SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

CONAFOR

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL

FONDO SECTORIAL CONAFOR- CONACYT

PROGRAMA REGIONAL HIDROLÓGICO FORESTAL PARA LA REGIÓN II NOROESTE

Proyecto contratado entre CONACYT/CONAFOR- IMTA
Clave de Registro CONAFOR-2005-C02-14670

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA
Coordinación de Riego y Drenaje
Subcoordinación de Conservación de Cuencas y Tecnología Forestal

IMTA

México, 2007

DIRECTORIO

IMTA

Dr.Polioptro Martínez Austria
Director General

Dr. Benjamín De León Mojarro
Coordinador de Riego y Drenaje

M.Sc. Raúl Medina Mendoza
Subcoordinador de Conservación de Cuencas y Tecnología Forestal

M.C. Héctor G. Cortés Torres
Jefe de Proyecto

CONAFOR

Dr. José Cibrián Tovar
Director General

Dr. Rodolfo Orozco Gálvez
Coordinador General de Planeación e Información

MDA. Luis Miguel Casas de la Peña
Gerente de Planeación y Evaluación

GERENCIA REGIONAL II NOROESTE
Ing. Luis Salvador Porras López
Gerente Regional II

M.C. Héctor R. Valdez Aguayo
Subgerente Operativo

CONACYT

Mtro. Juan Carlos Romero Hicks
Director General

Lic. Rafael Pando Cerón
Secretario Técnico del
Fondo Sectorial CONAFOR-CONACYT

CRÉDITOS

AUTORES:

M.C. Hector Cortés Torres
M.Sc. Raúl Medina Mendoza
M.en A. Ma. Dolores Olvera Salgado

COLABORACIONES TÉCNICAS:

Geógr. Jorge E. Brena Zepeda
Sistemas de Información Geográfica (SIG)

M.C. Pedro Rivera Ruíz
Erosión y Conservación de Suelos

M.I. Werner K. Wruck Spillecke
Aspectos forestales y modelos de recuperación forestal

M.Sc. Marcia A. Yáñez Kernke
Sistematización de información digital

M.P.D. Alfredo Gómez Garzón
SIG en subcuencas para determinar el impacto de la recuperación forestal

M.I. Juan Fco. Gómez Martínez
Aspectos Hidrológicos

Ing. David Peña Hernández (Téc. Forestal Local)
Diagnóstico Forestal e Hídrico Regional

Lic. Eugenia Plascencia Beltrán
Sistematización de información y Desarrollo de aplicación en Arc View

M.C. Verónica Guerra Martínez
Conafor-Oficinas Centrales/ Revisión, Supervisión, Seguimiento del proyecto

Se agradece la disposición de las diversas dependencias en facilitar información, en especial a: CONAFOR Gerencia Regional II, FIRCO, SEMARNAT, PROFEPA, SAGARPA, CONAGUA, CEDES, INIFAP.

www.imta.mx
(777) 329-36-00 Ext. 154, 460 y 462
(777) 329-36-60

hcortes@tlaloc.imta.mx
rmedina@tlaloc.imta.mx

INDICE

1 PLANEACIÓN EN MATERIA FORESTAL....1

1.1 El proceso de Planeación Forestal 2001-2006 en México....1
1.1.1 El Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006....1
1.1.2 El Programa Nacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006....3
1.1.3 El Programa Nacional Forestal 2001-2006....5

1.2 El proceso de planeación regional forestal....7
1.2.1 División del país en regiones hidrológico administrativas....7
1.2.2 Regiones de la CONAFOR....8
1.2.3 El Programa Regional Hidrológico Forestal de la Región II Noroeste....8

2 OBJETIVOS, METAS Y ESTRATEGIAS EN LA GERENCIA REGIONAL CONAFOR....11

2.1 Visión del sector forestal en la RHA II Noroeste....11

2.2 Misión de la Gerencia Regional....12

2.3 Visión de la Gerencia Regional....12

2.4 Imagen-objetivo del escenario forestal regional deseable al 2012, acorde con la visión de la Gerencia Regional....13

2.5 Escenario esperado para el 2012....14

2.6 Necesidades de acciones para el desarrollo forestal....14

2.7 Los grandes objetivos del PNF en el ámbito regional....15

2.8 Metas en el ámbito regional y su contribución a las metas nacionales....15

3 RELACIÓN AGUA-BOSQUE....17

3.1 Marco físico regional....17
3.1.1 Fisiografía....18
3.1.2 Clima....19
3.1.3 Geología....20
3.1.4 Suelos....21
3.1.5 Hidrología....23

3.2 Situación del recurso hídrico regional....24
3.2.1 Aguas superficiales....25
3.2.2 Aguas subterráneas....29
3.2.3 Usos del agua....32

3.2.4 Fenómenos hidrometeorológicos extremos 33
3.2.5 Problemática hidráulica regional 34
3.2.6 Resumen del diagnóstico hídrico regional 35

3.3 La interrelación Agua-Suelo-Vegetación 36
3.3.1 Relación con la precipitación y la humedad ambiental 36
3.3.2 Relación con la infiltración y el escurrimiento 37

3.4 Cobertura forestal y erosión de suelos 42
3.4.1 Erosión hídrica en la Región II Noroeste 43
3.4.1.1 *Erosión hídrica por estados 46*
3.4.1.2 *Erosión hídrica para cuencas de embalses importantes 47*

4 DIAGNÓSTICO FORESTAL 57

4.1 El recurso forestal en México 57
4.1.1 Marco forestal 57
4.1.1.1 *Diversidad de los ecosistemas forestales 57*
4.1.1.2 *Producción forestal 58*
4.1.1.3 *Degradación del recurso forestal 59*
4.1.1.4 *Protección del recurso forestal 60*
4.1.1.5 *Balanza comercial del sector forestal 61*
4.1.1.6 *El contexto social en el sector forestal 61*
4.1.2 Marco legal e institucional 62

4.2 El recurso forestal en la Región II Noroeste 62
4.2.1 Descripción de los recursos forestales 63
4.2.2 Contexto demográfico 70
4.2.3 Degradación de los recursos forestales y acciones para su recuperación 73
4.2.3.1 *Degradación del recurso 73*
4.2.3.2 *Recuperación del recurso 75*
4.2.4 Manejo forestal 78
4.2.5 Plantaciones forestales 78
4.2.6 Germoplasma 79
4.2.7 Aprovechamiento e industria forestal 79
4.2.8 Dendroenergía 80
4.2.9 Servicios Ambientales 81
4.2.10 Recursos no maderables 82
4.2.11 Biodiversidad 83
4.2.12 Mecanismos financieros 84
4.2.13 Marco institucional 86
4.2.14 Servicios técnicos 86
4.2.15 Inspección y vigilancia 88
4.2.16 Sistema regional de información forestal 90
4.2.17 Inventario forestal en la región 91
4.2.18 Educación, capacitación, investigación y cultura forestal 92
4.2.19 Marco jurídico 93
4.2.20 Análisis del sector en el contexto internacional 95

4.2.21 Implicaciones sociales 95
4.2.22 Problemática principal 96

4.3 Resumen del diagnóstico forestal regional 97

5 NECESIDADES DE RECUPERACIÓN FORESTAL 100

5.1 Metodología para la determinación de las necesidades de recuperación forestal 100
5.1.1 Las clases de uso del suelo empleadas 100
5.1.2 Definición de áreas con necesidades de recuperación forestal 101

5.2 Necesidades de recuperación forestal 103
5.2.1 Necesidades de recuperación forestal en la RHA II Noroeste 104
5.2.2 Necesidades de recuperación forestal por estado 105
5.2.3 Necesidades de recuperación forestal por municipio 106
5.2.4 Necesidades de recuperación forestal por cuencas 111
5.2.5 Necesidades de recuperación forestal en las ANP de la RHA II, Noroeste 117
5.2.6 Necesidades de recuperación forestal en los PRODERS de la RHA II Noroeste 119
5.2.7 Necesidades de recuperación forestal en las UMAFOR de la RHA II Noroeste 121
5.2.8 Necesidades de recuperación forestal en las RTP de la RHA II Noroeste 124

6 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA PARA LA CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN FORESTAL 127

6.1 Propuesta de modelos para la recuperación forestal 127

6.2 Planeación estratégica de inversiones para la conservación y recuperación forestal 130
6.2.1 Consideraciones para la planeación de acciones para la conservación y recuperación forestal en la RHA II Noroeste 130
6.2.2 Periodos de planeación de las acciones de conservación y recuperación 131
6.2.3 Planeación de acciones de conservación y recuperación forestal 131
6.2.3.1 *Distribución de superficies y modelos para la conservación y recuperación forestal 136*
6.2.4 Planeación de inversiones 137
6.2.5 Impacto socioeconómico 139

7 IMPACTOS ESPERADOS DE LA RECUPERACIÓN FORESTAL SOBRE EL RECURSO HÍDRICO Y LA EROSIÓN DEL SUELO 145

7.1 Cambios posibles en la disponibilidad del recurso agua por la recuperación forestal 145
7.1.1 Impacto sobre el escurrimiento 151
7.1.2 Impacto sobre la infiltración 155

7.2 Impacto de la recuperación forestal sobre la erosión hídrica en la Región II - Noroeste 158
7.2.1 Erosión hídrica 2006 y esperada al 2025 para la Región II Noroeste 158
7.2.2 Erosión hídrica 2006 y esperada al 2025 por estados 159
7.2.3 Erosión hídrica 2006 y esperada al 2025 en las cuencas de embalses de la Región II - Noroeste 160

8 PARTICIPACIÓN SOCIAL Y PLANEACIÓN REGIONAL EN MATERIA FORESTAL 170

8.1 Participación social 170

8.2 Planeación regional 171

8.3 Las Unidades de Manejo Forestal en la RHA II Noroeste 172

9 FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA IMPLEMENTAR EL PRHF EN LA RHA II NOROESTE 174

9.1 Ámbito Nacional 174
9.1.1 Estímulos fiscales 174
9.1.2 Capital de riesgo 175
9.1.3 Instancias y estrategias financieras nacionales 175
9.1.3.1 *Del Gobierno Federal 176*
9.1.3.1.1 *Portal Financiero CONAFOR 177*
9.1.3.1.2 *Fondo Forestal Mexicano (FFM) 177*
9.1.3.1.3 *Proyecto con el Banco Mundial 178*
9.1.3.1.4 *Proyecto con FIRA 178*
9.1.3.2 *Temas prioritarios para la CONAFOR 179*
9.1.3.2.1 *Planeación y Organización Forestal 180*
9.1.3.2.2 *Producción y Productividad 181*
9.1.3.2.3 *Conservación y Restauración 183*
9.1.3.2.4 *Incremento del Nivel de Competitividad 187*
9.1.3.3 *De la participación de otras instancias al sector forestal 190*
9.1.3.4 *De otros apoyos gubernamentales, Asociaciones Civiles y ONG's 191*

9.2 Ámbito Internacional 194

10 ESTRATEGIAS PARA HACER OPERATIVO EL PRHF 197

10.1 Planeación a escalas mayores 197

10.2 Investigación especializada 198

10.3 Formación de recursos humanos 198

10.4 Centros reproductores de materiales vegetativos 199

10.5 Comunicación y participación 199

10.6 Monitoreo y evaluación 200

10.7 Otras componentes 201

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 202

11.1 Conclusiones 202

11.2 Recomendaciones 205

12 BIBLIOGRAFÍA 207

ANEXO 1. Organización de Información Cartográfica
ANEXO 2. Modelos de conservación y recuperación de los ecosistemas forestales de la Región II Noroeste.
ANEXO 3. Glosario
ANEXO 4. Cartografía (impreso y digital)

INDICE DE CUADROS

Cuadro 3-1. Balance hidráulico de agua superficial (hm^3/año) 27
Cuadro 3-2. Ubicación y datos básicos de las principales presas en la RHA II Noroeste 29
Cuadro 3-3. Condición de acuíferos por subregiones de planeación en la RHA II Noroeste 30
Cuadro 3-4. Balance de aguas subterráneas por consejo de cuenca 30
Cuadro 3-5. Recarga-extracción de agua subterránea por cuenca hidrológica (volúmenes anuales en hm^3) 31
Cuadro 3-6. Disponibilidad y demanda de agua por subregión y con Consejo de Cuenca 31
Cuadro 3-7. Uso del agua por cuenca hidrológica (volúmenes anuales en hm^3) 33
Cuadro 3-8. Volúmenes anuales de abastecimiento según origen de la fuente (hm^3) 33
Cuadro 3-9. Porcentaje de infiltración de agua en el suelo a diferentes láminas de lluvia y cubierta vegetal 38
Cuadro 3-10. Erosión hídrica en la Región II Noroeste 45
Cuadro 3-11. Erosión hídrica por estado en la Región II Noroeste 46
Cuadro 3-12. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la Presa Cuauhtémoc 47
Cuadro 3-13. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la Presa Abelardo L. Rodríguez 49
Cuadro 3-14. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la Presa Rodolfo Félix Valdez 50
Cuadro 3-15. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la Presa Álvaro Obregón 51
Cuadro 3-16. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la Presa Plutarco Elías Calles 52
Cuadro 3-17. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la Presa Gral. Lázaro Cárdenas 54
Cuadro 3-18. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la Presa Adolfo Ruiz Cortínes 55
Cuadro 4-1. Población total, localidades rurales y urbanas de la RHA II Noroeste 70
Cuadro 4-2. Población con ingresos económicos menores y mayores a 2 salarios mínimos RHA II Noroeste 72
Cuadro 4-3. Servicios básicos en la vivienda, RHA II Noroeste 73
Cuadro 4-4. Combustible de uso doméstico en la RHA II Noroeste 73
Cuadro 4-5. Superficie afectada por incendios en Sonora en el período 2003-2005 74
Cuadro 4-6. Superficie erosionada según el uso del suelo 75
Cuadro 4-7. Superficie reforestada y número de plantas (2003-2006) 76
Cuadro 4-8. Superficies ocupadas por las ANP´s en la RHA II Noroeste 77
Cuadro 4-9. Industria Forestal en la Región II Noroeste, 2006 79
Cuadro 4-10. Categorías y subcategorías de apoyos de la CONAFOR 85
Cuadro 4-11. Zonas críticas debido a la ocurrencia de ilícitos en el estado de Sonora 89
Cuadro 4-12. Acciones realizadas (PROFEPA) al mes de Julio de 2006 89

