y sitio base (ida y vuelta)	7	2	3	6	2	3	0	2	3	3
Días de medición de parcelas (incluye transporte menor, caminatas y mediciones)	18	23	22	19	23	22	1	23	22	22
Imprevistos (días)	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
Total días de comisión	27	27	27	27	27	27	2	27	27	27
Modelos requeridos por eco zona										
Selva baja	x	x	x	x	x		x			
Zona Hidromórfica			x				x			
Selva alta accesible			x		x	x		x	x	
Selva alta difícil										x
Sierra								x	x	
Costa								x	x	

*Costa y Sierra 3 personas, Selva baja 5 personas



Inventario Nacional Forestal y
Manejo Forestal Sostenible del
Perú ante el Cambio Climático

En la Figura 11, se muestra un ejemplo de la agrupación de parcelas para la ecozona de Selva Baja en la Región Loreto. El motivo para la agrupación es optimizar la eficiencia de las visitas al campo, facilitando las actividades logísticas (por ejemplo, solicitud de información, alquiler de botes, etc).

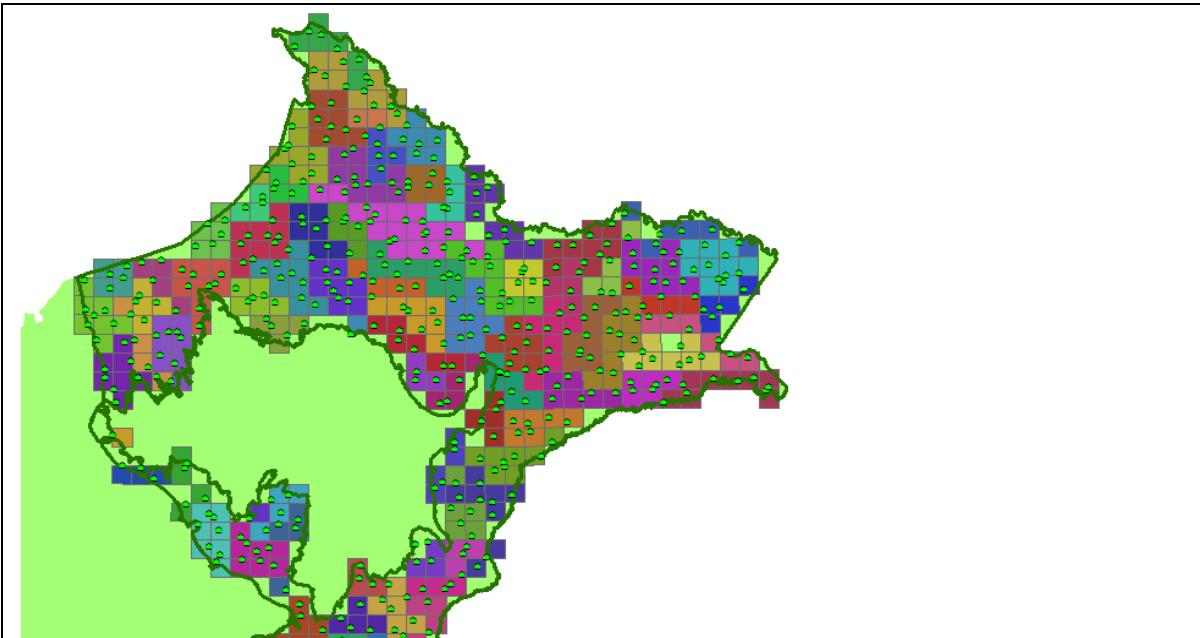


Figura 10. Ejemplo del agrupamiento de parcelas para la ecozona de Selva Baja en la región Loreto.

Posteriormente al agrupamiento de parcelas, se definieron los paneles con una distribución sistemática de los grupos de parcelas, lo cual en la medida de lo posible permitirá una distribución homogénea en cada ecozona. En la Figura 12, se muestra un ejemplo de la panelización, donde los paneles se diferencian por colores. Para el año 2013 se está midiendo el panel 1, representado por el color anaranjado.

