

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD

**PROPUESTA DE REFORESTACIÓN
LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA TARBACA-PARRITA,
TRAMO SAN FRANCISCO DE LEÓN CORTÉS-PARRITA**

José Javier Vargas Quispe



Cartago, 2002

**PROPUESTA DE REFORESTACIÓN LÍNEA DE TRANSMISIÓN
ELÉCTRICA TARBACA-PARRITA, TRAMO SAN FRANCISCO DE
LEÓN CORTÉS-PARRITA**

**Informe presentado a la Escuela de Ingeniería Forestal del
Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial
para optar el título de Bachiller en Ingeniería Forestal.**

Miembros del tribunal

M.Sc. Ronald Valverde Guillén.

Profesor guía

Ing. Gustavo Torres Córdoba
Lector
Escuela de Ingeniería Forestal

Ing. Dunya Porras Castro
Lector
Instituto Costarricense de Electricidad

Cartago, 2002

***Propuesta De Reforestación Línea De Transmisión Eléctrica Tarbaca-Parrita,
Tramo San Francisco De León Cortés-Parrita***

José Javier Vargas Quispe *

RESUMEN

La presente investigación expone las pautas necesarias para la implementación de una propuesta de reforestación en las propiedades afectadas por la construcción de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita. La propuesta se origina como una alternativa a las medidas de mitigación de los impactos ambientales estipulados en el Estudio de Impacto Ambiental de esta obra, contribuyendo así al mejoramiento de las características paisajísticas y las condiciones ambientales de la fauna de la zona.

Fueron identificados 37 propietarios que aceptaron 5 modelos de reforestación en los cuales se propone el empleo de 29 especies forestales nativas, seleccionadas conforme a las necesidades de los finqueros y distribuidas a lo largo de los tres estratos altitudinales presentes en el tramo.

Se obtuvieron estimaciones sobre los costos a asumir por el Instituto Costarricense de Electricidad para la ejecución de esta propuesta en sus diferentes etapas, mediante la elaboración de 6 escenarios para la implementación tomando en cuenta las variables de: obtención de los árboles forestales a través de su producción o compra, el transporte a los sitios de reforestación, las actividades requeridas para su establecimiento y la consideración de un mantenimiento.

Finalmente también se incorporó la propuesta de entregar árboles frutales injertados a cada propietario como una alternativa adicional de ingreso económico y alimentario a mediano plazo.

Palabras claves: Línea de transmisión, impactos ambientales, prácticas de mitigación, reforestación, modelos de plantación, especies nativas, costos de establecimiento.

* Informe de Práctica de especialidad, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 2002.

ABSTRACT

This research offers the guidelines for the implementation of a reforestation process in the areas affected by the construction of the electric power lines in Lindora-Parrita. The proposal originates as an alternative to the mitigation measures for the environmental impacts described in the Environmental Impact Study of the construction of the Electric Power Lines. These measures will contribute with the improvement of the landscape and the environment and also the wildlife.

37 landowners within the area accepted five reforestation models. These models propose the use 29 native trees species. The species were chosen taking into account the needs of the landowners. They were distributed in the altitudinal strata present in the area.

Costs estimates were calculated and they will be paid by the institution in charge of building the power lines (ICE acronyms in Spanish for Instituto Costaricense de Electricidad). Six economic scenarios were elaborated for the execution of this reforestation process. The criteria was the production or purchase of seedlings, transportation to the reforestation sites, activities for the establishment and maintenance.

Finally, commercial grafted fruit trees delivery was added to the proposal as a mean to increase the landowners incomes and a food supply in the middle term.

Keywords: Electric Power lines, environmental impacts, mitigation measures, reforestation, plantation models, native species, establishment costs.

DEDICATORIA

A Dios por concederme la libertad de decidir el camino de mi vida.

A mis padres José Vargas y Justina Quispe, por todo su sacrificio que hizo posible mi formación como persona y profesional.

A toda mi familia que siempre estuvo conmigo a pesar de la distancia.

A todas las personas que depositaron su confianza en mi, “alimentando siempre la esperanza de que todo logro en la vida, requiere de sacrificios y renunciaciones”.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), por brindarme la oportunidad así como el apoyo financiero, logístico y técnico necesarios para el desarrollo de este trabajo de investigación.

A la UEN-PYSA y todo su equipo: Ing. Jorge Valverde, Francini Aguilar, Karen Umaña, Geog. Gerardina Araya, Luis Amador, Geog. Joaquín Méndez, Bio. Rosibel Barrantes, Sergio Guillen, Ana Paula León, Ing. Rolando Núñez, Ing. Pablo Obando, Geog. Randall Acuña Ing, Alberto Vargas; quienes me dieron su colaboración y amistad.

Al Ing. Ronald Valverde, por guiarme y recomendarme durante todo el desarrollo de esta práctica, dedicándome su tiempo y experiencia.

A la Ing. Dunya Porras, quien me brindó el apoyo técnico para la realización del trabajo de gabinete y su amistad

Al Ing. Gustavo Torres, por su aporte, como profesional y su amistad como persona.

Al Ing. Giovanni Quirós, por todas las ideas y sugerencias que permitió el enriquecimiento de este documento.

A William Vásquez, Máx (Chito) y Gustavo, por su tiempo, ayuda y amistad durante el levantamiento de campo.

A los trabajadores de la línea de transmisión Lindora-Parrilla, quienes estuvieron dispuestos a colaborar.

A toda la comunidad de la zona de Los Santos, Parritilla, Bijagual, el Carmen y San Rafael Norte, por su cooperación.

A los profesores, funcionarios y compañeros estudiantes del Instituto Tecnológico de Costa Rica, quienes con su experiencia y amistad, favorecieron con mi formación profesional.

A mis amigos bolivianos en Costa Rica, Ana María, Tomasa, Jeannette y Edgar (Pimpis), Doris, Juan Carlos, Edgar y Tania, Rolvis, y en especial a la Sra. Gaby Ramírez por ser una persona con un incalculable don de servicio hacia los demás.

A Samaria Murakami, Jeankarla Chambi, Edilberto Rojas, Rudy Guzmán y Richard Mancilla quienes me impulsaron a seguir adelante a pesar de la distancia.

A todos mis amigos ticos y a quienes en este momento no los pude nombrar, quiero darles las gracias por abrirme los brazos para poder continuar mis estudios en esta linda tierra, Costa Rica.

A todos ustedes mil gracias

TABLA DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	12
1.1	Objetivos.....	13
	<i>General</i>	13
	<i>Específicos</i>	13
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
A.	MARCO DE CONTEXTO HISTÓRICO.....	14
2.1	Antecedentes y justificación de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita.....	14
2.2	Descripción general de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita.....	16
2.3	Área afectada por la construcción de la línea de transmisión, tramo San Francisco-Parrita.....	17
B.	MARCO CONCEPTUAL.....	18
2.4	Características generales de una línea de transmisión eléctrica.....	18
2.5	Elementos básicos de una línea de transmisión.....	18
	2.5.1 <i>Conductores</i>	21
	2.5.2 <i>Cimentaciones</i>	21
	2.5.3 <i>Hilos de guarda</i>	21
	2.5.4 <i>Aisladores</i>	21
	2.5.5 <i>Grapas</i>	21
	2.5.6 <i>Brazos o ménsulas</i>	22
	2.5.7 <i>Cúspide</i>	22
	2.6.8 <i>Cuerpo recto</i>	22
	2.5.9 <i>Puestas a tierra</i>	22
2.6	Impactos ambientales ocasionados por una línea de transmisión.....	22
	2.6.1 <i>En el suelo</i>	23
	2.6.2 <i>La vegetación</i>	23
	2.6.3 <i>Sobre la avifauna</i>	23
	2.6.4 <i>Sobre el paisaje</i>	23
	2.6.5 <i>Limitación para la construcción de otras obras</i>	25
	2.6.6 <i>Sobre la salud humana</i>	25
	2.6.7 <i>Sobre la socioeconomía de la zona</i>	25
2.7	Medidas de mitigación aplicadas en una línea de transmisión.....	26
	2.7.1 <i>Reducción o ampliación del ancho de la servidumbre</i>	26
	2.7.2 <i>Diseño y trazado de rutas previas</i>	26
	2.7.3 <i>Diseño de las torres</i>	26
	2.7.4 <i>Corta selectiva del arbolado</i>	28
	2.7.5 <i>Señalización de cables</i>	28
	2.7.6 <i>Tendido de cables</i>	28
	2.7.7 <i>Capacitación del personal</i>	31
	2.7.8 <i>Revegetación</i>	31
2.8	La reforestación, alternativa para la mitigación de impactos.....	31

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1 Descripción general del área de estudio.	33
3.2 Levantamiento y procesamiento de datos de campo	33
3.2.1 Estratificación de la línea de transmisión tramo San Francisco-Parrita	33
3.2.2 Ubicación de propietarios afectados por la línea de transmisión	34
3.2.3 Elaboración de modelos de reforestación.....	34
3.2.4 Búsqueda y selección de árboles forestales y frutales	35
3.2.5 Negociación de las áreas a reforestar	35
3.2.6 Identificación de áreas específicas con problemas erosivos graves.....	36
3.2.7 Estimación de costos generales para la propuesta de reforestación	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1 Estratificación y descripción de aspectos biofísicos del área de estudio	42
4.1.1 Estrato bajo (30 a 700 msnm)	42
4.1.2 Estrato medio (700 a 1500 msnm).....	43
4.1.3 Estrato alto (> 1500 msnm).....	45
4.2 Propietarios afectados dentro el tramo San Francisco-Parrita	49
4.3 Modelos de reforestación propuestos para cada finca	51
4.3.1 Plantación en bloque.....	51
4.3.2 Árboles en línea	51
4.3.3 Árboles entre cultivos.....	53
4.3.4 Árboles para protección.....	53
4.4 Relación entre propietarios y los modelos de reforestación planteados	56
4.5 Especies arbóreas a ser empleadas en la propuesta de reforestación.....	57
4.5.1 Forestales.....	57
4.5.2 Frutales.....	60
4.6 Cantidad de árboles forestales por especie requeridas según modelo de reforestación.....	62
4.7 Área superficial a cubrir con la reforestación	64
4.8 Propietarios que desean asumir los trabajos de establecimiento de los árboles forestales	64
4.10 Costos de adquisición de los árboles forestales y frutales para la propuesta de reforestación.....	65
4.10 Costos estimados de transporte de los árboles forestales y frutales a los sitios de reforestación.	66
4.11 Costos estimado de las actividades de establecimiento para 15785 árboles forestales	68
4.12 Costos estimados de establecimiento para cada modelo de reforestación.	70
4.12.1 Plantación en bloques heterogéneos.....	70
4.12.2 Árboles para protección de nacientes	70
4.12.3 Árboles en cercas vivas	73
4.12.4 Árboles entre cultivos de café.....	73
4.13 Costo total estimado para 6 escenarios de reforestación en el tramo San Francisco-Parrita	77
4.13.1 Escenario 1	77
4.13.2 Escenario 2.....	79
4.13.3 Escenario 3.....	79
4.13.4 Escenario 4.....	81
4.13.5 Escenario 5.....	83
4.13.6 Escenario 6.....	83
4.14 Cronograma de actividades para la reforestación.....	87
4.15 Superficies con problemas erosivos en el tramo San Francisco-Parrita.	89

V. CONCLUSIONES	92
VI. RECOMENDACIONES	95
VII BIBLIOGRAFÍA	97

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Superficie afectada por la construcción de la línea de transmisión, tramo San Francisco-Parrita	17
Cuadro 2. Costos de construcción del tramo Tarbaca Pirrís y Pirrís-Parrita	17
Cuadro 3. Modelos de reforestación propuestos para las fincas afectadas.....	35
Cuadro 4 Estratos presentes en el tramo San Francisco-Parrita.....	42
Cuadro 5 Resumen de las características biofísicas presentes en el tramo San Francisco-Parrita.....	48
Cuadro 6. Propietarios en el tramo San Francisco-Parrita.....	50
Cuadro 7. Especies forestales recomendadas para los tres tipos de estratos	58
Cuadro 8. Especies frutales recomendadas para los tres tipos de estratos.....	60
Cuadro 9. Cantidad de frutales solicitadas para la propuesta de reforestación.....	60
Cuadro 10. Árboles forestales por especie requeridas en cada diseño de reforestación	63
Cuadro 11. Superficie ocupada por los diferentes diseños de reforestación	64
Cuadro 12. Propietarios que desean establecer y mantener los árboles forestales.....	65
Cuadro 13. Costos de adquisición de árboles forestales y frutales	66
Cuadro 14. Costos estimados de transporte de árboles desde el ICE y el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú.....	67
Cuadro 15. Cantidad y costos de jornales utilizados para las actividades de establecimiento de 19105 árboles forestales.....	68
Cuadro 16. Costos generales para la implementación de árboles en bloques heterogéneos.....	71
Cuadro 17. Costos generales para la implementación de árboles para protección de nacientes.....	72
Cuadro 18. Costos generales para la implementación de árboles para cercas vivas	74
Cuadro 19. Costos generales para la implementación de árboles entre cultivos de café.....	75
Cuadro 20. Costos generales de 19105 árboles forestales, asumiendo la producción, el establecimiento y mantenimiento para propietarios que se incorporaron en la propuesta de reforestación.	78
Cuadro 21. Costos generales para 19105 árboles forestales, asumiendo su producción, el establecimiento, mantenimiento y la compra de 1286 árboles frutales para propietarios que se incorporaron en la propuesta de reforestación.	80
Cuadro 22. Costos generales para 19105 árboles forestales, asumiendo su producción y entrega a propietarios que se incorporaron en la propuesta de reforestación.....	81
Cuadro 23. Costos generales de 19105 árboles forestales, mediante su compra, su establecimiento y su posterior mantenimiento para los propietarios que se incorporaron en la propuesta de reforestación.....	82
Cuadro 24. Costos generales para la compra de 19105 árboles forestales, su establecimiento, mantenimiento y entrega de 1286 árboles frutales a propietarios que se incorporaron en la propuesta de reforestación.	84
Cuadro 25. Costos generales para la compra de 19105 árboles forestales y su posterior entrega a los propietarios que se incorporaron en la propuesta de reforestación.....	85
Cuadro 26. Costos generales para la compra de 19105 árboles forestales y su posterior entrega a los propietarios que se incorporaron en la propuesta de reforestación.....	85
Cuadro 27. Cronograma de actividades propuesto, para la implementación de la reforestación en el tramo San Francisco-Parrita.....	88
Cuadro 28. Propuesta de acciones correctivas para dos áreas con problemas erosivos	91

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de transmisión eléctrica en Costa Rica	15
Figura 2.	Componentes básicos de una línea de transmisión eléctrica.....	19
Figura 3.	Representación de la servidumbre en una línea de transmisión eléctrica	20
Figura 4	Torre en un área descubierta de vegetación.....	24
Figura 5.	Corta de árboles en la servidumbre	24
Figura 6.	Instalación de torres en áreas despejadas.....	27
Figura 7.	Torres tubulares de menor impacto (5 m2) utilizadas en Bolivia-Suramérica.....	27
Figura 8.	Propuesta de eliminación de árboles con relación a la topografía del terreno	29
Figura 9.	Uso de un helicóptero para el transporte de torres, en la línea de transmisión Lindora-Parrita	30
Figura 10.	Transporte de torres con helicóptero	30
Figura 11.	Construcción de la línea de transmisión en el estrato bajo, localidad de San Rafael Norte de Parrita	44
Figura 12.	Construcción de la línea de transmisión en el estrato medio, localidades de Bijagual y El Carmen	44
Figura 13.	Construcción de la línea de transmisión en el estrato medio, localidades del Alto de Aguacate	47
Figura 14.	Construcción de la línea de transmisión en el estrato alto, localidades de Parritilla, Cerro Dragón y El Alto de La Araña	47
Figura 15	Modelo de reforestación en bloques heterogéneos (varias especies)	52
Figura 16	Modelo de reforestación en bloques homogéneos (una sola especie)	52
Figura 17	Modelo de reforestación en línea: árboles en lindero (una o varias especies)	54
Figura 18	Modelo de reforestación en línea: árboles en cerca (una sola especie)	54
Figura 19	Modelo de reforestación: árboles entre cultivos	55
Figura 20.	Modelo de reforestación: árboles heterogéneos para protección	55
Figura 21.	Número de propietarios según diseño de reforestación	56
Figura 22	Cantidad de árboles forestales requeridos para la propuesta de reforestación.....	59
Figura 23.	Porcentaje de árboles frutales requeridas.....	61
Figura 24.	Porcentaje de árboles forestales requeridas por diseño de reforestación.....	62
Figura 25.	Jornales empleados para 15785 árboles forestales	69
Figura 26.	Costo de implementación de los árboles forestales en los distintos diseños de reforestación.	75
Figura 27	Costos de las actividades de implementación en los 4 modelos de reforestación.....	76
Figura 29.	Destrucción del camino cerca de la torre # 20, camino al Alto de la Araña.....	89
Figura 30.	Problemas de erosión y destrucción del camino a la torre # 15, Alto de La Araña.....	90

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación geográfica de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita, tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita	100
Anexo 2. Formulario de entrevista utilizado para propietarios afectados por la línea de transmisión en el tramo San Francisco-Parrita	101
Anexo 3. Características del vehículo de propiedad del ICE, que será utilizado para el traslado de las plantas forestales a los sitios de reforestación.....	102
Anexo 4. Mapa altitudinal de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita, tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita.....	103
Anexo 5. Mapa de categoría de pendientes de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita, tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita	104
Anexo 6. Mapa de categoría de pendientes de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita, tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita	105
Anexo 7. Mapa de zonas de vida presentes en la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita, tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita	106
Anexo 8. Mapa hidrográfico de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita, tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita.....	107
Anexo 9. Mapa de capacidad de uso del suelo en la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita, tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita	108
Anexo 10. Zonas de vida presentes en el tramo San Francisco de León Cortés-Parrita	109
Anexo 11. Detalle de la capacidad de uso presente en el tramo San Francisco Parrita	110
Anexo 12. Ubicación de sitios a reforestar y que fueron afectadas por la construcción de la línea de transmisión en el tramo San Francisco-Parrita.....	111
Anexo 13. Mapa de ubicación de los sitios de reforestación en el tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita	114
Anexo 14. Lista de los modelos de reforestación elegidos por cada uno de los propietarios entrevistados en el tramo San Francisco-Parrita.	115
Anexo 15. Características biofísicas de las especies forestales empleadas en la propuesta de reforestación del tramo final San Francisco-Parrita.	118
Anexo 16. Características biofísicas de las especies frutales empleadas en el tramo final San Francisco-Parrita.	120
Anexo 17. Detalle de las etapas y actividades para la implementación de la reforestación en el tramo San Francisco-Parrita.....	120

APÉNDICES

Apéndice 1. Costos y rendimientos de establecimiento de árboles forestales para el Pacífico Central	124
---	-----

I. INTRODUCCIÓN

Desde que fue inventada la lámpara por Thomas Edison, la energía eléctrica pasó a ser parte indispensable en casi todas las actividades que el hombre moderno realiza. La electricidad, brinda amplias comodidades en nuestra familia, la industria y todas las actividades económicas de un país, representando un primordial elemento de desarrollo en el ámbito mundial.

Todo nuevo proyecto energético, ya sea plantas hidroeléctricas o líneas de transmisión; implican la construcción de obras ingenieriles de grandes dimensiones para su generación, distribución y consumo. Esto representa una elevada inversión económica pero también un alto costo ambiental.

En Costa Rica el responsable por el desarrollo de fuentes de producción y distribución de energía eléctrica es el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Esta institución estatal cumpliendo disposiciones de la Legislación Ambiental vigente, viene elaborando Estudios de Impacto Ambiental (EsIA) para todos sus proyectos, así como la implementación de medidas de mitigación.

En función con el anterior párrafo, el presente documento es una propuesta de reforestación para sustituir la masa forestal extraída por la construcción de la Línea de Transmisión Lindora-Parrita, en cada una de las fincas afectadas del tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita. Cumpliendo el capítulo VIII “Medidas de mitigación de la línea de transmisión”, punto 8.3.4 “Sustitución de la cobertura vegetal” y el punto 6. Vegetación, del Plan de Gestión por alteración del proyecto en el medio; plasmado en el EsIA que señala que se “realizará la corta de 7183 árboles y su consiguiente reposición, con la siembra de 5 por cada árbol cortado” en todo la línea de transmisión Lindora-Parrita (EsIA, 2000).

1.1 Objetivos

General

Proponer una alternativa de reforestación para sustituir la masa forestal extraída por la construcción de la “Línea de Transmisión Lindora-Tarbaca-Parrita” en el tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita.

Específicos

- Cumplir con las medidas de mitigación del Plan de Gestión por Alteración del Proyecto en el Medio Línea de Transmisión Lindora-Parrita (EsIA, 2000).
- Establecer una alternativa que contribuya al mejoramiento del aspecto paisajístico y el desarrollo de la vida silvestre de las áreas afectadas por la construcción de la línea.
- Proponer sistemas de reforestación específicos en cada una de las fincas interesadas, acorde con las características particulares del área y los intereses de los propietarios que asuman el modelo propuesto.
- Proponer especies forestales nativas con requerimientos ambientales y características acorde al área de estudio y las necesidades de los propietarios.
- Calcular los costos generales de implementación de la propuesta de reforestación total, y para cada diseño.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. MARCO DE CONTEXTO HISTÓRICO

2.1 Antecedentes y justificación de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita

El diseño de la transmisión eléctrica en Costa Rica, se encuentra distribuida en dos circuitos de 230 kV. y 130 kV. respectivamente. La primera, se inicia cerca de la localidad de Canoas, frontera con Panamá, hasta Peñas Blancas, frontera con Nicaragua y la segunda, se inicia en Puerto Limón extendiéndose hasta Orotina, Santa Cruz, y Carmona. Alrededor de San José se encuentra el Anillo Metropolitano de 138 kV. que corresponde a las subestaciones de La Caja, Alajuelita, Desamparados, El Este, Sabanilla y Colima (Figura 1).

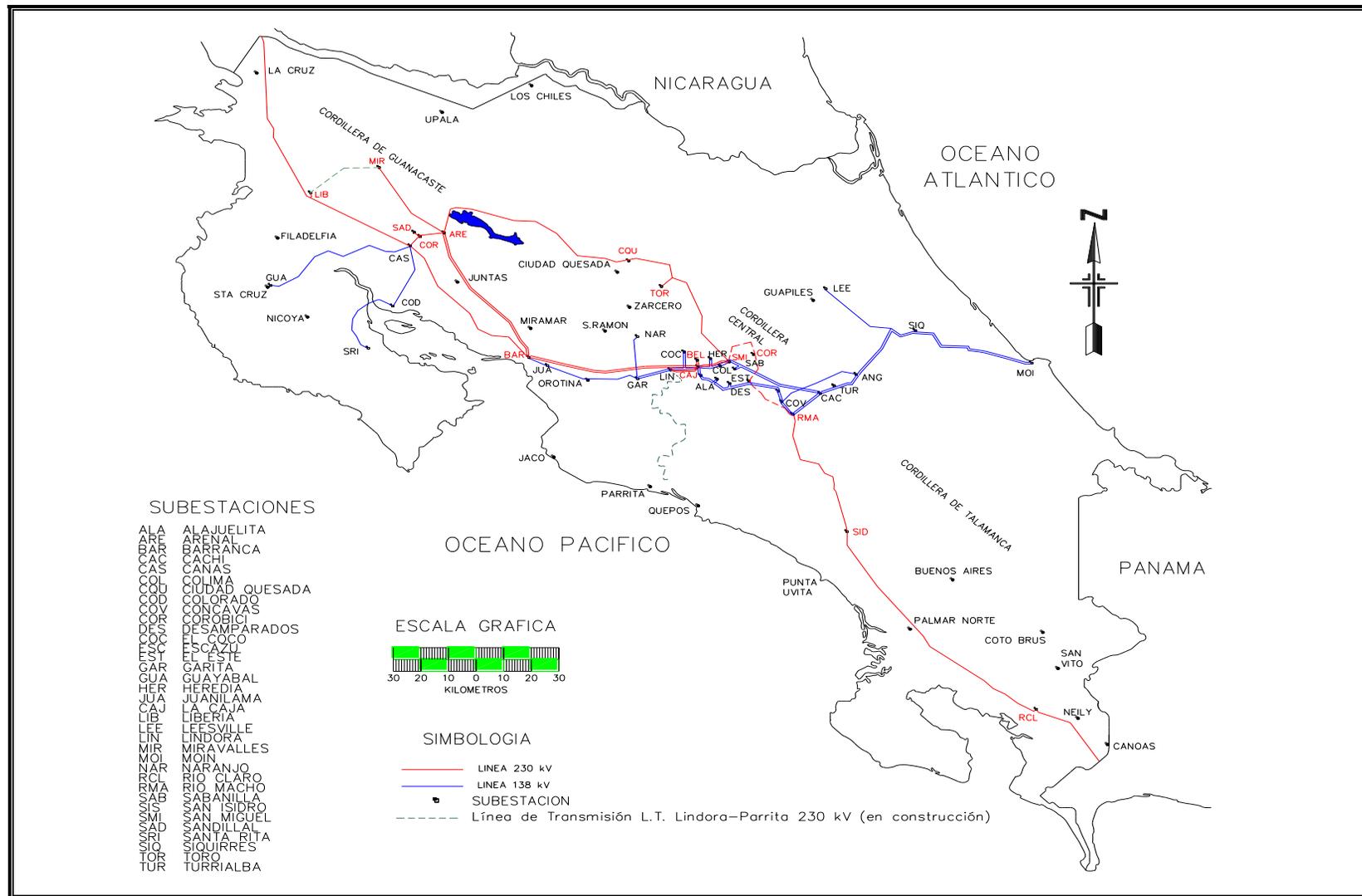
El Pacífico Central, no cuenta con una línea de transmisión eléctrica (L.T.)¹. Las localidades de Quepos, Parrita, Manuel Antonio y Jacó lugares turísticos de mayor crecimiento en los últimos años; solo son atendidas por una red de distribución eléctrica con líneas de 34.5 kV. A la fecha este sistema ya se encuentra saturado, por efecto de las grandes distancias existentes de distribución, el bajo voltaje utilizado y su alto crecimiento poblacional.

Por tal razón, el establecer una alternativa de distribución energética para esta zona mediante la construcción de una nueva línea de transmisión (L.T. Lindora-Parrita), se proyectó inicialmente para cumplir con las siguientes funciones.²

- Convertir todo el sistema nacional de distribución a 230 kV.
- Conectar el Norte con el Sur y
- Atender la demanda creciente de energía eléctrica.

¹ Las líneas de transmisión poseen 138 a 230 kV. Las de distribución corresponden a voltajes menores a 34.5 kV.

² LUNA A. 2002 Ingeniero Civil. UEN- Transporte de Electricidad -ICE (comunicación personal)



Fuente: UEN-Transporte de Electricidad, software: AUTOCAD

Figura 1 Mapa de transmisión eléctrica en Costa Rica

2.2 Descripción general de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita

Según el EsIA 2000, elaborado para esta línea de transmisión, la obra cuenta con una longitud de 75,14 Km. Empieza en la localidad de Lindora para luego pasar por la localidad de Tarbaca, y finalmente llegar a la localidad de San Rafael en Parrita cruzando por los municipios de Santa Ana, Alajuela, Mora, Acosta, Aserrí, Desamparados, Cartago y Parrita.

Se encuentra constituido por 4 obras ingenieriles, 2 líneas de transmisión (L.T. Lindora-Tarbaca, L.T. Tarbaca-Parrita) y 2 subestaciones (S.B. Lindora y S.B. Parrita). En todo el trayecto, la línea es de doble circuito, montada en torres metálicas de tipo celosía, por la que recorrerán 230 kV.

Las principales funciones de ésta línea de transmisión son las siguientes:

- Suministrar electricidad en cantidad y confiabilidad a la región del Pacífico Central permitiendo su desarrollo.
- Formar parte de la transmisión de la futura Planta Hidroeléctrica Pirrís de 128 MW.
- Asegurar la calidad y el suministro de electricidad a la zona sur de San José y la región de Los Santos.
- Ser el principal punto de entrada al área metropolitana de la energía transmitida por el Sistema de Interconexión Eléctrica para América Central (SIEPAC).
- Servir para la transmisión eléctrica de los proyectos futuros de generación que se desarrollen en la zona.
- Constituirse en parte del anillo periférico de 230 kV. alrededor del Gran Área Metropolitana.