Cuadro 4-13. Uso del suelo y vegetación, RHA II Noroeste 92
Cuadro 5-1. Clases de uso del suelo utilizadas en el proyecto y Serie III de INEGI. RHA II Noroeste 100
Cuadro 5-2. Índices de recuperación forestal RHA II Noroeste 103
Cuadro 5-3. Necesidades de recuperación forestal en la RHA II Noroeste 104
Cuadro 5-4. Necesidades de recuperación forestal por uso de suelo y rango de pendiente 105
Cuadro 5-5. Necesidades de recuperación forestal por estado y uso del suelo 106
Cuadro 5-6. Necesidades de recuperación forestal por estado y rango de pendiente (superficie en ha) 106
Cuadro 5-7. Necesidades de recuperación forestal por municipio y uso del suelo (superficie en ha) 107
Cuadro 5-8. Necesidades de recuperación forestal por municipio y rango de pendiente 109
Cuadro 5-9. Necesidades de recuperación forestal por uso del suelo en cuencas (superficie en hectáreas) 112
Cuadro 5-10. Necesidades de recuperación forestal por rango de pendiente en cuencas (superficie en ha) 115
Cuadro 5-11. Necesidades de recuperación forestal por uso de suelo en las ANP de la RHA II Noroeste (sup. en ha) 118
Cuadro 5-12. Necesidades de recuperación forestal por rango de pendiente en las ANP de la RHA II (sup. en ha) 118
Cuadro 5-13. Necesidades de recuperación forestal por uso de suelo en los PRODERS de la RHA II Noroeste 120
Cuadro 5-14. Necesidades de recuperación forestal por pendiente en los PRODERS de la RHA II Noroeste 120
Cuadro 5-15. Necesidades de recuperación forestal por uso del suelo en las UMAFOR de la RHA II 123
Cuadro 5-16. Necesidades de recuperación forestal por rango de pendiente en las UMAFOR de la RHA II 123
Cuadro 5-17. Necesidades de recuperación forestal por uso del suelo en las RTP de la RHA II Noroeste 125
Cuadro 5-18. Necesidades de recuperación forestal por rango de pendiente de las RTP de la RHA II Noroeste 126
Cuadro 6-1. Modelos de recuperación forestal para la RHA II Noroeste 128
Cuadro 6-2. Propuesta de modelos a emplear para la recuperación forestal de la RHA II (superficie en ha) 129
Cuadro 6-3. Municipios por estratos socioeconómicos en la RHA II Noroeste 130
Cuadro 6-4. Clases de uso del suelo y simbología usada en el estudio 131
Cuadro 6-5. Superficies a conservar/recuperar y modelo de recuperación por uso de suelo 133
Cuadro 6-6. Superficie por clase de vegetación en municipios con menor ventaja relativa socioeconómica* 134
Cuadro 6-7. Resumen de superficie propuesta a atender al corto plazo por estrato socioeconómico y uso del suelo (ha) 135
Cuadro 6-8. Superficie y porcentaje de atención a corto, mediano y largo plazo en las distintas clases de uso del suelo 135
Cuadro 6-9. Planeación de la superficie por modelo a corto, mediano y largo plazo 136
Cuadro 6-10. Comparativo de planeación de superficie por estado y por clase al corto plazo 137
Cuadro 6-11. Inversiones necesarias en el corto, mediano y largo plazo por modelo 137
Cuadro 6-12. Inversiones totales por clase de uso de suelo y periodo de planeación 139

Cuadro 6-13. Jornales totales generados por clase de uso de suelo, modelo y período de la planeación 140
Cuadro 6-14. Derrama económica estimada por generación de jornales en la RHA II 141
Cuadro 6-15. Árboles a plantar por clase de uso de suelos, modelo y periodo del PRHF en la RHA II Noroeste 143
Cuadro 6-16. Indicadores relacionales directos 144
Cuadro 7-1. Ecuación de la U.S. SCS, base de la estimación de escurrimientos 146
Cuadro 7-2. Cambios en el uso del suelo en la cuenca y subcuencas del Río Sonora, años 1973 y 2000 (ha) 150
Cuadro 7-3. Cambios en el uso del suelo en la cuenca y subcuencas del Río Mayo, años 1973 y 2000 (ha) 150
Cuadro 7-4. Lámina escurrida en las subcuencas y cuenca del Río Sonora, bajo las condiciones simuladas 151
Cuadro 7-5. Lámina escurrida en las subcuencas y cuenca del Río Mayo, bajo las condiciones simuladas 151
Cuadro 7-6. Estimación de valores de gasto máximo y volumen total escurrido en la cuenca Río Sonora, bajo las condiciones simuladas 153
Cuadro 7-7. Estimación de valores de gasto máximo y volumen total escurrido en la cuenca Río Mayo, bajo las condiciones simuladas 153
Cuadro 7-8. Estimación de la infiltración en la cuenca Río Sonora, bajo las condiciones simuladas 155
Cuadro 7-9. Estimación de la infiltración en la cuenca Río Mayo, bajo las condiciones simuladas 155
Cuadro 7-10. Erosión hídrica 2006 y esperada al año 2025 en la Región II Noroeste 158
Cuadro 7-11. Erosión hídrica 2006 y esperada al año 2025 por estado para la Región II Noroeste 159
Cuadro 7-12. Erosión hídrica y producción potencial de sedimentos al año 2025 en la Presa Cuauhtémoc 160
Cuadro 7-13. Erosión hídrica y producción de sedimentos al año 2025 en la Presa Abelardo L. Rodríguez 162
Cuadro 7-14. Erosión hídrica y producción de sedimentos al año 2025 en la Presa Rodolfo Félix Valdez 163
Cuadro 7-15. Erosión hídrica y producción de sedimentos al año 2025 en la Presa Álvaro Obregón 164
Cuadro 7-16. Erosión hídrica y producción de sedimentos al año 2025 en la Presa Plutarco Elías Calles 166
Cuadro 7-17. Erosión hídrica y producción de sedimentos al año 2025 en la Presa Gral. Lázaro Cárdenas 167
Cuadro 7-18. Erosión hídrica y producción de sedimentos al año 2025 en la Presa Adolfo Ruiz Cortínes 169
Cuadro 8-1 Unidades de Manejo Forestal en la Región II CONAFOR 173
Cuadro 9-1. Fondos y fideicomisos vigentes al 2006 de la Comisión Nacional Forestal 176
Cuadro 9-2. Componentes del proyecto con el Banco Mundial 178
Cuadro 9-3. Categorías y subcategorías de apoyo del Programa Pro-Árbol de la CONAFOR 179
Cuadro 9-4. Montos y superficies de apoyo para la subcategoría Estudios regionales forestales 180
Cuadro 9-5. Conceptos y montos de apoyo la subcategoría Programas de manejo forestal 180
Cuadro 9-6. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Ordenamiento y organización forestal 181
Cuadro 9-7. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Cultivo forestal 181

Cuadro 9-8. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Diversificación del uso de terrenos forestales 182
Cuadro 9-9. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Plantaciones forestales comerciales 183
Cuadro 9-10. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Reforestación 184
Cuadro 9-11. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Restauración de suelos. 185
Cuadro 9-12. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Prevención y combate de incendios forestales 185
Cuadro 9-13. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Sanidad forestal. 186
Cuadro 9-14. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Servicios ambientales. 186
Cuadro 9-15. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Equipamiento e infraestructura. 187
Cuadro 9-16. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Desarrollo de la cadena productiva forestal 188
Cuadro 9-17. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Auditoría técnica preventiva y certificación forestal 188
Cuadro 9-18. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Capacitación y adiestramiento. 189
Cuadro 9-19. Fuentes de financiamiento nacionales, acciones y participación 191
Cuadro 9-20. Fuentes de financiamiento internacionales, acciones y participación 195

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Esquema del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 1
Figura 1-2. Regiones Hidrológico Administrativas 7
Figura 1-3. Región Hidrológico Administrativa II Noroeste 8
Figura 1-4. Conceptualización del Programa Regional Hidrológico Forestal 10
Figura 3-1. Ubicación de la RHA II Noroeste 18
Figura 3-2. Subprovincias fisiográficas de la Región II Noroeste 19
Figura 3-3. Climas presentes en la Región II Noroeste 20
Figura 3-4. Sistemas geológicos presentes en la RHA II, Noroeste 22
Figura 3-5. Unidades de suelo en la RHA II Noroeste 22
Figura 3-6. Regiones Hidrológicas de la RHA II Noroeste 24
Figura 3-7. Subregiones de planeación en la RHA II, Noroeste (CONAGUA) 25
Figura 3-8. Distribución de la precipitación en la RHA II 26
Figura 3-9. Escurrimiento medio anual de las principales corrientes (hm^3/año) 27
Figura 3-10. Balance hidráulico de agua superficial en la RHA II Noroeste (CNA, 2003) 28
Figura 3-11. Demanda por usos de agua, Región II Noroeste 32
Figura 3-12. Síntesis de la problemática identificada en la Región II Noroeste (CNA, 2003) 35
Figura 3-13 Simulación de hidrogramas bajo tres distintos usos del suelo 39
Figura 3-14. Mapa de erosión hídrica en la Región II Noroeste 46
Figura 3-15. Ubicación de la Presa Cuauhtémoc y erosión hídrica en su cuenca de captación 48
Figura 3-16. Ubicación de la Presa Abelardo L. Rodríguez y erosión hídrica en su cuenca de captación 49
Figura 3-17. Ubicación de la Presa Rodolfo Félix Valdez y erosión hídrica en su cuenca de captación 50
Figura 3-18. Ubicación de la Presa Álvaro Obregón y erosión hídrica en su cuenca de captación 52
Figura 3-19. Ubicación de la Presa Plutarco Elías Calles y erosión hídrica en su cuenca de captación 53
Figura 3-20. Ubicación de la Presa Gral. Lázaro Cárdenas y erosión hídrica en su cuenca de captación 54
Figura 3-21. Ubicación de la Presa Adolfo Ruiz Cortínes y erosión hídrica en su cuenca de captación 56

Figura 4-1. Distribución de la vegetación en México 58
Figura 4-2. Bosque de Pino en el municipio de Yécora, Sonora 63
Figura 4-3. Selva baja caducifolia en el municipio de Álamos, Sonora 65
Figura 4-4. Matorral desértico micrófilo en el municipio de Hermosillo, Sonora 66
Figura 4-5. Vegetación de pastizal en el municipio de Agua Prieta, Sonora 68
Figura 4-6. Uso del suelo y vegetación en la RHA II Noroeste 70
Figura 4-7. Ocupación por sectores de la RHA II Noroeste 72
Figura 4-8. Áreas Naturales Protegidas de la RHA II, Noroeste 77
Figura 5-1. Las cuencas en la RHA II Noroeste 117
Figura 5-2. Ubicación de las ANP de la RHA II Noroeste 119
Figura 5-3. Mapa de los PRODERS en la RHA II Noroeste 121
Figura 5-4. Las UMAFOR que conforman la RHA II Noroeste 122
Figura 5-5. Regiones Terrestres Prioritarias en la RHA II Noroeste 124
Figura 7-1. Ubicación de la cuenca RH09D, Río Sonora, en la Región II Noroeste. 147
Figura 7-2. Ubicación de la cuenca RH09A, Río Mayo, en la Región II Noroeste. 148
Figura 7-3. Lámina escurrida por subcuenca en la cuenca del Río Sonora 152
Figura 7-4. Lámina escurrida por subcuenca en la cuenca del Río Mayo 153
Figura 7-5. Volumen total escurrido en la cuenca del Río Sonora 154
Figura 7-6. Volumen total escurrido en la cuenca del Río Mayo 154
Figura 7-7. Lámina infiltrada en los diferentes escenarios, cuenca Río Sonora 156
Figura 7-8. Lámina infiltrada en los diferentes escenarios, cuenca Río Mayo 156
Figura 7-9. Mapa de erosión hídrica esperada para el 2025 en la Región II Noroeste 159
Figura 7-10. Presa Cuauhtémoc y erosión hídrica esperada al 2025 en su cuenca de captación 161
Figura 7-11. Presa Abelardo L. Rodríguez y erosión hídrica esperada al 2025 en su cuenca de captación 162
Figura 7-12. Presa Rodolfo Félix Valdez y erosión hídrica esperada al 2025 en su cuenca de captación 164
Figura 7-13. Presa Álvaro Obregón y erosión hídrica esperada al 2025 en su cuenca de captación 165
Figura 7-14. Presa Plutarco Elías Calles y erosión hídrica esperada al 2025 en su cuenca de captación 166
Figura 7-15. Presa Gral. Lázaro Cárdenas y erosión hídrica esperada al 2025 en su cuenca de captación 168
Figura 7-16. Presa Adolfo Ruiz Cortínes y erosión hídrica esperada al 2025 en su cuenca de captación 169

RESUMEN EJECUTIVO

El Programa Regional Hidrológico Forestal (PRHF) de la Región II Noroeste, considera al Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2001-2006 como instrumento rector, el cual por su propia naturaleza presenta los principios y estrategias del gobierno para lograr el cumplimiento de los objetivos y metas planteadas a nivel nacional y que se orientan hacia tres aspectos estructurales del desarrollo: desarrollo social y humano, crecimiento con calidad y orden y respeto. Como segundo instrumento de planeación se considera al Programa Nacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales (PNMARN) 2001-2006, congruente con el PND y orientado al uso racional de los recursos naturales de manera sostenida en un marco de convivencia social y política democrática. Dentro de las metas del PNMARN que se orientan a revertir y detener el deterioro ambiental se refiere al sector forestal de la manera siguiente: incrementar superficie forestal, incorporar superficies al aprovechamiento forestal sustentable, disminuir superficie afectada por incendios y crear y promover el mercado de servicios ambientales. Además, se consideró al Programa Nacional Forestal (PNF) 2001-2006 en el cual se determinan las prioridades, objetivos, estrategias y líneas de acción para contener y revertir los procesos de deterioro de los ecosistemas forestales y que es el instrumento guía de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), que orienta y da rumbo al sector forestal en México.