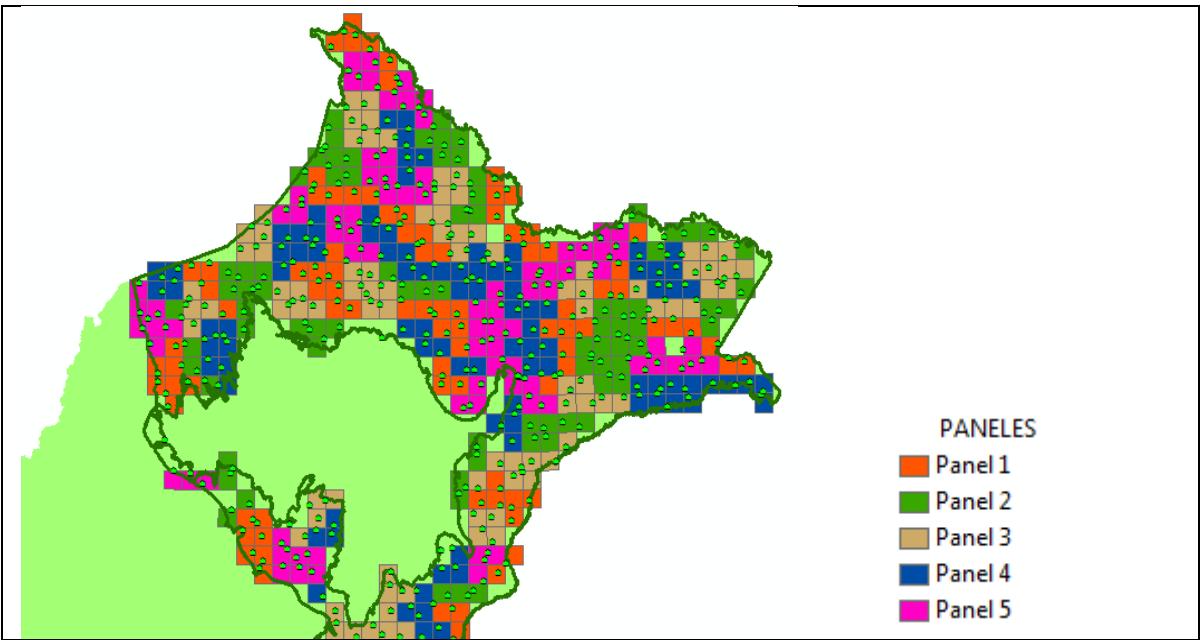


Figura 11. Ejemplo de la distribución de paneles para la ecozona de Selva Baja en la Región Loreto.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del AmbienteMINISTERIO DE ASUNTOS
EXTERIORES DE FINLANDIA

Los paneles tendrán varias ventajas sobre todo logísticas y administrativas, ya que esta metodología permite distribuir los costos totales del INF en cinco años, lo cual facilitará la movilización de fondos por parte del Estado peruano. Institucionalmente también tiene la ventaja de poder registrar datos anualmente, por lo que las instituciones participantes estarán continuamente activas en las actividades de levantamiento de campo y así se fortalece la estructura institucional que se está creando. Los sistemas panelizados también permiten construir una estimación nacional cada año; durante los primeros años los errores de muestreo serán más altos por tratarse solo de un porcentaje de la muestra, pero en el transcurso de los cinco años las precisiones de los datos se irán mejorando y al finalizar el primer ciclo, este problema no existirá porque continuamente se tendrá la muestra completa.

Para finalizar la estrategia de ejecución, los grupos de parcelas de cada panel se han agrupado en lotes, es decir que un lote contiene un grupo de grupos de parcelas del mismo panel. La lotificación tiene un fin netamente administrativo, ya que son éstos los que se solicitarán a la administración pública para que sean ejecutados. El número de grupos por lote se definió con base en el monto máximo según las modalidades administrativas que se seleccionaron para ejecutar el INF. Un ejemplo de los lotes para la ecozona de Selva Baja y región Loreto se muestra en la Figura 13.