2.3 Área afectada por la construcción de la línea de transmisión, tramo San Francisco-Parrita

En total, en este tramo final se están construyendo 55 torres de celosía que afectan una superficie de 0,55 ha cada una (considerando un área de 100 m² promedio por torre). El área afectada por la construcción de la servidumbre³ es de 72 ha, considerando la longitud de la línea de transmisión, por 30 m de ancho del pasillo, como se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro 1 Superficie afectada por la construcción de la línea de transmisión, tramo San Francisco-Parrita

TRAMO	DISTANCIA (Km.)	# DE TORRES	ÁREA AFECTADA (ha)	
			Torres	Servidumbre
San Francisco - P.H. Pirris	14	32	0,32	42
P.H. Pirris - SB Parrita	10	23	0,23	30
TOTAL	24	55	0,55	72

Fuente: EsIA, 2000

Entre el tramo de Tarbaca-Pirris y Pirris-Parrita, suman un costo total de construcción⁴ de 6.495.060 Dólares Americanos. Los mayores gastos son por el rubro de compra de materiales como se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Costos de construcción del tramo Tarbaca Pirris y Pirris-Parrita

RUBROS	COSTO POR TRAMO		COSTO TOTAL (Dólares)
	Tarbaca-Pirris	Pirris-Parrita	
Materiales	2323000	667000	2990000
Mano de Obra	1186938	345829	1532767
Servidumbres	1548204	424088	1972292
TOTAL	5.058.143	1.436.918	6.495.060

Fuente: Regencia Forestal, marzo del 2002

³ Pasillo en el que se elimina la masa forestal a lo largo de la línea

⁴ ACUÑA Randall, 2002. Geógrafo UEN-PYSA Costos de construcción a marzo del 2002 (Comunicación Escrita)

B. MARCO CONCEPTUAL

2.4 Características generales de una línea de transmisión eléctrica

La línea de transmisión es el medio por el cual se transporta la energía eléctrica de una subestación a otra. Se compone básicamente de unos hilos conductores de cobre ó aluminio-acero, agrupados en tres fases por circuito, por los cuales circula la corriente. Están apoyados en torres metálicas fijados al suelo por medio de cimentaciones independientes que presentan una alta resistencia a la acción destructiva de los agentes atmosféricos.

La distancia entre torres denominada “vano”, varía dependiendo de las características del terreno entre los 400 a 500 metros y la catenaria⁵ no debe ser menor a 8 metros (Figura 2).

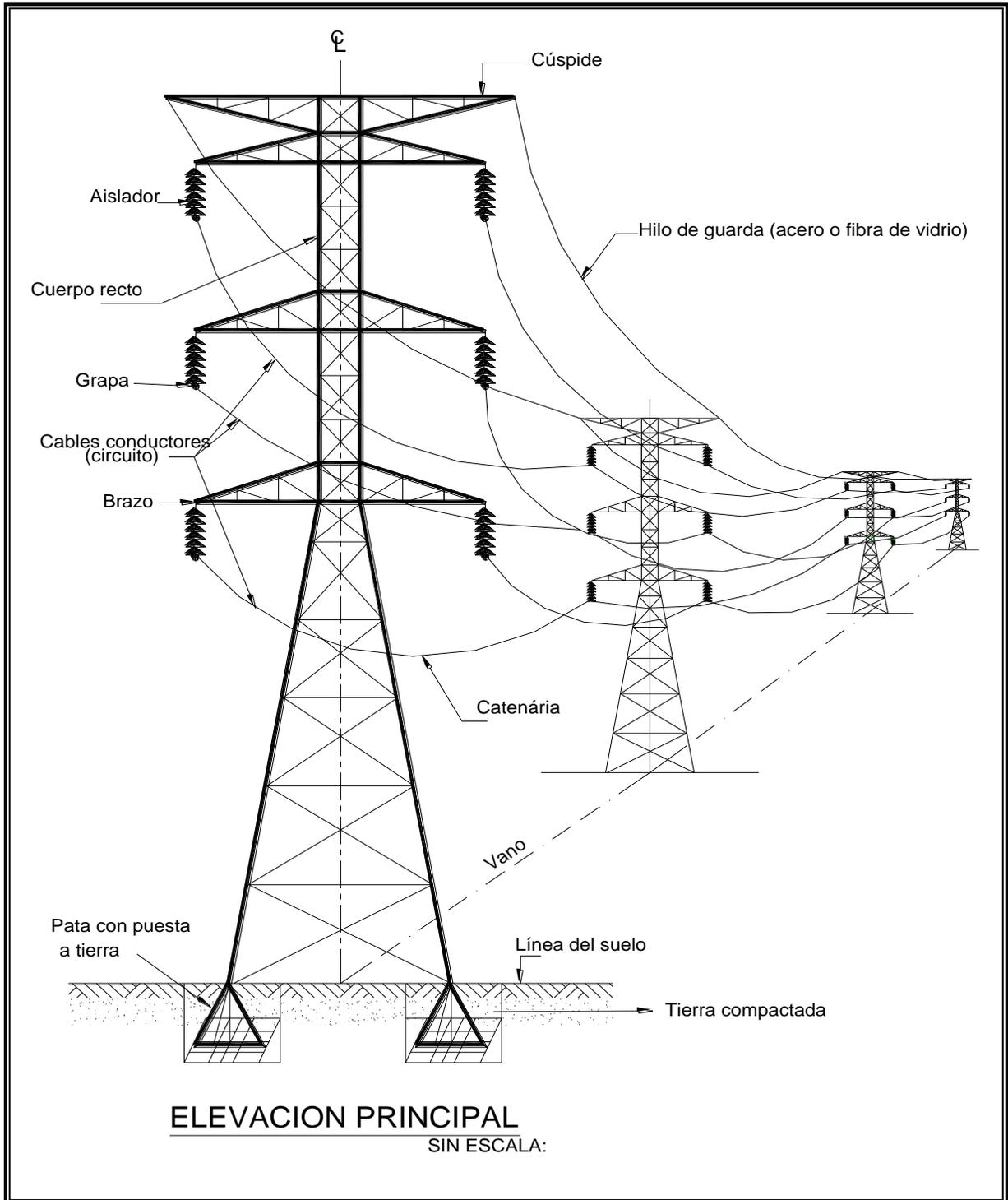
Asociado al establecimiento de la línea de transmisión, se encuentra la servidumbre de paso o calle de seguridad. Este es un pasillo en el que se elimina la masa forestal a lo largo de la línea, con la finalidad de “evitar que por la proximidad entre conductores y los árboles ocurra un arco eléctrico⁶ y puedan producirse cortes de suministro de energía o incendios forestales” (ARÉVALO, J.; GARCÍA, R. 1994) (Figura 3).

2.5 Elementos básicos de una línea de transmisión

En la misma figura 2, se observa que una obra de transmisión eléctrica tipo doble circuito como la que se está construyendo, se encuentra formada principalmente por los siguientes componentes:

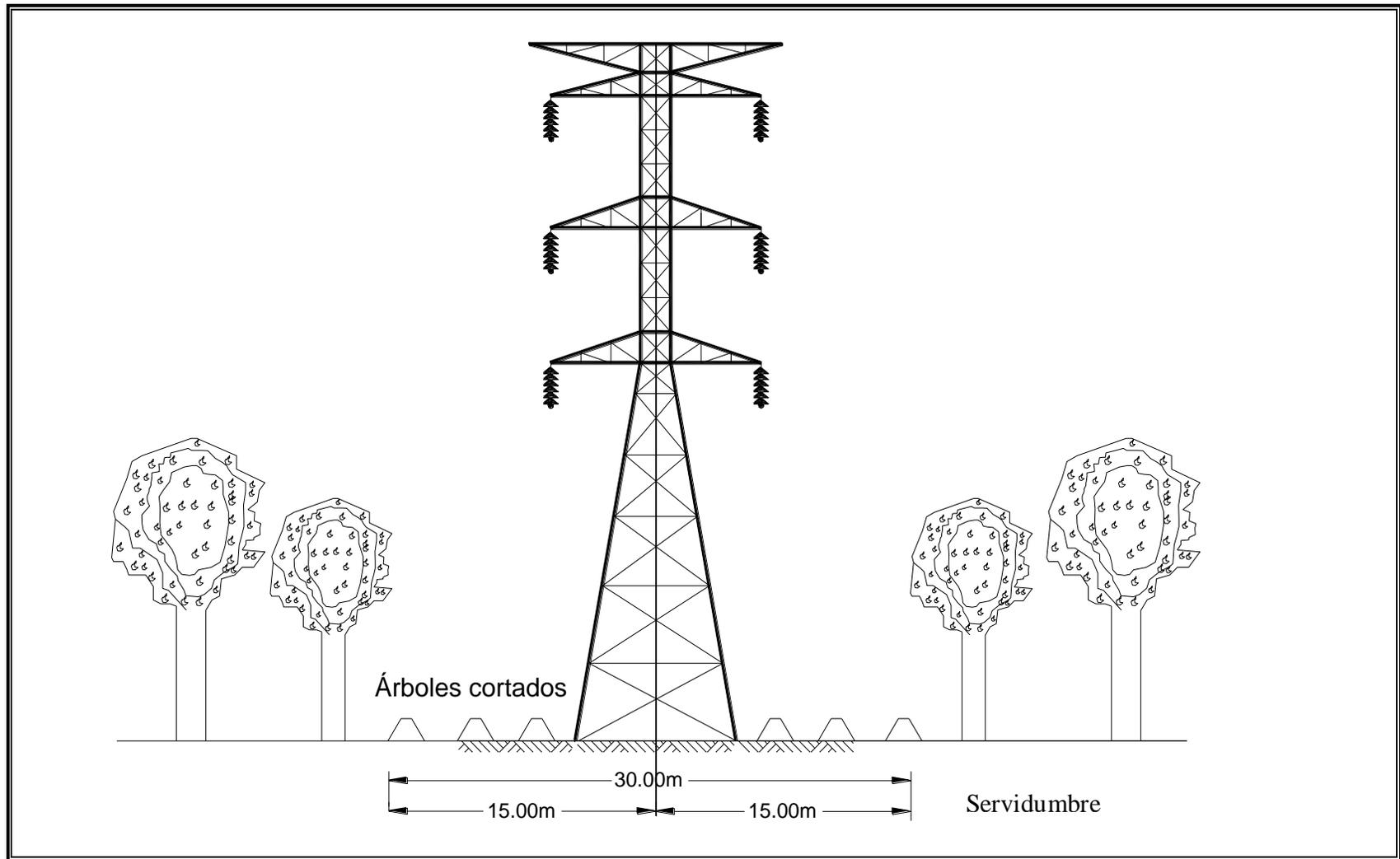
⁵ Altura mínima permitida desde el suelo hasta el primer conductor medida al centro del vano

⁶ Es el fenómeno que ocurre cuando la electricidad puede pasar de un objeto a otro por su proximidad, teniendo como conductor al aire.



AUTOCAD

Figura 2. Componentes básicos de una línea de transmisión eléctrica



AUTOCAD

Figura 3. Representación de la servidumbre en una línea de transmisión eléctrica

2.5.1 Conductores

Son líneas de cables eléctricos separados de forma rígida, cada uno corresponde a una fase y cada tres unidades, conforman un circuito.

2.5.2 Cimentaciones

Corresponden a excavaciones independientes y compactadas que sostienen cada una de las patas de las torres. Las dimensiones de estos hoyos se encuentran en función de las características de la torre, la capacidad de energía a ser transportada y las características propias del terreno.

2.5.3 Hilos de guarda

Se denominan a las líneas delgadas de acero o fibra de vidrio, ubicados en los puntos más altos de las torres. Tienen dos funciones: transportar información y proteger contra las sobretensiones ocasionadas por descargas atmosféricas, actuando como pararrayos, mediante la disipación de la descarga al suelo. Evitando así, que caigan sobre los conductores y provoquen daños al resto de la infraestructura o el corte del suministro eléctrico.

2.5.4 Aisladores.

Son piezas de cerámica o vidrio templado que permiten mantener separadas las líneas entre sí, evitando que los postes contengan energía. Caso contrario, puede ocurrir la electrocución de una persona o un animal.

2.5.5 Grapas

Son unidades metálicas resistentes que sujetan los conductores al brazo de la torre.

2.5.6 Brazos o ménsulas

Se denominan a las partes metálicas de la torre que sostienen a los cables conductores y los hilos de guarda.

2.5.7 Cúspide

Es la parte más alta de la torre donde se encuentran conectados los hilos de guarda.

2.6.8 Cuerpo recto

Corresponde a la estructura donde están contenidos los brazos de la torre

2.5.9 Puestas a tierra

Son barras de cobre o jabalinas ubicadas en las patas de las torres. Tienen como principal función, trasladar al suelo las descargas eléctricas producidas por rayos y que inicialmente fueron absorbidas por los cables de tierra.

2.6 Impactos ambientales ocasionados por una línea de transmisión

Con el establecimiento de una obra de esta naturaleza se provocan impactos variables en el medio ambiente, ya sean positivos o negativos en función del valor paisajístico, económico o ecológico de la zona atravesada y su fragilidad. Algunos de los elementos en términos generales afectados por la presencia y funcionamiento de una línea de transmisión se detallan a continuación:

2.6.1 En el suelo

La remoción de la cobertura vegetal por la apertura de la servidumbre, vías de acceso, instalación de las torres, la circulación de maquinaria y el equipo pesado coadyuvan a que se produzcan procesos erosivos por el impacto directo de las gotas de lluvia y la acción del viento en los terrenos descubiertos (RIBEIRO, O. R.; SCARAMBONE, A. 1998). (Figura 4)

2.6.2 La vegetación

Debido a la construcción de la zona de protección de la línea (servidumbre de 30 m de ancho), se elimina todos los árboles presentes en el tramo que representen peligro para la línea de transmisión. La magnitud del impacto se encuentra en función del valor ecológico y botánico de las especies afectadas y de la superficie descubierta (ARÉVALO, J. 1994). (Figura 5)

2.6.3 Sobre la avifauna

Las torres y los cables se convierten en elementos de reposo, posaderos e incluso lugar para la construcción de nidos para las aves. También pueden provocar su muerte por colisión o electrocución o incluso, interferir el vuelo normal de especies migratorias (ESTACIÓN BIOLÓGICA DE DOÑANA, 1995).

2.6.4 Sobre el paisaje

Se cambian las particularidades originales del paisaje por la introducción de elementos que no coinciden con las características visuales del entorno. La magnitud del impacto producido está determinada por la calidad del ambiente original, los detalles del nuevo elemento a instalar (forma, tamaño, color, etc.) y la percepción del público al cambio.

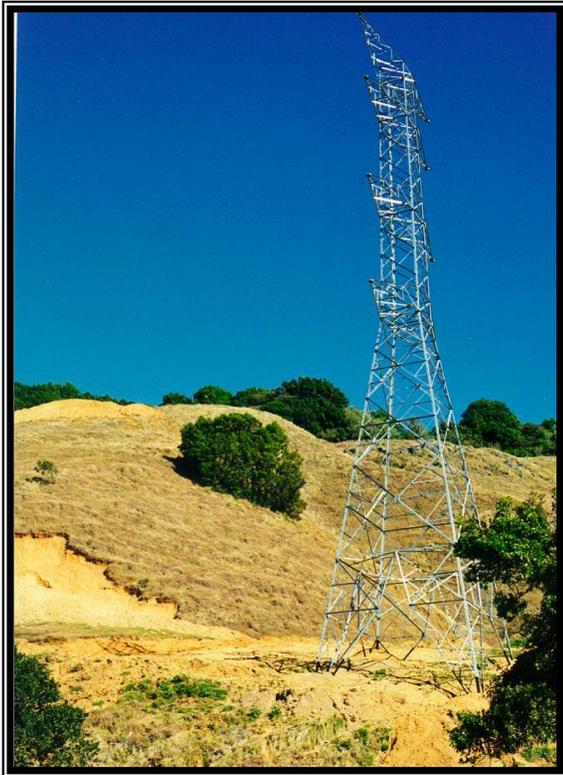


Figura 4 Torre en un área descubierta de vegetación



Figura 5. Corta de árboles en la servidumbre

2.6.5 Limitación para la construcción de otras obras.

Por norma y seguridad vigentes, no se permite que se realice construcciones dentro la servidumbre, lo que limita el desarrollo urbanístico, el deportivo u otras actividades que impliquen infraestructuras.

2.6.6 Sobre la salud humana

La actuación como pararrayos de las estructuras de soporte, es considerada por algunos autores como beneficiosa, por impedir que las descargas atmosféricas caigan sobre otras infraestructuras de interés. Así también, se corren riesgos por descargas eléctricas parciales sobre las personas u objetos que se encuentren situados debajo de la línea, en presencia de gotículas de agua o partículas de tierra (SOIBELSON, 1982).

Como la corriente eléctrica genera campos electromagnéticos (CEM), fenómeno físico, podría producir efectos biológicos sobre los seres vivos expuestos a él, determinados por el tiempo de exposición y la frecuencia; pero todavía no existe una investigación que compruebe de manera determinante los efectos dañinos sobre el organismo o su relación con problemas de algún tipo de cáncer (MORALES, 1995)

2.6.7 Sobre la socioeconomía de la zona

Se logra un incremento de empleos en las localidades cercanas, sobre todo durante la fase de construcción de la línea de transmisión. Se mejora la accesibilidad y se favorece la comunicación vial de los núcleos rurales por la apertura de los caminos. También se cambia el valor de los terrenos circundantes⁷ y se reducen los recursos productivos afectados por la servidumbre (PÉREZ, A.; BUENO, A.; PALACIOS, M. 1994).

⁷ Puede ocurrir un incremento del valor del terreno por la presencia de un camino o disminuir por la presencia de una torre.

2.7 Medidas de mitigación aplicadas en una línea de transmisión

2.7.1 Reducción o ampliación del ancho de la servidumbre

Tradicionalmente la construcción de una faja de seguridad en todo el tramo de la línea de transmisión es de ancho constante. Nuevas experiencias sugieren, que el ancho de las calles se ajuste a las características del sitio y las formaciones vegetales presentes; como resultado se obtiene anchos variables que toman en cuenta la capacidad de crecimiento de la masa vegetal.

2.7.2 Diseño y trazado de rutas previas

Es recomendable que los accesos se adapten al terreno, siguiendo las curvas de nivel, evitando grandes y costosos movimientos de tierra. Se deben buscar zonas agrícolas de menor productividad, áreas abiertas o abandonadas, no atravesar zonas densamente arboladas y evitar zonas de alto interés ecológico como las áreas protegidas (Figura 6).

2.7.3 Diseño de las torres

Se prefiere el uso de patas desiguales para que se adapten al relieve en terrenos con pendientes o topografía irregular, reduciendo así movimientos de tierra innecesarios.

La colocación de torres de mayor altura, constituye una buena opción en aquellos lugares con masas forestales de alto valor ecológico. Permite que los conductores en su punto más bajo, se encuentren a varios metros por encima del arbolado y no involucren un riesgo para ambos. Otra buena alternativa es el empleo de apoyos tubulares, que tienen un área de ocupación de 5 m² aproximadamente, produciendo menor impacto en el paisaje comparado contra una torre metálica que ocupa de 100 m² aproximadamente (Figura 7).



Figura 6. Instalación de torres en áreas despejadas



Figura 7. Torres tubulares de menor impacto (5 m^2) utilizadas en Bolivia-Suramérica

2.7.4 Corta selectiva del arbolado

Talar lo estrictamente imprescindible, valorando el desarrollo máximo de cada especie presente en la servidumbre. Es recomendable considerar la especie, la distancia del árbol al vano, el número de individuos por clase diamétrica, la inflamabilidad de las especies, el volumen por especie y clase diamétrica. La relación de árbol a cortar por vano está determinada sobre todo por las características topográficas del área (Figura 8).

Se sugiere “mantener al máximo la capa herbácea y arbustiva en las zonas afectadas por las obras, así como establecer una cubierta vegetal, con especies que no afecten la seguridad de la línea” (PÉREZ, A.; BUENO, A.; PALACIOS, M. 1994).

2.7.5 Señalización de cables

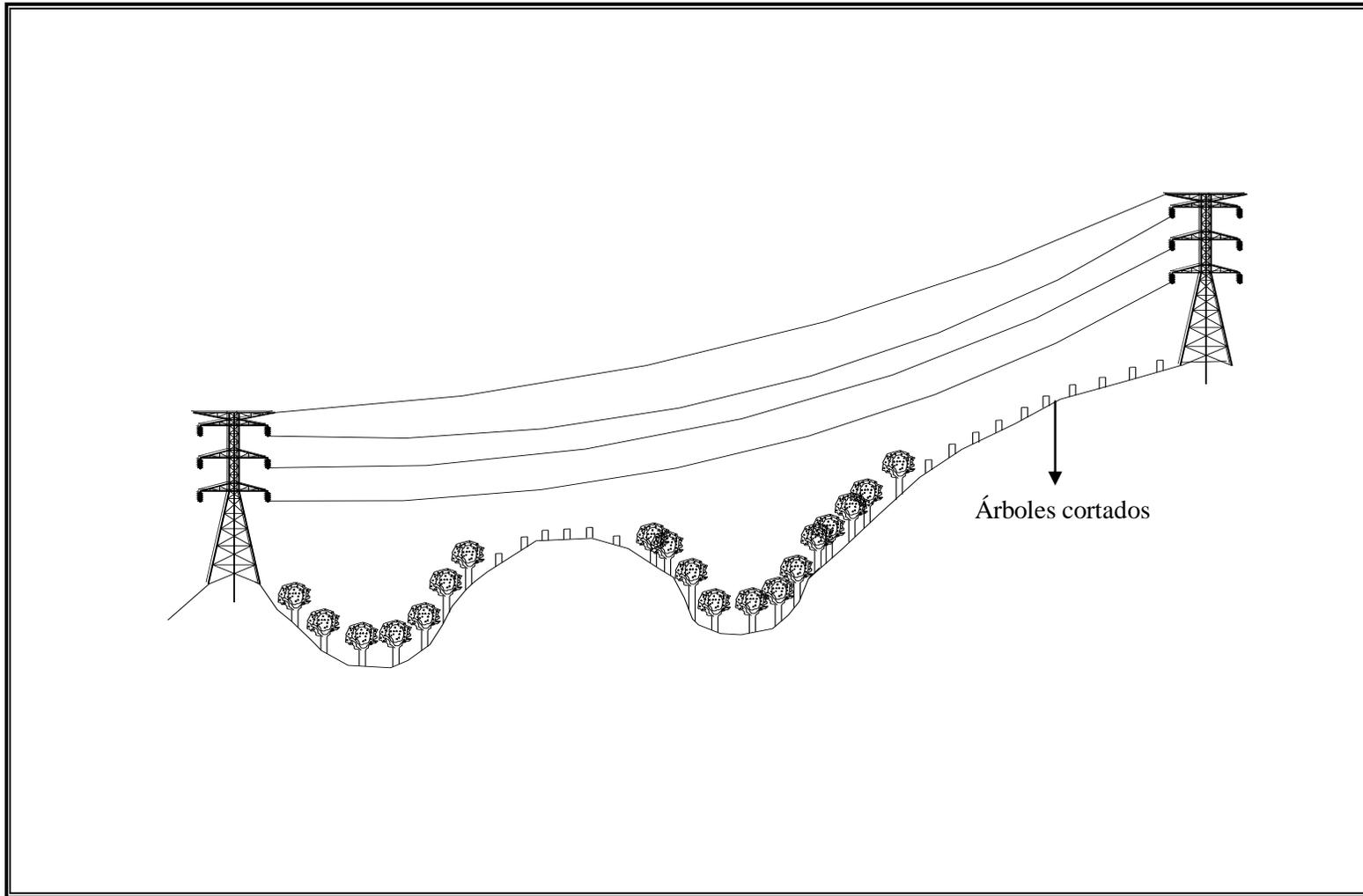
Una buena iniciativa que hoy en día se efectúa es el uso de señalizaciones como espirales de PVC, esferas y otros artefactos que son llamados “salva pájaros”. Están instalados en los cables de tierra, permitiendo que sean más visibles para las aves y así estas, tengan mayores posibilidades de modificar su trayectoria evitando colisionar.

2.7.6 Tendido de cables

Con la ayuda de un helicóptero de aerodelismo, se puede tender los cables conductores y evitar un impacto directo sobre la cobertura vegetal. También es utilizado para el cruce de un desfiladero o un valle profundo.

En Costa Rica la estrategia que se viene realizando para el tendido de cables varía desde el uso convencional de un helicóptero, hasta el empleo de un cañón rudimentario que dispara una línea guía que permite su tendido.⁸ (Figura 9 y 10)

⁸ VALVERDE, R Geólogo. Gestión Ambiental para Telecomunicaciones-ICE (comunicación personal).



AUTOCAD

Figura 8. Propuesta de eliminación de árboles con relación a la topografía del terreno



Figura 9. Uso de un helicóptero para el transporte de torres, en la línea de transmisión Lindora-Parrita



Figura 10. Transporte de torres con helicóptero

2.7.7 Capacitación del personal

Toda empresa dedicada al sector energético en las áreas de generación, transporte y distribución, debe capacitar a sus técnicos en temas ambientales, para una mejor planificación y ejecución de trabajos (GRACIA, S.; ORDÓÑEZ, F. 1994).

2.7.8 Revegetación

Se identifican zonas con mayor impacto por erosión. En ella se procede a la siembra de herbáceas y matorral de rápido crecimiento, evitando el golpe de la lluvia y el viento de forma directa.

2.8 La reforestación, alternativa para la mitigación de impactos

Anteriormente se señaló que la cobertura arbórea presente en la servidumbre y los sitios de torres, es removida por todas las actividades que se llevan a cabo durante la fase de construcción de una línea de transmisión.

Como una medida de mitigación se debe proceder a la restauración mínima del área afectada a través de la plantación de árboles y arbustos nativos, con el fin de facilitar el proceso de sucesión y recuperación de la cobertura vegetal original. Caso contrario, se corre el riesgo de que se produzcan efectos negativos (erosión, compactación, lavado de nutrientes, escorrentía, etc.); que se intensificarán con la presencia de altas pendientes, fuertes vientos y actividades de sobre pastoreo.

Es de esta manera que el EsIA, señala que al efectuar la corta de árboles, también tiene que realizarse su reposición con la siembra de 5 por cada árbol cortado en todo la línea de transmisión Lindora-Parrita (EsIA, 2000).

La reposición vegetal, produce efectos positivos tanto para el propietario como para el ambiente en general que a continuación se señalan:

- a. Abastecimiento de productos forestales: el repoblamiento forestal con especies comerciales constituye una buena oportunidad para percibir ingresos por concepto de venta de madera, leña, carbón o extractivos.
- b. Recuperación de suelos degradados: permite aumentar el proceso de reciclaje de nutrimentos y con ello, también se favorece las características físicas del suelo (drenaje, profundidad, porosidad, aumento de la materia orgánica, etc.).
- c. Reducción de los procesos erosivos: a través de la protección y fijación del suelo por las raíces de los árboles establecidas, impidiendo su lavado y la consiguiente sedimentación.
- d. Protección contra el viento: disminuyen la velocidad del viento, evitando el daño de superficies cultivos agrícolas y un aumento en la erosión eólica.
- e. Amortiguador del efecto invernadero: a través de la fijación o captura de dióxido de carbono (CO₂) y otros contaminantes de la atmósfera.
- f. Hábitat para la fauna silvestre: constituye un lugar para la protección, alimentación, sitios de procreación o nidificación y desarrollo de una mayor diversidad de especies animales.

Por tanto, la inversión para el establecimiento de una masa forestal tiene que ser desde una perspectiva más amplia e integral; tomando en cuenta todos los beneficios y servicios ambientales de la reforestación.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción general del área de estudio.

Este trabajo fue realizado en el último tramo San Francisco-Parrita de la línea de transmisión Lindora-Parrita, dentro el área de influencia⁹ establecida en el Estudio de Impacto Ambiental y a lo largo de toda la línea con una longitud aproximada de 24 Km.

Empieza en San Francisco de León Cortés, que pertenece al distrito No 3 (Llano Bonito), cantón N° 20 (León Cortés) de la provincia de San José. Atraviesa las localidades de Parritilla, luego el Alto de la Araña, los Altos de Aguacate, Bijagual y El Carmen¹⁰, hasta llegar finalmente a la localidad de San Rafael Norte¹¹, que pertenece al cantón No 9 (Parrita) de la provincia de Puntarenas (Anexo 1).

3.2 Levantamiento y procesamiento de datos de campo

3.2.1 Estratificación de la línea de transmisión tramo San Francisco-Parrita

Se procedió a la estratificación del tramo final de la línea de transmisión, San Francisco de León Cortés-Parrita en tres estratos, siguiendo un patrón altitudinal cada 700 metros. El propósito fue facilitar la identificación de especies forestales y frutales, que se desarrollen o posean requerimientos altitudinales de crecimiento acorde a esta estratificación.

⁹ Faja de 750 m a cada lado de la línea de transmisión, en el que se establece efectuar medidas de mitigación.

¹⁰ Ubicación la construcción de la casa de máquinas y el túnel del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís (PH-Pirrís).

¹¹ Ubicación de la subestación Parrita (ST-Parrita).

El primer estrato, se encuentra comprendido desde el nivel del mar hasta los 700 msnm; el segundo corresponde desde los 700 hasta los 1500 msnm y finalmente el tercer estrato comprende por encima de los 1500 msnm.

3.2.2 Ubicación de propietarios afectados por la línea de transmisión

Se utilizó un listado de dueños de las fincas afectadas por la construcción de la línea de transmisión durante el establecimiento de torres, apertura de los caminos de acceso y las servidumbres; proporcionado por el ingeniero Rosales¹². Se consideró a los dueños, a partir de la señora Olga Espinoza de Camacho (San Francisco) hasta la propiedad del señor Víctor Fallas Solís al final de la línea de transmisión, en San Rafael Norte.

Mediante visitas domiciliarias, se les informó sobre la propuesta para reforestar en sus predios, como medida de mitigación y compromiso ambiental del ICE al momento de la construcción de la línea de transmisión Lindora-Parrita. Se procedió a levantar la información utilizando un formulario de entrevista (Anexo 2).

3.2.3 Elaboración de modelos de reforestación

Inicialmente se consideraron 4 diseños o modelos de establecimiento de árboles forestales. Luego fueron propuestos a cada finca afectada para su consideración, acorde a las características de la zona y las posibilidades de superficie del propietario como se resume en el siguiente cuadro.

¹² ROSALES, Wagner 2002. Ingeniero Forestal. Recursos Forestales-ICE (Comunicación escrita).