El PRHF se desarrolla para la Región Hidrológico Administrativa (RHA) II Noroeste, respetando los límites establecidos por la CONAGUA, la cual cubre una superficie aproximada de 20.6 millones de ha y conformada territorialmente por todo el estado de Sonora y una pequeña porción del estado de Chihuahua (87.5% y 12.5% de la superficie total, respectivamente). La Región II Noroeste de la CONAFOR en cambio considera únicamente al estado de Sonora. Tomando en cuenta esta situación, es que la información presentada es en ocasiones más amplia en lo referente a Sonora. El PRHF será una herramienta que permita integrar acciones de la CONAFOR de manera independiente y con otras instancias sobre el recurso forestal vinculado a la cantidad y calidad del recurso hídrico de la región, conducido por la gerencia regional de la CONAFOR en el ámbito de sus propias funciones y atribuciones, aplicadas a través de sus categorías de apoyo en pro de la conservación y recuperación forestal para la regulación del agua en las cuencas. El documento integra la información del sector disponible en la región y servirá de apoyo especialmente para la planeación de acciones encaminadas a la conservación y restauración del recurso forestal y sus asociados (agua, suelo, fauna y flora silvestre).

La CONAFOR desarrolla sus funciones de manera coordinada con los tres órdenes de gobierno y con los productores propiamente, por medio de sus programas institucionales tanto de asesoría al productor como con acciones de conservación y restauración de los ecosistemas, así como de apoyo a proyectos productivos. Dentro de este contexto, la Gerencia Regional CONAFOR establece como su Visión el ser en el mediano y largo plazo una región con un desarrollo forestal sustentable, con plena armonía entre la sociedad y la naturaleza. La Misión por su parte tiene que ver con el compromiso de contribuir a mejorar la calidad de vida de los mexicanos, especialmente aquellos pobladores de las zonas forestales así como al aumento de oportunidades de empleo y desarrollo de la población mediante el Manejo Forestal Sustentable considerando los principios sociales, económicos y ambientales, los que estando en equilibrio, conducen a la conservación de los recursos naturales, a la producción sostenida y al beneficio de la población rural de las áreas forestales.

En el ámbito administrativo la RHA II Noroeste se compone de 79 municipios, 72 de los cuales pertenecen a Sonora y los 7 restantes a Chihuahua. Climatológicamente la región es dominada por climas muy secos, secos y semisecos. No obstante, en la parte alta de la sierra el clima es templado y

llega a ser semifrío en elevaciones superiores a los 2600 msnm. La Región presenta una precipitación media anual de 368 mm, con un rango de variación que va de menos de 100 mm a 1500 mm por año, presentándose los valores más bajos en el noroeste, incrementándose hacia el este y sureste. La evaporación potencial media es de 2289 mm al año. En cuanto a sus recursos hídricos, los principales escurrimientos se presentan en el nornoroeste, el este y el sur. El escurrimiento virgen medio se estima en 5,459 hm^3/año, concentrándose la mayor parte del escurrimiento en las cuencas de los ríos Yaqui y Mayo. Al hacer un análisis con base en el uso y disponibilidad de aguas superficiales, se encentra que en toda la región se tiene una situación de escasez del recurso, con excepción de la cuenca del arroyo Cocoraque.

En cuanto a la calidad del agua, los principales problemas de contaminación se ubican en tramos localizados de algunos ríos, mayormente en zonas de riego donde los drenes son receptores de descargas de centros poblacionales. En el río Sonora se tienen problemas de contaminación por metales pesados debido a la actividad minera. Respecto a la infraestructura hidroagrícola se cuenta en la región con 32 presas de almacenamiento, ubicándose más de la mitad sobre la cuenca del río Yaqui. En total se cuenta con una capacidad de almacenamiento de 8,648 hm^3. Las presas más grandes son: Adolfo Ruiz Cortínes, Álvaro Obregón, Lázaro Cárdenas y Plutarco Elías Calles, las cuales en conjunto acumulan más del 90% del almacenamiento total. Es importante destacar que debido a las condiciones de aridez y semiaridez en la región, las aguas subterráneas son de suma importancia. En la región se identifican 63 sistemas acuíferos; de éstos, 17 se encuentran en condiciones de sobreexplotación, 9 en equilibrio y 37 subexplotados. En lo que corresponde a la calidad de las aguas subterráneas, en general tienen un nivel aceptable, a excepción de los acuíferos de Caborca, Costa de Hermosillo y Valle de Guaymas, donde se tienen problemas de intrusión salina. Finalmente al referirse a la problemática hídrica se identifica una amplia gama de problemas que van desde la demanda insatisfecha, las bajas recaudaciones y falta de medición, hasta la infraestructura inadecuada, extracciones mayores a lo concesionado y la deforestación regional.

Con respecto a la erosión hídrica regional, se tiene que el 71.05% no tiene problemas de erosión, 14.62% presenta una situación de erosión moderada y el 14.33% restante muestra grados de erosión alta y muy alta y es en estas áreas donde puede impulsarse el establecimiento de prácticas de conservación y restauración de suelos.

La vegetación presente en el territorio regional es bastante diversa, encontrándose representados los bosques, selvas, matorrales, pastizales, vegetación de galería, vegetación hidrófila, mezquital, vegetación de desiertos arenosos y dunas costeras, vegetación halófila. Se detectaron asimismo áreas sin vegetación aparente y áreas con usos de suelo agrícola tanto de riego como de temporal, además de los cuerpos de agua y las zonas urbanas.

Dentro del contexto forestal se tiene que la región no posee una gran tradición maderera pero en cambio su aprovechamiento de recursos forestales no maderables es importante; entre los principales productos comercializables se encuentran: vara blanca, jojoba, palmilla, ocotillo, esqueletos de cactáceas, tierra de monte, chiltepín y orégano. Además, Sonora es a nivel nacional el primer estado productor de carbón (de mezquite). A este respecto no existen datos actualizados sobre cantidades de consumo, pero si se considera que según datos del INEGI (2000), más de 37 mil familias en la RHA II usan la leña como combustible y de acuerdo con la FAO (2005) se tiene un promedio de consumo por hogar de 3.5 a 5.5 toneladas por año, puede deducirse que se están extrayendo anualmente del campo un aproximado de 166,500 toneladas de madera para este propósito. Estas cifras dan idea de la importancia que este rubro

representa para la gerencia regional y la posibilidad que se tiene de la implementación de plantaciones forestales para este propósito.

En lo que concierne a la degradación del recurso forestal la deforestación es el principal factor, observándose este proceso en toda la región, aunque por diversas causas y en diferentes grados de intensidad. En las zonas semiáridas es debido al uso de arbolado verde de mezquite y palo fierro para carbón y elaboración de artesanías. En la zona de clima templado-frío es debido a la tala ilegal y el cultivo de estupefacientes. La zona costera tampoco escapa a esta problemática pues el establecimiento de granjas acuícolas y aprovechamientos mineros está también provocando la deforestación. Otros factores de la degradación son los incendios, las plagas y enfermedades y la erosión de suelos. Todo esto se conjuga para afectar negativamente el recurso al perder biodiversidad, disminuir calidad del arbolado y reducir la productividad.

A este respecto, el gobierno federal, a través de la CONAFOR en primer lugar y por medio de otras dependencias relacionadas con el aprovechamiento, manejo y conservación de los recursos naturales (SEMARNAT, CONANP, CONAGUA, INE, FIRCO, SAGARPA, SEDENA, Gobierno del Estado y Municipales, instituciones de investigación y educativas, etc.) tienen diversos planes, programas y actividades encaminados a reducir el proceso de degradación de los recursos naturales. Por ejemplo, se tienen en la RHA II 10 áreas naturales protegidas, cubriendo una superficie superior a los tres millones de ha; se han reforestado importantes superficies y se han llevado a cabo obras y prácticas de conservación de suelos en terrenos forestales. No obstante, al final el balance es aun negativo, por lo que sigue requiriendo el sector ser incentivado para revertir la tendencia de pérdida del recurso forestal. Actualmente algunos de los principales programas promovidos y financiados por la CONAFOR encaminados a este propósito son el de Reforestación, Programas de Manejo, Sanidad Forestal, Servicios Ambientales Capacitación y Adiestramiento, etc. La CONAFOR sigue trabajando arduamente en la consecución de apoyos y colaboraciones con instituciones nacionales e internacionales que puedan incidir positivamente en la conservación y recuperación del recurso y el desarrollo del sector.

Al hacer un resumen de la problemática del sector en la región tendría que mencionarse el desconocimiento del valor de los recursos y ecosistemas forestales, por lo que se promueve el cambio del uso del suelo, con fuerte tendencia al uso ganadero. Se tiene también una inversión reducida en el sector forestal para actividades encaminadas a la conservación y recuperación forestal. Existe una sobreexplotación del recurso. Otro problema es la falta de organización, planeación y vinculación de las dependencias con las comunidades locales para potenciar acciones en beneficio del sector y finalmente debe mencionarse que se tiene muy extendida en la población la percepción de que los problemas inherentes al cuidado de los recursos forestales e hídricos son responsabilidad exclusiva del gobierno, por lo que se tiene una baja participación ciudadana.

Una constante en todos los problemas es que están ligados a la actividad económica de la población, de tal manera que un acercamiento a una solución integral debe respaldarse con la promoción del desarrollo regional sustentable, donde se tome en cuenta la participación social y se logre inculcar la valoración y respeto al medio ambiente.

El PRHF tiene como uno de sus propósitos proporcionar pautas para revertir la tendencia de pérdida de la cubierta forestal y lo que ello conlleva. Así, un primer paso es determinar las áreas con necesidades de recuperación forestal. Para ello, partiendo de las 33 clases identificadas en la Serie III de INEGI, se agruparon éstas en 14 usos del suelo sobre los cuales se trabajó, encontrándose los resultados reportados en el cuadro siguiente:

Áreas de Atención y Áreas con Necesidades de Recuperación Forestal en la RHA II Noroeste

No.	Uso del suelo	Clave	Área de atención	Necesidades de recuperación Forestal
			Superficie (ha)	Superficie (ha)
1	Bosque	B	1,098,430.91	338,695.98
2	Selva	S	541,232.94	133,682.81
3	Matorral	MT	1,886,596.22	649,232.42
4	Pastizal	PZ	2,182,967.19	152,650.40
5	Vegetación de galería	VG	24,524.96	4,773.79
6	Vegetación hidrófila	VF	7,280.05	3,120.01
7	Mezquital	MZ	497,391.98	165,921.04
8	Vegetación de desiertos arenosos y dunas costeras	VD	497.34	0.00
9	Vegetación halófila	VH	15,584.62	0.00
10	Sin vegetación aparente	DV	159,494.74	9,315.69
11	Agricultura de riego	AR	951,350.98	87,524.29
12	Agricultura de temporal	AT	354,345.17	5,747.87
13	Cuerpos de agua	H	1.42	0.00
14	Zona urbana	U	0.23	0.00
T o t a l			7,719,,698.75	1,550,664.30

Los resultados indican que de 20’536,365.55 ha que corresponden a la superficie total regional, 7’719,698 ha se clasifican como “áreas de atención forestal”, lo cual significa que esta última superficie presenta una condición de vegetación abierta en distintos grados, además de incluirse también en la cifra las áreas sin vegetación aparente y las que muestran rasgos de erosión apreciable. Dentro de estas “áreas de atención forestal”, se encontró una superficie de 1’550,664.30 ha que requieren de una intervención prioritaria para lograr su recuperación y restablecer el equilibrio de la relación agua-suelo-vegetación, recursos considerados de manera integrada por el PRHF. A esta última superficie se le denomina “Necesidades de Recuperación Forestal”.

Para la incorporación del componente arbóreo con fines de recuperación y conservación del recurso forestal se proponen los siguientes modelos, prácticas o técnicas:

Modelos de recuperación forestal para la RHA II Noroeste

No.	Modelo de recuperación forestal	Clave	Costo Unitario Promedio ($/ha)
1	Exclusión con fines diversos (áreas críticas, degradadas, de alta diversidad, riparias estratégicas, incendiadas y conservación in situ)	EXC IMP	2,090.00
2	Plantación a baja densidad	PP BDN	4,254.00
3	Plantación comercial	PL COM	11,092.50
4	Reforestación en bosque afectado por incendio	RF BQINC	8,500.00
5	Propagación intensiva de Juniperus	PROP SPP	12,000.00
6	Reforestación y sanidad contra muérdago	RF SANI	13,150.00
7	Revegetación inducida	RVI SD	3,439.00
8	Control de especies exóticas	CSP EXO	7,200.00
9	Plantación para sombreadero de ganado	SOM GAN	274.00
10	Barreras vivas	BARR V	8,008.00
11	Rehabilitación de riberas de ríos	RHB RIB	19,157.50
12	Recuperación de manglares	REC MG	6,900.00
13	Recuperación de áreas agrícolas abandonadas	RF SAL	5,567.00
14	Cercos vivos	CV ADA	1,182.80
15	Cortinas rompevientos	COR VTO	3,810.00

La proyección de acciones de conservación y recuperación forestal requiere de una planeación en el tiempo, para lo cual se proponen tres períodos: corto plazo (CP) el tiempo de 2007 a 2012, coincidente con el periodo del gobierno federal el cual está impulsando fuertemente al sector forestal. El mediano plazo (MP) comprende de 2013 al 2018 y el largo plazo (LP) de 2019 a 2025 como año límite al logro de la recuperación forestal.