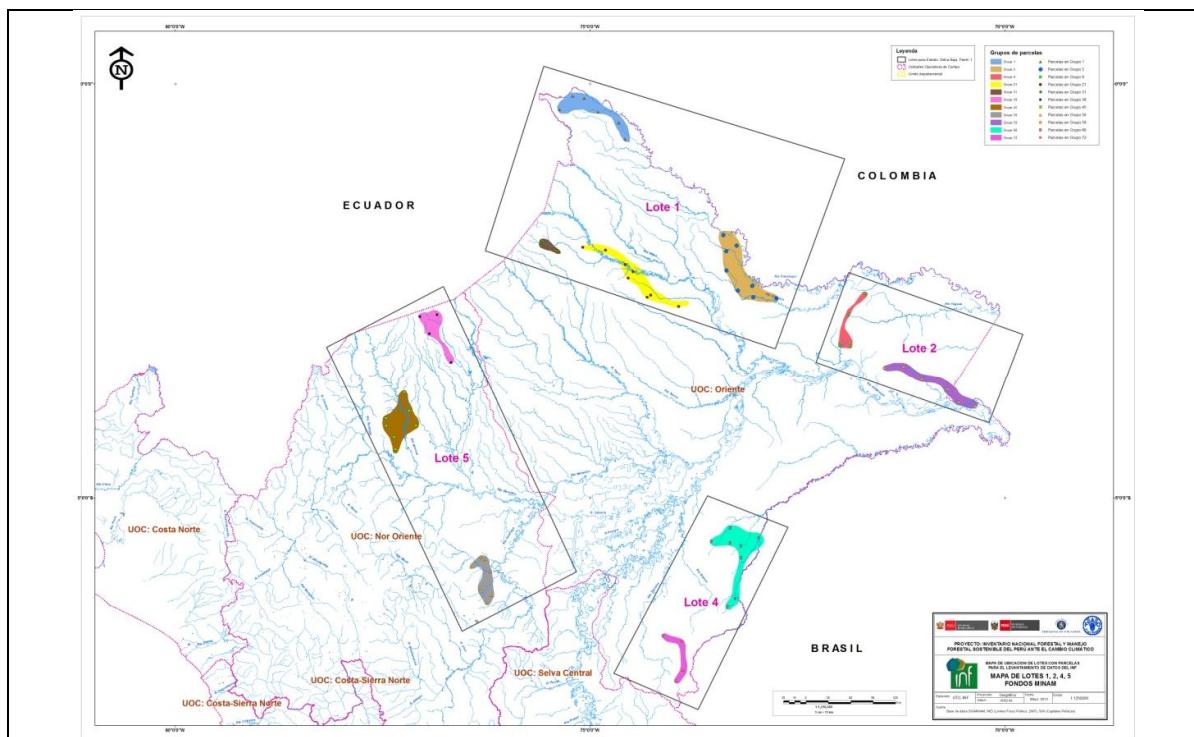


Figura 12. Ejemplo de distribución de 4 lotes de la ecozona de Selva Baja, región Loreto.

7. REFERENCIAS

Bechtold W. y Patterson P. 2005. The Enhanced Forest Inventory and Analysis Program. National Sampling Design and Estimation Procedures. United States Department of Agriculture. Forest Service. Southern Research Station. General Technical Report SRS-80. Ashville, NC: u.s. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 85p.

Cochran, W. G. 1977. Sampling techniques. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York. 428 p.

FAO, 2008. Integrated Land Use Assessment of Kenia. Field Manual. In:
<http://www.fao.org/forestry/16186-0a5ec8b9ed431eaef067be4555c17d1ec.pdf>

FAO, 2010. Global Forest Resources Assessment. Main Report. Forestry Paper 163. FAO, Rome, Italy.

FAO, 2011. Expert meeting on assessment of forest inventory approaches for REDD+. Meeting Report 8. UN-REDD Programme. Rome, 31 May and 1 June, 2011. 18 p. In:

Gosling W., Hanselman J., Knox C., Valencia B. y Bush M. 2009. Long-term drivers of change in Polylepis woodland distribution in the central Andes. Jorunal of Vegetation Sciences. Volume 20(6), 1041-1052.

Instituto Nacional Forestal. 2009. Resultados del Inventario Nacional Forestal: Nicaragua 2007-2008/INAFOR. Primera edición. Managua, INAFOR. 232 p.

MINAM 2010. Perú ante el Cambio Climático, Segunda Comunicación del Perú ante la Convención Marco de Naciones Unidas Ante el Cambio Climático. Primera Edición.

MINAM 2012. Memoria Descriptiva del Mapa de Cobertura Vegetal del Perú. Primera Edición. Ministerio del Ambiente del Perú. Primera edición. 76p.