Cuadro 3. Modelos de reforestación propuestos para las fincas afectadas

BLOQUES	ÁRBOLES EN LÍNEA	ÁRBOLES CON CULTIVOS	PROTECCIÓN
En superficies > a 300 m ² Con una o varias especies (mixtas)	En áreas de potreros, pastos o delimitación de propiedades	Asociados a cultivos agrícolas	Para nacientes y áreas con problemas erosivos

3.2.4 Búsqueda y selección de árboles forestales y frutales

Se recopiló información de especies forestales nativas, con un rango altitudinal de crecimiento y desarrollo acorde a la estratificación del tramo San Francisco-Parrita. Además se consideró los árboles que los propietarios sugirieron para su empleo en la reforestación.

Estas especies, no fueron escogidas exclusivamente por razones económicas (madera); si no también por brindar otros beneficios como belleza escénica (ornamentales), ofrecer protección, reposo y alimento para la fauna; además proteger áreas susceptibles (nacientes), y servir de barrera para procesos erosivos o la extracción de sustancias medicinales.

Además, de las especies forestales propuestas para la realización de la reforestación, se consideró la posibilidad de incluir árboles frutales.

3.2.5 Negociación de las áreas a reforestar

Se solicitó a los propietarios interesados en reforestar, que cada uno de los sitios donde se plantarán los árboles; con el objetivo de favorecer el transporte de éstas y las labores de establecimiento, posean dos características:

- a. Accesibilidad: que los sitios se encuentren relativamente cercanos, o posean un camino de acceso en buenas condiciones.

- b. Topografía: no muy pronunciadas o empinadas. Solo es considerado fuertes pendientes en caso de protección de nacientes.

Se consideró un área máxima a reforestar de 1,5 ha por cada propietario, con ello se pretendió cubrir una superficie equivalente al área afectada por la construcción de la servidumbre en el último tramo de la línea de transmisión (72 ha).

Cada uno de los sitios fueron luego ubicados en un mapa, para determinar cuantos se encuentran dentro la faja de influencia del proyecto.

3.2.6 Identificación de áreas específicas con problemas erosivos graves

Se identificaron mediante el recorrido del tramo, áreas específicas con grandes problemas de erosión debido a la instalación de las torres y/o la construcción de los caminos de acceso. En estas superficies afectadas, se propone efectuar acciones de mitigación de los procesos erosivos que estén ocurriendo.

3.2.7 Estimación de costos generales para la propuesta de reforestación

3.2.7.1 Adquisición de árboles forestales y frutales

La obtención de árboles puede efectuarse, mediante la producción en viveros del Instituto Costarricense de Electricidad o la compra en el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú.

En la primera opción el vivero de La Garita, propiedad del ICE, no cuenta con costos oficiales de producción de los árboles forestales que produce. Por tanto solo se efectuaron los cálculos

para la cantidad total de árboles a requerir en la reforestación, considerando un costo estimado de 80 Colones/planta¹³ que equivale a 0,22 Dólares¹⁴.

En la segunda opción, el precio de cualquier especie forestal en el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú es de 120 Colones (0,34 Dólares). Mientras las especies frutales por ser injertadas tienen un costo de 800 Colones/planta.¹⁵ equivalente a 2,25 Dólares.

De esta manera, se estableció que por cada 15 árboles forestales que los propietarios accedan a reforestar se les pueda obsequiar como máximo un solo árbol frutal.

3.2.7.2 Transporte de árboles forestales y frutales

Si se producen los árboles forestales en La Garita, se tendría que transportar primeramente a un centro de acopio y luego a los sitios de reforestación. En caso de proceder a la compra de árboles al Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú, los árboles forestales y frutales tendrían que ser trasladados desde este Centro, a los sitios de reforestación en vehículos de propiedad del ICE.

Para efectuar los cálculos de costos de transporte se tomó en cuenta el consumo de combustible efectuado en un día por un vehículo del ICE (equivalente a un jornal). El recorrido se realizó desde las instalaciones del Instituto Costarricense de Electricidad en San José, hasta llegar a la localidad de San Rafael Norte de Parrita siguiendo el trazo de la línea de transmisión.

Las características del vehículo que podría emplearse para el traslado de árboles, se detallan en el Anexo 3.

¹³ HERNÁNDEZ, Omar. 2002 Ingeniero Forestal. Recursos Forestales-ICE (Comunicación personal).

¹⁴ Tipo de cambio: 355,61 Colones por 1 Dólares Americanos al 27/05/02.

¹⁵ CORDERO, Francisco. 2002 Administrador del Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú Tarrazú (Comunicación personal)

3.2.7.3 Actividades de establecimiento de los árboles forestales

Los costos de cada una de las actividades de establecimiento (producción, transporte, siembra, chapea, etc.) para cada una de las etapas de implementación de la propuesta de reforestación, fueron calculados con base en los datos referenciales de los rendimientos en jornales para plantaciones de árboles en bloque y en línea para el Pacífico Central¹⁶ (Apéndice 1).

Estos rendimientos, consideran el establecimiento de 1111 árboles por hectárea utilizando un distanciamiento de 3x3m y un diseño cuadrangular.

Para efecto de este trabajo, se tomó en cuenta el costo del jornal pagado en el ICE que es de 3798 Colones (10,68 Dólares Americanos). El requerimiento de 1283 árboles por hectárea con un distanciamiento de 3x3m, diseño “pata de gallo” (para árboles en bloque), y 500 árboles por kilómetro con un distanciamiento cada 2 metros (para árboles en línea). Luego se procedió a la conversión de los jornales en cada uno de los modelos de reforestación, utilizando las siguientes fórmulas:

- a. Conversión de jornales, diseño cuadrangular a diseño tres bolillo o pata de gallo

$$J_2 = D_2 \times (J_1 / D_1)$$

Donde:

D_1 = densidad de 1111 árboles/ha (cuadrangular)

D_2 = densidad de 1283 árboles/ha (pata de gallo)

J_1 = jornales utilizados para 1111 árboles/ha (chapea, siembra, rodajea, etc.)

J_2 = jornales requeridos para 1283 árboles/ha.

¹⁶ GÓMEZ, M.; REICHE C. 1996 Costos de Establecimiento y Manejo de Plantaciones Forestales y Sistemas Agroforestales” CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 16-22.

- b. Cálculo de jornales, para un determinado número de árboles en plantación en bloque

$$\mathbf{J = n \times (J_2 / D_2)}$$

Donde:

J = cantidad de jornales requeridos para un determinado número de árboles

n = número de árboles a sembrar

J₂ = jornales requeridos para 1283 árboles

D₂ = densidad de 1283 árboles/ha (pata de gallo).

- c. Cálculo de jornales, para plantación de árboles en línea

$$\mathbf{J = N \times (J_2 / n)}$$

Donde:

J = cantidad de jornales requeridos para un determinado número de árboles utilizando un distanciamiento cada 2 m

N = 500 árboles plantados en un kilómetro utilizando un distanciamiento cada 2 m

J₂ = jornales requeridos para la plantación de 665 árboles/Km.

n = 665 árboles plantados en un kilómetro utilizando un distanciamiento cada 1,5 m.

3.2.7.4 Compra y entrega de fertilizantes e insecticidas

Se propone que al momento de la siembra de los arbolitos se emplee fertilizante. El objetivo es favorecer el establecimiento y sobrevivencia de los árboles. De la misma manera, se plantea la entrega de insecticida para el control de zompopas (*Atta sp.*) para que cada finquero que acepte reforestar, se encargue de efectuar esta labor.

Por tal motivo, mediante comunicación telefónica, se contactó a trabajadores de COOPEPURISCAL para obtener los precios referenciales de fertilizantes e insecticida para el combate de zompopas (*Atta sp.*). A continuación se detallan los insumos elegidos para su uso durante la implementación de este documento:

- a. MIRECK, insecticida para control de zompopas (*Atta sp.*)

1450 Colones 1,5 Kg., equivalente a 4,08 Dólares¹⁷

- b. Fertilizante NPK-12-24-12

3900 Colones saco de 45 Kg., equivalente a 10,97 Dólares (dosificación recomendada = 45 g/planta).

3.2.7.5 Elaboración de escenarios económicos para la reforestación

Se plantean 6 escenarios económicos, en caso de proceder a la compra de los árboles forestales y frutales en el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú o la producción de los árboles forestales en los viveros del ICE.

¹⁷ Tipo de cambio: 355,61 Colones por cada Dólar Americano al 27/05/02.

El objetivo es comparar cada uno de ellos y así determinar la opción más favorable para realizar la reforestación, siendo el Instituto Costarricense el responsable de su implementación.

En cada uno de ellos, se efectuaron los cálculos de implementación, considerando la adquisición de los árboles forestales y frutales, su transporte, el costo de su establecimiento (siembra y mantenimiento) o solo su entrega y finalmente el obsequio de fertilizantes e insecticidas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Estratificación y descripción de aspectos biofísicos del área de estudio

Existe una diferencia altitudinal a lo largo del tramo San Francisco-Parrita desde los 2200 msnm (Alto de la Araña) hasta los 30 msnm en la costa pacífica de Parrita. Esto permitió la división del tramo en tres estratos como se observa en el siguiente cuadro

Cuadro 4 Estratos presentes en el tramo San Francisco-Parrita

ESTRATO	RANGO ALTITUDINAL (msnm)
Bajo	30 a 700
Medio	700 a 1500
Alto	> 1500

4.1.1 Estrato bajo (30 a 700 msnm)

Según el mapa altitudinal elaborado, este tramo está comprendido por la localidad de San Rafael Norte hasta Parrita en la costa del Pacífico, con una diferencia altitudinal desde los 30 hasta los 700 m (Anexo 4).

Corresponde a una zona de transición climática y vegetal. Presenta un relieve topográfico irregular en la parte alta con pendientes de 30 a 60 %; mientras en la parte más baja el relieve es más regular hasta llegar a la costa con pendientes menores al 15% (Anexo 5).

Según el mapa de suelos, en este estrato los suelos corresponden al tipo Typic Tropohumult principalmente. (Anexo 6).

La clasificación de la zona de vida para este tramo, corresponde a un bosque muy húmedo tropical (bmh-T) (Anexo 7).

La vegetación es mucho más abundante que en los anteriores dos estratos, por la presencia de clima más caliente y húmedo sobre todo en invierno. Entre las especies que más sobresalen en este estrato, se encuentran el surá, (*Terminalia amazonia*), cedro amargo (*Cedrela odorata*), y el gallinazo (*Jacaranda copaia*).

Los cauces de agua más importantes que se encuentran en el sector son el Río Seco, que tiene la particularidad de movilizarse entre aluviones¹⁸, el Pocarito, y el Valeria (Anexo 8).

Según el mapa de capacidad de uso, las tierras en este estrato son aptas para la producción forestal, cultivos agrícolas y pastos para la crianza de ganado (Anexo 9).

En la figura 11 se observa con línea azul, que la línea de transmisión se encuentra muy cerca de la costa de pacífico (Parrita). La actividad predominante es el cultivo de la palma africana seguido de la ganadería, con la presencia de pequeñas plantaciones de teca y melina.

La subestación de Parrita, punto final de la línea de transmisión Lindora-Parrita, se está construyendo en esta zona.

4.1.2 Estrato medio (700 a 1500 msnm)

Está conformada por la localidad del Alto de Aguacate, Bijagual hasta El Carmen. Presenta una diferencia altitudinal desde los 700 hasta los 1500 msnm (Anexo 4). Tiene una topografía montañosa, pero con presencia de valles (Figura 12).

¹⁸ Fenómeno que ocurre frecuentemente, cuando el caudal del río es insuficiente para su desplazamiento por la superficie



PANAVUE IMAGEASSEMBLER

Figura 11. Construcción de la línea de transmisión en el estrato bajo, localidad de San Rafael Norte de Parrita



PANAVUE IMAGEASSEMBLER

Figura 12. Construcción de la línea de transmisión en el estrato medio, localidades de Bijagual y El Carmen

Las pendientes varían en la parte alta desde 30% a 60%, las partes bajas desde 15 hasta 30%; y con suelos que se caracterizan por pertenecer al tipo Ustic Haplohumult (Anexo 5 y 6).

Las localidades del Alto de Aguacate y Bijagual, pertenecen a la clasificación de Bosque Pluvial Premontano (bp-P). El Carmen corresponde a bosque muy húmedo transición a basal (bmh-P▽) (Anexo 7).

El río Pirrís es el más significativo en este tramo. Las nacientes de la zona alta, convergen sus aguas a este torrente, convirtiéndolo en un cauce de amplio caudal y por ello sólo puede cruzarse en época de verano (Anexo 8).

La vegetación en esta zona se caracteriza por tener una mayor diversidad de especies, de flora y fauna en comparación con el estrato alto. Pero a pesar de existir claros en los que se siembra pasto para el ganado, todavía existen zonas boscosas donde la especie forestal que más sobresale por su gran tamaño, es el espavel (*Anacardium excelsum*) (Figura 13).

Según el mapa de uso de suelo, las tierras en este estrato son aptas para la producción forestal, la preservación de la flora y fauna o para la protección de la recarga acuífera (Anexo 9).

En la actualidad las principales actividades económicas que se desarrollan en esta zona son la ganadería y la agricultura. Los cultivos más comunes son el café, yuca, aguacates y plátano; asimismo existen plantaciones de especies forestales como la teca, el surá, jaúl, y cipreses.

4.1.3 Estrato alto (> 1500 msnm)

Se encuentra conformada por San Francisco, la localidad de Parritilla y el Alto de la Araña. Presenta una diferencia altitudinal desde los 1520 msnm (iglesia de Parritilla) hasta los 2200 msnm (Alto de la Araña) (Anexo 4).

El relieve topográfico en su mayoría es montañoso, con fuertes pendientes desde 60% hasta mayores a 75%; pero también existen pequeñas superficies de valles con pendientes desde 15 hasta 30% (Anexo 5).

Está principalmente formado por suelos del tipo Ustic Haplohumult con una pequeña influencia en la localidad de Parritilla, del suelo tipo Fluvaquentic Eutropept (Anexo 6). La vegetación predominante son parches de bosque remanente de encinos, asociados a epifitas y orquídeas, típico en lugares con presencia de neblinas.

Se atraviesan 2 tipos de zona de vida según la clasificación de HOLDRIGE. San Francisco, se encuentra clasificado como bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB). Parritilla y el Alto de La Araña, pertenecen a un bosque pluvial montano bajo (bp-MB) (Anexo 7).

La línea de transmisión, se encuentra principalmente dentro la cuenca del río Pirrís. Atraviesa sus principales nacientes en la localidad de Parritilla (quebrada Las Delicias), seguido de la naciente del río La Dicha en los Altos de la Araña (Anexo 8).

Según el mapa uso de suelo, la mayor parte estas tierras son aptas para la producción forestal, para la preservación de la flora y fauna o para la protección de la recarga acuífera (Anexo 9).

La principal actividad en este estrato es la ganadería. La siembra del café, es efectuada sobre todo en pequeñas áreas específicas. Anteriormente, toda esta zona estaba cubierta de bosques de encinos (*Quercus spp.*) pero fueron casi totalmente eliminados para dar paso a las actividades agrícolas (Figura 14).

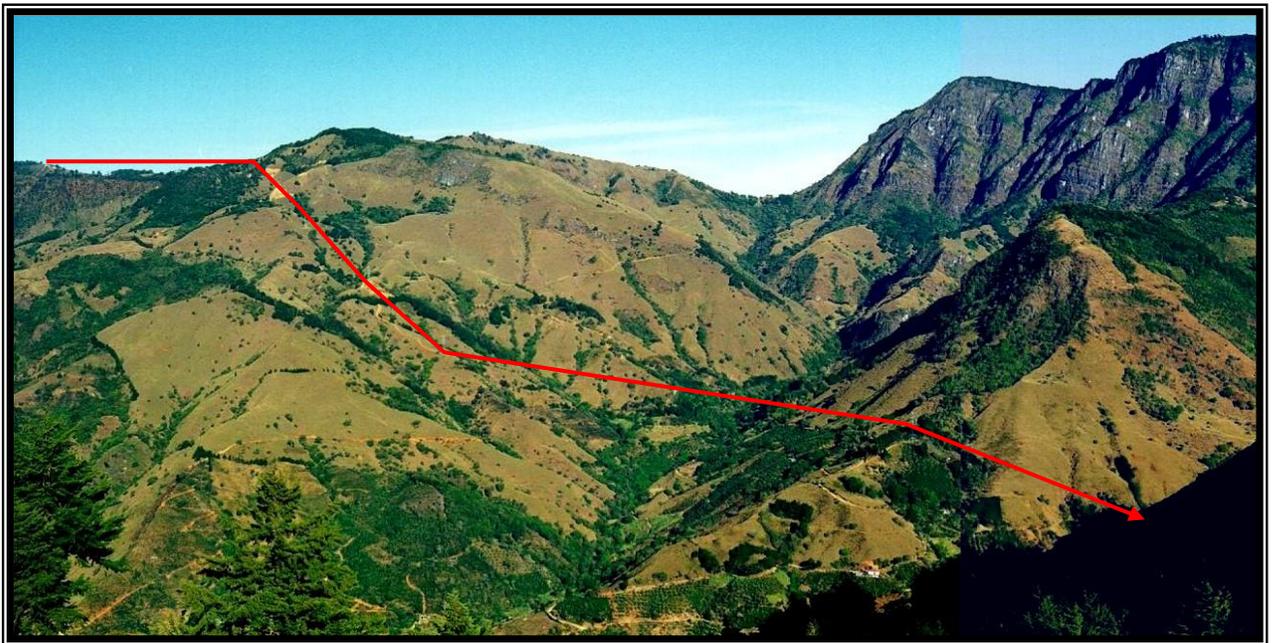
En el cuadro 5, se resume las características de los tres estratos presentes de la línea de transmisión Lindora-Parrita, tramo final San Francisco-Parrita.

En los anexos 10 y 11, se detallan los tipos de zonas de vida y capacidad de uso presentes a lo largo de la línea de transmisión Lindora-Parrita, tramo final San Francisco-Parrita.



PANAVUE IMAGEASSEMBLER

Figura 13. Construcción de la línea de transmisión en el estrato medio, localidades del Alto de Aguacate



PANAVUE IMAGEASSEMBLER

Figura 14. Construcción de la línea de transmisión en el estrato alto, localidades de Parritilla, Cerro Dragón y El Alto de La Araña

Cuadro 5 Resumen de las características biofísicas presentes en el tramo San Francisco-Parrita

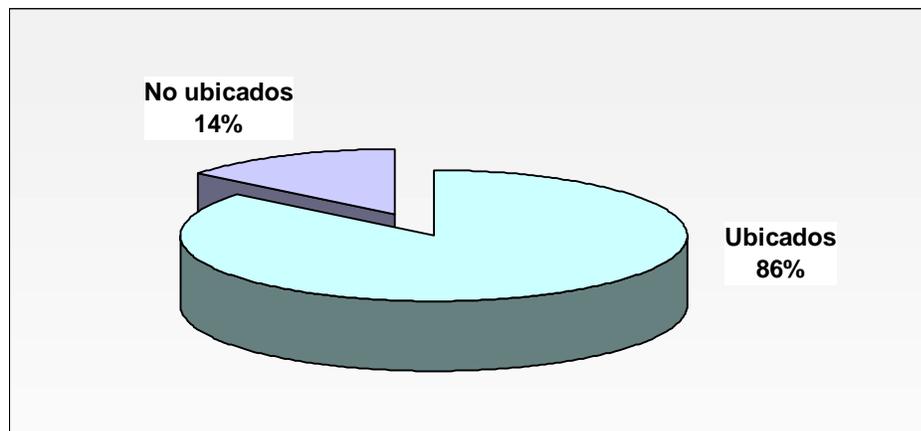
ESTRATO (msnm)	LOCALIDAD	CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS						
		TOPOGRAFÍA	SUELOS	CLIMA	VEGETACIÓN	HIDROGRAFÍA	CAPACIDAD DE USO	USO ACTUAL
BAJO (30-700)	San Rafael Norte	Irregular en la parte alta con pendientes de 30 a 60 %. La mayor parte corresponde a un relieve regular (menores al 15%).	Tipo Typic Tropohumult principalmente	(bmh-T)	Típico de bosque tropical, con especies como el sura, cedro amargo, y el gallinazo.	Río Seco, el Pocarito, y el Valeria.	Producción forestal, cultivos o pastos para la crianza de ganado	cultivo de la palma africana seguido de la ganadería y pequeñas plantaciones de teca y melina.
MEDIO (700-1500)	Altos de Aguacate, Bijagual y El Carmen	Todavía montañoso, con pendientes desde los 30 a 60% y en las partes bajas desde 15 hasta 30%.	Tipo Ustic Haplohumult.	Los Altos de Aguacate y Bijagual, pertenece a bp-P. El Carmen a bmh-PA.	Mayor diversidad de especies, de flora y fauna. El árbol más sobresaliente es el espavel.	El río Pirrís solo se cruza en época de verano.	Producción forestal, preservación de la flora y fauna protección de la recarga acuífera.	Ganadería y agricultura; asimismo existen plantaciones de teca, el sura, jaíl, y cipreses.
ALTO (> 1500)	San Francisco, Parritilla y Alto de La Araña	Montañoso, con fuertes pendientes desde 60% hasta mayores a 75%.	Tipo Ustic Haplohumult con una pequeña influencia en Parritilla, del tipo Fluvaquentic Eutropept	San Francisco, corresponde a bmh-MB. Parritilla y el Alto de La Araña a bp-MB.	Parches de bosque de encinos, asociado a epifitas y orquídeas.	Nacientes del río Pirrís, seguido de la naciente del río La Dicha	Tierras aptas para la producción forestal, para la preservación de la flora y fauna o para la protección de la recarga acuífera	La principal actividad es la ganadería. La siembra del café, es efectuada sobre todo en pequeñas áreas específicas.

Fuente: Mapa Base de Costa Rica, escala 1:50.000 IGM.

4.2 Propietarios afectados dentro el tramo San Francisco-Parrita

Se identificaron en total 50 propietarios afectados por la construcción de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita a lo largo del tramo San Francisco-Parrita (Anexo 12).

De estos, 43 finqueros (86%) pudieron ser contactados y entrevistados y solo 7 (14%) no pudieron ser ubicados como se observa en el siguiente gráfico.



EXCEL

Figura 11. Propietarios del tramo San Francisco-Parrita

Las personas no contactadas, se debió a que no se tuvo suficiente información sobre la ubicación de la vivienda, o al momento de efectuar la visita no se encontraban en su propiedad.

No se tomó en cuenta al señor Víctor Mariano Moreno, tramo San Francisco-Pirris, por que ya está contemplado en una primera propuesta de reforestación¹⁹.

¹⁹ SOLANO, Laura 2001 Propuesta de reforestación, tramo Tarbaca-San Francisco.

En total, de las 50 personas a lo largo de este tramo final, 37 propietarios (74 %), desean que se reforeste en sus fincas asumiendo un modelo específico y 6 (12%) no tienen campo para reforestar como se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Propietarios en el tramo San Francisco-Parrita.

PROPIETARIOS	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
Quieren reforestar en sus fincas	37	74
No tienen campo para reforestar	6	12
No ubicados	7	14
Total	43	100

A cada uno de los sitios a reforestar se les asignó un número acorde al listado de propietarios del anexo 12 y luego fueron ubicados estos en un mapa. Así también aquellos propietarios que no tuvieron campo para reforestar se encuentran ubicados por que sus fincas se encuentran cercanas a la línea (Anexo 13).

Como resultado se tiene que la mayor parte de los sitios se encuentran dentro el corredor de influencia determinado para toda la línea de transmisión y solo 6 se encuentran fuera.

Esto determina que el corredor de influencia establecida, es lo suficientemente ancho para esta línea, por que las medidas de mitigación como corresponde en este caso a la reforestación se encuentran comprendidas dentro los 1,5 Km. del corredor.

Los números 9, 13, 18, 21, 30,43 y 47; que no aparecen en el mapa, corresponden a los propietarios que no pudieron ser ubicados al momento de efectuar el levantamiento de campo.

4.3 Modelos de reforestación propuestos para cada finca

4.3.1 Plantación en bloque

Este modelo está dirigido a aquellos propietarios que cuentan con áreas disponibles para su reforestación, con una superficie mayor a 300 m².

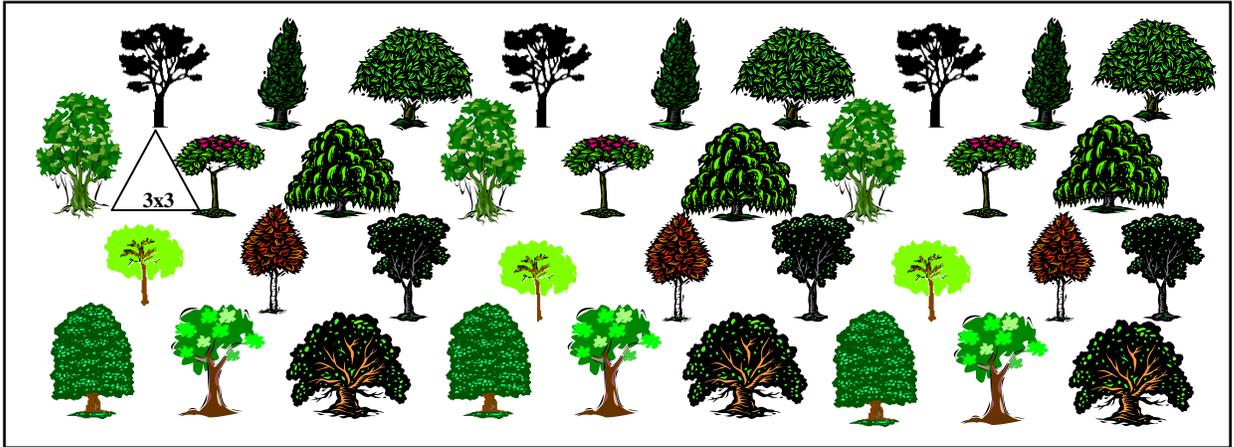
El diseño de siembra a utilizar es “pata de gallo o tres bolillo” preferiblemente, cuando se quiere reforestar en laderas (para disminuir procesos erosivos). También para obtener con fines paisajísticos, un alineamiento perfecto desde cualquier punto de visualización.

Se puede emplear una combinación de varias (reforestación mixta) o solo una especie como se observa en las figuras 15 y 16. La primera es la más recomendable, por ofrecer mayores beneficios para la restauración de la fauna silvestre.

4.3.2 Árboles en línea

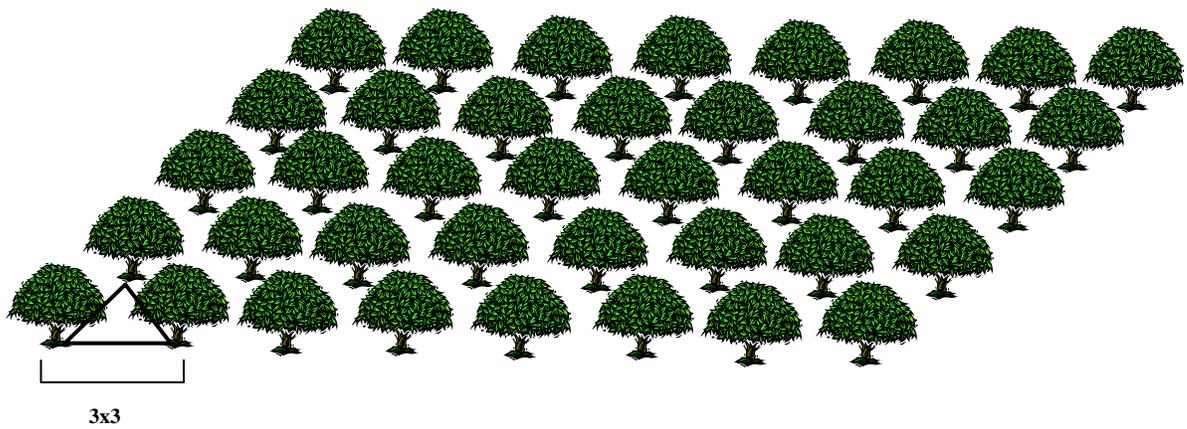
Está dirigido a propietarios con superficies pequeñas o que se dediquen a la ganadería. Radica en la plantación de árboles en forma lineal utilizando una o la intercalación de varias especies y un distanciamiento cada 2 m como se observa en las figuras 17 y 18.

El objetivo es proteger y delimitar propiedades (cercas vivas o árboles en linderos), así también los árboles posteriormente, pueden brindar forraje y leña si se manejan adecuadamente los rebrotes.



POWER POINT

Figura 15 Modelo de reforestación en bloques heterogéneos (varias especies)



POWER POINT

Figura 16 Modelo de reforestación en bloques homogéneos (una sola especie)

4.3.3 Árboles entre cultivos

Este modelo es para aquellos propietarios que se dedican a la agricultura preferiblemente. El propósito es el de establecer un sistema agroforestal mediante la siembra de árboles forestales dentro de los cultivos agrícolas y así favorecer su desarrollo.