La superficie propuesta a recuperar para los tres plazos es la siguiente: en el corto plazo atender una superficie de 119,518 ha/año hasta completar 717,109 en el primer sexenio; para el mediano plazo se plantean 72,308 ha/año hasta completar 433,847 ha en el segundo sexenio y finalmente para los últimos siete años planeados se plantea la atención de 57,101 ha/año en promedio, hasta completar las 399,708 ha restantes, que de manera acumulada por los tres periodos asciende a 1'550,664 ha. La obtención de estas superficies obedece además de los criterios técnicos, a la clasificación socioeconómica de los municipios de Sonora y Chihuahua, de tal modo que con la propuesta que se presenta se daría prioridad a aquellos municipios catalogados como de más bajo nivel socioeconómico.

Con base en la distribución de los modelos sugeridos y las áreas prioritarias por atender, se estima que las acciones para la recuperación forestal generarán 854,790 empleos anuales durante el corto plazo, 652,184 en el mediano plazo y 524,700 en el largo plazo. Lo anterior significa una derrama económica anual de $119'670,659 para el corto plazo, $91'305,790 para el mediano plazo y $73'457,960 para el largo plazo, equivalente a 40%, 31% y 29%, respectivamente. En el mediano y largo plazo la incidencia será mayor en municipios con un nivel socioeconómico más elevado, pero que requieren también de apoyos de esta naturaleza para mejorar su situación actual

La ejecución de los modelos propuestos en cada clase de acuerdo a la planeación planteada, requerirá de la plantación de especies vegetales recomendadas para cada uno de ellos, de tal modo que al corto plazo se planea la plantación de 289'105,819 unidades, para el mediano plazo la plantación de 206,022,181 y para largo plazo la plantación de 194,930,196 unidades planta; de tal modo que al ejecutarse la totalidad del PRHF se plantarán aproximadamente 690'058,196 árboles en la RHA II Noroeste. La cantidad anual de 36'318,852 como número promedio de árboles a plantar, puede ser superada si se realizan ajustes en la planeación, considerando a los modelos que potencialmente propicien la plantación de un mayor número de árboles. De los modelos que mayor número de árboles requieren son la plantación forestal comercial, y rehabilitación de riberas de ríos. Si se recuerda que México adquirió en el año 2007 ante la Organización de las Naciones Unidas, el compromiso de plantar 250 millones de árboles; con la puesta en marcha del PRHF para la Región II, estaría contribuyendo al cumplimiento de un 14.5% de la meta propuesta

Los resultados de la modelación con respecto a los impactos de la reforestación en el escurrimiento y la infiltración no reflejan cambios de gran magnitud en los parámetros hidrológicos, básicamente porque la vegetación que retiene mayor lluvia son los bosques y selvas, tipos de vegetación que en superficie son reducidas en esta Región. Respecto al efecto sobre la pérdida de suelo, se encontró que se tiene un impacto moderado, más que impresionante, teniéndose que con la propuesta de reforestación del año 2006 al 2025, se pasa de 14.33% a 10.84% las áreas afectadas por erosión hídrica en niveles alto y muy alto.

La política nacional en materia forestal promueve la planeación del desarrollo forestal sustentable, y para lograrlo, habrá de considerar criterios e indicadores de carácter ambiental, silvícola, económico y social. Para tal efecto, la legislación vigente plantea la necesidad de elaborar programas regionales, atendiendo

la geografía de las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológico-forestales y considerando particularmente la situación que guarden los ecosistemas forestales y los suelos.

Sobre este particular, en la RHA II Noroeste la organizaciones de productores forestales están aun en etapa de maduración, por lo tanto la mayoría de ellos no operan como interlocutores con el gobierno, únicamente están a la expectativa de los apoyos que puedan recibir de manera individual. En estas condiciones la participación social en las políticas, planes, programas y proyectos forestales es casi nula, ya que dentro del gobierno federal se ha dejado prácticamente sola a la CONAFOR en la atención de las tareas forestales. Esta dependencia sin una estructura sólida y con una escasa participación de los gobiernos estatales y municipales se ve impedida para cumplir con estos compromisos. En este sentido se considera que para mejorar la situación actual, el trabajo de las promotorías forestales es fundamental en estas tareas, por ser las unidades administrativas de la CONAFOR más cercanas a los dueños y poseedores de los recursos forestales, por lo que deberán ser fortalecidas en cuanto a personal y recursos, así como a una capacitación en la materia.

Para apoyar a planes, programas y proyectos enfocados hacia la conservación, restauración y/o recuperación mínima de las condiciones sustentables de los recursos forestales, a nivel mundial existen diversas fuentes de financiamiento bajo esquemas de financiamientos directos, fondos y fideicomisos, algunas con intervención directa y otras como intermediarias. El crédito directo, es otra forma de financiamiento nacional o extranjera con recursos propios o bien apoyada por mecanismos oficiales de promoción y fomento a las exportaciones, como son los casos de Línea del Rey de España, la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional, la Organización Intereclesiástica para Cooperación al Desarrollo, la Fundación Interamericana, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y la Fundación Mc Arthur.

En el ámbito nacional las fuentes de financiamiento están constituidas por organizaciones privadas, así como por fondos del Gobierno Federal, correspondiendo a las primeras, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. y el Fondo Forestal Mexicano como depositario del gobierno federal de los recursos canalizados al sector forestal. Existen también incentivos nacionales como los fondos de capital de riesgo y los estímulos fiscales. Los principales estímulos fiscales identificados a nivel nacional son aquellos que favorecen aspectos de pago de impuestos (reducción del ISR y tasa cero del IVA), de depreciación de activos fijos y devolución de impuestos.

Para implementar el PRHF de forma exitosa se requiere realizar acciones de planeación a escalas de mayor detalle a nivel de subcuencas, microcuencas y fincas en escalas de 1:50,000 hasta 1:10,000 o 1:5,000 que permitan la ejecución operativa de alternativas de conservación y recuperación forestal. Además, se requiere la formación de recursos humanos con incremento de la cultura forestal y educación ambiental en la zona, la seguridad de contar con especies nativas y adaptadas a la región con la certidumbre de contar con centros reproductores de materiales vegetativos. En conjunto el éxito de la ejecución requerirá de apoyarse en los procesos de transferencia-adopción de tecnologías forestales por los medios y estrategias de comunicación y participación.

Existen otros aspectos que no deben olvidarse, entre ellos puede mencionarse la gestión de créditos para el sector forestal, la necesidad de un mejoramiento de la red caminera en las zonas forestales y la implementación de mecanismos para el manejo de riesgo compartido entre gobierno y productores o entre empresarios y productores o tripartitas, mismos que ya existen, pero sólo enfocados al sector agrícola y pecuario. Es también importante mencionar la necesidad de la participación de la sociedad en la solución de los problemas relativos al deterioro de los recursos naturales en general y forestales en

particular, pues es injusto señalar al gobierno como el único responsable de alcanzar el desarrollo forestal sustentable.

El documento del Programa Regional Hidrológico Forestal consta de 12 capítulos que contienen: planeación en materia forestal, objetivos, metas y estrategias de la gerencia regional, relación agua-bosque, diagnóstico forestal, necesidades de recuperación forestal, planeación estratégica para la conservación y recuperación forestal, impactos de la recuperación forestal sobre el recurso hídrico y la erosión del suelo, participación social y planeación regional en materia forestal, fuentes de financiamiento para implementar el PRHF en la RHA II Noroeste, estrategias para hacer operativo el PRHF, conclusiones y recomendaciones, y bibliografía, con anexos de la metodología empleada en el sistema de información geográfica, modelos de conservación y recuperación de los ecosistemas forestales en la región y un glosario de los principales términos usados.

1 PLANEACIÓN EN MATERIA FORESTAL

1.1 El proceso de Planeación Forestal 2001-2006 en México

México es un país con participación multinacional, dinámico e inmerso en los procesos de globalización, orientados a un desarrollo sustentable de los sectores que integran su economía. El sector forestal es uno de ellos, que enfoca sus acciones al logro de un desarrollo sustentable a través de una estrategia de gestión ambiental basada en la planificación del territorio y dentro del marco legal y jurídico nacional.

1.1.1 *El Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006*

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es el instrumento base de planeación del Ejecutivo Federal con un horizonte de seis años (2001-2006), presenta los principios del gobierno, sus objetivos y estrategias. Es el instrumento rector de toda acción de la administración pública federal dando origen a los programas sectoriales, especiales, y regionales, los cuales se constituyen en los mecanismos operativos para lograr el cumplimiento de los objetivos y metas planteadas para el desarrollo nacional.

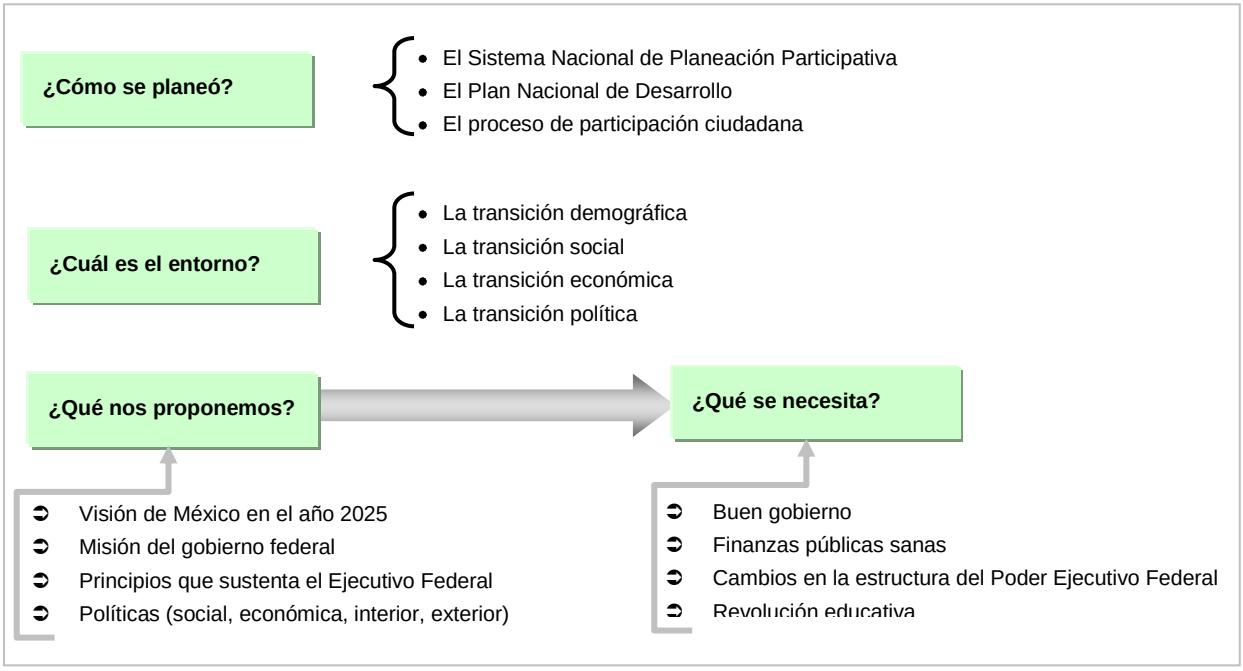


Figura 1-1. Esquema del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006

Para lograr su cometido y encaminar los esfuerzos hacia lo estipulado en el PND, el gobierno estableció tres grandes prioridades en torno a las cuales se organizarán los aspectos estructurales del desarrollo: **a)** Desarrollo Social y Humano, **b)** Crecimiento con Calidad y **c)** Orden y Respeto. Para atender a ello se crearon tres comisiones de igual nombre, con la finalidad de que todas las áreas de la Administración Pública Federal tengan objetivos comunes: lograr la concentración de esfuerzos y obtener los resultados programados.

En cada una de estas áreas se establecen los objetivos rectores y estrategias específicas del PND. A continuación se transcribe sólo aquello que de forma muy clara tiene relación con éste proyecto de Planeación Regional para el Desarrollo Forestal 2002-2006.

Uno de los criterios mencionados para el desarrollo de la nación es la **Sustentabilidad**, donde se reconoce que la protección a la naturaleza ha sido hasta ahora un área olvidada en el proceso de formación de la nación mexicana. Se señala que “Tierra, aire, agua, ecosistemas naturales y sus componentes, flora y fauna, no han sido valorados correctamente y, por mucho tiempo, se les ha depredado y contaminado sin consideración”.

Se establece que “La excepcional biodiversidad de la que nuestro país ha sido dotado como patrimonio natural ha sufrido daños considerables y debe preservarse para las generaciones futuras. Es un hecho que en los procesos de desarrollo industrial, de urbanización y de dotación de servicios, los recursos naturales no se han cuidado de manera responsable, al anteponer el interés económico a la sustentabilidad del desarrollo”. Acotando asimismo que “Este proceso de devastación tiene que interrumpirse. El desarrollo debe ser, en adelante, limpio, preservador del medio ambiente y reconstructor de los sistemas ecológicos, hasta lograr la armonía de los seres humanos consigo mismos y con la naturaleza.”

En el subcapítulo 4.5, se menciona que se establecerán diversas medidas y proyectos con objetivos de crear conciencia de la identidad entre bienestar y medio ambiente; en suma, una concepción del desarrollo en armonía con la naturaleza. Para evaluar los resultados obtenidos, se integrará información sobre la moderación del daño a la atmósfera, el consumo de energía, la pérdida de sistemas forestales y la tasa de conservación de acuíferos, entre otros.

En el subcapítulo 4.6, se dice que la protección del patrimonio natural de los mexicanos es parte esencial del programa de gobierno y de la responsabilidad intergeneracional de la presente administración. Se trata de alcanzar un crecimiento que sea capaz de balancear la expansión económica y la reducción de la pobreza con la protección ambiental.