Ministry of Environmental, tourism and natural resources of Zambia, FAO, 2008. Integrated Land Use Assessment 2005-2008. 147 p.

MPCI (2007) The Montreal Process. Criteria and Indicators for the Conservation and sustainable management of temperate and boreal forests. www.rinya.maff.go.jp/mpci



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

ANEXO 1.1. Relación de temáticas de interés con las preguntas de monitoreo e indicadores del INF.

Temáticas del INF:

1. Valoración y evaluación y degradación de los recursos del bosque
2. Extensión, deforestación
3. Absorciones y emisiones de carbono forestal
4. Diversidad biológica de los ecosistemas forestales
5. Aspectos socioeconómicos y de gobernanza forestal

Nº	Enunciado de la pregunta	Indicator	Temática relacionada
1	¿Cuál es la distribución de especies arbóreas dentro del bosque y, de ellas, cuáles vienen incrementando o disminuyendo su importancia ecológica?	Abundancia de árboles	1,4
2	¿Cuáles son las tasas de crecimiento y mortalidad, total y por especies, y cómo vienen cambiando estas tasas? ¿Hay correlación entre tasas vitales y factores claves de estrés (como: contaminación atmosférica, brotes de plagas/patógenos, quemas, pastoreo, estrés climático, etc.)?	Crecimiento de los árboles e Índice de mortalidad	1,,3,4
3	¿Cuál es la condición/salud de las especies arbóreas? ¿Qué grado de daño por plagas o patógenos tienen éstas?	Condición de los árboles	1,4
5	¿Vienen regenerándose naturalmente los bosques? Si es así, ¿qué factores están impactando este proceso de regeneración?	Regeneración natural de especies arbóreas	1,2,3,4
6	¿Cuál es la abundancia de tocones y árboles muertos en pie?	Abundancia de tocones y árboles muertos en pie	1,3,4
7	¿Cuál es la composición y diversidad de la vegetación del sotobosque por tipo de bosque? ¿La riqueza del sotobosque nativo disminuye con el paso del tiempo?	Riqueza de árboles del sotobosque	1,4
10	¿Cuál es la situación de tenencia de la tierra en los ecosistemas naturales terrestres y bosques?	Tenencia de la tierra	5
11	¿Cómo está cambiando la composición físico-química del suelo, incluyendo el contenido de carbono orgánico?	Composición físico-química del suelo	3
12	¿Estamos ganando o perdiendo cobertura forestal? ¿Cuál es la distribución de los tipos de cobertura forestal a través del paisaje? ¿Cuál es el estatus de los tipos de cobertura poco frecuentes, únicos, escasos?	Cobertura de la tierra	1,2,3,4,5
13	¿Cuál es la estructura diamétrica y estado sucesional del bosque, y cómo está cambiando? ¿Qué porcentaje de árboles es clasificado como sobremaduro?	Estructura del bosque	1,4



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Nº	Enunciado de la pregunta	Indicator	Temática relacionada
14	¿Cuál es la distribución de las tierras por clases de uso, y cuáles usos de la tierra están contribuyendo a la pérdida de cobertura forestal? ¿Qué factores influyen en la deforestación y cuál es la tasa de ésta? ¿Qué factores propician la degradación de los bosques y cuál es la tasa de ésta?	Uso de la tierra	1,2,3,4,5
15	En los bosques fragmentados, ¿cuál es la distribución de los tamaños de fragmento (o "parche") de bosque, y si está cambiando tal distribución? ¿Los parches de bosque son suficientemente grandes para mantener las especies forestales al interior de éstos?	Fragmentación del bosque	1,2,4
17	¿Cuáles son las existencias volumétricas totales y comerciales, cuál es su distribución relativa por tipos de bosque, y cómo está cambiando?	Valor de los árboles, calidad de la madera	1
19	¿Cómo se distribuye la biomasa aérea de las áreas forestales, y como está cambiando? ¿Cuál es el balance de acumulación de la biomasa versus la pérdida?	Biomasa aérea	3
22	¿Qué especies de fauna silvestre están ganando o perdiendo presencia?	Fauna Silvestre	4
24	¿Cuál es la cantidad y distribución de residuos gruesos de madera y cómo están cambiando? ¿Cómo se relaciona este cambio con el manejo de los bosques? ¿Cuánto carbono acumulado representa?	Residuos gruesos de Madera	1,3,4