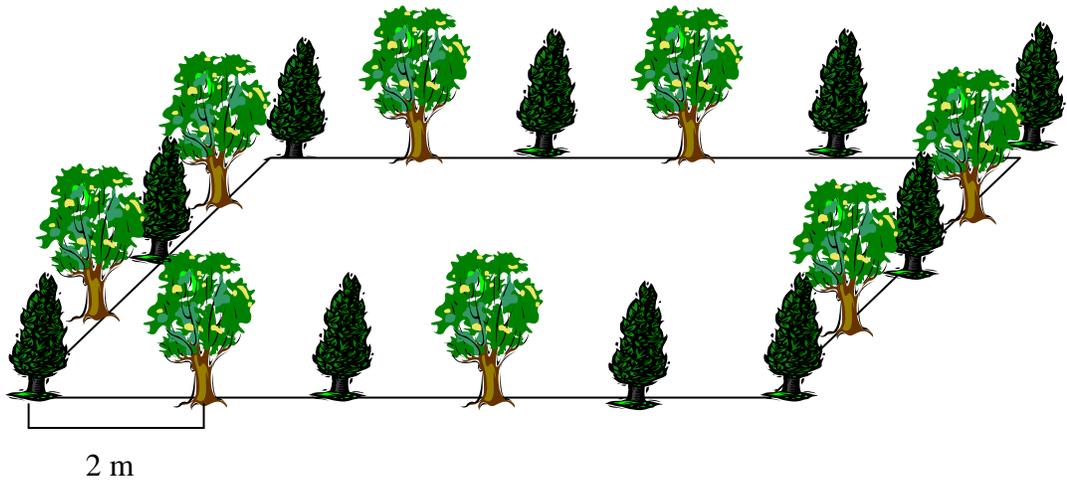
El distanciamiento mínimo recomendable entre árboles es de 6 m. Una longitud menor, podría ocasionar un exceso de sombra o una mayor competencia por nutrientes y agua con el cultivo (Figura 19).

4.3.4 Árboles para protección

El objetivo de este modelo es la protección de áreas específicas con problemas de erosión a través de la siembra de árboles o arbustos de rápido crecimiento. También se puede aplicar para la protección de una naciente cuando el propietario lo sugiera. Se recomienda diversificar las especies que serán empleadas, para beneficiar la fauna asociada a las nacientes.

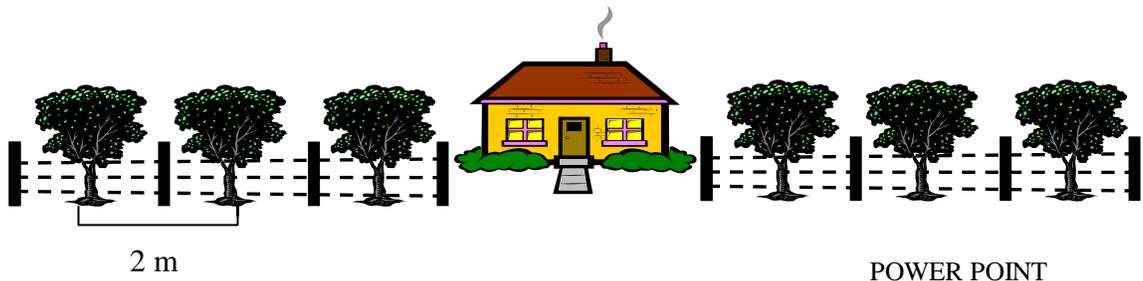
El diseño de siembra recomendado es del tipo “pata de gallo o tres bolillo” por que la topografía irregular presente en nacientes, son más susceptibles a deslizamientos y la erosión.

Por otra parte, también con este modelo se favorecerá a que la materia orgánica producida cuando los árboles se encuentren de gran tamaño, se quede en la plantación y no se acumule con facilidad en la naciente provocando su contaminación (Figura 20).



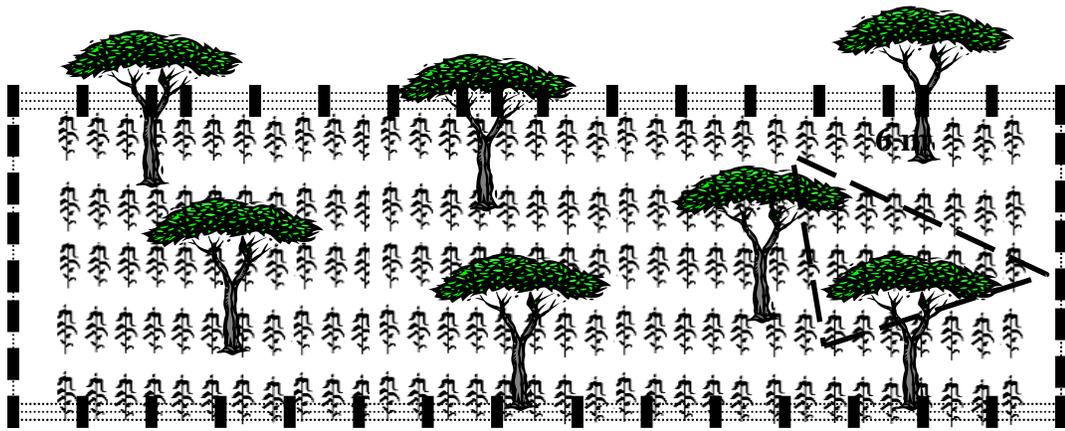
POWER POINT

Figura 17 Modelo de reforestación en línea: árboles en lindero (una o varias especies)



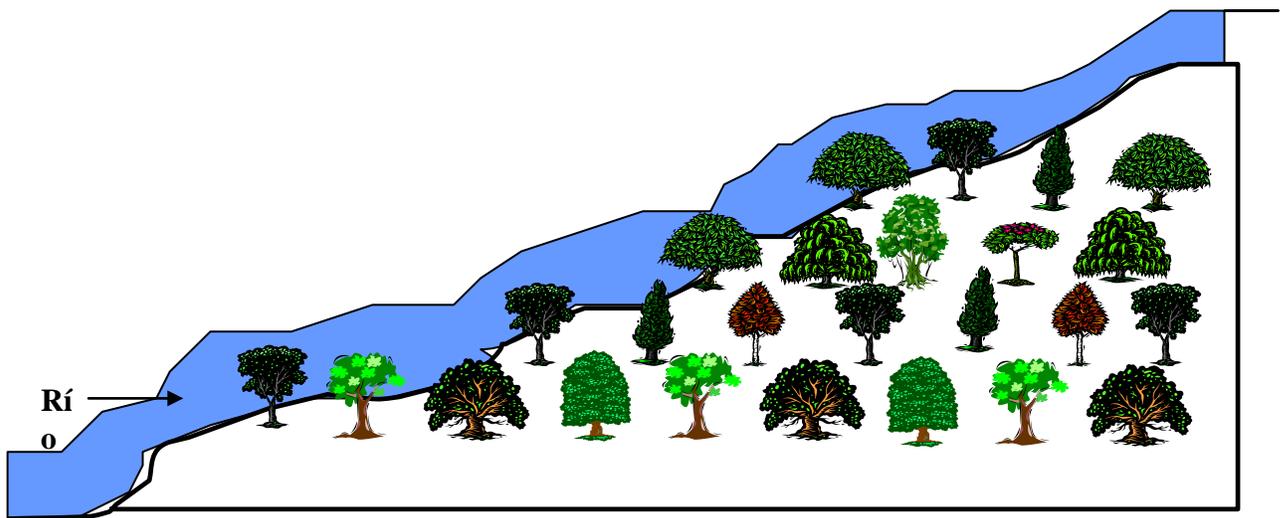
POWER POINT

Figura 18 Modelo de reforestación en línea: árboles en cerca (una sola especie)



POWER POINT

Figura 19 Modelo de reforestación: árboles entre cultivos



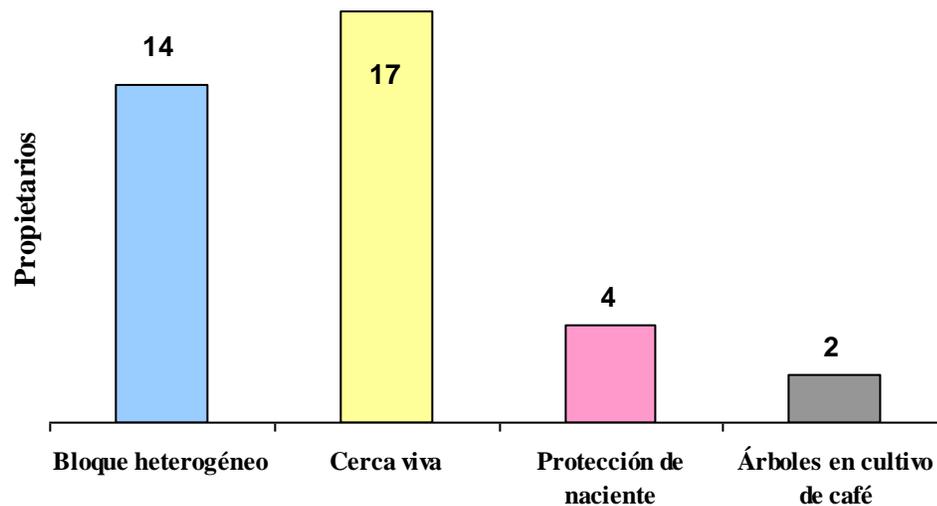
POWER POINT

Figura 20. Modelo de reforestación: árboles heterogéneos para protección

4.4 Relación entre propietarios y los modelos de reforestación planteados

Según las entrevistas efectuadas en todo el tramo, la mayoría de los propietarios (46 %), prefieren el establecimiento de cercas vivas (Anexo 14).

El segundo modelo más aceptado son los bloques heterogéneos con 14 propietarios (38 %). Sólo 2 propietarios (5 %) están dispuestos a sembrar árboles dentro de sus cultivos de café como se observa en la siguiente figura.



EXCEL

Figura 21. Número de propietarios según diseño de reforestación

Esto demuestra que el cultivo del café por la situación actual, ya no es prioritario para los propietarios de la zona y la reforestación con especies forestales es una alternativa económica aceptable. A pesar de que los productos a obtenerse como la madera de estos modelos de reforestación, solo podrán estar disponibles a largo plazo.

4.5 Especies arbóreas a ser empleadas en la propuesta de reforestación

4.5.1 Forestales

Se proponen 29 especies forestales nativas con un rango altitudinal de crecimiento y desarrollo acorde a la estratificación efectuada del tramo San Francisco-Parrita.

De estas especies, 5 poseen un rango de crecimiento exclusivo del estrato alto, 16 están distribuidos tanto en el estrato alto como en el estrato medio y 8 árboles forestales son característicos del estrato bajo como se observa en el cuadro 7.

La mayor parte de estas especies nativas tienen valor comercial porque su madera se emplea en la fabricación de muebles de buena a mediana calidad o para la fabricación de herramientas agrícolas; entre estas especies podemos citar el ronrón (*Astronium graveolens*), el manu (*Vitex cooperi*), y el cristóbal (*Platymiscium pinnatum*).

Por otro lado, varios de estos árboles forestales recientemente están cobrando cada vez más importancia. Una de las razones se debe a que se puede efectuar la extracción de sustancias medicinales que son utilizadas para el tratamiento de dolencias, ejemplo de ello es el colpalchi (*Croton niveus*).

Otro de los motivos muy importantes, es que los frutos o las semillas de algunas especies sirven de alimento para aves y mamíferos que habitan en los alrededores. Los ejemplos más sobresalientes y que son conocidos por los habitantes de la región de Los Santos, son el árbol llamado dama (*Citharexylum donnell-smithii*) y el quizarrá (*Nectandra nítida*), este último produce frutos para la alimentación de los quetzales.

Las características de cada una de las 29 especies forestales nativas para su empleo en la propuesta de reforestación, se resume en el anexo 15.

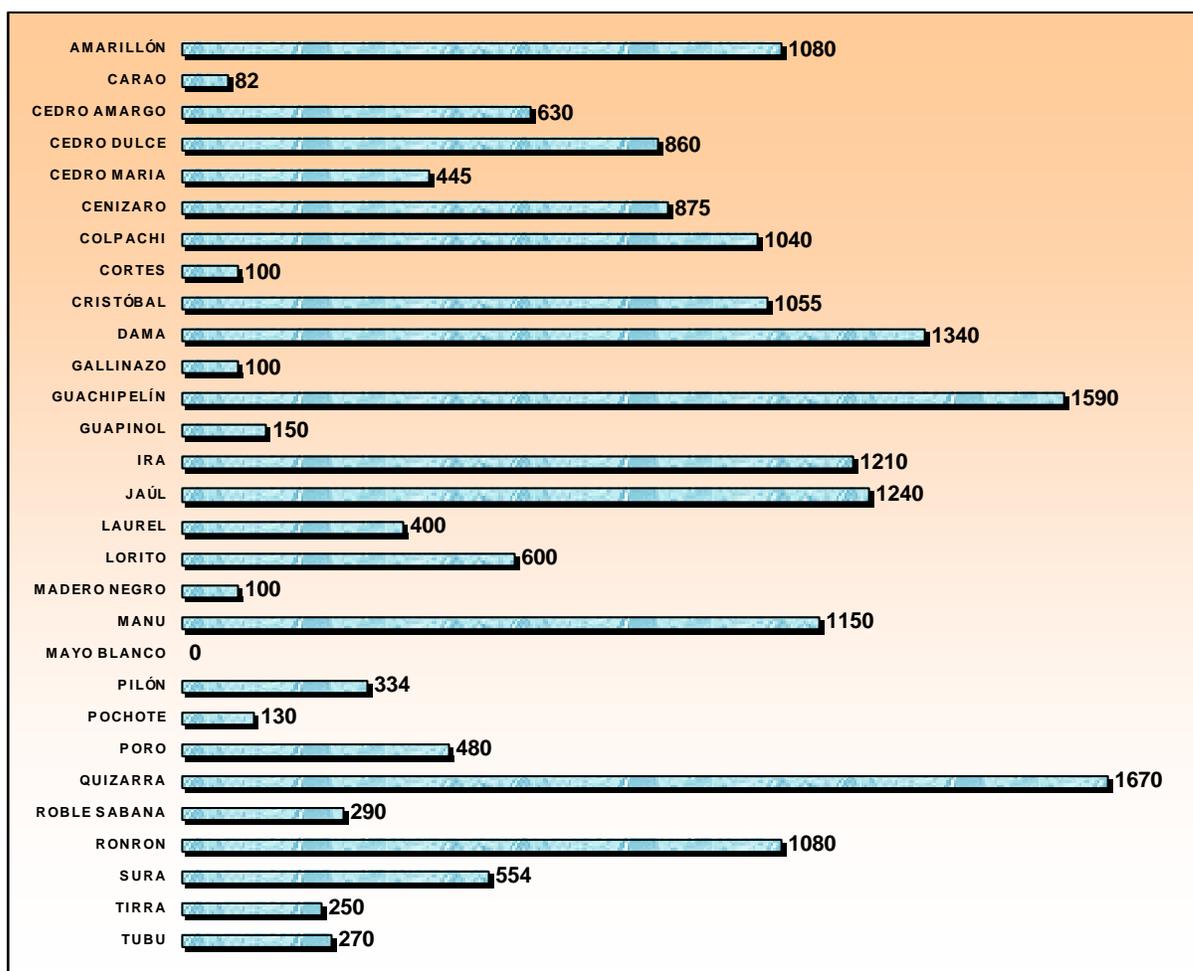
Cuadro 7. Especies forestales recomendadas para los tres tipos de estratos

Nombre Científico	Nombre Común	Familia	ESTRATOS (msnm)		
			> 1500	700-1500	30-700
<i>Terminalia amazonia</i>	AMARILLÓN	Lecythidaceae		=====	=====
<i>Cassia grandis</i>	CARAO	Fabaceae- Caesalpinaceae		=====	
<i>Cedrela odorata</i>	CEDRO AMARGO	Meliaceae			=====
<i>Cedrela tonduzii</i>	CEDRO DULCE	Meliaceae	=====		
<i>Calophyllum brasiliense</i>	CEDRO MARIA	Clusiaceae		=====	=====
<i>Samanea saman</i>	CENÍZARO	Fabaceae- Papilionaceae		=====	=====
<i>Croton niveus</i>	COLPACHI	Euphorbiaceae	=====		
<i>Platymiscium pinnatum</i>	CRISTÓBAL	Fabaceae- Papilionaceae			=====
<i>Tabebuia ochracea</i>	CORTEZ	Bignoniaceae			=====
<i>Citharexylum donnell-smithii</i>	DAMA	Verveniaceae	=====		
<i>Jacaranda copaia</i>	GALLINAZO	Bignoniaceae			=====
<i>Diphysa americana</i>	GUACHIPELÍN	Fabaceae- Papilionaceae		=====	
<i>Hymenaea courbaril</i>	GUAPINOL	Fabaceae- Caesalpinaceae			=====
<i>Nectandra salicina</i>	IRAS	Lauraceae	=====	=====	
<i>Alnus acuminata</i>	JAÚL	Betulaceae	=====	=====	
<i>Cordia alliodora</i>	LAUREL	Boraginaceae		=====	=====
<i>Weinmannia pinnata</i>	LORITO	Cunoniaceae		=====	
<i>Gliricidia sepium</i>	MADERO NEGRO	Fabaceae- Papilionaceae			=====
<i>Vitex cooperi</i>	MANU	Verveniaceae			=====
<i>Vochysia guatemalensis</i>	MAYO BLANCO	Vochysiaceae		=====	=====
<i>Hyeronima alchornooides</i>	PILÓN	Euphorbiaceae			=====
<i>Bombacopsis quinata</i>	POCHOTE	Bombacaceae		=====	
<i>Erithryna sp.</i>	PORO	Fabaceae- Papilionaceae	=====	=====	
<i>Nectandra nitida</i>	QUIZARRÁ	Lauraceae	=====	=====	
<i>Tabebuia rosea</i>	ROBLE SABANA	Bignoniaceae		=====	=====
<i>Astronium graveolens</i>	RONRON	Anacardaceae		=====	=====
<i>Terminalia oblonga</i>	SURA	Combretaceae		=====	=====
<i>Ulmus mexicana</i>	TIRRA	Ulmaceae	=====		
<i>Montanoa hibiscifolia</i>	TUBU	Compositae	=====		

Fuentes: LEÓN, J. y POVEDA, L. 2000; GEILFUS F. 1994; QUESADA et. al. 1997

En total se requieren 19105 árboles forestales para la implementación de la reforestación. Las especies más requeridas por los finqueros para su plantación son el Quizarrá (*Ocotea valeriana*), con una demanda de 1670 árboles y el Guachipelín (*Diphysa americana*) con 1590 árboles.

El Mayo Blanco (*Vochysia guatemalensis*) es la única especie que no fue atractiva para ninguno de los finqueros para ser empleada en la reforestación. También especies como el carao, gallinazo, guapinol y madero negro; son especies con poca demanda como se observa en la siguiente figura 22.



EXCEL

Figura 22 Cantidad de árboles forestales requeridos para la propuesta de reforestación

4.5.2 Frutales

Se recomienda 4 especies de árboles frutales e injertados, para que su incorporación a la propuesta de reforestación; distribuidas en cada uno de los estratos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Especies frutales recomendadas para los tres tipos de estratos

Nombre Científico	Nombre Común	Familia	ESTRATOS (msnm)		
			> 1500	700-1500	30-700
<i>Eriobotrya japonica</i>	NÍSPERO	Rosaceae	=====	=====	
<i>Citrus sinensis</i>	NARANJA	Rutaceae	=====	=====	
<i>Mangifera indica</i>	MANGO	Anacardiacea		=====	=====
<i>Persea americana</i>	AGUACATE	Lauraceae	=====	=====	

Fuente: GEILFUS F. 1994

Estas especies fueron seleccionadas porque además de brindar alimento para el hombre y los animales silvestres a mediano plazo, también son considerados para su empleo en sistemas agroforestales (Anexo 16).

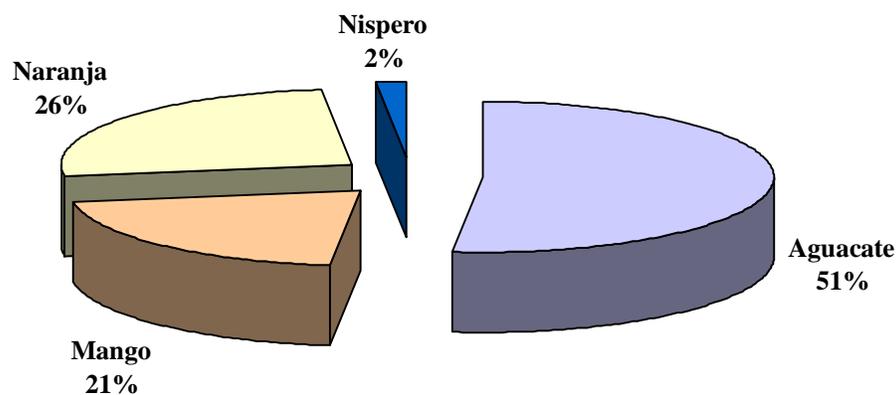
En total se requiere 1286 árboles frutales e injertados, que fueron solicitados para que se adquieran mediante la compra en un vivero y luego sean obsequiadas a los finqueros que aceptaron la propuesta de reforestación como se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Cantidad de frutales solicitadas para la propuesta de reforestación

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD
<i>Persea americana</i>	Aguacate	664
<i>Mangifera indica</i>	Mango	268
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja	334
<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	20
Total		1286

Como el costo de adquisición de una especie frutal es mucho más alto a uno forestal; se consideró un porcentaje máximo de 15% para obsequiar a cada propietario. O sea que por cada 100 árboles forestales sembradas en cada finca, el propietario podría beneficiarse con 15 árboles frutales, esto fue con base a que el énfasis en este trabajo es la reposición de la cobertura forestal y se consideró los árboles frutales como una alternativa de producción a mediano plazo para los propietarios.

El frutal más solicitado para estas propuestas es el Aguacate (*Persea americana*) con 664 árboles (51%) y el menos solicitado es el Níspero (*Eriobotrya japonica*) con 20 árboles que representa un 2% como se observa en la siguiente figura.



EXCEL

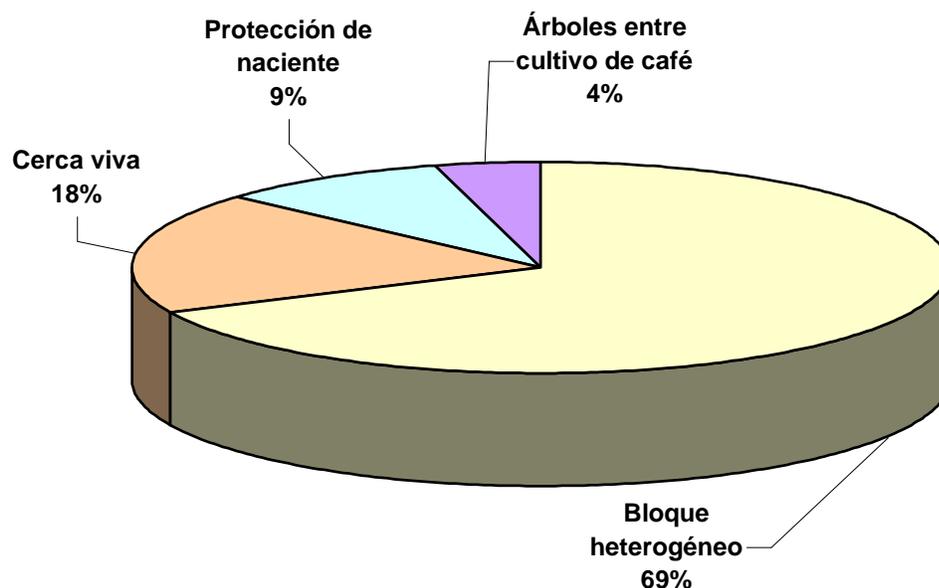
Figura 23. Porcentaje de árboles frutales requeridos

4.6 Cantidad de árboles forestales por especie requerida según modelo de reforestación

De las 29 especies forestales que se emplearán en esta propuesta de reforestación, se necesitarán 13020 árboles forestales para el establecimiento de los bloques heterogéneos. 3525 árboles para el establecimiento de cercas vivas; 1740 serán destinadas para la protección de nacientes y 820 para que sean sembrados dentro de cultivos de café.

En el cuadro 10 se tiene que la mayor diversidad de especies serán empleadas en el establecimiento de los modelos de reforestación en bloques heterogéneos, a pesar de que el mayor número de personas eligieron el diseño para el establecimiento de cercas vivas.

En la figura 24, se observa que el 69 % de los árboles forestales, serían ocupadas en el establecimiento de los bloques heterogéneos y únicamente 820 que representa el 4% se requerirán para el sembrado dentro los cultivos de café.



EXCEL

Figura 24. Porcentaje de árboles forestales requeridos por diseño de reforestación

Cuadro 10. Árboles forestales por especie requeridos en cada diseño de reforestación

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Bloque heterogéneo	Cerca viva	Protección de naciente	Árboles entre cultivo	TOTAL
<i>Terminalia amazonia</i>	AMARILLÓN	625	443	12	0	1080
<i>Cassia grandis</i>	CARAO	0	2	0	80	82
<i>Cedrela odorata</i>	CEDRO AMARGO	100	310	120	100	630
<i>Cedrela tonduzii</i>	CEDRO DULCE	780	0	0	80	860
<i>Calophyllum brasiliense</i>	CEDRO MARIA	400	45	0	0	445
<i>Samanea saman</i>	CENÍZARO	730	35	110	0	875
<i>Croton niveus</i>	COLPACHI	930	0	110	0	1040
<i>Tabebuia ochracea</i>	CORTES	100	0	0	0	100
<i>Platymiscium pinnatum</i>	CRISTÓBAL	800	155	0	100	1055
<i>Citharexylum donnell-smithii</i>	DAMA	930	250	160	0	1340
<i>Jacaranda copaia</i>	GALLINAZO	100	0	0	0	100
<i>Diphysa americana</i>	GUACHIPELÍN	900	500	110	80	1590
<i>Hymenaea courbaril</i>	GUAPINOL	0	50	0	100	150
<i>Nectandra salicina</i>	IRA	1100	0	110	0	1210
<i>Alnus acuminata</i>	JAÚL	1130	0	110	0	1240
<i>Cordia alliodora</i>	LAUREL	400	0	0	0	400
<i>Weinmannia pinnata</i>	LORITO	490	0	110	0	600
<i>Gliricidia sepium</i>	MADERO NEGRO	0	0	0	100	100
<i>Vitex cooperi</i>	MANU	900	110	140	0	1150
<i>Vochysia guatemalensis</i>	MAYO BLANCO	0	0	0	0	0
<i>Hyeronima alchornoides</i>	PILÓN	100	220	14	0	334
<i>Bombacopsis quinata</i>	POCHOTE	0	10	120	0	130
<i>Erithryna sp.</i>	PORÓ*	0	400	0	80	480
<i>Ocotea valeriana</i>	QUIZARRÁ	1130	380	160	0	1670
<i>Tabebuia rosea</i>	ROBLE SABANA	170	0	120	0	290
<i>Astronium graveolens</i>	RONRON	870	110	0	100	1080
<i>Terminalia oblonga</i>	SURA	325	205	24	0	554
<i>Ulmus mexicana</i>	TIRRA	0	200	50	0	250
<i>Montanoa hibiscifolia</i>	TUBU	10	100	160	0	270
Total		13020	3525	1740	820	19105

* El señor Rafael Campos Padilla solicita 100 estacas de poro

4.7 Área superficial a cubrir con la reforestación

En total, se estaría cubriendo una superficie de aproximadamente 16 ha con la implementación de la reforestación. La mayor superficie cubierta será por el diseño de bloques heterogéneos (10,15 ha). Los propietarios que aceptaron el establecimiento de cercas vivas, cubrirán una longitud de 6225 m en forma lineal (6,2 Km.) que equivale a 1,62 ha. Esto dado que se requieren 2500 árboles para cubrir una hectárea, utilizando distanciamiento 2x2 m en un diseño cuadrangular

Cuatro propietarios que eligieron la siembra de arbolitos forestales para la protección de nacientes cercanas a su propiedad, ocuparán un área de 1,41 ha. Sólo 2 propietarios están dispuestos a sembrar árboles dentro de sus cultivos de café, ocupando un área de 2,56 ha; como se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro 11. Superficie ocupada por los diferentes diseños de reforestación

TIPO DE DISEÑO	PROPIETARIOS	SUPERFICIE		TOTAL
		m ²	m lineal	ha
Bloque mixto	14	101.479,00		10,15
Cerca viva	17	14.100,00	7.050,00	1,41
Protección de naciente	4	14.124,70		1,41
Árboles entre cultivos de café	2	25.564,00		2,56
TOTAL	37	155.267,70		15,53

4.8 Propietarios que desean asumir los trabajos de establecimiento de los árboles forestales

En el cuadro 12, se tiene que 7 propietarios señalaron que pueden hacerse cargo de la plantación y mantenimiento de las especies forestales que el ICE les proporcione. Esto implica reducir los costos de establecimiento de 3320 árboles.

Cuadro 12. Propietarios que desean establecer y mantener los árboles forestales

PROPIETARIO	DISEÑO DE REFORESTACIÓN	CANTIDAD DE ÁRBOLES
Anabel Campos Valverde	Protección de naciente	50
Evelio Padilla	Árboles entre cultivos de café	320
José A. Prado Naranjo	Árboles entre cultivos de café	500
Lalo Valverde Umaña	Cerca viva	200
Marcos Jiménez Madrigal	Bloque heterogéneo	850
Raúl Piedra Ríos	Bloque heterogéneo	1.400
TOTAL		3.320

Por tanto sólo se tendría que proporcionar a cada uno de estos propietarios el fertilizante y el insecticida para el control de las zompopas (*Atta sp.*) que son hormigas muy perjudiciales.