De la misma manera, en el subcapítulo 4.8, La Política Exterior, se declara el interés de aprovechar los recursos naturales en beneficio de la nación, asegurando que el Estado pueda determinar las modalidades de su uso y conservación en función de las necesidades y prioridades del país.

Para lograr el Desarrollo en Armonía con la Naturaleza, se plantea entre otras cosas, incrementar la sensibilidad social respecto a la importancia de los ecosistemas naturales, en especial los boscosos, así como proteger los diversos servicios ambientales. Dos de las estrategias de este objetivo rector están directamente relacionadas con el recurso forestal y cuidado de los recursos agua y suelo: a) detener y revertir la contaminación de agua, aire y suelos y b) detener y revertir los procesos de erosión e incrementar la reforestación.

En el área de Crecimiento con Calidad (Capitulo Sexto), se establece que se caracteriza por el uso racional de los recursos naturales y que el crecimiento económico se logrará con el uso racional y la protección de los recursos naturales. Menciona “el uso sustentable de los recursos naturales y el respeto absoluto al medio ambiente” como uno de los pilares para lograrlo.

Para la consecución de las metas planteadas, en esta área se establecen cinco objetivos rectores, estando definido el último como “crear condiciones para un desarrollo sustentable”, en el que se reafirma

una vez más que el crecimiento con calidad sólo es posible si se considera la interacción de los ámbitos económico y social con el medio ambiente y los recursos naturales. Se dice asimismo que se crearán indicadores para evaluar los resultados obtenidos, integrándose información sobre el daño a la atmósfera, el consumo de energía, la pérdida de sistemas forestales y la tasa de conservación de acuíferos.

Entre las estrategias establecidas dentro del quinto objetivo rector, destacan dos; en la primera, "promover el uso sustentable de los recursos naturales, especialmente la eficiencia en el uso del agua y la energía", se menciona, entre otras cosas, promover la gestión eficiente de los bosques y alcanzar el uso equilibrado del agua en las cuencas y acuíferos; al mismo tiempo que se apoyará la planeación regional con un enfoque sustentable, para la utilización de los recursos naturales locales. Se establece en el mismo inciso que "dada la baja explotación racional de los bosques, resulta necesario aumentar la superficie forestal con aprovechamiento sustentable y contribuir además, de esta manera, a mejorar las condiciones de vida de la población que habita en esas regiones". En la segunda estrategia, "promover una gestión ambiental integral y descentralizada", se propone, entre otras cosas, implantar una gestión ambiental subsidiaria, federalista y participativa de los actores locales del desarrollo que propicie la protección integral del medio ambiente y de los recursos naturales.

En el capítulo 7**,** Área de Orden y Respeto, se hace alusión nuevamente al deterioro ambiental, remarcando el problema de la deforestación, cuyos efectos en los sistemas hidrológicos influyen de manera negativa en la sociedad, en la economía y en la seguridad nacional. Y finalmente, en el capítulo 8, Compromisos con México, se manifiesta el compromiso del Ejecutivo Federal de impulsar las políticas dirigidas a proteger el medio ambiente y lograr con ello un desarrollo sustentable y armónico del país, además de no comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas de México en aras de lograr cualquier crecimiento. Para terminar, en la sección del Anexo, se menciona el Medio Ambiente y Recursos Naturales como uno de los temas de prioridad nacional.

Lo expresado en los párrafos anteriores es muestra evidente de la importancia que el Ejecutivo Federal ha dado al tema del medio ambiente y en particular al recurso forestal. Es de esperarse que siendo consecuente con esta política, el sector forestal reciba un fuerte impulso que le permita tomar el lugar de importancia que le corresponde en el desarrollo del país.

1.1.2 *El Programa Nacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006*

El Programa Nacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales (PNMARN) 2001-2006, es el segundo instrumento de planeación, su finalidad es estructurar la aplicación de la política del sector en congruencia con los objetivos y estrategias del PND y asume plenamente la visión del México para el año 2025, en el cual se establece el deseo de alcanzar un desarrollo en equilibrio con el medio ambiente, elevando la calidad de vida de los mexicanos. Esto implica hacer un uso racional de los recursos naturales aprovechándolos de manera sostenida en un marco de convivencia social y política democrática.

El PNMARN 2001-2006 se integró en un documento de seis capítulos, que describe la situación actual del medio ambiente y las causas que han llevado a esta situación; incluye de manera muy amplia la propuesta de la nueva política ambiental, describiendo también los proyectos y líneas de acción a emprender para la consecución de sus objetivos.

Esta nueva política ambiental se sustenta en seis pilares básicos:

1. *La integralidad*; los recursos naturales deber ser manejados en forma conjunta y coordinada, con un enfoque integral de cuencas que considere las interrelaciones entre agua, suelo, recursos forestales y demás componentes asociados.
2. *Compromiso de todos los sectores del Gobierno Federal con el desarrollo sustentable*; todas las dependencias se responsabilizan de promover el desarrollo sustentable en sus actividades y programas.
3. *Nueva gestión ambiental*; al concepto de prevención y control se le adicione con gran énfasis, la detención y reversión de la degradación de los ecosistemas.
4. *Valoración de los recursos naturales*; promover entre los usuarios de los recursos naturales y servicios ambientales el valor económico y social de éstos, lo que inducirá a un uso más racional de los mismos.
5. *Apego a la legalidad y combate a la impunidad ambiental*; la aplicación de la ley sin excepciones y combatir el crimen ambiental y la impunidad.
6. *Participación social y rendición de cuentas*; apertura en la gestión del sector ambiental que pueda ser evaluada por la ciudadanía.

En el ***tercer capítulo*** del documento del PNMARN se definen las principales metas para el período 2001-2006 a través de las cuales se pretende revertir y detener el deterioro ambiental. Entre estas metas, alineadas a los seis pilares básicos antes mencionados, se hace alusión específica al sector forestal dentro de las metas para construir la nueva gestión ambiental. Estas metas, se entiende, son transferidas y adoptadas por la Comisión Nacional Forestal:

- Incrementar la superficie forestal en un millón de hectáreas considerando áreas de restauración y de plantaciones forestales comerciales.
- Incorporar al aprovechamiento forestal sustentable a cuatro millones de ha.
- Disminuir la superficie afectada por incendios en 35%.
- Crear y promover el mercado de servicios ambientales en 600 mil ha.

Por otra parte, el capítulo 4, explica la forma en que se ha de instrumentar la nueva política ambiental de México, sujeta también a los seis pilares básicos definidos, se establecen los vínculos entre el PNMARN y los otros programas institucionales relacionados con el medio ambiente y que son responsabilidad de dependencias y organismos descentralizados y desconcentrados integrados al sector. De esta forma, se menciona a la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), a través de las siete líneas estratégicas para el desarrollo forestal sustentable definidos para el período 2001-2006:

1. Contar con un plan general de largo plazo que dé rumbo y contemple grandes definiciones.
2. Reforma al marco legal forestal.
3. Consolidar un sistema de información confiable, abierta y ágil que permita tomar decisiones de calidad en todos los ámbitos del sector.
4. Impactar positivamente en la calidad de vida de las personas tomando ventaja de las oportunidades brindadas por el aprovechamiento forestal, las plantaciones comerciales y la restauración de ecosistemas, alcanzando a la vez, el desarrollo sustentable.
5. Elevar la cultura forestal en el país para de esta forma afianzar la participación responsable y permanente de la sociedad en el desarrollo sustentable.
6. Impulsar y apoyar mejoras en la productividad y competitividad del sector de tal manera que se aprovechen las ventajas con que se cuenta en el entorno global.

7. Promover consensos y acciones conjuntas con estados, municipios e instituciones públicas y sociales para crear mercado de servicios ambientales, mejorar el manejo de cuencas y un renovado federalismo forestal, para garantizar al país agua, suelo y bosque.

La nueva política ambiental de México es consistente con los grandes lineamientos del PND y constituye la expresión sectorial de la sustentabilidad como principio fundamental de la estrategia nacional de desarrollo.

Esta nueva política ambiental está alineada con el quinto Objetivo Rector de la Comisión de Desarrollo Social y Humano del PND en el que se postula el fortalecimiento de la cultura del cuidado al medio ambiente, para no comprometer el futuro de las nuevas generaciones. Se fundamenta además que el Estado debe crear las condiciones para un desarrollo sustentable que asegure la calidad del medio ambiente y la disponibilidad de los recursos naturales en el largo plazo.

Como puede observarse, el PNMARN está totalmente alineado al PND y se manifiesta una vez más el compromiso adquirido por el Ejecutivo Federal y el sector ambiental con la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.

1.1.3 *El Programa Nacional Forestal 2001-2006*

El Gobierno Federal, partiendo de la visión que tiene sobre la situación ecológica y ambiental del país, y conocedor del papel que desempeña el bosque al respecto, declara a los recursos forestales como asunto de prioridad nacional. De esta visión, nace la necesidad de establecer una política eficaz de desarrollo forestal sustentable, que asegure el porvenir y mejores condiciones de vida para los habitantes de las regiones forestales. El resultado de esta iniciativa es la elaboración de un instrumento de largo plazo para el sector forestal: el Programa Estratégico Forestal para México 2025, del cual se desprende el Programa Nacional Forestal 2001-2006.

El Programa Nacional Forestal 2001-2006 (PNF) es así el resultado de un trabajo de integración del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 (PND), del Programa Estratégico Forestal para México 2025 (PEF-2025) y del Programa Nacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006. A partir de un análisis en el que se describen las fortalezas y debilidades del sector forestal, el PNF determina las prioridades, objetivos, estrategias y líneas de acción que se realizarán durante su periodo de vigencia para contener y revertir los procesos de deterioro de los ecosistemas forestales y superar las dificultades que enfrenta la actividad forestal en el país.

El proceso de elaboración del Programa Nacional Forestal es la última fase de la visión de largo plazo contenida en el Programa Estratégico Forestal 2025, instrumento de ejecución para alcanzar los objetivos comprometidos y lograr la visión del sector forestal en el año 2025, dando la responsabilidad a la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) de llevar a cabo su ejecución. Puede afirmarse que esta es una oportunidad histórica para incidir de manera sólida, en un sector que hasta ahora ha estado ausente de las decisiones de política económica.

La CONAFOR, con base en las leyes y ajustándose a las disposiciones establecidas en materia de planeación por el gobierno federal, ha trabajado para elaborar el PNF que será la guía de trabajo institucional que oriente el quehacer y dé rumbo al sector forestal en México. El documento consta de nueve capítulos, (además del anexo), donde se presentan de forma precisa los temas más importantes

del sector y que dan una idea clara y objetiva de la situación actual y los retos que enfrentará el sector forestal en el futuro.

El primer capítulo contiene el fundamento jurídico y el segundo, el marco general que dan sustento al Programa. En el capítulo tercero se hace un completo análisis del sector, en el cual se presentan los problemas, fortalezas y debilidades, ventajas y desventajas que tiene el país en materia forestal. Se analizan también los recursos naturales y su degradación; aspectos forestales como manejo y aprovechamiento, plantaciones, recursos no maderables y el contexto demográfico en el sector. Se tocan igualmente temas como germoplasma, biodiversidad, bioenergía, así como los servicios ambientales y técnicos, la inspección y vigilancia de los recursos forestales y lo referente a la disponibilidad de información e inventarios forestales, sin dejar fuera los marcos jurídicos e institucionales además de los mecanismos financieros.

La educación, capacitación, investigación y cultura forestal, así como las implicaciones sociales del sector considerado son temas también incluidos en el capítulo tercero. Finalmente, se presenta el análisis del sector en el contexto internacional. Es necesario conocer todo esto para actuar con decisión y con visión hacia el desarrollo forestal sustentable del país.

Con base en el análisis, el PNF en su capítulo cuarto presenta los desafíos del sector y define la misión, visión, los principios y la política forestal que marcarán el rumbo del desarrollo forestal sustentable. Se reconoce que las oportunidades de desarrollo para todos aquellos que viven y son parte fundamental del sector forestal de México, se abrirán y se aprovecharán solo si se trabaja coordinadamente y de la mano con la tecnología, la investigación y la capacitación.

El capítulo quinto presenta, en relación con los objetivos señalados en el PNMARN, las siete prioridades institucionales para el desarrollo forestal sustentable definidas para el período 2001-2006. El capítulo sexto contiene los objetivos, estrategias y líneas de acción que, derivadas de la visión a largo plazo establecida en el PEF-2025, especifica los trabajos a realizar en los primeros seis años. El éxito de las estrategias estará supeditado a la disposición de recursos financieros y a la participación y coordinación de otras diversas dependencias del Ejecutivo Federal como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría de Energía (SE), Secretaría de la Reforma Agraria (SRA), Comisión Nacional del Agua (CNA), etc., cuya interacción con la CONAFOR es necesaria para hacer realidad los objetivos planteados en el programa.

En el séptimo capítulo, por otra parte, se presentan, a partir de las estrategias y líneas de acción señaladas en el capítulo sexto, los principales compromisos (metas) de la CONAFOR para el período 2001-2006. Puede decirse que, conjuntamente, en los capítulos; quinto, sexto y séptimo se presenta el programa de trabajo a seguir. Este programa da respuesta a las necesidades y retos planteados. Se ha cuidado que cada acción propuesta contribuya al manejo forestal sustentable y al desarrollo forestal del país. En estos capítulos se da respuesta a las preguntas qué hacer, cómo y cuándo, para alcanzar el desarrollo forestal sustentable.

En el capítulo octavo se presenta el tema del financiamiento, que resulta de suma importancia dada la situación económica nacional y por tanto, la necesidad de presentar alternativas para obtener recursos financieros que hagan posible el cuidado, conservación y desarrollo de los recursos forestales.

Finalmente, en el noveno capítulo se presenta el seguimiento y la evaluación del PNF, destacando una vez más la necesidad de la participación de la sociedad, de los gobiernos municipales, estatales y de las diversas instituciones públicas y privadas, para lograr la encomienda de que el sector forestal de México avance y se desarrolle para tener un mejor país con un futuro de mayores y mejores oportunidades para los mexicanos.