4.10 Costos de adquisición de los árboles forestales y frutales para la propuesta de reforestación

El costo estimado para adquirir 19105 árboles forestales, siempre y cuando se produzca en los viveros del ICE²⁰ es de 4.297,97 Dólares Americanos²¹. En caso de que se proceda a su compra en el Centro Agrícola Cantonal Tarrazú²², el monto de dinero asciende a 6.446,95 Dólares.

En los frutales injertados, el costo de comprar 1286 árboles injertados, corresponde a 2.893,06 Dólares.

²⁰ Costo estimado de 80 Colones por planta

²¹ Tipo de cambio del dólar \$ 1= 355,61 Colones al 27/05/02

²² Precio de venta de un árbol forestal es de 120 Colones y un frutal injertado es de 800 Colones

Si se procede a la compra tanto de los árboles forestales como los frutales en el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú, la suma de dinero a cancelar asciende a 9.340,01 Dólares como se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro 13. Costos de adquisición de árboles forestales y frutales

ESPECIES	CANTIDAD DE ÁRBOLES	COSTO (Dólares americanos)	
		Producido	compra
Forestales	19.105	4.297,97	6.446,95
Frutales (injertados)	1.286	0	2.893,06
Total		4.297,97	9340,01

TIPO DE CAMBIO: 1 Dólar Americano = 355,61 Colones al 27/05/02

La diferencia de dinero, entre la producción de los árboles en el vivero del ICE y la compra en el Centro Agrícola Cantonal Tarrazú es de 2.148,98 Dólares Americanos.

4.10 Costos estimados de transporte de los árboles forestales y frutales a los sitios de reforestación

En el cuadro 14, se tiene que el costo para transportar los 19105 árboles forestales requeridos desde el vivero la Garita hasta los sitios de reforestación, equivale a 345,27 Dólares (empleando 27,82 días con 1 vehículo).

En caso de comprar estos árboles forestales en el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú, el costo de transporte asciende a 115,09 Dólares (empleando 9,27 días con 1 vehículo).

La segunda opción que es la compra tanto de las especies forestales y frutales en el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú y su posterior transporte, tiene un costo total de 122,84 Dólares (empleando 9,89 días con 1 solo vehículo).

Cuadro 14. Costos estimados de transporte de árboles desde el ICE y el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú

OPCIÓN	CANTIDAD DE ÁRBOLES	RUTA	TRANSPORTE			COSTO COMBUSTIBLE
			viajes/día	Capacidad	# días	Dólares
Producción	19105 forestales	ICE-Llano Bonito	2	1.030	18,55	230,18
		Llano Bonito-Sitios a reforestar	4	2.060	9,27	115,09
SUBTOTAL					27,82	345,27
Compra	19105 forestales	Centro Agrícola-Sitios a reforestar	4	2.060	9,27	115,09
	1286 frutales	Centro Agrícola-Sitios a reforestar	4	2.060	0,62	7,75
SUBTOTAL					9,89	122,84

TIPO DE CAMBIO: 1 Dólar Americano = 355,61 Colones al 27/05/02

En este mismo cuadro se nota que los costos más altos, corresponden al transporte de las especies forestales desde el vivero La Garita en San José hasta los sitios de reforestación. El traslado de los árboles forestales y frutales tiene un costo más económico, alrededor de 222 Dólares, debido a la cercanía existente entre el vivero del Centro Agrícola a los diferentes sitios de reforestación.

Por tanto, la opción de comprar sólo los árboles forestales en el Centro Agrícola Cantonal Tarrazú, represente un ahorro de 230 Dólares contra el transporte de los árboles forestales desde el vivero de La Garita. El dinero ahorrado compensa en cierta medida el precio pagado por la compra de las especies forestales. Esto implica un ahorro por consumo de combustible y tiempo utilizado para el transporte de los árboles. Además también se disminuye el desgaste del vehículo y el costo de mano de obra para el ICE (chofer).

Si se emplean dos vehículos, se reduce el tiempo de traslado de los árboles, pero el consumo de combustible sería el mismo, que fue calculado para cada opción de adquisición de las especies forestales y frutales.

4.11 Costos estimados de las actividades de establecimiento para 15785 árboles forestales

En el siguiente cuadro 15, se resume el desglose de los jornales empleados y los costos que implica la realización de cada una de las actividades de establecimiento para 15785 árboles forestales de esta propuesta. Esto se debe a que se está considerando que 3320 árboles para efecto de cálculos, sólo representan gastos de adquisición y transporte hasta los sitios de reforestación y luego serán sembrados por los propietarios.

Cuadro 15. Cantidad y costos de jornales utilizados para las actividades de establecimiento de 19105 árboles forestales

ETAPA	ACTIVIDADES*	JORNALES	JORNALES POR ETAPA	COSTO TOTAL (Dólares)	
				JORNALES	ETAPA
PREPARACIÓN DEL TERRENO A REFORESTAR	Limpieza inicial (chapea)	112,35		1.199,94	
	Trazado o marcación	22,65	237,94	241,91	2.541,28
	Apertura de hoyos	102,94		1.099,43	
PLANTACIÓN	Siembra	73,31		782,96	
	Fertilización	40,74	171,94	435,10	1.836,32
	Rodajea	57,89		618,26	
MANTENIMIENTO (para el año 2004)	Chapea año 1	109,30		1.167,35	
	Rodajea año1	61,39	170,69	655,64	1.823,00
MANTENIMIENTO (para el año 2005)	Chapea año 2	98,30		1.049,87	
	Rodajea año2	56,39	154,69	602,24	1.652,11
Subtotal		735,26	735,26	7.852,71	7.852,71

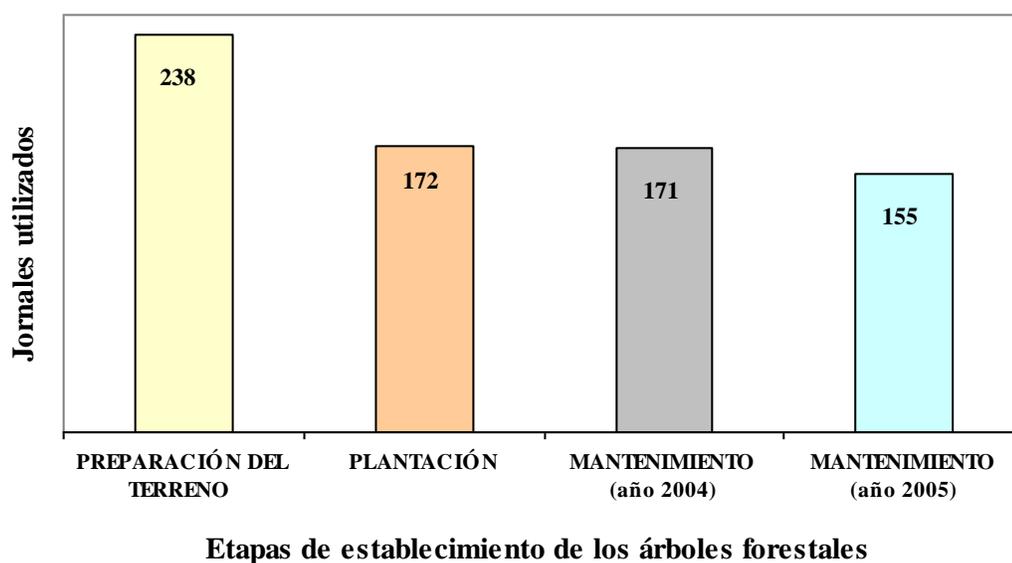
Costo jornal ICE = 3798 Colones

TIPO DE CAMBIO = 355,61 Colones/1 Dólar Americano (27/05/02)

El costo total que tendría que ser asumido por el ICE, para sembrar 15785 árboles forestales y mantener 19105 árboles forestales es de 7.852,71 Dólares; utilizando para ello un total de 735,26 jornales. La etapa de preparación del terreno para efectuar la posterior plantación, es la que mayor inversión requiere y suma un costo de 2541,28 Dólares.

No se consideró el costo de 3320 árboles, por que estos serán asumidos por 6 propietarios de forma voluntaria. Tampoco está contemplada la compra de los insumos (fertilizante e insecticida).

La etapa que ocupa una mayor cantidad de jornales, corresponde a la preparación de los terrenos. Las actividades pesadas y duras que son efectuadas en esta fase (limpieza y apertura de hoyos), determinan que se requieran de aproximadamente 238 jornales para el establecimiento de 15785 árboles forestales como se distingue en la siguiente figura.



EXCEL

Figura 25. Jornales empleados para 15785 árboles forestales

Los jornales utilizados para efectuar el mantenimiento en los próximos dos años (2003-2004) son similares entre sí. Esto es debido a que se tiene que eliminar malezas que se desarrollarán alrededor de los árboles y requieren de un número mayor de jornales para poder garantizar que no compitan con los árboles forestales sembrados.

4.12 Costos estimados de establecimiento para cada modelo de reforestación.

Cada uno de los modelos de reforestación adoptados por los propietarios afectados dentro el tramo final de la línea de transmisión, requieren de un costo de implementación en Dólares sin tomar en cuenta la adquisición de los árboles ni su transporte, porque anteriormente ya fue calculado en el punto 4.10. A continuación se detallan los costos para los cuatro modelos.

4.12.1 Plantación en bloques heterogéneos

El costo de implementación de este modelo para el establecimiento de 10770 árboles forestales y que corresponden 12 propietarios, asciende a 5.155 Dólares. Los jornales requeridos suman aproximadamente 464 (Cuadro 16).

No se tomó en cuenta a 2 propietarios, que se responsabilizarían por efectuar todas las labores de establecimiento de 2250 árboles.

Se requerirán sólo de 57 Dólares para comprar insecticida para el control de hormigas (*Atta sp*) y aproximadamente 143 Dólares para la compra del fertilizante.

4.12.2 Árboles para protección de nacientes

El costo de implementación de este modelo para el establecimiento de 1690 árboles forestales y que pertenecen a 3 propietarios, asciende a 796 Dólares; ocupando aproximadamente 73 jornales. No se tomó en cuenta a un propietario por que éste, se responsabilizaría por efectuar todas las labores de 50 árboles forestales que solicitó inicialmente (Cuadro 17).

Como las áreas son susceptibles a contaminación por infiltración de los insecticidas y su posterior mezcla con el agua, sólo se sugiere efectuar la compra y la posterior entrega de fertilizantes a cada propietario a un costo de 19 Dólares.

Cuadro 16. Costos generales para la implementación de árboles en bloques heterogéneos

TIPO DE CAMBIO = 355,61 Colones/1 Dólar Americano (27/05/02)

ETAPA	ACTIVIDADES	JORNALES* (10770 árboles)	COSTO JORNALES (Dólares)	COSTO INSUMOS (Dólares)		COSTO TOTAL (Dólares)
				Insecticida (MIRECK)	Fertilizante (NPK-122412)	
PREPARACIÓN DEL TERRENO A REFORESTAR	Limpieza inicial (chapea)	69,02	737,16	-----	-----	737,16
	Trazado o marcación	13,96	149,09	-----	-----	149,09
	Apertura de hoyos	72,12	770,29	-----	-----	770,29
PLANTACIÓN	Siembra	49,54	529,06	-----	-----	529,06
	Fertilización**	27,43	293,00	-----	142,79	435,79
	Rodajea	31,02	331,31	-----	-----	331,31
	Control de zompopas***	-----	-----	57,09	-----	57,09
MANTENIMIENTO (para el año 2004)	Chapea año 1	69,41	741,30	-----	-----	741,30
	Rodajea año1	31,02	331,31	-----	-----	331,31
MANTENIMIENTO (para el año 2005)	Chapea año 2	69,41	741,30	-----	-----	741,30
	Rodajea año2	31,02	331,31	-----	-----	331,31
Subtotal		463,95	4.955,13	57,09	142,79	5.155,01

* No se está tomando en cuenta a 2 personas que se comprometieron a plantar por su cuenta 2250 árboles.

** Dosis recomendada por COOPEPURISCAL, 45 g/árbol. Precio 3.900 Colones/45Kg = 10,97 Dólares

*** Se propone otorgar 500 g a cada propietario para el combate de zompopas (*Atta sp*). Precio 1450 Colones/500g = 4,08 Dólares

Costo jornal ICE = 3798 Colones

Cuadro 17. Costos generales para la implementación de árboles para protección de nacientes

TIPO DE CAMBIO = 355,61 Colones/1 Dólar Americano (27/05/02)

ETAPA	ACTIVIDADES	JORNALES* (para 1690 árboles)	COSTO JORNALES (Dólares)	COSTO INSUMO		COSTO TOTAL Dólares
				Fertilizante (NPK-122412)		
PREPARACIÓN DEL TERRENO A REFORESTAR	Limpieza inicial (chapea)	10,83	115,67	-----		115,67
	Trazado o marcación	2,19	23,39	-----		23,39
	Apertura de hoyos	11,32	120,87	-----		120,87
PLANTACIÓN	Siembra	7,77	83,02	-----		83,02
	Fertilización **	4,30	45,98		19,08	65,06
	Rodajea	4,87	51,99	-----		51,99
MANTENIMIENTO (para el año 2004)	Chapea año 1	10,89	116,32	-----		116,32
	Rodajea año1	4,87	51,99	-----		51,99
MANTENIMIENTO (para el año 2005)	Chapea año 2	10,89	116,32	-----		116,32
	Rodajea año2	4,87	51,99	-----		51,99
Subtotal		72,80	777,55		19,08	796,63

* No se está tomando en cuenta a 1 persona que se comprometió a plantar por su cuenta 50 árboles.

** Dosis recomendada por COOPEPURISCAL, 45 g/árbol. Precio 3900 Colones/45Kg = 10,97 Dólares

No se entregará veneno para zompopas para evitar contaminación de las fuentes de agua

Costo jornal ICE = 3798 Colones

4.12.3 Árboles en cercas vivas

El costo de implementación de este modelo para 3325 árboles forestales pertenecientes a 17 propietarios es de alrededor de 2208 Dólares, ocupando aproximadamente 199 jornales para su implementación (Cuadro 18).

No se tomó en cuenta a un propietario beneficiado con esta propuesta de reforestación, ya que éste ofreció efectuar todas las labores de establecimiento para los 200 árboles forestales que solicita para reforestar dentro su predio.

El costo para la adquisición y entrega de los fertilizantes requeridos, es de 65,24 Dólares. Los insecticidas tienen un costo de sólo 22,67 Dólares.

4.12.4 Árboles entre cultivos de café

El costo de implementación de este diseño de reforestación es sólo de 18,24 Dólares, corresponde a la compra y entrega del fertilizante (8,16 Dólares) y el insecticida (aproximadamente 10 Dólares).

El monto señalado, concierne a que sólo se efectuará la entrega de 820 árboles forestales a los 2 propietarios que desean asumir y responsabilizarse por las labores de establecimiento de los árboles forestales que se les entregue previa solicitud (Cuadro 19).

Cuadro 18. Costos generales para la implementación de árboles para cercas vivas

TIPO DE CAMBIO = 355,61 Colones/1 Dólar Americano (27/05/02)

ETAPA	ACTIVIDADES	JORNALES* (3325 árboles)	COSTO JORNALES (Dólares)	COSTO INSUMOS (Dólares)		COSTO TOTAL (Dólares)
				Insecticida (MIRECK)	Fertilizante (NPK-122412)	
PREPARACIÓN DEL TERRENO A REFORESTAR	Limpieza inicial (chapea)	32,50	347,11	-----	-----	347,11
	Trazado o marcación	6,50	69,42	-----	-----	69,42
	Apertura de hoyos	19,50	208,26	-----	-----	208,26
PLANTACIÓN	Siembra	16,00	170,88	-----	-----	170,88
	Fertilización **	9,00	96,12	-----	22,67	118,79
	Rodajea	22,00	234,97	-----	-----	234,97
	Control de zompopas ***	0,00	0,00	65,24	-----	65,24
MANTENIMIENTO (para el año 2004)	Chapea año 1	29,00	309,73	-----	-----	309,73
	Rodajea año1	25,50	272,35	-----	-----	272,35
MANTENIMIENTO (para el año 2005)	Chapea año 2	18,00	192,24	-----	-----	192,24
	Rodajea año2	20,50	218,94	-----	-----	218,94
Subtotal		198,50	2.120,03	65,24	22,67	2.207,93

* No se está tomando en cuenta a una persona que se comprometió a plantar por su cuenta 200 árboles forestales.

** Dosis recomendada por COOPEPURISCAL, 45 g/árbol. Precio 3900 Colones/45Kg = 10,97 Dólares

*** Se propone otorgar 500 g a cada propietario para el combate de zompopas (*Atta sp*). Precio 1450 Colones/500g = 4,08 Dólares

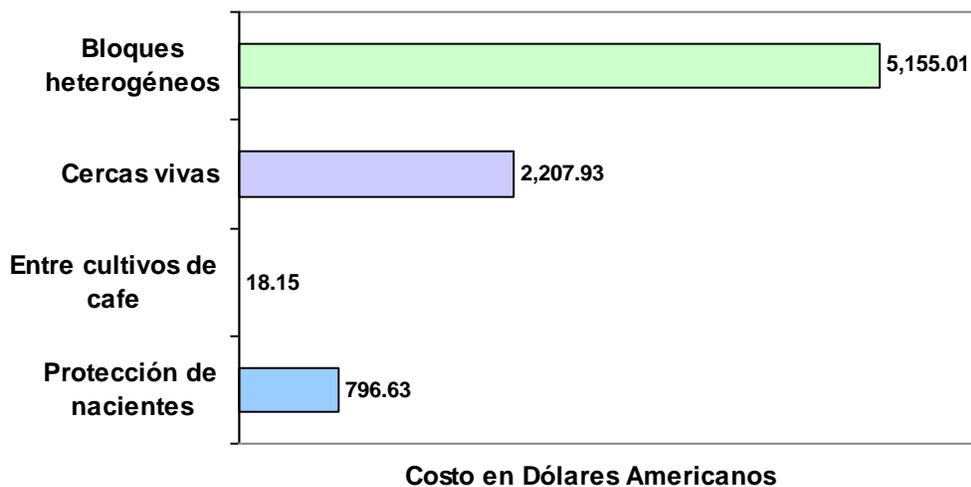
Costo jornal ICE = 3798 Colones

Cuadro 19. Costos generales para la implementación de árboles entre cultivos de café

TIPO DE CAMBIO = 355,61 Colones/1 Dólar Americano (27/05/02)

ETAPA	ACTIVIDADES	COSTO INSUMOS (Dólares)		COSTO TOTAL (Dólares)
		Insecticida (MIRECK)	Fertilizante (NPK-122412)	
PLANTACIÓN	Fertilización	-----	9,99	9,99
PREVENCIÓN	Control de zompopas	8,16	-----	8,16
Subtotal		8,16	9,99	18,15

El costo total para cada uno de los modelos de reforestación propuestos para el establecimiento de los árboles forestales en las fincas afectadas por la línea de transmisión es de 8.177 Dólares y se resume en la siguiente figura 26.



EXCEL

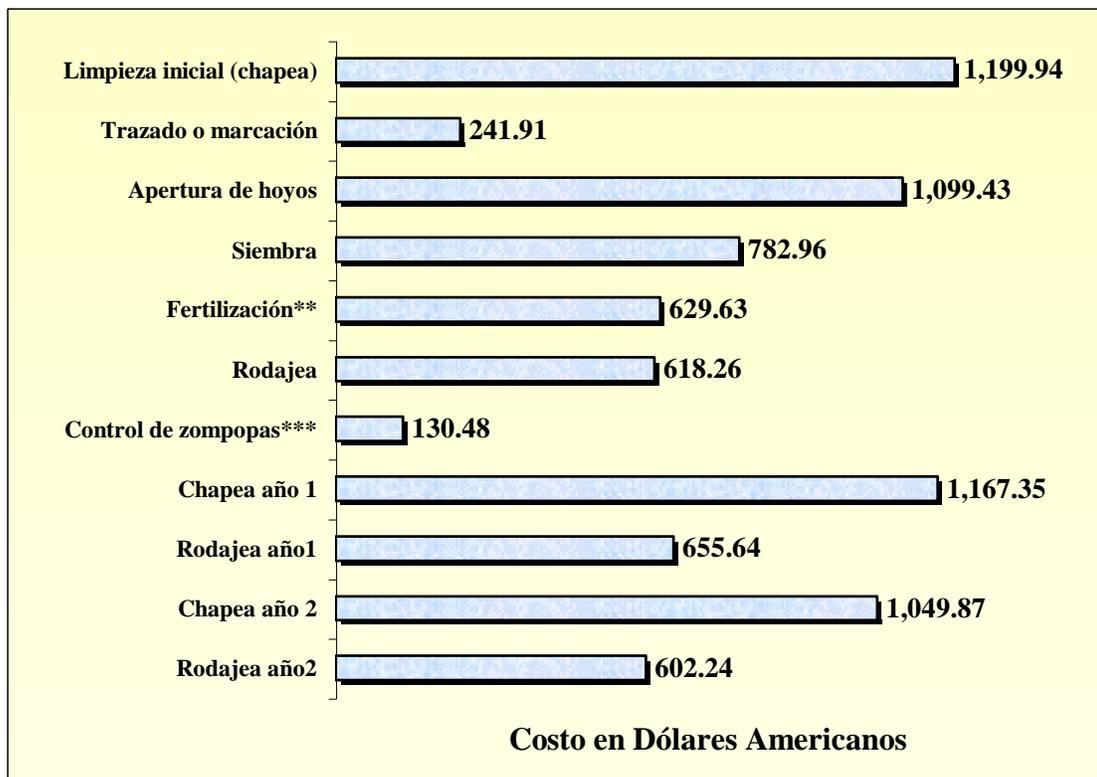
Figura 26. Costo de implementación de los árboles forestales en los distintos diseños de reforestación.

Se nota que el mayor costo corresponde al establecimiento de los bloques heterogéneos (5.155 Dólares). Este monto de dinero cubre todas las actividades de preparación del terreno, la plantación, la compra del fertilizante, el insecticida y un mantenimiento por dos años. No incluye el costo de adquisición o producción de árboles y el transporte.

El modelo más económico corresponde al establecimiento de árboles entre cultivos de café, ya que allí solo se tiene que efectuar la compra de los insumos (fertilizante e insecticida para el control de hormigas o zompopas, (*Atta sp*).

En la figura 27 se puede observar que efectuar la limpieza del terreno en los cuatro modelos de reforestación, tiene un costo de 1199,94 Dólares.

En contraposición, los menores costos son por concepto de compra de los insumos en los que se requiere de 629,63 Dólares para comprar el fertilizante (**) y 130,48 Dólares para adquirir todo el insecticida (***)).



EXCEL

Figura 27 Costos de las actividades de implementación en los 4 modelos de reforestación

4.13 Costo total estimado para 6 escenarios de reforestación en el tramo San Francisco-Parrita

En cada uno de los seis escenarios elaborados, 3.200 árboles forestales no demandarán costos en su implementación y mantenimiento. Esto se debe a que seis de los propietarios de las fincas beneficiadas se harán cargo de efectuar las labores de establecimiento de los árboles forestales que el ICE les proporcione.

Por tanto, solo se consideró los gastos de producción, compra, transporte, la entrega de fertilizantes e insecticida para estos árboles y así cumplir con los 37 propietarios que se incorporaron a la propuesta de reforestación en los 6 diferentes modelos.

4.13.1 Escenario 1

Corresponde a la suma de todos los costos que tiene que asumir el ICE, durante el establecimiento de 15785 árboles forestales. Los costos se contemplan desde la producción de los árboles en el vivero La Garita, luego su transporte, la preparación del terreno, la siembra y finalmente la propuesta de 2 años de mantenimiento.

En el cuadro 20, se tiene que el costo para cubrir todos los gastos para 15785 árboles forestales es de 12.726 Dólares. Los jornales empleados para la implementación de esta opción son de 735 jornales.

El mayor costo en este escenario, corresponde a la obtención del material, mediante la producción de los árboles forestales en uno de los viveros del ICE.

Cuadro 20. Costos generales de 19105 árboles forestales, asumiendo la producción, el establecimiento y mantenimiento para propietarios que se incorporaron en la propuesta de reforestación.

TIPO DE CAMBIO = 355,61 Colones/1 Dólar Americano (27/05/02)

ETAPA	ACTIVIDADES	JORNALES (15785 árboles)	COSTO JORNALES (Dólares)	COSTO INSUMOS (Dólares)				COSTO TOTAL (Dólares)
				Árboles forestales	Insecticida (MIRECK)	Fertilizante (NPK-122412)	Vehículo (combustible)	
ADQUISICIÓN DE ÁRBOLES*	Producción de 19105 forestales	-----	-----	4.203,10	-----	-----	-----	4.203,10
TRANSPORTE	Transporte plántulas	-----	-----	-----	-----	-----	345,27	345,27
PREPARACIÓN DEL TERRENO A REFORESTAR	Limpieza inicial	112,35	1.199,94	-----	-----	-----	-----	1.199,94
	Trazado o marcación	22,65	241,91	-----	-----	-----	-----	241,91
	Apertura de hoyos	102,94	1.099,43	-----	-----	-----	-----	1.099,43
PLANTACIÓN	Siembra	73,31	782,96	-----	-----	-----	-----	782,96
	Fertilización	40,74	435,10	-----	-----	194,53	-----	629,63
	Rodajea	57,89	618,26	-----	-----	-----	-----	618,26
	Control de zompopas	0,00	0,00	-----	130,48	-----	-----	130,48
MANTENIMIENTO (para el año 2004)	chapea año 1	109,30	1.167,35	-----	-----	-----	-----	1.167,35
	Rodajea año1	61,39	655,64	-----	-----	-----	-----	655,64
MANTENIMIENTO (para el año 2005)	chapea año 2	98,30	1.049,87	-----	-----	-----	-----	1.049,87
	Rodajea año2	56,39	602,24	-----	-----	-----	-----	602,24
TOTAL		735,26	7.852,71	4.203,10	130,48	194,53	345,27	12.726,09

* Costo estimado de una planta forestal en vivero La Garita = 80 Colones (0,22 Dólares)

** No se está considerando los costos de establecimiento de 3320 árboles forestales en los que el dueño será el responsable

Costo jornal ICE = 3798 Colones

4.13.2 Escenario 2

Contempla la suma de todos los costos que tiene que asumir el ICE para el establecimiento de 15785 árboles forestales desde su producción en el vivero La Garita. Luego efectuar su transporte, la preparación del terreno, la siembra y finalmente llevar a cabo la propuesta de 2 años de mantenimiento. Además también se contempla la adquisición mediante la compra al Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú de 1286 árboles frutales injertados para su posterior entrega a los propietarios afectados en el tramo de la línea de transmisión.

En el cuadro 21, se resume que el costo para cubrir todos los gastos en este escenario para 15785 árboles forestales y 1286 frutales es de 15.514,84 Dólares. Los jornales empleados para la implementación de esta opción son de 735 jornales.

Los dos mayores costos de esta opción, corresponden a la producción de los árboles forestales y la compra de los frutales que en total suman 6.984 Dólares.

4.13.3 Escenario 3

Contempla el total de costos que tiene que asumir el ICE, para el establecimiento de 15785 árboles forestales desde su producción en el vivero La Garita, luego su transporte y finalmente su entrega a los propietarios de las fincas que aprobaron la reforestación. En este escenario no se considera la compra ni entrega de árboles frutales.

En el cuadro 22, se resume que el costo para cubrir los gastos de este escenario para la entrega de 19105 árboles forestales es sólo de 4.874 Dólares aproximadamente.

El costo para la entrega de insecticida y fertilizante a los propietarios, asciende a 325 Dólares.

Cuadro 21. Costos generales para 19105 árboles forestales, asumiendo su producción, el establecimiento, mantenimiento y la compra de 1286 árboles frutales para propietarios que se incorporaron en la propuesta de reforestación.

TIPO DE CAMBIO = 355,61 Colones/1 Dólar Americano (27/05/02)

ETAPA	ACTIVIDADES	JORNALES* (15785 árboles)	COSTO JORNALES (Dólares)	COSTO INSUMOS (Dólares)					COSTO TOTAL (Dólares)
				Árboles forestales	Árboles frutales	Insecticida (MIRECK)	Fertilizante (NPK-122412)	Vehículo (combustible)	
ADQUISICIÓN DE ÁRBOLES**	Producción de 19105 forestales y compra de 1286 frutales	-----	-----	4.203,10	2.781,00	-----	-----	-----	6.984,10
TRANSPORTE	Transporte plántulas	-----	-----	-----	-----	-----	-----	353,02	353,02
PREPARACIÓN DEL TERRENO A REFORESTAR	Limpieza inicial	112,35	1.199,94	-----	-----	-----	-----	-----	1.199,94
	Trazado o marcación	22,65	241,91	-----	-----	-----	-----	-----	241,91
	Apertura de hoyos	102,94	1.099,43	-----	-----	-----	-----	-----	1.099,43
PLANTACIÓN	Siembra	73,31	782,96	-----	-----	-----	-----	-----	782,96
	Fertilización	40,74	435,10	-----	-----	-----	194,53	-----	629,63
	Rodajea	57,89	618,26	-----	-----	-----	-----	-----	618,26
	Control de zompopas	0,00	0,00	-----	-----	130,48	-----	-----	130,48
MANTENIMIENTO (año 2004)	Chapea año 1	109,30	1.167,35	-----	-----	-----	-----	-----	1.167,35
	Rodajea año1	61,39	655,64	-----	-----	-----	-----	-----	655,64
MANTENIMIENTO (año 2005)	Chapea año 2	98,30	1.049,87	-----	-----	-----	-----	-----	1.049,87
	Rodajea año2	56,39	602,24	-----	-----	-----	-----	-----	602,24
TOTAL		735,26	7.852,71	4.203,10	2.781,00	130,48	194,53	353,02	15.514,84

* No se está considerando el costo de 3320 árboles, de 6 personas que se comprometieron a plantar por su cuenta (sólo adquisición y transporte).

** Costo estimado de una planta forestal en vivero La Garita = 80 Colones (0,22 Dólares) y el precio de venta de un frutal en el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú = 800 Colones (2,25 Dólares)

*** Dosis recomendada por COOPEPURISCAL, 45 g/árbol. Precio 3900 Colones/45Kg = 10,97 Dólares

**** Se propone otorgar 500 g a cada propietario para el combate de zompopas (*Atta sp*). Precio 1450 Colones/500g = 4,08 Dólares

Cuadro 22. Costos generales para 19105 árboles forestales, asumiendo su producción y entrega a propietarios que se incorporaron en la propuesta de reforestación.

TIPO DE CAMBIO = 355,61 Colones/1 Dólar Americano (27/05/02)

ETAPA	ACTIVIDADES	COSTO INSUMOS (Dólares)				COSTO TOTAL (Dólares)
		Árboles forestales	Insecticida (MIRECK)	Fertilizante (NPK-122412)	Vehículo (combustible)	
ADQUISICIÓN DE ÁRBOLES*	Producción de 19105 árboles forestales en el ICE	4.203,10	130,48	194,53	-----	4.528,11
TRANSPORTE	Hasta los sitios de reforestación	-----	-----	-----	345,27	345,27
TOTAL		4.203,10	130,48	194,53	345,27	4.873,38

* Costo estimado de una planta forestal en vivero La Garita = 80 Colones (0,22 Dólares)

Costo jornal ICE = 3798 Colones

4.13.4 Escenario 4

En esta opción, se considera la compra de los 19105 árboles forestales al Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú a un costo de 6.446 Dólares. Luego se contempla también su traslado a los sitios de reforestación, su establecimiento y posterior mantenimiento, todo ello a un costo de 14.740 Dólares aproximadamente como se resume en el cuadro 23.

Los jornales empleados para la implementación de esta opción son de 735 jornales, similares al requerido en los dos primeros escenarios.

La ventaja en esta alternativa es que el costo de transporte de los árboles forestales desde el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú, es menor en comparación con el transporte desde el vivero de La Garita.

Cuadro 23. Costos generales de 19105 árboles forestales, mediante su compra, su establecimiento y su posterior mantenimiento para los propietarios que se incorporaron en la propuesta de reforestación.

TIPO DE CAMBIO = 355,61 Colones/1 Dólar Americano (27/05/02)

ETAPA	ACTIVIDADES	JORNALES* (15785 árboles)	COSTO JORNALES (Dólares)	COSTO INSUMOS (Dólares)				COSTO TOTAL (Dólares)
				Árboles forestales	Insecticida (MIRECK)	Fertilizante (NPK-122412)	Vehículo (combustible)	
ADQUISICIÓN DE ÁRBOLES**	Compra de 19105 árboles forestales			6.446,95				6.446,95
TRANSPORTE	Desde el vivero del Centro Agrícola, hasta los sitios de reforestación						115,09	115,09
PREPARACIÓN DEL TERRENO A REFORESTAR	Limpieza inicial (chapea)	112,35	1.199,94					1.199,94
	Trazado o marcación	22,65	241,91					241,91
	Apertura de hoyos	102,94	1.099,43					1.099,43
PLANTACIÓN	Siembra	73,31	782,96					782,96
	Fertilización ***	40,74	435,10			194,53		629,63
	Rodajea	57,89	618,26					618,26
	Control de (zompopas) ****	0,00	0,00		130,48			130,48
MANTENIMIENTO (para el año 2004)	Chapea año 1	109,30	1.167,35					1.167,35
	Rodajea año1	61,39	655,64					655,64
MANTENIMIENTO (para el año 2005)	Chapea año 2	98,30	1.049,87					1.049,87
	Rodajea año2	56,39	602,24					602,24
TOTAL		735,26	7.852,71	6.446,95	130,48	194,53	115,09	14.739,76

* No se está tomando en cuenta los costos de establecimiento de 6 personas que se comprometieron a plantar por su cuenta 3320 árboles, solo su transporte.

** Precio de venta de un árbol forestal en el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú = 120 Colones (0,34 Dólares).

*** Dosis recomendada por COOPEPURISCAL, 45 g/árbol. Precio 3900 Colones/45Kg = 10,97 Dólares

**** Se propone otorgar 500 g a cada propietario para el combate de zompopas (*Atta sp*). Precio 1450 Colones/500g = 4,08 Dólares

Costo jornal ICE = 3798 Colones

4.13.5 Escenario 5

En esta alternativa, se considera la compra de los 19105 árboles forestales que se necesitan en la reforestación y 1286 árboles frutales injertados en el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú a un costo de 9228 Dólares.

Se contempla el traslado de los árboles forestales y frutales a los sitios de reforestación, desde el Centro Agrícola hasta las fincas de los propietarios que se incorporaron a la propuesta de reforestación. El establecimiento y posterior mantenimiento de los árboles forestales todo ello a un costo de 17529 aproximadamente como se resume en el cuadro 24.

Los jornales empleados para la implementación de esta opción también son de 735 jornales.

Si bien es la opción con el costo más alto, la ventaja es que a través de un convenio ICE-Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú puede bajarse el precio de venta de los árboles forestales y frutales.

4.13.6 Escenario 6

En esta alternativa, sólo se considera la compra de los 19105 árboles forestales que se necesitan en la reforestación. El costo de 6887 Dólares contemplan la adquisición de los árboles, su posterior traslado desde el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú hasta las fincas de los propietarios que se incorporaron a la propuesta de reforestación y finalmente la entrega del fertilizante y el insecticida como se resume en el cuadro 25.

Cuadro 24. Costos generales para la compra de 19105 árboles forestales, su establecimiento, mantenimiento y entrega de 1286 árboles frutales a propietarios que se incorporaron en la propuesta de reforestación.

TIPO DE CAMBIO = 355,61 Colones/1 Dólar Americano (27/05/02)

ETAPA	ACTIVIDADES	JORNALES* (15785 árboles)	COSTO JORNALES (Dólares)	INSUMOS					COSTO TOTAL (Dólares)
				Árboles forestales	Árboles frutales	Insecticida (MIRECK)	Fertilizante (NPK-122412)	Vehículo (combustible)	
ADQUISICIÓN DE ÁRBOLES**	Compra de 19105 forestales y 1286 frutales	-----	-----	6.446,95	2.781,00	-----	-----	-----	9.227,95
TRANSPORTE	Desde el Centro Agrícola, hasta los sitios de reforestación	-----	-----	-----	-----	-----	-----	122,84	122,84
PREPARACIÓN DEL TERRENO A REFORESTAR	Limpieza inicial	112,35	1.199,94	-----	-----	-----	-----	-----	1.199,94
	Trazado o marcación	22,65	241,91	-----	-----	-----	-----	-----	241,91
	Apertura de hoyos	102,94	1.099,43	-----	-----	-----	-----	-----	1.099,43
PLANTACIÓN	Siembra	73,31	782,96	-----	-----	-----	-----	-----	782,96
	Fertilización ****	40,74	435,10	-----	-----	-----	194,53	-----	629,63
	Rodajea	57,89	618,26	-----	-----	-----	-----	-----	618,26
	Control de zompopas*****	0,00	0,00	-----	-----	130,48	-----	-----	130,48
MANTENIMIENTO (para el año 2004)	Chapea año 1	109,30	1.167,35	-----	-----	-----	-----	-----	1.167,35
	Rodajea año1	61,39	655,64	-----	-----	-----	-----	-----	655,64
MANTENIMIENTO (para el año 2005)	Chapea año 2	98,30	1.049,87	-----	-----	-----	-----	-----	1.049,87
	Rodajea año2	56,39	602,24	-----	-----	-----	-----	-----	602,24
TOTAL		735,26	7.852,71	6.446,95	2.781,00	130,48	194,53	122,84	17.528,51

* No se está tomando en cuenta los costos de establecimiento de 6 personas que se comprometieron a plantar por su cuenta 33200 árboles, solo su transporte.

** Precio de venta de un árbol forestal en el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú = 120 Colones (0,34 Dólares) y un frutal es 800 Colones (2,25 Dólares)

*** Dosis recomendada por COOPEPURISCAL, 45 g/árbol. Precio 3900 Colones/45Kg = 10,97 Dólares

**** Se propone otorgar 500 g a cada propietario para el combate de zompopas (*Atta sp*). Precio 1450 Colones/500g = 4,08 Dólares

Cuadro 25. Costos generales para la compra de 19105 árboles forestales y su posterior entrega a los propietarios que se incorporaron en la propuesta de reforestación.

TIPO DE CAMBIO = 355,61 Colones/1 Dólar Americano (27/05/02)

ETAPA	ACTIVIDADES	INSUMOS				COSTO TOTAL (Dólares)
		árboles forestales	Insecticida (MIRECK)	Fertilizante (NPK-122412)	Vehículo (combustible)	
ADQUISICIÓN DE ÁRBOLES*	Compra de 19105 árboles forestales	6.446,95	130,48	194,53	-----	6.771,96
TRANSPORTE	Desde el Centro Agrícola, hasta los sitios de reforestación	-----	-----	-----	115,09	115,09
TOTAL		6.446,95	130,48	194,53	115,09	6.887,05

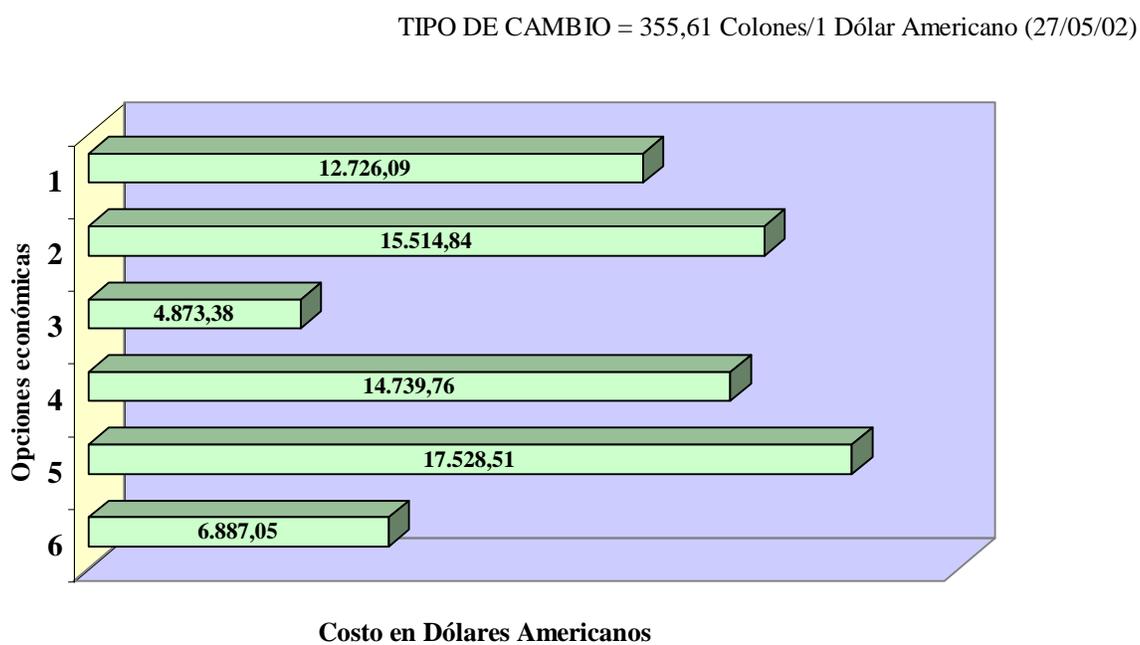
En el siguiente cuadro 26, se resume los costos de cada uno de las 6 opciones económicas para la implementación de la propuesta de reforestación en este tramo final de la línea de transmisión.

Cuadro 26. Costos generales para la compra de 19105 árboles forestales y su posterior entrega a los propietarios que se incorporaron en la propuesta de reforestación.

ESCENARIO	DETALLE	COSTO TOTAL (Dólares)
1	Producción de árboles forestales su transporte establecimiento y mantenimiento	12.726,09
2	Producción de árboles forestales su transporte, establecimiento y mantenimiento más la compra de árboles frutales para su entrega.	15.514,84
3	Producción de árboles forestales y su transporte (sin siembra ni mantenimiento)	4.873,38
4	Compra de árboles forestales, su transporte, establecimiento y mantenimiento	14.739,76
5	Compra de árboles forestales su transporte, establecimiento y mantenimiento, más la compra de frutales	17.528,51
6	Compra de árboles forestales y su transporte (sin establecimiento ni mantenimiento)	6.887,05

La diferencia más apreciable de costos se presenta entre la primera opción (producción, establecimiento y mantenimiento de los árboles forestales) y la opción quinta (compra de los árboles forestales, su establecimiento, mantenimiento y la compra de árboles frutales), de alrededor de 4.800 Dólares.

En la figura 28, se tiene la relación de los costos entre cada una de las opciones para la implementación de la propuesta de reforestación en cada una de las fincas afectadas por la construcción de la línea de transmisión eléctrica en el tramo final Lindora-Parrita.



EXCEL

Figura 28. Resumen de 6 escenarios económicos, para la implementación de la propuesta de reforestación en las áreas afectadas de la línea de transmisión Lindora-Parrita, tramo final San Francisco-Parrita.

Entre producir o comprar los árboles forestales, su posterior establecimiento y mantenimiento, representa una diferencia de 2014 Dólares. Esto se debe a que por más que se reducen los costos de transporte entre ambas opciones (distancias); el factor determinante es el precio de adquisición de los árboles forestales.

La opción más económica es de 4873 Dólares, corresponde a la producción de los árboles forestales en vivero ICE y luego efectuar sólo la entrega, junto con el fertilizante y el insecticida a los 37 propietarios que se incorporaron a la propuesta de reforestación (sin efectuar actividades de establecimiento ni mantenimiento).

4.14 Cronograma de actividades para la reforestación.

Para la implementación de esta propuesta de reforestación se plantea su ejecución en 6 etapas generales, que contempla desde la adquisición del material vegetal (árboles forestales y frutales), hasta su establecimiento y posterior mantenimiento.

En cada una de estas etapas, se establecen actividades necesarias como la ubicación de fuentes para la producción de los 19105 árboles forestales requeridos en la propuesta, la adquisición de los árboles mediante su producción o compra, las actividades para su traslado a los diferentes sitios de reforestación, su establecimiento y posterior mantenimiento para la gestión 2003-2005 como se resume en el Cuadro 26.

Cada una de las etapas y actividades de reforestación propuestas, se encuentran más detalladas en el anexo 17.

Cuadro 27. Cronograma de actividades propuesto, para la implementación de la reforestación en el tramo San Francisco-Parrita

ETAPAS	ACTIVIDADES	2002				2003						2004		2005		
		S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	F	M	F	M
ADQUISICIÓN DE MATERIAL VEGETAL (Semilla, plántulas y/o pseudoestacas)	Ubicación de fuentes															
	Recolección															
	Compra (Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú)															
PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS	Vivero del ICE															
PREPARACIÓN DEL TERRENO	Limpieza del terreno															
	Trazado o marcación															
	Apertura de hoyos															
TRANSPORTE	Desde el vivero ICE o el Centro Agrícola, hasta los sitios de reforestación.															
PLANTACIÓN	Siembra															
	Fertilización															
	Rodajea															
	Control de zompopas (<i>Atta sp.</i>)															
MANTENIMIENTO	Chapea manual y rodajea															

4.15 Superficies con problemas erosivos en el tramo San Francisco-Parrita.

Se identificaron dos sitios con fuertes problemas de erosión. Ambas se encuentran situadas en el camino al Alto de La Araña.

El primero está ubicado alrededor de la torre # 20, camino al Alto de la Araña y alcanza una superficie aproximada de 3 ha.

En la siguiente figura 29 se observa que por efecto de las lluvias, el camino quedó semidestruido, ocurrieron desprendimientos de la corona del talud y amenaza con seguir avanzando hasta inhabilitar la vía totalmente. Los sistemas de drenaje son insuficientes y el agua escurre sobre la plataforma del camino acelerando su destrucción. No existe cobertura vegetal, provocando una aceleración de los procesos erosivos.



PANAVUE IMAGEASSEMBLER

Figura 29. Destrucción del camino cerca de la torre # 20, camino al Alto de la Araña

El segundo sitio corresponde al camino que ingresa a la torre # 14 y # 15 en el Alto de La Araña, cerca de la propiedad del señor Manuel Chinchilla. Comprende una superficie aproximada de 1,5 ha. También por efecto de las lluvias esta vía quedó inhabilitada al no contar con sistemas de drenaje, posee pendientes muy fuertes, y no se efectuó trabajos de estabilización de taludes como se observa en la figura 27.



PANAVUE IMAGEASSEMBLER

Figura 30. Problemas de erosión y destrucción del camino a la torre # 15, Alto de La Araña

Para mitigar los procesos erosivos que están ocurriendo en estas dos áreas, a continuación se detallan en el siguiente cuadro 27, la sugerencia de 3 prácticas para su implementación en orden de importancia.

Cuadro 28. Propuesta de acciones correctivas para dos áreas con problemas erosivos

PRACTICA	DETALLE DE ACTIVIDADES	OBJETIVO
SISTEMAS DE DRENAJE	<ul style="list-style-type: none">▪ Construcción de cunetas▪ Instalación de alcantarillas	<ul style="list-style-type: none">▪ Evacuar el agua del camino hacia un canal seguro
REVEGETACIÓN Y CONTROL DE TALUDES	<ul style="list-style-type: none">▪ Siembra de especies rastreras de rápido crecimiento y cobertura.	<ul style="list-style-type: none">▪ Amortiguar el golpe directo de la lluvia sobre el suelo
ARREGLO DEL CAMINO	<ul style="list-style-type: none">▪ Compactación▪ Colocación de lastre	<ul style="list-style-type: none">▪ Evitar daños cuando el agua escurra por su superficie

V. CONCLUSIONES

Existe una gran aceptación y expectativa por parte de los 37 propietarios entrevistados (86%) para la implementación de la reforestación en sus fincas afectadas por la construcción de la línea de transmisión Lindora-Parrita.

Casi la totalidad de los sitios a reforestar y que representa un 86 % se encuentran dentro del corredor de influencia de la línea de transmisión. Por tanto la reforestación se efectuará en las fincas afectadas o muy cerca de ellas.

Existe un total de 6 personas (17%) que están dispuestos a sembrar por sus propios medios 3.200 árboles forestales dentro sus predios, permitiendo de esta manera abaratar los costos de establecimiento.

Más de la tercera parte de los propietarios que aceptaron la reforestación (40%), prefieren el establecimiento de cercas vivas, justificado por las actividades de la ganadería incipiente, existente sobre todo en la parte alta.

El modelo de reforestación de árboles en bloques heterogéneos, a pesar de que es la segunda mayor preferencia de los finqueros (14 fincas), requiere de un número mayor de especies forestales para su establecimiento como también cubre una mayor superficie.

El empleo de 28 especies forestales nativas en la reforestación, favorecerá la diversificación vegetal de la zona, sobre todo en el estrato alto.

Se propone la incorporación de 4 especies de árboles frutales injertados, en los programas de reforestación. De esta manera se permite al dueño de la finca, obtener ingresos alimentarios y económicos a mediano plazo.

Las dos especies más solicitadas por los propietarios son el quizarrá (*Ocotea valeriana*) con 1670 árboles que representa al 9 % y el guachipelín (*Diphysa americana*) con 1590 individuos (8 %). Ambas especies fueron escogidas, sobre todo por que tienen un buen comportamiento como cercas vivas y también por ser árboles ornamentales que brindan belleza escénica al ambiente.

Con la reforestación, se podrá cubrir una superficie de 16 ha que equivale al 22 % del área total estimada que se tiene proyectado afectar en el tramo de la línea de transmisión San Francisco-Parrita, por construcción de torres y la servidumbre o calle de seguridad (72,55 ha).

El estrato alto, presenta altas tasas de deforestación sufridas en épocas pasadas, por lo que la propuesta contribuirá con la recuperación paisajística.

Los costos que corresponden a las etapas y actividades para el establecimiento de 19105 árboles forestales (considerando los 3320 árboles en los que se harán cargo los propietarios para la siembra), es de 7.852 Dólares; siendo la etapa de preparación del terreno la que mayor costo representa (2.541 Dólares).

Existe un ahorro en el costo de transporte de los árboles forestales al efectuar la compra. Esto ayuda a compensar el precio pagado por dichos árboles y además favorece la reducción en el desgaste de los vehículos el tiempo de jornales utilizados, etc.

El costo total para la implementación de la propuesta de reforestación, siempre y cuando el ICE proceda a la producción de los árboles forestales, su transporte, siembra y considerando un mantenimiento por dos años, asciende a 12.726 Dólares Americanos.

La comparación de la opción económica 1 y 5 para la implementación de la propuesta de reforestación, representa una diferencia de aproximadamente 4800 Dólares.

El costo más económico para el ICE (opción 6), corresponde sólo la entrega de especies forestales sin hacerse cargo de su siembra ni mantenimiento. Pero esta opción no es lo más recomendable por que crearía descontento social en la zona y no garantizaría que efectivamente los árboles vayan a ser sembrados.

Las ventajas de la compra en el Centro Agrícola de Tarrazú radican en que los árboles serán producidos en condiciones ambientales y climáticas similares a los sitios de reforestación, permitiendo la posibilidad de un mayor porcentaje de sobrevivencia (menor estrés por cambio de ambiente). Se disminuye costos de transporte por la cercanía de las instalaciones a la zona de reforestación, ocupando menos mano de obra. Finalmente existe las posibilidades que a través de la firma de un convenio entre el ICE y el Centro Agrícola, se reduzca el precio de venta de los árboles forestales y frutales.

El señor Mariano Espinoza Camacho, se encuentra de acuerdo en incorporarse a la propuesta de reforestación siempre y cuando al momento de su implementación, exista una adecuada comunicación y coordinación con los responsables de la ejecución de la propuesta. Esto se debe a que hasta la fecha, no pudo negociar favorablemente con el ICE, la propiedad que posee en la localidad del Carmen.

El señor Víctor Fallas está dispuesto a ceder un área cerca de la subestación Parrita, para la construcción de un vivero forestal. Esto permitiría producir los árboles que corresponden al estrato bajo del tramo de la línea.

VI. RECOMENDACIONES

Llevar a cabo la propuesta de reforestación, por medio de la coordinación entre cada una de las Unidades Estratégicas de Negocios (UEN) que tienen relación con la línea de transmisión; los funcionarios del proyecto hidroeléctrico Pirrís y las brigadas de campo que están construyendo la línea. Derogar o responsabilizar la implementación y seguimiento de la reforestación a un profesional forestal preferiblemente conocedor de la zona.

Implementar la reforestación, considerando la compra de los árboles en el Centro Agrícola Cantonal de Tarrazú, y la entrega de frutales como alternativa de solución de ingresos a mediano plazo para los finqueros afectados por la línea de transmisión Lindora-Parrita.

Elaborar un documento legal, que señale primeramente: la cesión de los derechos de aprovechamiento de la masa forestal establecida por parte del Instituto Costarricense de Electricidad, en favor de los propietarios que se incorporaron a la propuesta de reforestación. De esta manera cada propietario, pueda, previo cumplimiento de requisitos ante el MINAE, beneficiarse con los recursos que se generen de esta masa forestal (turismo, madera, etc.).

Segundo: que funcione como un contrato entre el propietario y el ICE, para que las áreas reforestadas puedan ser visitadas por el funcionario responsable de la implementación y autoridades del SETENA, con objeto de verificar la medida de mitigación efectuada (la reforestación). Además también se permita la visita a estas áreas, con fines didácticos y de investigación (toma de datos de crecimiento, adaptabilidad, sobrevivencia, etc.).

Tercero: permitir por parte del propietario, que el Instituto Costarricense de Electricidad indique a la autoridad fiscalizadora del Estudio de Impacto Ambiental, que la masa forestal

establecida, es parte de los compromisos ambientales adquiridos por la construcción de la línea de transmisión Lindora-Parrita.

Tomar en consideración esta experiencia para reforestar áreas dentro de las fincas afectadas por un proyecto específico como una medida de mitigación y compensación.

Realizar las gestiones para la firma de un convenio con el Centro Agrícola Cantonal Tarrazú u otras instituciones dedicadas a la producción de árboles que permita abaratar costos de adquisición. Además, esto mejoraría sustancialmente las relaciones con la comunidad al crear nuevas fuentes de empleo en la zona, para la producción de los árboles forestales y frutales.

Efectuar un estudio que permita determinar los costos de producción de árboles en los viveros del ICE y así contar con datos reales y confiables para futuros trabajos de investigación.

Fortalecer la unidad forestal del ICE, para que pueda efectuar eficientemente todos los estudios necesarios para la elaboración de proyectos de reforestación, su implementación, evaluación y seguimiento.

Crear una base de datos de todos los propietarios afectados por algún proyecto del ICE, para determinar fortalezas y debilidades de las medidas de mitigación o compensación que se vienen efectuando y con ello poder determinar líneas de acción óptimas

En todos los proyectos del ICE, es recomendable tomar todas las medidas necesarias para evitar problemas de erosión y con ello la molestia de los propietarios afectados.

VII BIBLIOGRAFÍA

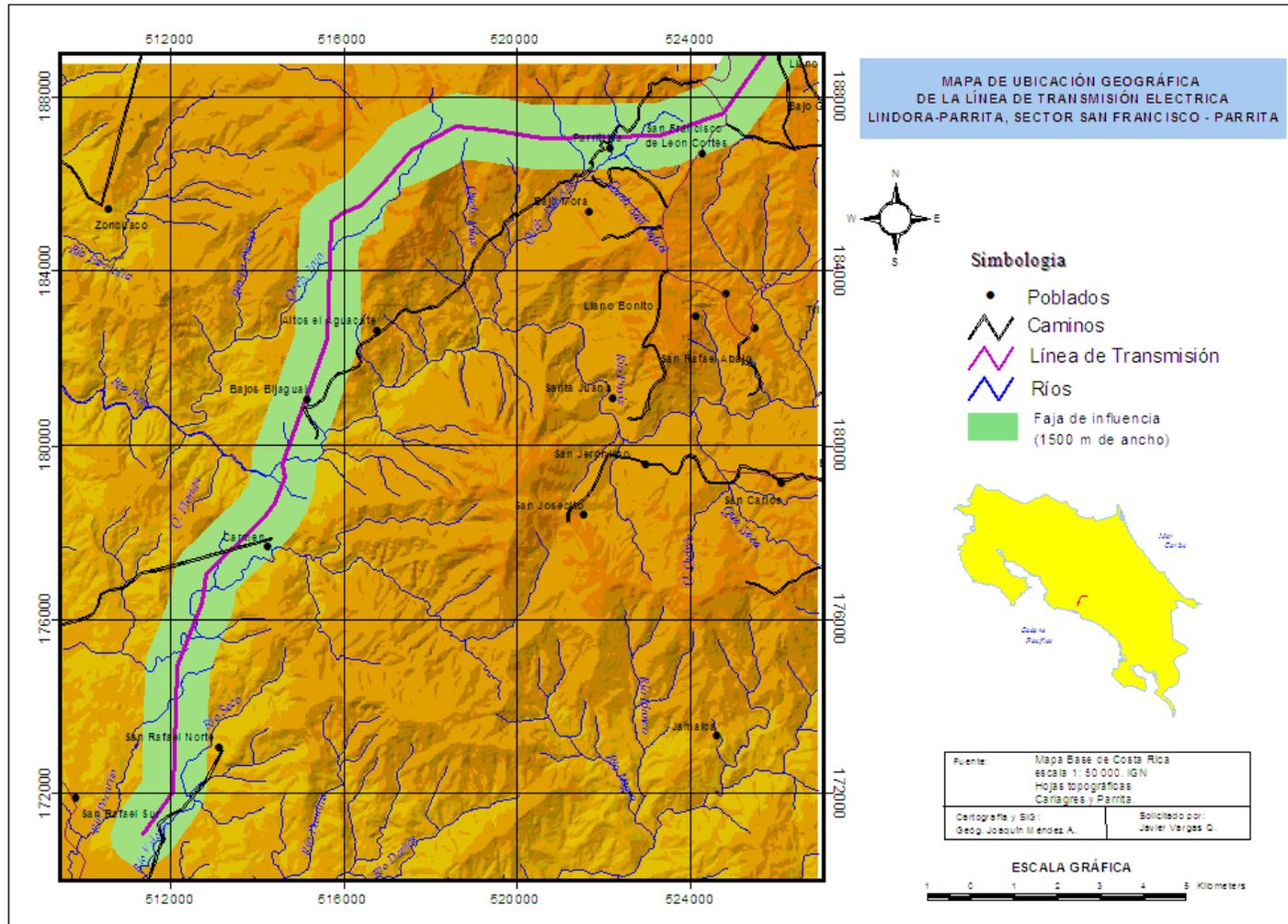
- ARÉVALO, J. 1994 “Las líneas de Energía Eléctrica y El Paisaje” Primeras Jornadas sobre Líneas Eléctricas y Medio Ambiente, mayo 25-26, Madrid, España. p. 367.
- ARÉVALO, J.; GARCÍA, R. 1994 “Sistema de Tendido Alternativo de Líneas Eléctricas para la Mitigación de Daños sobre la Cubierta Vegetal”. Primeras Jornadas sobre Líneas Eléctricas y Medio Ambiente, mayo 25-26, Madrid, España. p. 407,408.
- ESTACIÓN BIOLÓGICA DE DOÑANA., 1995 “Análisis de Impactos de Líneas Eléctricas sobre al Avifauna de Espacios Naturales Protegidos” trabajo de investigación para la Red Eléctrica de España, la Compañía Sevillana de Electricidad e Iberdrola. Madrid, España. 29 p.
- GEILFUS F. 1994 “El Árbol al Servicio del Agricultor” Manual de agroforestería para desarrollo rural Volumen 2. Guía de especies Turrialba, Costa Rica. p. 48-72.
- GÓMEZ, M.; REICHE C. 1996 “Costos de Establecimiento y Manejo de Plantaciones Forestales y Sistemas Agroforestales” CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 16-22.
- GRACIA, S.; ORDÓÑEZ, F. 1994 “Evaluaciones Medioambientales en Líneas y Subestaciones Eléctricas”. Primeras Jornadas sobre Líneas Eléctricas y Medio Ambiente, mayo 25-26, Madrid, España. p. 407-408.
- HOLDRIGE, L. R. y POVEDA, L. 1975 “Guía de Árboles de Costa Rica” Centro Científico Tropical Volumen I. San José, Costa Rica. 546 p.
- INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD, 2000. “Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión de Energía, Lindora-Tarbaca-Parrita” San José Costa Rica. 225 p.
- MORALES, 1995 “Campos Electromagnéticos y Salud Humana” Instituto Costarricense de Electricidad versión ejecutiva, Costa Rica. p. 3-9.
- PÉREZ, A.; BUENO, A.; PALACIOS, M. 1994 “Conservación de Corta Fuegos en las Líneas de la Red Eléctrica, en la Provincia de Cáceres”. Primeras Jornadas sobre Líneas Eléctricas y Medio Ambiente, mayo 25-26, Madrid, España. p. 175-177.