1.2 El proceso de planeación regional forestal

1.2.1 *División del país en regiones hidrológico administrativas*

En los años cuarenta se crearon comisiones de cuenca para elaborar y ejecutar la planeación del uso adecuado del recurso hidráulico con el enfoque de cuencas. Posteriormente, se define por la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos la división del país en 37 Regiones Hidrológicas (RH), para la administración del recurso hídrico considerando sus múltiples usos, su aprovechamiento y su control. Posteriormente, en el Programa Hidráulico 1995-2000, se estableció la necesidad de crear una firme y estrecha vinculación entre distintas dependencias del gobierno y los usuarios del agua, a través de sus organizaciones, permitiendo la participación activa y comprometida de éstos en el proceso de toma de decisiones.

Figura 1-2. Regiones Hidrológico Administrativas

Fuente: CONAGUA. 2006a

Para asegurar una administración integral del recurso hídrico, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de las 314 cuencas clasificadas en 37 RH, creó 13 Regiones Hidrológico Administrativas (RHA), con la conformación de una Gerencia Regional para cada una de ellas. Los criterios para esta

regionalización obedecieron a aspectos políticos y a límites administrativos que consideran a los territorios de los municipios completos y no divididos por los parteaguas naturales de las cuencas, estas RHA se presentan en la ***Figura 1-2***.

1.2.2 *Regiones de la CONAFOR*

La CONAFOR, obedeciendo a sus propias necesidades de negociación y de apoyo, pretendiendo ser una plataforma forestal conjunta con los gobiernos estatales para darle mayor eficiencia en la concertación con las entidades, buscando mayor cercanía y control sobre las diferentes acciones y programas en materia forestal, realizó una regionalización que considera a la totalidad de la superficie de los estados, aunque manteniendo el mismo nombre que las gerencias regionales de la CONAGUA. Así, la Gerencia Regional II Noroeste de la CONAFOR está conformada exclusivamente por el estado de Sonora, sin considerar los siete municipios del estado de Chihuahua (oeste del estado) que si son incluidos en la regionalización de la CONAGUA (**Figura 1-3**).

Figura 1-3. Región Hidrológico Administrativa II Noroeste

Fuente: Mapa de Regiones Hidrológico Administrativas. CONAGUA.

1.2.3 *El Programa Regional Hidrológico Forestal de la Región II Noroeste*

El Programa Regional Hidrológico Forestal (PRHF) es una herramienta que permite integrar acciones propias y de otras instancias en el recurso forestal y su vinculación con la cantidad y calidad de los recursos hídricos en la región, sus estados o cuencas que conforman la RHA II Noroeste, será conducido por la gerencia regional de la CONAFOR, la cual buscará coordinarse operativamente y de forma efectiva con las diferentes instancias de todos los niveles de gobierno, federal, estatal y municipal, así

como con las organizaciones no gubernamentales, que realizan acciones vinculadas directa o indirectamente con los recursos forestales, en el ámbito de sus propias funciones y atribuciones.

El PRHF será la expresión de los resultados en el ámbito de la región, estado o cuenca que, de forma integrada, se alcancen con la aplicación tanto de los apoyos proporcionados por la propia CONAFOR como son: Estudios Regionales Forestales, Programas de Manejo Forestal, Ordenamiento y Organización Forestal, Cultivo Forestal, Diversificación del uso de Terrenos Forestales, Plantaciones Forestales Comerciales, Reforestación, Restauración de Suelos, Prevención y Combate de Incendios Forestales, Sanidad Forestal, Servicios Ambientales, Equipamiento e Infraestructura, Desarrollo de la Cadena Productiva Forestal y Auditoría Técnica y Preventiva y Certificación Forestal, y todos aquellos que defina en el futuro la Comisión, así como de la ejecución de las acciones de las diferentes instancias federales, estatales, municipales y ONG's relativos al sector forestal.

En cuanto a las instancias del nivel de gobierno federal que intervienen en el ámbito forestal y con las cuales deberá existir una estrecha vinculación para la operación del PRHF, se encuentra la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en la cual se coordinan la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), el Instituto Nacional de Ecología (INE), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), entre las más relevantes del sector. En la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) se coordinan el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), Procampo verde, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (ASERCA) y Programa Alianza Contigo, principalmente. Por su parte en la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) se coordinan el Fondo Nacional de Empresas en Solidaridad (FONAES) y los Centros Estratégicos Comunitarios. También la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) realiza acciones en el sector forestal.

A nivel de gobiernos estatales, las acciones en el sector forestal se ejecutan dentro de Programas de las Secretarias de Desarrollo Agropecuario o Desarrollo Rural y en las Secretarías de Ecología principalmente, con las cuales se establecerá una estrecha coordinación para la operación del PRHF.

De igual forma, en los gobiernos municipales, las acciones dentro del sector forestal se coordinan o ejecutan en las Direcciones Agropecuarias o de Ecología, con las que de forma similar se establecerá la vinculación. También existe una intensa actividad en el sector forestal por parte de organizaciones no gubernamentales de diversa índole y con las cuales igualmente deberá existir un vínculo estrecho.

Todas las instancias mencionadas así como los programas señalados tienen sus reglas de operación y, su ejecución y logro de metas, produce impactos de diferentes niveles, intensidades y magnitudes coadyuvando en la "recuperación forestal" en los ámbitos regional, estatal o de cuenca. Dicha recuperación forestal permitirá alcanzar un estado de maximización del recurso hídrico que podrá apreciarse de diferentes formas en las cuencas hidrográficas: en primer lugar una regulación hidrológica que fomentará la generación de corrientes limpias que fluyan en forma más permanente durante periodos mayores en el año; se estará incrementando de manera importante las tasas de infiltración con su correspondiente aumento de caudal de manantiales, así como la percolación profunda del agua que impactará en la recarga de los acuíferos; la cobertura arbórea también permitirá la disminución de los escurrimientos superficiales en las vertientes o laderas y finalmente en cauces logrando un escurrimiento controlado, que representa menores avenidas y menos crecientes; también se logrará una importante

disminución de la erosión tanto hídrica como eólica al existir una cubierta vegetal protectora contra los escurrimientos superficiales no controlados y los fuertes vientos erosivos, y todo con una planeación social participativa y organizada, aspectos que son tratados de forma más detallada en el capítulo siete del presente documento. En la figura siguiente se presenta de forma esquemática la conceptualización del Programa Regional Hidrológico Forestal para su operación en el área de influencia de la Gerencia II Noroeste.

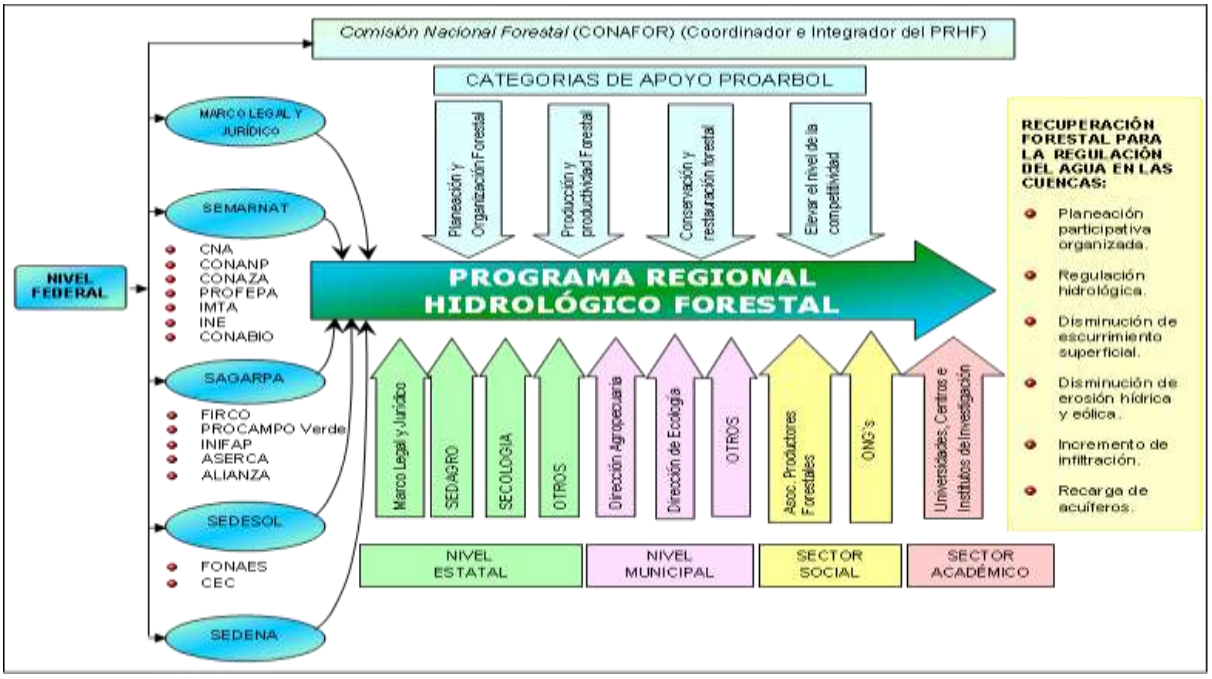


Figura 1-4. Conceptualización del Programa Regional Hidrológico Forestal

Fuente: Modificado 2007 por el IMTA, de Memoria Técnica "Formulación del Programa Regional Hidrológico Forestal para la Región XI Frontera Sur" CONAFOR-CONACYT-IMTA, 2004

Para efectos de evaluación y seguimiento del PRHF, la Gerencia Regional de la CONAFOR, realizará las gestiones necesarias para disponer e integrar de forma periódica la información sobre los avances y resultados de las acciones en el sector forestal de las diferentes instancias federales, estatales, municipales y ONG's en los diferentes ámbitos. Asimismo, será conveniente que la Gerencia Regional II Noroeste, considere como prioritarias las zonas con "necesidades de conservación y/o recuperación forestal" identificadas en el Programa Regional Hidrológico Forestal para incorporarlas como áreas primordiales de atención para la aplicación de las acciones sustantivas de la CONAFOR.

En la gestión con las instancias relacionadas al sector de los diferentes niveles de gobierno y ONG´s, también se procurará que estas zonas prioritarias sean reconocidas y compartidas para que las incorporen en sus planes de acción, coadyuvando en la recuperación forestal y maximizando el recurso hídrico en las cuencas.

2 OBJETIVOS, METAS Y ESTRATEGIAS EN LA GERENCIA REGIONAL CONAFOR

2.1 Visión del sector forestal en la RHA II Noroeste

La Región Hidrológico Administrativa II Noroeste se localiza en el extremo noroeste de la República Mexicana. Aunque hidrológicamente la regional incluye una pequeña porción del estado de Chihuahua, administrativamente la Gerencia Regional II de la CONAFOR sólo considera al estado de Sonora en su totalidad. La situación geográfica, la cercanía al mar, la topografía, el efecto de los vientos y los factores como clima y suelo, determinan una vegetación predominantemente del tipo de matorral, vegetación a la que no se le ha dado la importancia que merece, por pensarse que su explotación comercial no tiene valor.

La falta de alternativas de desarrollo económico en algunas zonas dentro de la Región orilla a sus habitantes a la explotación irracional de productos tanto vegetales como animales para su comercialización, lo cual aunque en ocasiones sobrepasa los límites de la legalidad, representa la única fuente de ingresos para las familias rurales. Es sabido que algunas especies de cactáceas son vendidas al extranjero amenazando su conservación y reproducción en la zona. Es asimismo conocida la venta de material artesanal elaborado con especies vegetales que se encuentran seriamente amenazadas de no hacer un control de su explotación.

En lo referente a la cobertura forestal, más del 60% de la vegetación en la superficie que comprende la RHA II Noroeste se clasifica como matorral, en sus diversos tipos (*INEGI. 2000a*). Se tienen también amplias extensiones con agricultura tanto de riego como de temporal y son también de importancia las zonas de pastizales. Dentro de este contexto, una de las especies que es muy preciada por su madera para la construcción de muebles y pisos es el mezquite. Debido a ello, se ha reducido en los últimos años la presencia de esta especie, siendo por lo mismo una de las líneas de trabajo que se tienen: impulsar las plantaciones de mezquite y lograr su aprovechamiento de manera ordenada para lograr así una explotación sustentable.

Con respecto al recurso hídrico, salvo información más precisa que seguramente puede obtenerse en la CONAGUA, la RHA II presenta limitaciones en cuanto a su disponibilidad, debido principalmente a sus condiciones climáticas. La característica de semiaridez regional limita la existencia de escurrimientos perennes (los cuales generalmente cuentan ya con una obra de almacenamiento), y aunque existen escurrimientos efímeros, no se dispone de la adecuada infraestructura para su captación. Dado lo anterior y aunque en promedio el abastecimiento regional depende en 61% de aguas superficiales y 39% de aguas subterráneas, este promedio no es representativo a nivel de cuenca hidrológica. En varias de ellas las aguas subterráneas se usan en mayor proporción que las superficiales. Esto con el paso del tiempo lo que ha originado es que de los 47 sistemas acuíferos identificados en la Región, 19 estén sub-explotados, 13 estén en equilibrio, pero 15 estén sobreexplotados (CNA, 2003), y de continuar la práctica de ser la extracción mayor que la recarga, la situación de los acuíferos seguirá empeorando, a menos que se haga algo al respecto.

Lo anterior pone de manifiesto la importancia de la ejecución de programas de reforestación en las áreas de captación de los escasos embalses existentes y además para promover la infiltración del agua y recargar así los mantos subterráneos. Una adecuada cobertura vegetal en la parte alta de las cuencas, además de lo anterior, disminuye la pérdida de suelo y por tanto la acumulación de azolves en los

cuerpos de agua, reduciendo así los costos de mantenimiento de la infraestructura y al mismo tiempo, ayuda a la conservación de una mejor calidad del agua.