QUESADA et. al. 1997 “Árboles de la Península de Osa” Instituto Nacional de Biodiversidad.
Heredia, Costa Rica. 411 p.

SOIBELSON, L. H. 1982 “Líneas de Energía Eléctrica, Como Reducir los Impactos Ambientales” revista de Desarrollo Nacional. Estados Unidos de América. P. 71-72

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación geográfica de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita, tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita



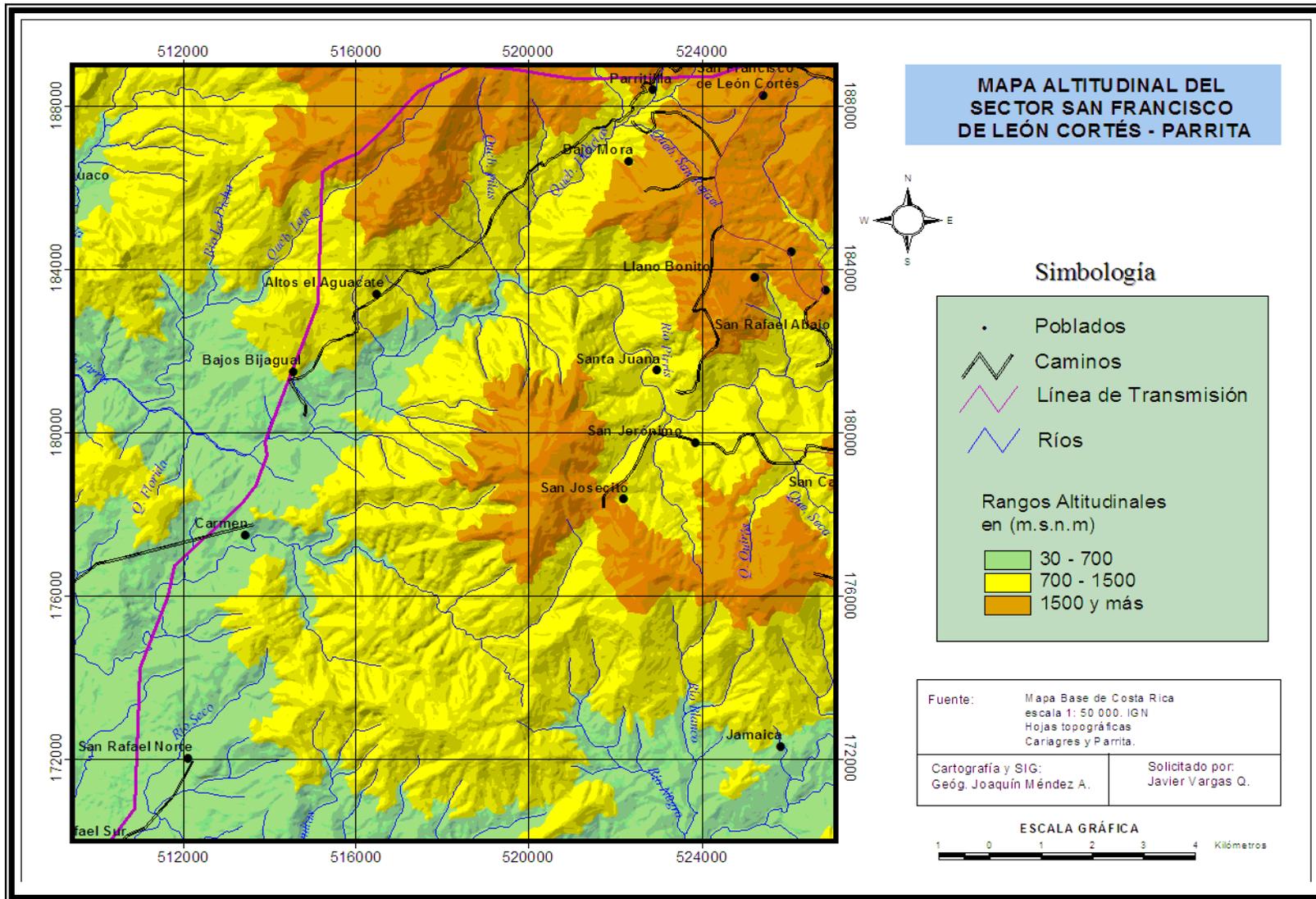
ARCVIEW

Anexo 3. Características del vehículo de propiedad del ICE, que será utilizado para el traslado de las plantas forestales a los sitios de reforestación

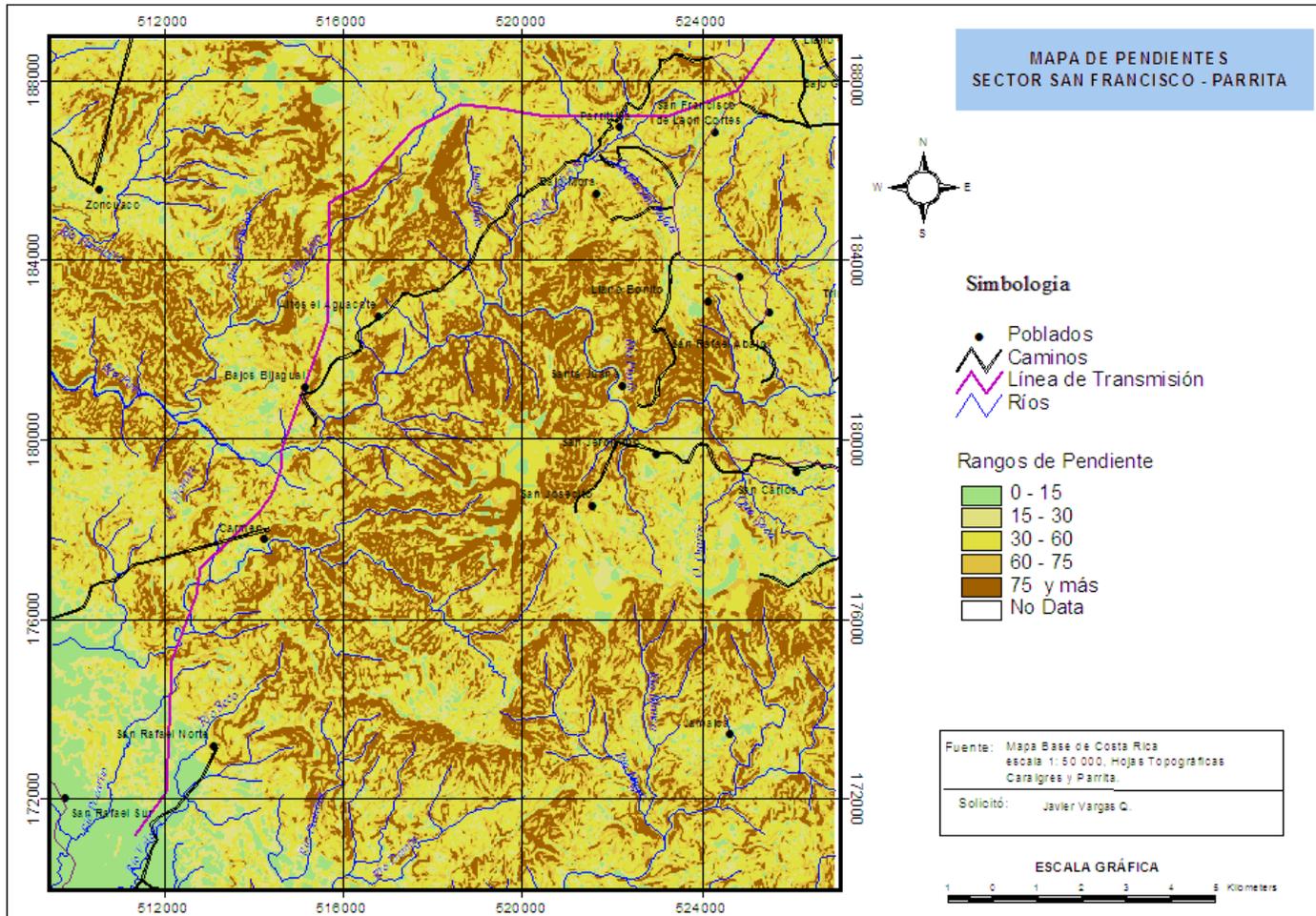


- Tipo de vehículo: camioneta pickup
- Marca: Toyota Hilux 4x4 (diesel)
- Cabina sencilla
- Consumo de combustible estimado por día (1 jornal) = 30 lts.
- Costo de combustible = 4413 Colones (147.1 Colones/ 1 lt al 29/04/02)
- Dimensiones de la batea: 2,2 m x 1,5 m (área = 3,3 m²)
- Capacidad de transporte: 515 plantas (utilizando bolsas de 8 cm. de Ø)

Anexo 4. Mapa altitudinal de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita, tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita

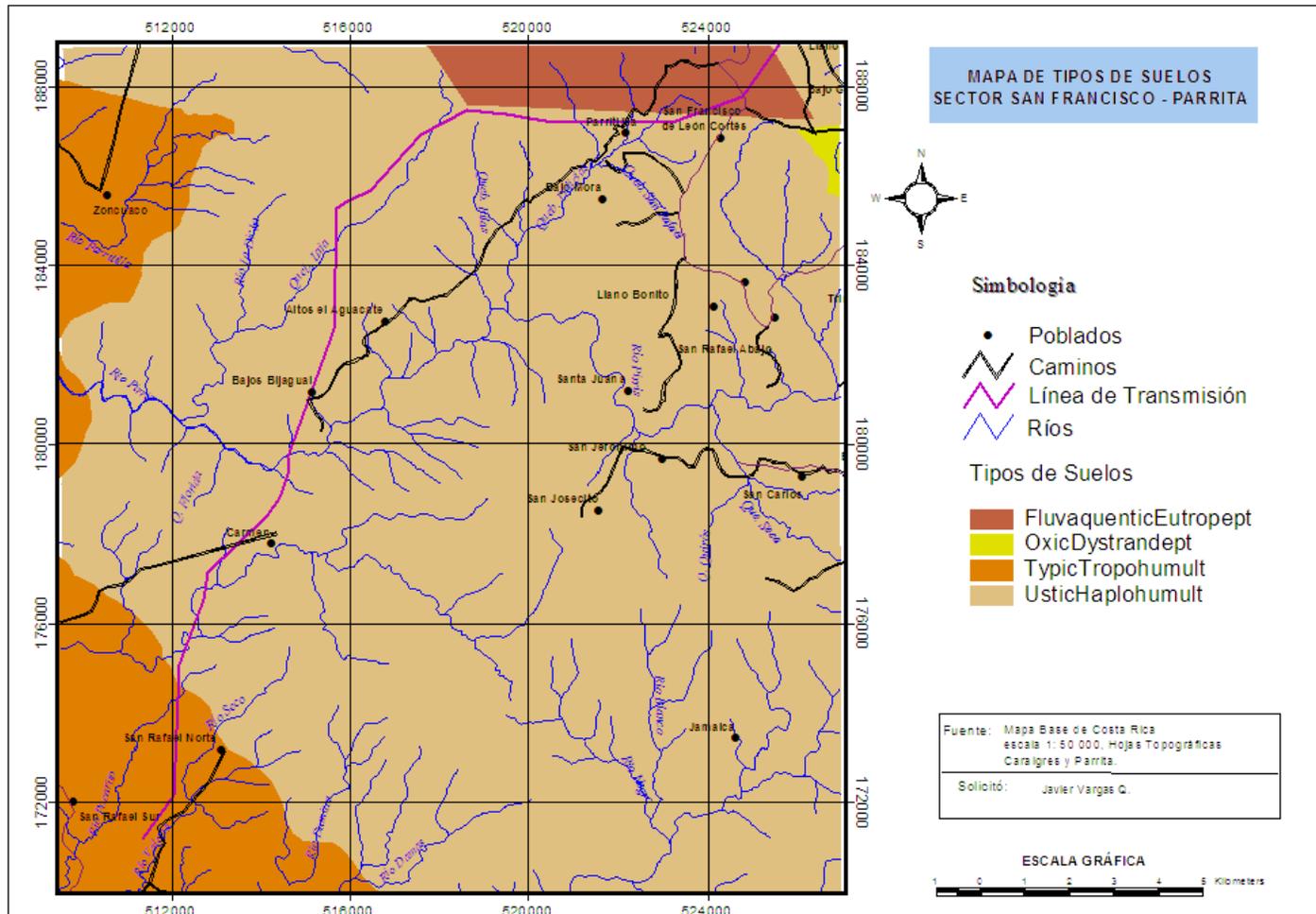


Anexo 5. Mapa de categoría de pendientes de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita, tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita



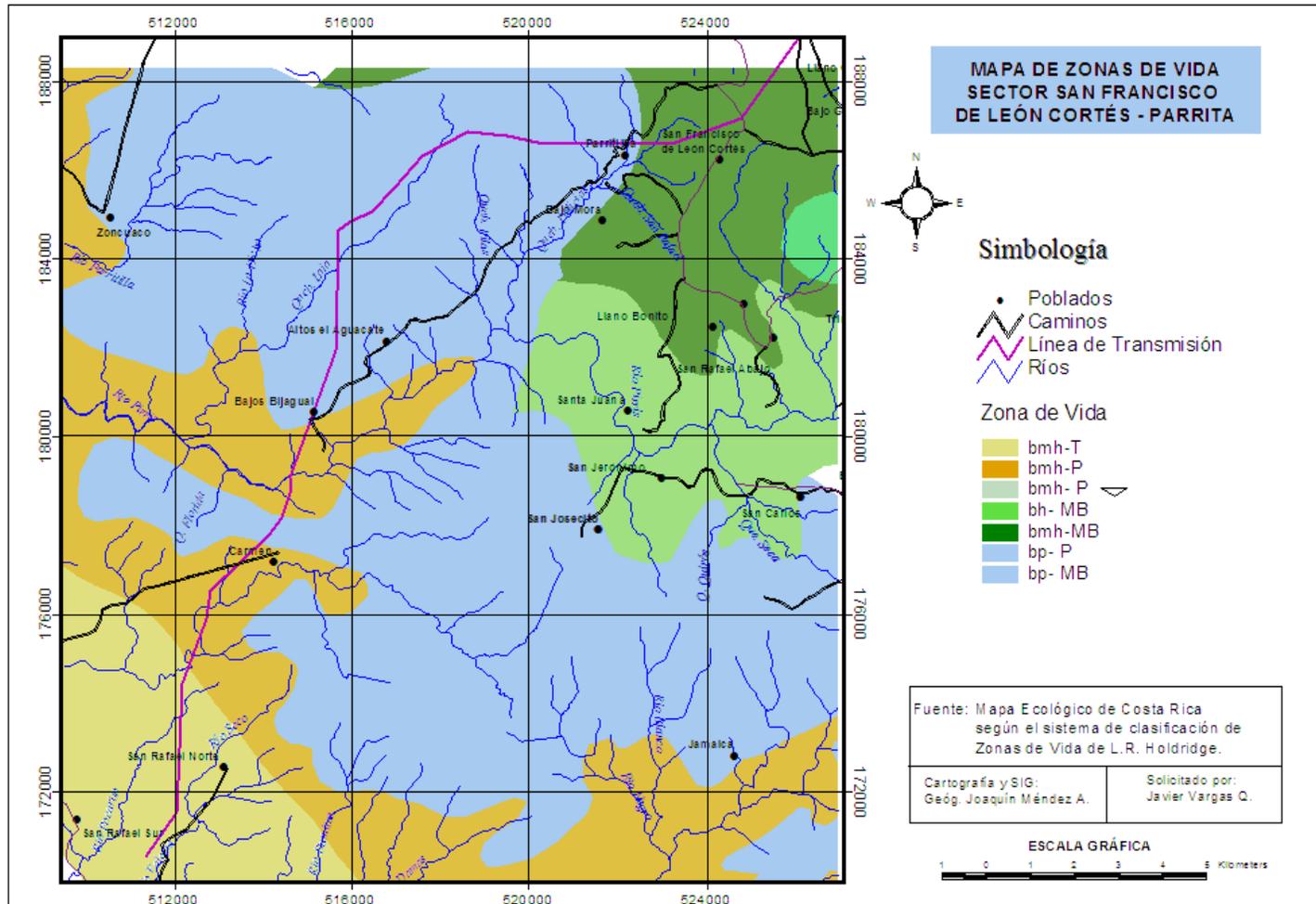
ARCVIEW

Anexo 6. Mapa de categoría de pendientes de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita, tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita



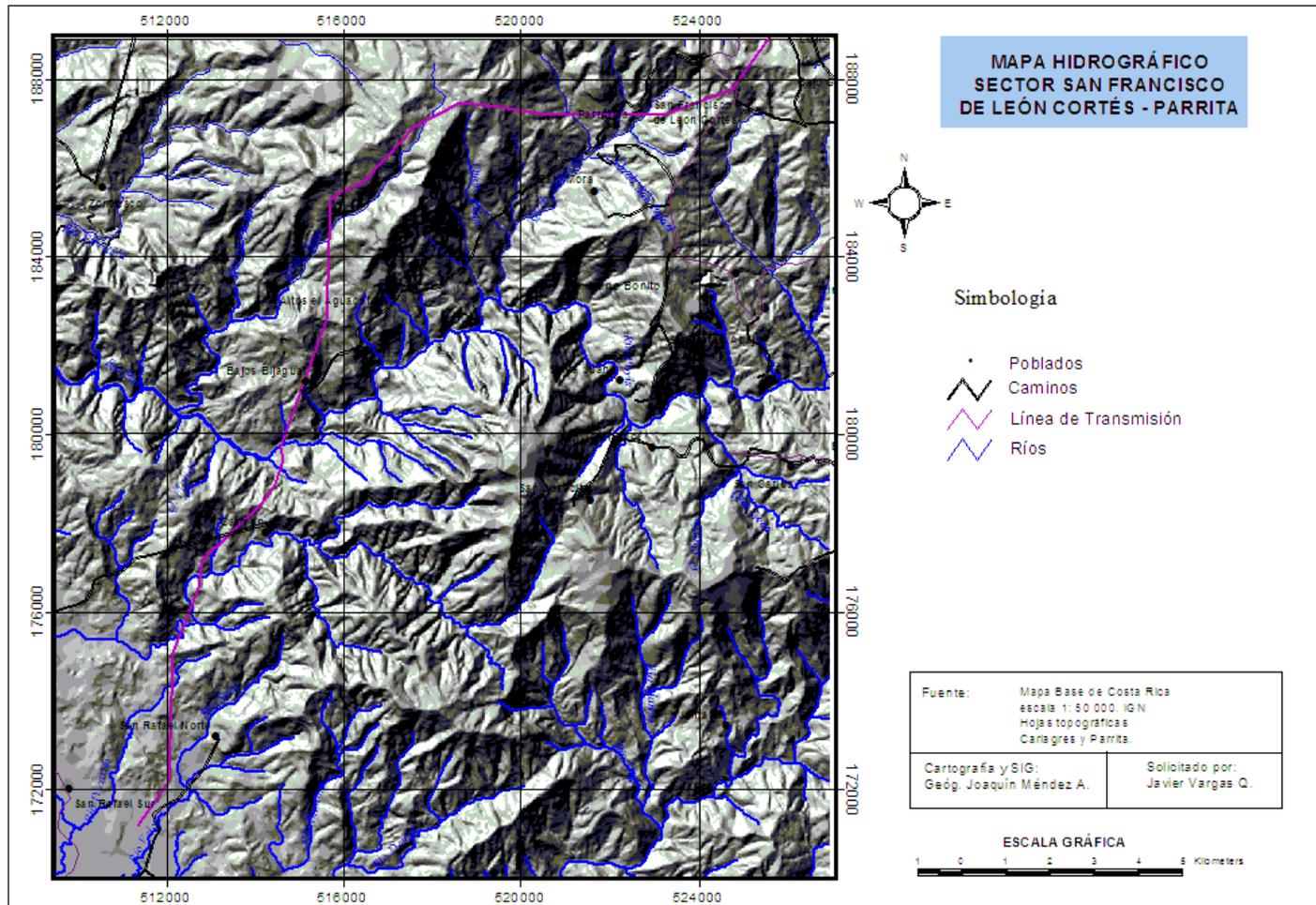
ARCVIEW

Anexo 7. Mapa de zonas de vida presentes en la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita, tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita



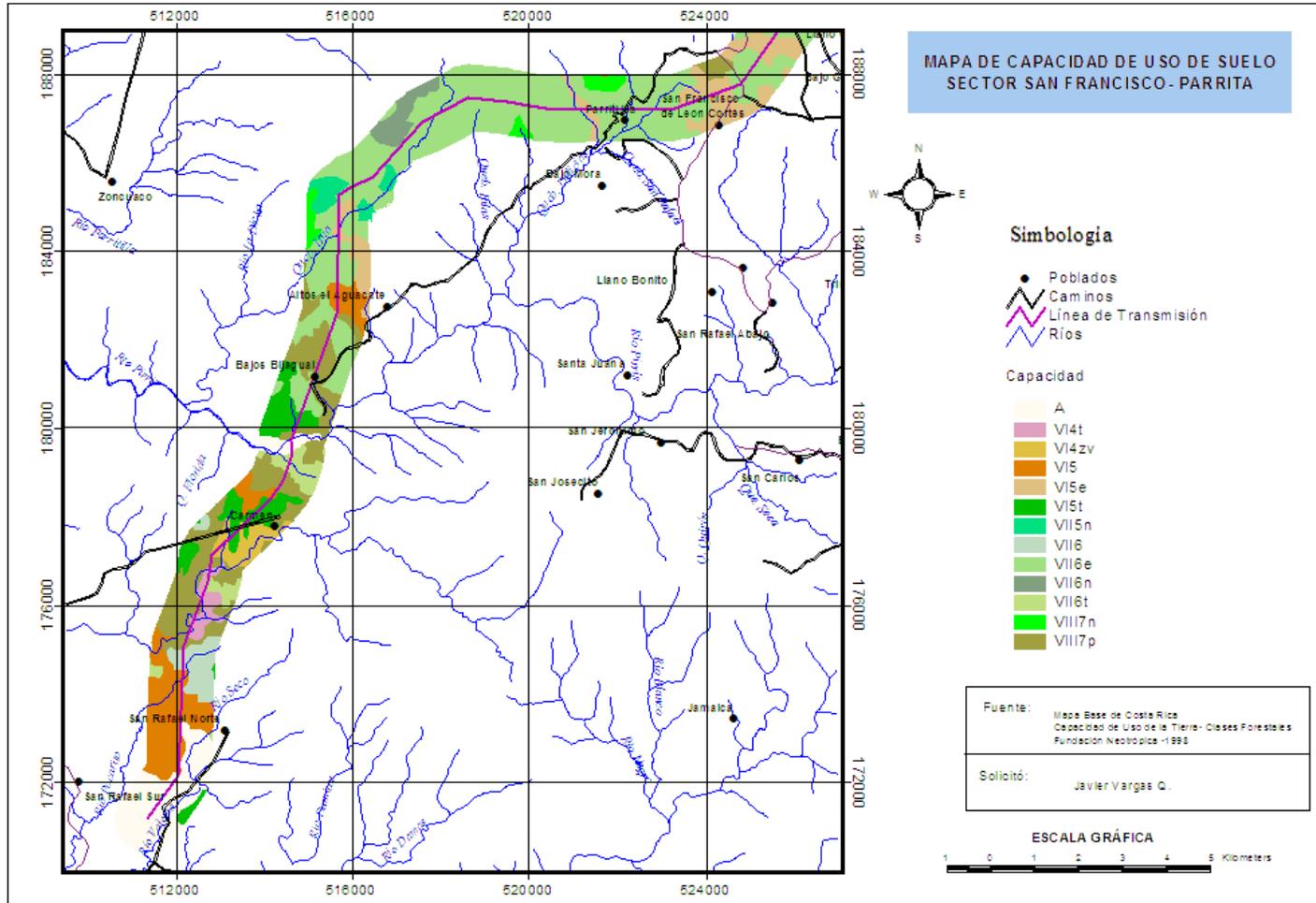
ARCVIEW

Anexo 8. Mapa hidrográfico de la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita, tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita



ARCVIEW

Anexo 9. Mapa de capacidad de uso del suelo en la línea de transmisión eléctrica Lindora-Parrita, tramo final San Francisco de León Cortés-Parrita



ARCVIEW

Anexo 10. Zonas de vida presentes en el tramo San Francisco de León Cortés-Parrita

TIPO DE BOSQUE	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS		BIO-TEMPERATURA. (Prom./año)	TEMPERATURA. (°C/año)	PRECIPITACIÓN. (Mm./año)	PERIODOS SECOS (mes/año)
		SITIO	BOSQUE				
BOSQUE MUY HÚMEDO PREMONTANO TRANSICIONAL A BASAL	bmh-P ▽	Posee abundante precipitación que permite el desarrollo favorable de pastos y cultivos permanentes	Es de mediana altura (30-40 m), densidad media, siempre verde, con dos o tres estratos y abundantes epifitas.	24-25	24-27	3000-4000	0-5
BOSQUE MUY HÚMEDO TROPICAL	bmh-T	Presenta un exceso de precipitación casi durante todo el año, provocando que los suelos sean más susceptibles a erosionarse. Se puede realizar actividades forestales (producción de biomasa).	Son siempre verdes, de gran diversidad, con árboles de 40 a 50 m de alto que presentan gambas. Existe una gran cantidad de epifitas y lianas.	24-25	24-27	4000-6000	0-5
BOSQUE MUY HÚMEDO PREMONTANO	bmh-P	Favorable pero no óptima para actividades de uso del suelo, por la abundante precipitación existente. Los pastos y cultivos permanentes son los que mejor se ajustan a esta zona.	Es de mediana altura (30-40 m), densidad media, siempre verde, con dos o tres estratos y moderada cantidad de epifitas.	17-24	17-24	2000-4000	0-5
BOSQUE HÚMEDO MONTANO BAJO	bh-MB	Favorable para actividades de uso de suelo como la horticultura y el asentamiento humano.	De baja altura, con estratos poco densos y con moderada cantidad de epifitas.	12-17	Dic-17	14000-2000	2-4.5
BOSQUE MUY HÚMEDO MONTANO BAJO	bmh-MB	Limita el desarrollo de la agricultura por la alta humedad existente (neblinas) pero es favorable para la ganadería.	Son siempre verdes, densos, con dos o tres estratos, con árboles de 25 35 m de altura y con presencia de abundantes epifitas.	12-17	12-17	1850-4000	0-4
BOSQUE PLUVIAL PREMONTANO	bp-P	En su mayoría son restrictivos para efectuar actividades agropecuarias, por la excesiva precipitación y alta humedad presentes.	Son siempre verdes, de gran biodiversidad, con presencia de epifitas y lianas.	17-24	17-24	4000-7000	< 2
BOSQUE PLUVIAL MONTANO BAJO	bp-MB	Excesiva precipitación pluvial y humedad ambiental (neblinas) que limita el uso del suelo.	Son siempre verdes, de mediana altura (30-30 m) muy densos. Presentan troncos delgados con abundantes epifitas.	12-17	12-17	3600-8000	0-3

Fuente: Mapa Ecológico de Costa Rica según el sistema de clasificación de zonas de vida de L.R. HOLDRIGE.