Lo antes expresado permite observar que el recurso forestal además de los beneficios directos que proporciona con la comercialización de su madera u otros productos no maderables, acarrea también una serie de importantes bienes que por lo general no se les valora: los servicios ambientales. Los recursos forestales brindan servicios que inciden directamente en, como ya se mencionó, el mantenimiento de la capacidad de recarga de los mantos acuíferos, el mantenimiento de la calidad del agua, la disminución de la pérdida de suelo y arrastre de sedimentos, reducción de las corrientes durante eventos de precipitación extrema y la conservación de manantiales durante un mayor tiempo, reduciendo la época de secas. Otros beneficios también de suma importancia son la captura de carbono y el mantenimiento de la biodiversidad y su servicio como hábitat para la flora y fauna silvestres.

Además de todo lo anterior, debe también verse el impacto social que el aprovechamiento forestal sustentable conlleva, pues de esta forma se generan fuentes de empleo para la población rural, ayudando así a mejorar su nivel de vida. Esto es lo que se vislumbra para la región en el mediano y largo plazo: un desarrollo forestal sustentable, con una plena armonía entre la sociedad y la naturaleza.

2.2 Misión de la Gerencia Regional

La Gerencia Regional II Noroeste hace propios íntegramente, en su escala regional, los conceptos expresados a nivel nacional por la Comisión Nacional Forestal en el Plan Nacional Forestal como Misión de la CONAFOR, en el sentido de que tiene por compromiso contribuir a mejorar la calidad de vida de los mexicanos, especialmente aquellos pobladores de las zonas forestales, así como al aumento de oportunidades de empleo y desarrollo mediante el Manejo Forestal Sustentable del recurso. De igual forma, se considera a los recursos forestales como asunto de seguridad nacional, consecuente con ello, se trabaja en la planeación a largo plazo, dentro de las normas de gobernabilidad, democracia, federalismo, transparencia y rendición de cuentas, aplicando los criterios de inclusión, competitividad y desarrollo regional. Lo anterior, encaminado hacia la construcción de una mejor realidad forestal para la Región II y por extensión para todo el país, que le permita tener un mejor lugar en el entorno global y se hagan realidad los principios de humanismo y equidad; es decir, se impulsará el desarrollo forestal sustentable en la región; aprovechar el recurso sin causar su deterioro.

2.3 Visión de la Gerencia Regional

El Programa Estratégico Forestal para México 2025 define las acciones a realizar en el sector forestal para los próximos 25 años, estableciendo la visión de la CONAFOR, sus líneas de acción, metas y objetivos, así como los resultados esperados para este sector a nivel nacional. En concordancia con lo que este Programa establece, la Gerencia Regional II Noroeste, coincide totalmente con lo expresado a nivel nacional, instaurando como su visión para el sector forestal regional, lo que a continuación se expresa de manera resumida:

- Los habitantes de las zonas forestales habrán mejorado su calidad de vida, pues contarán con más y mejores empleos; los dueños y poseedores de terrenos, ejidos y comunidades, obtendrán mayores beneficios provenientes de las actividades forestales y del pago de servicios ambientales.

- Se habrá incrementado la participación económica del sector forestal regional, con los consecuentes beneficios para los actores del sector. Las plantaciones comerciales, la industrial de transformación y las empresas pequeñas y medianas del ramo habrán incrementado su productividad y competitividad en el mercado global, mediante la integración de la cadena productiva, el acceso a mejores fuentes de incentivos y financiamiento, así como la investigación y el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos.

- Se tendrá una disminución en los impactos ambientales desfavorables ya que se reducirá la tasa de deforestación, miles de hectáreas de suelos degradados habrán sido restauradas y se logrará el rescate de cuencas a través de programas de reforestación y restauración de suelos con altos niveles de eficacia.

- Habrá un cambio notable en la actitud de las personas hacia el entorno ecológico; el cuidado de los bosques, suelos y agua formará parte importante de los programas educativos, se respetará la biodiversidad y existirán menos especies amenazadas o en peligro de extinción, se utilizarán racionalmente los productos obtenidos de los ecosistemas forestales y su reciclaje será práctica generalizada. Las personas, las instituciones y los medios de comunicación participarán activamente en los programas de conservación y restauración tanto en las ciudades como en el medio rural.

- Se habrá fortalecido la corresponsabilidad entre sociedad y gobierno en la definición y aplicación de las políticas forestales; se contará con una normatividad accesible, sencilla y eficaz que se aplicará de manera coordinada entre los tres órdenes de gobierno en el contexto de un auténtico federalismo forestal. La sociedad supervisará y evaluará el desempeño de las instituciones públicas y el cumplimiento de los compromisos contraídos para la región en materia de desarrollo sustentable. Los servicios técnicos forestales se ejecutarán con profesionalismo y sentido social.

- Se habrá contribuido al fortalecimiento de la seguridad nacional, ya que disminuirá la tala clandestina y otras actividades ilícitas, se reducirá el tráfico y cultivo de enervantes y se contará con el ordenamiento territorial para establecer el uso del suelo de acuerdo a su vocación natural. Se propiciará la prosperidad social y económica en las comunidades que habitan las zonas forestales, aspecto fundamental para contribuir a un clima de seguridad.

En resumen, se tendrán bosques bien manejados, una organización eficiente del sector, un ordenamiento de las actividades y aprovechamientos forestales y una población rural autosuficiente. No se tendrán problemas de deforestación ni de sobreexplotación del recurso forestal en la región y por ende, en el país.

2.4 Imagen-objetivo del escenario forestal regional deseable al 2012, acorde con la visión de la Gerencia Regional

La imagen-objetivo, descrita brevemente al final del punto anterior, se encuentra aterrizada en el Programa Nacional Forestal 2001-2006, que corresponde a lo establecido en el Programa Sexenal. En el Programa Nacional Forestal se esbozan las estrategias y principios planteados para el desarrollo del sector en el plazo de 25 años, adecuando sus conceptos al período correspondiente de seis años de gobierno, que serán plasmados a su vez en los Programas Estatales y/o Municipales de Desarrollo Forestal, los cuales deben contener obligatoriamente las bases jurídicas correspondientes para su participación de los beneficios de los Programas desarrollados a nivel nacional por la CONAFOR.

Así, un escenario deseable para el sector forestal regional es alcanzar una posición donde los productores estén convencidos de que la producción forestal es viable, que tengan la habilidad y el interés en comparar el recurso forestal con otros ramos de la producción agropecuaria, y que en efecto, el aprovechamiento forestal les resulte rentable. Se aspira asimismo a contar con una infraestructura en equipo y en recursos humanos suficiente, así como una base de datos actualizada, dinámica y completa que permita elaborar adecuadamente los programas estratégicos forestales para cada uno de los estados que integran la RHA II Noroeste.

2.5 Escenario esperado para el 2012

De acuerdo a lo anterior, el escenario esperado al término del presente sexenio considera las siguientes características para el desarrollo de acciones futuras por parte de la CONAFOR:

- Un mayor reconocimiento al sector forestal en la región que históricamente se identifica mayoritariamente con actividades de ganadería y agricultura de alta especialización.
- Organizaciones de productores interesados en mejorar sus rendimientos productivos y que busquen desarrollar cadenas productivas mediante asociaciones con industriales y comerciantes.
- Acciones desarrolladas de acuerdo a los Programas Estatales y Municipales de Desarrollo Forestal
- Subsidio mínimo por parte del gobierno federal y mayor participación a nivel estatal y municipal en la inversión de capital en el sector forestal
- Manejo de áreas forestales en forma conjunta y en coincidencia con el concepto de cuencas hidrográficas en sus diferentes niveles: subcuencas, microcuencas, etc. y de su aplicación en estados y municipios
- Coordinación clara de las instituciones relacionadas con el sector en el establecimiento de acciones a favor de las actividades forestales, así como con las ONG's y organizaciones sociales realmente interesadas en el fortalecimiento de este sector
- Recuperación de superficies deforestadas y eliminación de los desmontes de áreas forestales en la Región.
- Mayor presencia del sector forestal en cuanto a la creación de empleos y generación de recursos.

2.6 Necesidades de acciones para el desarrollo forestal

La Gerencia Regional Noroeste considera necesario lo siguiente para lograr el desarrollo forestal sustentable a nivel regional y nacional:

- Disponer de un equipo de trabajo profesional y comprometido con el Sector Forestal.
- Organización funcional del aparato administrativo, que permita una simplificación efectiva de los trámites legales para autorización de aprovechamientos y que facilite la transparencia y el uso eficiente de los recursos, tanto materiales como humanos, en beneficio del Sector Forestal.
- Una planificación a largo plazo del sector forestal en el ámbito regional, que sea acorde con su situación real, sus fortalezas y sus limitaciones.
- Integrar a los propietarios y usuarios de las áreas forestales en acciones de planeación, conservación y desarrollo forestal, con el propósito de mantener la integridad de los ecosistemas y al mismo tiempo mejorar la calidad y el nivel de vida de los pobladores.
- Promover e incentivar la inversión forestal en toda la cadena productiva.

- Establecer estrategias y acciones en materia de investigación, educación ambiental, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos forestales, para lograr la conservación de las cuencas hidrológicas, así como los manantiales y lagunas en la región.
- Lograr una mejor coordinación con las instancias de gobierno relacionadas con el sector forestal y los recursos naturales (SAGARPA, SRA, Procuraduría Agraria, FIRCO, CONAGUA, INE, SCT, CFE, INIFAP, PROFEPA, municipios, instituciones académicas, etc.), de tal forma que se unan esfuerzos y recursos de las diferentes dependencias de los tres niveles de gobierno, evitando así la duplicidad de funciones.

2.7 Los grandes objetivos del PNF en el ámbito regional

Los objetivos para hacer frente a los desafíos del sector y lograr un desarrollo forestal sustentable expresado en el Plan Nacional Forestal son retomados íntegramente por la Gerencia Regional y se trabaja en ellos en el ámbito que a ella corresponde, en resumen, éstos son:

- Realizar una planeación a largo plazo, donde se plantea contar con un plan general de evaluación continua que oriente y dé rumbo para el desarrollo forestal regional.
- Desarrollar un sistema de información forestal regional, que permita contar con un sistema de información forestal regional dinámico y confiable.
- Lograr un manejo forestal sustentable, que impacte positivamente la calidad de vida de los habitantes de las zonas forestales de la Región al aprovechar las oportunidades brindadas por la actividad forestal, alcanzando un desarrollo sustentable.
- Elevar la cultura forestal, que facilite la participación permanente y responsable de la sociedad en acciones encaminadas al desarrollo sustentable del sector forestal en la Región II Noroeste.
- Consolidar Cadenas Productivas que apoyen la productividad y competitividad del sector no solo en el ámbito regional sino también en su entorno nacional e internacional.
- Promover los servicios ambientales y el federalismo forestal, con el propósito de valorar los servicios ambientales que generan los ecosistemas forestales para crear y desarrollar su mercado en la Región II Noroeste y consolidar el trabajo conjunto de instituciones vinculadas al sector forestal que permita un desempeño eficaz y transparente de sus actividades en beneficio del desarrollo sustentable del sector.

2.8 Metas en el ámbito regional y su contribución a las metas nacionales

Las metas de la CONAFOR en el ámbito nacional se encuentran suscritas en el Programa Nacional Forestal 2001 – 2006 de la siguiente manera:

- Aumentar la superficie forestal en un millón de hectáreas, considerando áreas de restauración y de plantaciones forestales comerciales.
- Incorporar al aprovechamiento forestal sustentable cuatro millones de hectáreas.
- Alcanzar una producción forestal maderable de 12.1 millones de m^3r/año.
- Alcanzar una producción forestal no maderable de 100 mil toneladas/año.
- Crear y promover el mercado de servicios ambientales en 600 mil hectáreas.
- Disminuir la superficie afectada por incendios en 35 %.
- Disminuir la incidencia de plagas y enfermedades, mediante labores de prevención y control en 600 mil hectáreas/año.

- General empleo e ingreso directos en 11,700 ejidos y comunidades forestales, mediante la aplicación de programas de desarrollo forestal sustentable.
- Promover la integración y certificación de cinco cadenas productivas regionales al final del sexenio.
- Fortalecer las organizaciones forestales comunitarias vinculándolas a la cadena productiva en un 50% al final del sexenio.
- Adecuar el marco regulatorio de la actividad forestal nacional, para simplificar trámites, evitar duplicidades, dar seguridad a la inversión y soporte legal al sector.
- Crear un mecanismo de financiamiento, nacional e internacional, a la actividad forestal y una red de esquemas financieros en distintas regiones y estados del país.
- Desarrollar un sistema de planeación forestal (cinco macroregiones, 13 regiones hidrográficas y 32 entidades federativas) que garantice el manejo forestal sustentable en el corto, mediano y largo plazos.
- Diseñar un sistema de información nacional forestal que dé confiabilidad, transparencia y favorezca la toma de decisiones en el sector.
- Crear una estructura sólida de investigación que garantice el desarrollo del sector en condiciones competitivas y de sustentabilidad.
- Coadyuvar al mejoramiento de la calidad de vida y bienestar de 43 etnias que habitan las áreas forestales, integradas por más de cinco millones de habitantes.
- Utilizar campañas como la Cruzada Nacional por los Bosques y el Agua, los medios masivos de comunicación y la educación formal e informal, para promover la cultura forestal.
- Reconvertir el sistema de producción de planta, bajo principios de calidad, productividad y desconcentración.
- Disminuir los procesos de deforestación y degradación en 18%.

La Gerencia Regional Noroeste, contribuye con las metas nacionales asignadas, mediante la aplicación de las diversas categorías y subcategorías de apoyo de la CONAFOR, de acuerdo a las condiciones ambientales, la obtención de apoyos financieros y las necesidades para el desarrollo forestal regional.