Anexo 11. Detalle de la capacidad de uso presente en el tramo San Francisco Parrita

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
A	Tierras aptas para cultivos y / pastos.
VI4t	Tierras aptas para la producción forestal, frutales o café, con pendientes de 15 30 % y limitante de textura.
VI4zv	Tierras aptas para la producción forestal, frutales o café, con pendientes de 15 30 % y limitante de zona de vida.
VI5	Tierras aptas para la producción forestal, frutales o café, con pendientes de 15 30 %.
VI5e	Tierras aptas para la producción forestal, frutales o café, con pendientes de 15 30 % y limitante de erosión.
VI5t	Tierras aptas para la producción forestal, frutales o café, con pendientes de 15 30 % y limitante de textura.
VII5n	Tierras aptas para el manejo de bosques o regeneración natural, con pendientes de 30 a 50 % y limitantes de neblina.
VII6	Tierras aptas para el manejo de bosques o regeneración natural, con pendientes de 50 a 75 % .
VII6e	Tierras aptas para el manejo de bosques o regeneración natural, con pendientes de 50 a 75 % con limitante de erosión.
VII6n	Tierras aptas para el manejo de bosques o regeneración natural, con pendientes de 50 a 75 % con limitante de neblina.
VII6t	Tierras aptas para el manejo de bosques o regeneración natural, con pendientes de 50 a 75 % con limitante de textura.
VIII7n	Tierras aptas para la preservación de la flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica, con pendiente mayor a 75 % y limitante de neblina.
VIII7p	Tierras aptas para la preservación de la flora y fauna, protección de áreas de recarga acuífera, reserva genética y belleza escénica, con pendiente mayor a 75 % y limitante de profundidad efectiva.

Fuente: Mapa de "Capacidad de Uso de Suelo Clase Forestal", elaborado por Fundación Neotrópica-CEAP. Hojas: DOTA I #3344 I y PARRITA # 3344 IV.

Anexo 12. Ubicación de sitios a reforestar y que fueron afectadas por la construcción de la línea de transmisión en el tramo San Francisco-Parrita.

N°	PROPIETARIO	UBICACIÓN		CARACTERÍSTICAS DEL SITIO A REFORESTAR			SUPERFICIE	
		Vivienda	Sitio a reforestar	Topografía	(msnm)	Uso actual	m ²	m
1	Álvaro Rojas Campos	Bijagual de Aserrí, 1 Km. oeste de la iglesia (casa verde)	En el Alto de Aguacate, cerca de la torre 10	ladera	1120	potreros	0	200
2	Álvaro Solano Fallas*	San Antonio de León Cortés, responsable: Carlos Fallas	300 m norte de la casa de Carlos Fallas	ladera	1660	pastos	0	300
3	Anabel Campos Valverde**	Bijagual de Aserrí, 50 m de la escuela	Naciente (él puede sembrar)	naciente	860	protección	389,7	0
4	Antonio Ureña Salazar	Al frente de la entrada al túnel del PH-Pirris	Naciente	naciente	700	protección	3897	0
5	Carlos A. García Valverde	Bijagual de Aserrí (abajo), 400 m oeste de pulpería La Sorpresa	A la orilla del camino de Bijagual	ladera	850	pastos	390	0
6	Carlos Fallas Fallas	Parritilla 200 m de la iglesia de arriba	Naciente la Concha	naciente	1620	protección	7716	0
7	Casimiro Hidalgo Arias	El Carmen, cerca de la torre 4	200 m al sur de su casa	ladera	710	pastos-charral	780	0
8	Célimo Torres León	San Rafael de Parrita, última casa	No tiene campo para reforestar	-----	-----	-----	0	-----
9	Cristóbal Mora Fallas	No pudo ser ubicado	-----	-----	-----	-----	0	-----
10	Cruz García Fernández	Bijagual de Aserrí (abajo), 300 m oeste de pulpería La Sorpresa	500 m suroeste de la casa	ladera	860	pastos-charral	0	120
11	Efraín Cárdenas Chacón	San Rafael de Parrita, última casa, 600 m norte de la subestación Parrita.	2 Km. al norte de su casa	ladera	520	pastos-charral	10132	0
12	Efraín Fallas Salazar	Parritilla, al lado del puente	Cerca de la torre 27	ladera	1650	potreros	0	300
13	Elías Arias Chinchilla	No pudo ser ubicado	-----	-----	-----	-----	0	-----
14	Elizabeth Fallas Salazar	La Legua	En la parte inferior del camino, antes de la torre 22 (Alto de la Araña)	ladera	1790	pastos-charral	0	300
15	Enrique Torres Godines	San Rafael de Parrita, última casa, 600 m norte de la subestación Parrita.	No tiene campo para reforestar	-----	-----	-----	0	-----
16	Ernesto Chinchilla Mora	San Rafael de Parrita, donde se construirá la torre 19	A la orilla del camino de ingreso a su propiedad	regular	540	pastos	0	160
17	Evelio Padilla	Bijagual, pulpería Los Padilla	Cerca de la torre 5	regular	850	cultivos	9976	0

18	Francisco Castro Sandi	No pudo ser ubicado	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
19	Gerardo Ulate Segura	Asamblea Legislativa	400 m oeste del desvío del camino a la localidad de Acosta (Altos de Aguacate)	regular	2120	pastos	10912	0	
20	Gonzalo Umaña Fallas	La legua frente a la plaza (altos de aguacate)	Altos de Aguacate, 300 m al nor-oeste de la torre 13	ladera	1160	pastos	7794	0	
21	Guillermo Ríos	No pudo ser ubicado	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
22	Henry Padilla Corrales	Bijagual de Aserrí, 1 Km. Al lado de la pulpería	Cerca al camino de Parritilla-Bijagual	ladera	850	pastos	0	210	
23	José A. Prado Naranjo	El Carmen, 200 m a la izquierda de la carretera	Alrededor de su casa	ladera	740	cultivos de café	15588	0	
24	José Alberto Ureña Salazar	El Carmen, cerca de la torre 3	Frente al túnel de PH Pirris	ladera	700	charral	6235	0	
25	Juan B. Garro Camacho	La Legua Aserrí, en el Alto de Lourdes	Altos de Aguacate, 200 m al nor-oeste de la torre 13	ladera	1140	pastos	9353	0	
26	Juan Rojas Rojas	San Rafael de Parrita, frente a la soda "esquinas"	Alrededor de su casa	regular	540	pastos	0	100	
27	Juvenal Vargas Jiménez*	San Antonio, responsable: Carlos Fallas	300 m norte de la casa de Carlos Fallas	ladera	1620	cultivos de café	0	400	
28	Lalo Valverde Umaña**	Bijagual de Aserrí	300 m oeste de su casa (él sembrará los árboles)	ladera	840	pastos	0	400	
29	Librado Corrales Padilla	Bijagual de Aserrí	En los alrededores de la casa destruida por la construcción de la torre 6	ladera	840	pastos	0	100	
30	Luis Durán Gamboa	No pudo ser ubicado	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
31	Luis García Fernández	Bijagual de Aserrí (abajo), 300 m oeste de pulpería La Sorpresa	En su propiedad	ladera	850	pastos	0	120	
32	Luz Betty Fallas Cruz*	Parritilla, responsable: Carlos Fallas (padre)	400 m norte de la casa de Carlos Fallas, sobre el camino a La Legua	ladera	1580	cultivos de café	0	100	
33	Manuel Campos	Bijagual de Aserrí, (altos de aguacate).1 Km. NE. de la escuela	No tiene campo para reforestar	-----	-----	-----	-----	-----	-----
34	Manuel Fernández Chinchilla	El alto de la araña cerca de las torres 14 y 15	200 m al sur de su casa	ladera	1800	pastos	7638	0	
35	Marco Ney Cruz Mora	Parritilla al lado de la nueva iglesia	Ambos lados del camino, cerca de la torre 20.	ladera	2100	potreros abandonados	7015	0	
36	Marcos Jiménez Madrigal**	Bijagual de Aserrí, (altos de aguacate).1 Km. NE. de la escuela	400 m sur-oeste de su casa (él sembrará los árboles)	regular	1100	pastos	6625	0	
37	Marvin Padilla Valverde	El Carmen, 400 m oeste de la escuela.	Frente a su casa	ladera	740	cultivos y pastos	0	600	

38	Miguel A. Jiménez Naranjo	El Carmen, en la cima	Frente a su casa	ladera	750	cultivos y pastos	-----	-----
39	Miguel Hidalgo Cárdenas	Donde se colocará la torre 8	No tiene campo para reforestar	-----	-----	-----	8729	0
40	Norberto Cruz Fallas Camacho	Parritilla 500 m oeste de la iglesia nueva	En el Alto de Aguacate, primer portón metálico hecho por el ICE	ladera	1990	potreros	-----	-----
41	Olga Espinoza de Camacho	La Legua de Aserri, teléfono: 540-0284.					8729	0
42	Olger Garro Fallas	Frailes, carnicería "La espiga" Telf.: 544-0939	En la parte superior del camino, después de la torre 22 (Alto de la Araña)	ladera	1820	potreros y charrales	-----	-----
43	Olman Rodríguez	No pudo ser ubicado	-----	-----	-----	-----	-----	-----
44	Rafael Calderón Vargas	200 m antes de llegar al túnel de Pirris	No tiene campo para reforestar	-----	-----	-----	0	400
45	Rafael Campos Padilla	Bijagual de Aserri, (altos de aguacate).1 Km. NE. de la escuela	Alrededor de su casa	regular	1100	pastos	10912	0
46	Raúl Piedra Ríos**	San Rafael de Parrita, casa de madera de dos pisos	2 Km. al norte de su casa (él sembrará los árboles)	ondulado	550	pastos y charrales	-----	-----
47	Rosa Fallas Morales	No pudo ser ubicado	-----	-----	-----	-----	2122	0
48	Sociedad Anabel García y José A. Fallas Cruz	Parritilla, responsable: Carlos Fallas (padre)	800 m norte de la casa de Carlos Fallas, sobre el camino a La Legua	ladera	1620	protección	6235	0
49	Víctor Fallas Solís***	Parrita, barrio La Julieta diagonal a la iglesia (Telf.: 779-9193).	Cerca de la subestación de Parrita	plana	400	pastos y potreros	0	2900
50	Mariano Espinoza Camacho	Funcionario del SINAC, telf.: 283-8004	En el área donde tenía que construirse la casa de máquinas del P.H. Pirris.	semiplana	700	pastos	0	340

* El señor Carlos Fallas es el responsable

** Propietarios dispuestos a sembrar los árboles forestales por su cuenta

*** Ofrece un área para la construcción y funcionamiento de un vivero forestal para el ICE

Anexo 14. Lista de los modelos de reforestación elegidos por cada uno de los propietarios entrevistados en el tramo San Francisco-Parrita.

NOMBRE	MODELO	CANTIDAD DE ÁRBOLES		TOTAL ÁRBOLES		DISEÑO (m)
		Forestal	Frutal	Forestal	Frutal	
Álvaro Rojas Campos	Cerca viva	Estacas de poró (100)	Aguacate (6), naranjo (2), mango (2)	100	10	2
Álvaro Solano Fallas*	Cerca viva	Dama (50), tubu (50), tierra (50)	Aguacate (5)	150	5	2
Anabel Campos Valverde**	Protección de nacimiento	Amarillón (12), surá (24) y pilón (14)	Aguacate (3), mango (3)	50	6	3x3
Antonio Ureña Salazar	Protección de nacimiento	Cedro amargo (120), pochote (120), roble sabana (120) y manú (140).	Aguacate (8), naranjo (8), mango (5)	500	21	3x3
Carlos A. García Valverde	Bloque mixto	Amarillón (25), surá (25)	Aguacate (4), naranjo (2)	50	6	3x3
Carlos Fallas Fallas	Protección de nacimiento	Dama (110), tubu (110), lorito (110), quizarrá (110), cenízaro (110), guachipelín (110), jaúl (110), ira (110), colpalchi (110).	Aguacate (40)	990	40	3x3
Casimiro Hidalgo Arias	Bloque mixto	Dama (10), tubu (10), lorito (10), quizarrá (10), cenízaro (10), guachipelín (10), jaúl (10), ira (10), colpalchi (10), cedro dulce (10)	Aguacate (8), naranjo (4)	100	12	3x3
Célimo Torres León	No tiene campo	-----	-----	-----	-----	-----
Cristóbal Mora Fallas	No ubicado	-----	-----	-----	-----	-----
Cruz García Fernández	Cerca viva	Surá (30), quizarrá (30).	Aguacate (4), naranjo (4)	60	8	2
Efraín Cárdenas Chacón	Bloque mixto	Cedro maría (200), manú (200), quizarrá (200), amarillón (300), ronrón (200) cristóbal (200).	Mango (20), naranjo (20)	1300	40	3x3
Efraín Fallas Salazar	Cerca viva	Dama (50), tubu (50), tierra (50)	Aguacate (8), naranjo (6)	150	14	2
Elías Arias Chinchilla	No ubicado	-----	-----	-----	-----	-----
Elizabeth Fallas Salazar	Cerca viva	Dama (50), quizarrá (50), tierra (50)	Aguacate (10)	150	10	2
Enrique Torres Godines	No tiene campo	-----	-----	-----	-----	-----
Ernesto Chinchilla Mora	Cerca viva	Amarillón (20), cristóbal (20), surá (20) y pilón (20)	Mango (5), naranjo (5)	80	10	2
Evelio Padilla **	Árboles entre cultivos de café	Cedro dulce(80), poró de montaña(80), carao(80), guachipelín(80).	Aguacate (15), mango (10)	320	25	6x6
Francisco Castro Sandi	No ubicado	-----	-----	-----	-----	-----

Gerardo Ulate Segura	Bloque mixto	Dama (200), lorito (100), quizarrá (200), cenízaro (200), guachipelín (200), jaúl (100), ira (200), colpalchi (100), cedro dulce (100)	Aguacate (40), naranjo (30)	1400	70	3x3
Gonzalo Umaña Fallas	Bloque mixto	Dama (100), lorito (100), quizarrá (100), cenízaro (100), guachipelín (100), jaúl (100), ira (100), colpalchi (100), cedro dulce (200)	Aguacate (30), naranjo (30)	1000	60	3x3
Guillermo Ríos	No ubicado	-----	-----	-----	-----	-----
Henry Padilla Corrales	Cerca viva	Cedro maría (35), cenízaro (35), cristóbal (35)	Aguacate (6), naranjo (4), mango (4)	105	14	2
José A. Prado Naranjo **	Árboles entre cultivos de café	Cedro amargo (100), cristóbal (100), guapinol (100), madero negro (100) y ronrón (100).	Aguacate (25), naranjo (10), mango (10)	500	45	6x6
José Alberto Ureña Salazar	Bloque mixto	Cristóbal (400) y manú (400)	Aguacate (25), naranjo (25), mango (25)	800	75	3x3
Juan B. Garro Camacho	Bloque mixto	Cedro maría (100), colpalchi (100), ira (200), quizarrá (200), dama (200), jaúl (200), surá (200).	No le interesa frutal	1200	0	3x3
Juan Rojas Rojas	Cerca viva	Cedro maría (10), cedro amargo (10), manú (10), ronrón (10), surá (10).	Aguacate (2), naranjo (2), mango (2)	50	6	2
Juvenal Vargas Jiménez *	Cerca viva	Dama (100), quizarrá (50), tierra (50)	Aguacate (10)	200	10	2
Lalo Valverde Umaña**	Cerca viva	Amarillón (100), surá (100)	Aguacate (10), mango (10)	200	20	2
Librado Corrales Padilla	Cerca viva	Surá (15), caraó (2), pochote (10), amarillón (23).	Aguacate (5), naranjo (5)	50	10	2
Luis Durán Gamboa	No ubicado	-----	-----	-----	-----	-----
Luis García Fernández	Cerca viva	Surá (30), quizarrá (30).	Aguacate (8)	60	8	2
Luz Betty Fallas Cruz *	Cerca viva	Quizarrá (150)	Aguacate (10), naranjo (5)	50	15	2
Manuel Campos Padilla	No tiene campo	-----	-----	-----	-----	-----
Manuel Fernández Chinchilla	Bloque mixto	Dama (140), quizarrá (140), cenízaro (140), guachipelín (140), jaúl (140), ira (140), colpalchi (140).	Aguacate (20), naranjo (20)	980	40	3x3
Marco Ney Cruz Mora	Bloque mixto	Cedro dulce (300), colpachi (300), jaúl (300)	Aguacate (70)	900	70	3x3
Marcos Jiménez Madrigal**	Bloque mixto	Cedro dulce (170), ronrón (170), guachipelín (170), ira (170), roble sabana (170).	Aguacate (20), mango (20), níspero (20)	850	60	3x3
Marvin Padilla Valverde	Cerca viva	Amarillón (100), quizarrá (70)	Aguacate (10), mango (10)	170	20	2
Miguel A. Jiménez Naranjo	Cerca viva	Guachipelín (100), manú (100), cristóbal (100)	Aguacate (12), naranjo (12), mango (12)	300	36	2
Miguel Hidalgo Cárdenas	No tiene campo	-----	-----	-----	-----	-----
Norberto Cruz Fallas Camacho	Bloque mixto	Dama (140), lorito (140), quizarrá (140), cenízaro (140), guachipelín (140), jaúl (140), ira (140), colpalchi (140).	Aguacate (80)	1120	80	3x3

Olga Espinoza de Camacho	No tiene campo	-----	-----	-----	-----	-----
Olger Garro Camacho	Bloque mixto	Dama (140), lorito (140), quizarrá (140), cenízaro (140), guachipelín (140), jaúl (140), ira (140), colpalchi (140).	Aguacate (20), naranjo (15), mango (15)	1120	50	3x3
Olman Rodríguez	No ubicado	-----	-----	-----	-----	-----
Rafael Calderón Vargas	No tiene campo	-----	-----	-----	-----	-----
Rafael Campos Padilla	Cerca viva	Estacas de poró (100), ronrón (100)	Aguacate (10), naranjo (5), mango (5)	200	20	2
Raúl Piedra Ríos**	Bloque mixto	Cristóbal (300), manú (300), laurel (400), ronrón (400)	Aguacate (50), naranjo (40), mango (40)	1400	130	3x3
Rosa Fallas Morales	No ubicado	-----	-----	-----	-----	-----
Sociedad Anabel García y José A. Fallas Cruz*	Protección de naciente	Dama (50), tubu (50), tierra (50), quizarrá (50)	Aguacate (10)	200	10	3x3
Víctor Fallas Solís***	Bloque mixto	Cedro maría (100), cedro amargo (100), ronrón (100), surá (100), cristóbal (100), gallinazo (100), cortés (100), pilón (100)	Aguacate (30), naranjo (30), mango (30)	800	90	3x3
Mariano Espinoza Camacho	Cerca viva	Cedro amargo (300), guachipelín (400), guapinol (50), pilón (200), poró (300), amarillón (200).	Aguacate (50), naranjo (50), mango (40).	1450	140	2

* El señor Carlos Fallas es el responsable

** Propietarios dispuestos a sembrar los árboles forestales por su cuenta

*** Ofrece un área para la construcción y funcionamiento de un vivero forestal para el ICE

Anexo 15. Características biofísicas de las especies forestales empleadas en la propuesta de reforestación del tramo final San Francisco-Parrita.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ALTURA (m)	HOJA	FLOR	FRUTO	ELEVACIÓN (msnm)	USOS DE LA ESPECIE
<i>Terminalia amazonia</i>	AMARILLÓN	30	Simples-alternas	Blancas-amarillentas	Samaroide	100-1200	Fabricación de pisos y reglas decorativas
<i>Cassia grandis</i>	CARAO	15-30	Con foliolos oblongos	Rosadas y llamativas	Legumbre	400-800	Alimento (pulpa) y ornamental
<i>Cedrela odorata</i>	CEDRO AMARGO	40	Glabras con foliolos	Inflorescencias terminales	Cápsula oblonga	< 2400	Elaboración de muebles
<i>Cedrela tonduzii</i>	CEDRO DULCE	40	Con foliolos	Unisexuales	Cápsula ovoide	1400-2000	Elaboración de muebles
<i>Calophyllum brasiliense</i>	CEDRO MARIA	30	Lustrosas y coriáceas	Inflorescencias amarillentas	Drupa globosa	< 1200	Elaboración de muebles
<i>Samanea saman</i>	CENIZARO	30	Con pinnas	Umbelas densas	Legumbre	500	Agroforesteria
<i>Croton niveus</i>	COLPACHI		Ovadas	Unisexuales amarillentas	Esférico	< 1500	Medicina y ornamental
<i>Tabebuia ochracea</i>	CORTES	15-30	Digitadas opuestas con foliolos	Rosadas a blancas	Cápsula lineal	350	Construcción en general y ornamental
<i>Platymiscium pinnatum</i>	CRISTÓBAL	40	Glabras con hojuelas	Racimos laterales-naranja	Legumbre plana	< 700	Elaboración de muebles
<i>Citharexylum donnell-smithii</i>	DAMA	20	Lanceoladas en racimos	Blancas	Redondo y lustroso	1200-2200	Alimento para las aves y ornamental
<i>Jacaranda copaia</i>	GALLINAZO	45	Compuesta		Vainas	< 400	Maderable, ornamental, medicinal
<i>Diphysia americana</i>	GUACHIPELÍN	12	Compuesta-alternas	Racimos	Vainas	0-1500	Ornamental, y para postes vivos
<i>Hymenaea courbaril</i>	GUAPINOL	10-50	Alternas con dos foliolos	Blancas en panículas	Legumbre leñosa	< 700	Maderable
<i>Nectandra salicina</i>	IRA	< 20				1000-1400	Postes y ornamental
<i>Alnus acuminata</i>	JAÚL	15-30	Simples-alternas	Inflorescencias amarillentas	Conos	800-3450	Maderable, agroforesteria

<i>Cordia alliodora</i>	LAUREL	25	Alternas	Inflorescencias	Nuez alargada	< 1200	Maderable, agroforesteria
<i>Weinmannia pinnata</i>	LORITO	mediano	Hojuelas con raquis alado	Racimos blancos	Pequeño y seco	> 1200	Construcción de muebles
<i>Gliricidia sepium</i>	MADERO NEGRO	5-10	Imparipinadas alternas	Inflorescencia racimosa	Legumbres	< 600	Cercas vivas
<i>Vitex cooperi</i>	MANU	10-35	Trifoliales opuestas	Racimos terminales amarillentas	Drupa	700	Postes y alimento para las pavas
<i>Vochysia guatemalensis</i>	MAYO BLANCO	15-30	Simples-opuestas	Inflorescencia en panículas	Cápsula	700-1400	Construcción en general y plywood
<i>Hyeronima alchornoides</i>	PILÓN	45	Simples-alternas	Blancas en panículas	Drupa elipsoidal	0-800	Maderable
<i>Bombacopsis quinata</i>	POCHOTE	grande	Glabras con hojuelas	Con pétalos lineares	Cápsula glabra	750-500	Elaboración de muebles y agroforesteria
<i>Erithryna sp.</i>	PORÓ	3-12	Trifoliadas con hojuelas	Rojas en forma de sable		700-1800	Agroforesteria
<i>Nectandra nitida</i>	QUIZARRÁ	13	Lanceoladas	Blancas	Esférico y verde	> 800	Ornamental y alimento para quetzales
<i>Tabebuia rosea</i>	ROBLE SABANA	3-12	Dispuestas en ramas glabras	Blanca-rosadas	Cápsula delgada	0-1200	Elaboración de muebles y ornamental
<i>Astronium graveolens</i>	RONRON	15-35	Alternas-imparipinadas	En panículas amarillentas	Drupa oblonga	400-1400	Elaboración de pisos
<i>Terminalia oblonga</i>	SURA	25-45	Simples alternas	Inflorescencia espigada	Samaroide	400-1500	Ebanistería
<i>Ulmus mexicana</i>	TIRRA	45	Alternas, elíptica	Racimos amarillentos	Ovoide	600-1400	Maderable
<i>Montanoa hibiscifolia</i>	TUBU	árbol o arbusto	Palmilobadas y grandes	Similar a la margarita	Aquenio	500	Ornamental

Fuentes: LEÓN, J. y POVEDA, L. 2000; GEILFUS F. 1994; QUESADA et. al. 1997.

Anexo 16. Características biofísicas de las especies frutales empleadas en el tramo final San Francisco-Parrita.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ALTO (m)	HOJA	FLOR	FRUTO	ELEVACIÓN (msnm)	USOS DE LA ESPECIE
<i>Persea americana</i>	AGUACATE	< 20	coriáceas y verdes	hermafroditas blancas	drupa globosa	< 2000	Comestible, en sistemas agroforestales, producción de cosméticos.
<i>Mangifera indica</i>	MANGO	40	verdes	panículas	drupa alargada	< 1200	Comestible, en sistemas agroforestales para la fabricación de conservas.
<i>Citrus sinensis</i>	NARANJA	7-10	brillosas	bisexuales blancas	redondo	500-2000	Fruto comestible
<i>Eriobotrya japonica</i>	NÍSPERO	5-10	grandes	pequeñas y blancas	forma de pera	1000-2200	Fruto comestible

Anexo 17. Detalle de las etapas y actividades para la implementación de la reforestación en el tramo San Francisco-Parrita

1. Adquisición de material vegetal (septiembre a diciembre del 2002 y enero del 2003).

- a. Ubicación de fuentes (septiembre a octubre): el objetivo es garantizar la existencia de semillas o estacas de las 29 especies forestales en caso de producir los árboles. La otra alternativa, es buscar fuentes locales (árboles situados alrededor del sitio a reforestar); o la compra de semilla certificada.
- b. Recolección (octubre a diciembre): en estos tres meses, se recomienda proceder a la cosecha de semillas de las especies forestales disponibles, para que luego sean usadas durante la producción en vivero.
- c. Compra (enero 2003): en caso de no conseguir material de fuentes cercanas, realizar las gestiones necesarias para formalizar la compra de árboles forestales y frutales en el Centro

Agrícola Cantonal de Tarrazú. De esta manera se garantiza la entrega de los árboles para el mes de mayo.

2. Producción de árboles forestales (enero a abril 2004)

Durante 4 meses se estima efectuar las labores de producción (preparación de sustratos, siembra, fertilización, repique, etc.) para los 19105 árboles forestales en el vivero de La Garita. El objetivo es contar con los árboles listos para el mes de mayo en que se inicia la época de invierno y con ello las labores de plantación.

3. Preparación del terreno (abril a mayo del 2003)

- a. Limpieza del terreno: eliminar con cuchillas la vegetación que represente competencia por los recursos como el agua y nutrientes del suelo para los futuros árboles (malezas).
- b. Trazado y marcación: mediante el uso de una cinta métrica y un jalón, marcar el sitio de siembra. El distanciamiento utilizado, estará acorde al modelo elegido de reforestación.
- c. Apertura de hoyos: se recomienda hoyos de 30 cm de diámetro por 50 cm de profundidad en suelos que no presenten problemas de compactación. Por el contrario, en sitios de potreros, se recomienda utilizar dimensiones de 50 cm de diámetro por 80 cm de profundidad

4. Transporte de árboles (mayo del 2003)

Se propone el transporte de las plantas durante todo el mes de mayo, indiferentemente si se procede a la producción de los árboles forestales o se efectúa la compra en el Centro Agrícola Cantonal Tarrazú.

5. Plantación (mayo a julio del 2003)

- a. Siembra (mayo a junio): es recomendable la siembra en esta época de inicio de las lluvias por existir mayores posibilidades de sobrevivencia de árboles plantados. Tener el cuidado de no romper el pan de tierra

- b. Fertilización (mayo a junio): se recomienda que al momento de la siembra, también se proceda a la fertilización de los árboles forestales. Para el caso de aquellos propietarios que se responsabilizan de la siembra, solo se efectuará la entrega del fertilizante.
- c. Rodajea (mayo a junio): realizar una faja de 30 cm de diámetro alrededor de cada una de los árboles sembrados con el objeto de facilitar la captación de agua.
- d. Control de zompopas (julio): Se propone a la entrega de 0,5 Kg. de insecticida MIRECK a cada propietario beneficiado con la reforestación, para controlar hormigas del genero *Atta sp.* que puedan poner en peligro la plantación.

6. Mantenimiento (febrero y marzo del 2004-2005)

Se propone dos meses de trabajo en cada uno de los años, para efectuar las actividades de mantenimiento de los sitios reforestados. Consiste en la eliminación de la vegetación perjudicial que esté compitiendo con el desarrollo de cada árbol forestal establecido y la realización de una nueva rodajea de 30 cm de diámetro.

APÉNDICES

Apéndice 1. Costos y rendimientos de establecimiento de árboles forestales para el Pacífico Central

ETAPA	ACTIVIDADES PARA LA PLANTACIÓN EN BLOQUE (1111 árboles/ha)	JORNALES
ESTABLECIMIENTO	Limpieza inicial (chapea)	7,12
	Trazado o marcación	1,44
	Apertura de hoyos	7,44
	Siembra	5,11
	Fertilización	2,83
	Rodajea	3,2
MANTENIMIENTO AÑO 1	chapea manual	7,16
	Rodajea	3,2
MANTENIMIENTO AÑO 2	chapea manual	7,16
	Rodajea	3,2
ACTIVIDAD	ACTIVIDADES PARA LA PLANTACIÓN EN LÍNEA (cada 1,5 m)	JORNALES
ESTABLECIMIENTO	Limpieza inicial (chapea)	6,5
	Trazado o marcación	1,3
	Apertura de hoyos	3,9
	Siembra	3,2
	Fertilización	1,8
	Rodajea	4,4
MANTENIMIENTO AÑO 1	chapea manual	5,8
	Rodajea	5,1
MANTENIMIENTO AÑO 2	chapea manual	3,6
	Rodajea	4,1

1 Jornal = 8 horas de trabajo o equivalente a un día laboral

Fuente: GÓMEZ, M.; REICHE C. 1996