La Gerencia Regional enfrenta la situación en que la zona se considera como región ganadera y de agricultura altamente especializada, no como área de importancia forestal. Sin embargo, se ha trabajado y se continúa haciéndolo en este aspecto con logros importantes al tener ya cierto reconocimiento por parte de los agricultores y ganaderos de la relevancia que representa el mantener una cobertura forestal en sus terrenos (trabajos de reforestación y conservación de suelos). Adicionalmente, aunque no se tiene un reconocimiento por una producción notable de bienes maderables, se tienen especies no maderables de interés comercial como son el mezquite (*Prosopis spp*) y el palo fierro (*Olneya tesota)*, así como otras especies de ambientes áridos y semiáridos, que representan un fuerte potencial de generación de ingresos para la región, en las que se tienen en curso varios proyectos. Los productos forestales no maderables por otra parte, representan una de las principales opciones de entradas económicas y oportunidad de mejora para los pobladores rurales. Bajo estas circunstancias, se está impulsando fuertemente la cultura forestal entre los habitantes para que se reconozca la importancia de los servicios ambientales que presta la vegetación y se valoren las masas arboladas por este concepto y no solo por la venta directa de la madera.

3 RELACIÓN AGUA-BOSQUE

Los bosques son ecosistemas que proporcionan una gran variedad de bienes y servicios a la humanidad. Cuando se dice que año con año desaparecen en el país miles de hectáreas de bosque templado y tropical (selvas), y se hacen intentos de evaluación de los daños que esto ocasiona, generalmente se reduce a hacer estimaciones de las pérdidas económicas que esto significa por la madera o productos forestales no maderables que dejarán de obtenerse y la pérdida de la biodiversidad, considerando el tiempo que tardará ésta en recuperarse. Sin embargo, aunque los daños mencionados son de fundamental importancia, no son los únicos; la vegetación, además de los citados, suministra muchos otros servicios globales que en ocasiones no se toman en cuenta; al menos no en su justa dimensión.

El bosque desempeña una diversidad de funciones en el sistema natural, pudiendo éstas agruparse en tres grandes rubros: protectivas, reguladoras y productivas. Entre las primeras pueden identificarse a la protección que ofrece al suelo en cuanto a absorción y desviación de radiaciones; protección contra los agentes erosivos naturales como son las precipitaciones y los vientos; conservación de la humedad y dióxido de carbono además de representar un hábitat natural para otras plantas y animales.

En lo que se refiere a la función reguladora, se tiene la absorción, almacenamiento y generación de dióxido de carbono, oxígeno y elementos minerales; absorción de aerosoles y sonidos; captación y almacenamiento de agua y absorción y transformación de energía radiante y termal. Finalmente, dentro de las funciones productivas sobresale la obtención de madera de escuadría, leña, carbón, postes, celulosa y productos no maderables como son resinas, alcaloides, aceites, látex, productos farmacéuticos, comestibles, etc.

Dada la importancia que la interrelación agua – bosque representa para el presente proyecto, se describe en este apartado dicha relación, adicionando al final un apartado en que se muestra la relación de la cobertura forestal con la erosión hídrica. El capítulo se inicia con una descripción del marco físico regional, para luego dar un panorama del recurso hídrico también a escala regional, tocando los temas de disponibilidad y calidad del recurso, infraestructura hidráulica, usos y problemática principal, considerando tanto las aguas superficiales como las subterráneas, tomando en cuenta que la disponibilidad de agua es fundamental para el desarrollo regional y su conservación es determinante para la sustentabilidad del mismo y una garantía de bienestar para la población.

3.1 Marco físico regional

La Región Hidrológico Administrativa (RHA) II Noroeste se ubica en el noroeste de la República Mexicana. Limita al norte con los Estados Unidos de América, al sur con el Golfo de California y el estado de Sinaloa, al este con el estado de Chihuahua y al oeste con el Golfo de California y el estado de Baja California. Su localización geográfica se encuentra entre los meridianos 107 30’ y 115° 03’ de longitud oeste y los paralelos 26° 18’ y 32° 29’ de latitud norte. Incluye todo el estado de Sonora además de siete municipios del occidente del estado de Chihuahua, que forman parte de las cuencas de los Ríos Mayo y Yaqui; los municipios son: Madera, Temosachi, Matachi, Guerrero, Ocampo, Moris y Uruachi. Su territorio cubre una superficie aproximada de 205,300 km² (Comisión Nacional del Agua, 2005), lo que representa el 10.36% del territorio nacional. La ***Figura 3-1*** muestra gráficamente su ubicación.

Figura 3-1. Ubicación de la RHA II Noroeste

Fuente: Mapa de Regiones Hidrológico Administrativas. CONAGUA.

3.1.1 *Fisiografía*

El territorio de la Región de estudio comprende cuatro provincias o regiones fisiográficas del país: Desierto o Llanura Sonorense, que corresponde al oeste y noroeste; Sierra Madre Occidental, en la parte oriental; Sierras y Llanuras del Norte, en la porción norte; y Llanura Costera del Pacífico, en la parte sur, como puede observarse en la figura siguiente (***Figura 3-2***).

El Desierto Sonorense es la provincia de mayor tamaño, abarcando las sierras bajas paralelas orientadas nornoroeste-sursureste, y separadas unas de otras por llanuras amplias y bajas. Los climas son secos y muy secos semicálidos y cálidos. La vegetación dominante son matorrales de tipo sarcocaule, desértico micrófilo y mezquital, así como vegetación de desiertos arenosos en el Desierto de Altar.

Sierra Madre Occidental. Esta sierra presenta hacia el occidente una pendiente pronunciada en tanto que hacia el oriente tiene un descenso gradual hasta las regiones llanas del centro. En esta área existen alturas de 2,500 a 3,000 msnm; hacia el norte los climas son secos y semisecos variando de cálidos a semifríos según la altitud; en la parte central las condiciones son cálidas y semicálidas subhúmedas. La vegetación dominante es de encinos y coníferas en la parte alta de la sierra. En las vertientes occidentales se extienden las selvas caducifolias en tanto que en las del lado oriente se presentan los matorrales y pastizales. En esta zona se originan numerosos ríos (Sonora, Yaqui, Mayo, Fuerte, entre los principales).

Sierras y Llanuras del Norte. Corresponde a una pequeña porción de la Región de estudio; de la ciudad de Nogales a Agua Prieta en el norte, descendiendo hasta Cananea y Nacozari de García hacia el sur.

Se forma por extensos valles aluviales entre los que se intercalan algunas sierras, predominan las rocas sedimentarias. Los climas que prevalecen son el semiseco templado y los secos, templado y semicálidos; la vegetación predominante es pastizal natural.

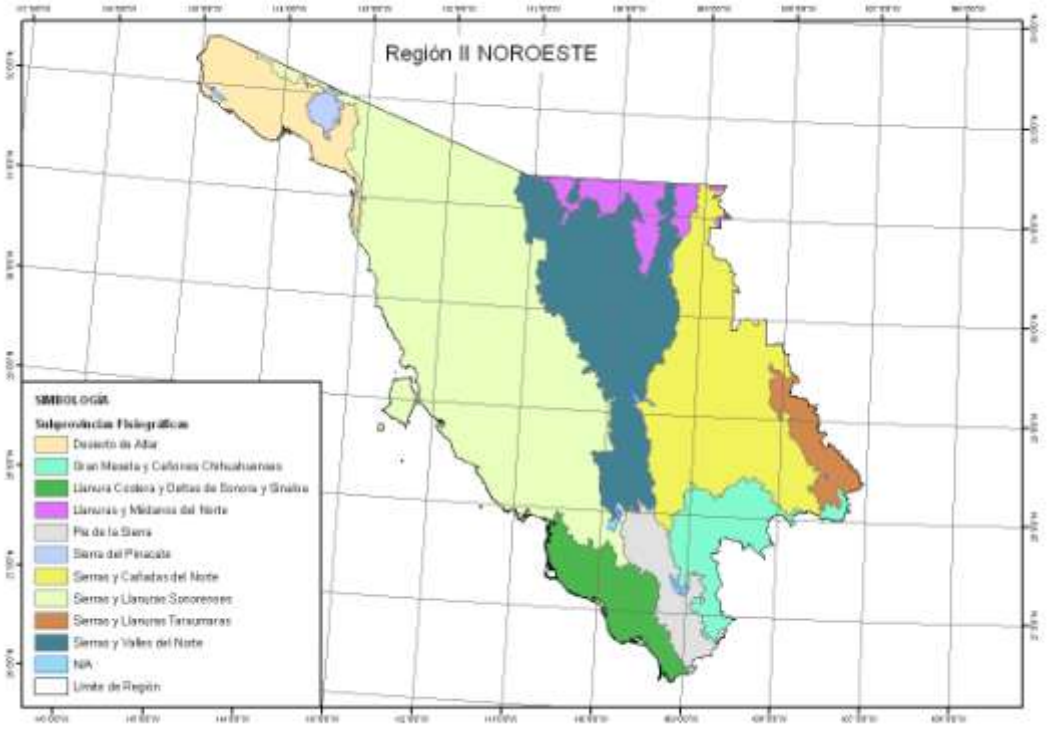


Figura 3-2. Subprovincias fisiográficas de la Región II Noroeste

Fuente: Carta Fisiográfica digital. Escala 1: 1000,000. INEGI.

Llanura Costera del Pacífico. En lo que corresponde a la región de estudio, comprende el municipio de Etchojoa completo, y parte de los de: Huatabampo, Navojoa, Quiriego, Cajeme, Bácum y Guaymas. Es integrada prácticamente en su totalidad por tres grandes deltas, los de los ríos Yaqui, Mayo y Fuerte, en los cuales se ubican grandes distritos de riego. Casi todo el territorio se encuentra al nivel del mar y es cubierto de material aluvial. La línea costera es sinuosa con un buen número de bahías y esteros. El clima es cálido y la vegetación dominante es de selva baja caducifolia, aunque también puede verse el matorral sarcocaule y en las zonas ribereñas se encuentran manglares, particularmente en el delta del Santiago.

3.1.2 *Clima*

La ubicación de la Región II Noroeste dentro de la faja subtropical de alta presión, donde se originan las calmas tropicales, dan como resultado que en esta zona se encuentra la región más árida del país (el Desierto de Altar) y que más del 90% del territorio sea dominado por climas muy secos, secos y semisecos (***Figura 3-3***).

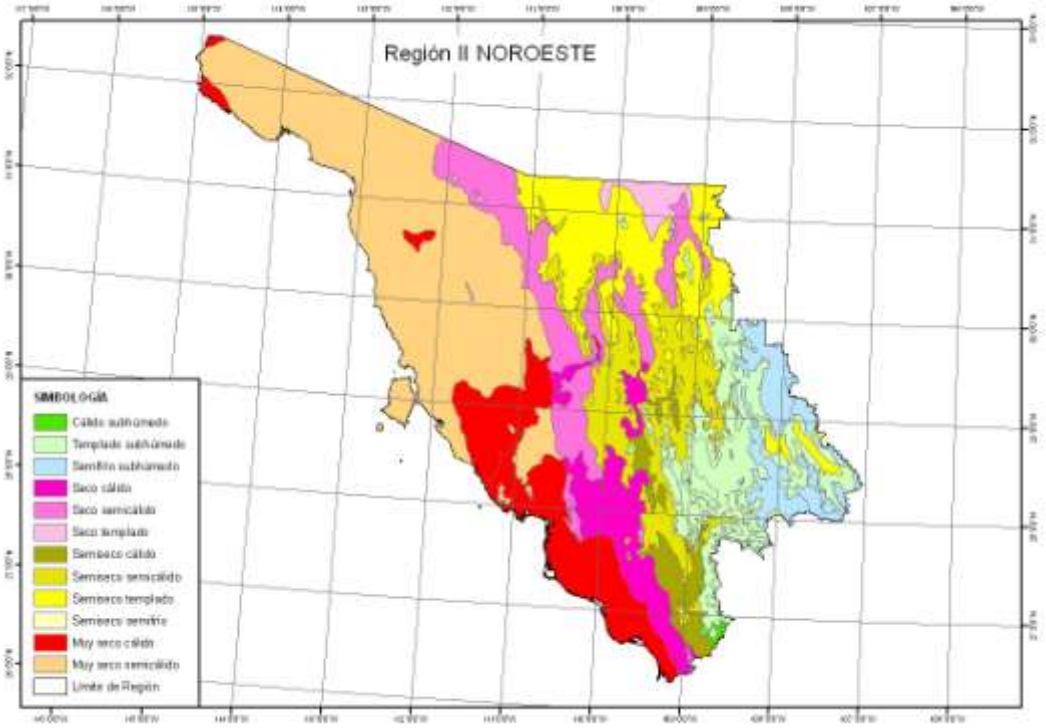


Figura 3-3. Climas presentes en la Región II Noroeste

Fuente: Carta de Unidades Climáticas digital. Escala 1: 1000,000. INEGI.

La influencia altitudinal de la Sierra Madre Occidental al oriente de la Región se manifiesta en temperaturas menos extremosas y con mayores precipitaciones. El clima en la parte alta de la sierra es templado y llega a ser semifrío en las elevaciones superiores a los 2600 msnm. Las mayores precipitaciones son en torno a la Mesa del Campanero, al poniente de Yécora y en la zona de Basaseachi. De aquí la precipitación disminuye hacia todas las direcciones, pero más hacia el norponiente. De igual forma, la temperatura va aumentando conforme se va bajando de la sierra hacia la planicie de tal forma que se tiene una zona de transición entre las altitudes de 1500 a 600 msnm, con climas de los tipos semisecos y secos, y finalmente, en todas las partes bajas de la región (altitudes inferiores a los 600 msnm) el clima llega a ser muy seco, cálido en el sur y semicálido en el noroeste, con precipitaciones inferiores a los 400 mm por año y temperaturas medias anuales de 18° a 26° C y considerados como extremosos.

3.1.3 *Geología*

La historia geológica de la Región II Noroeste es compleja debido al acontecimiento de varios eventos geológicos que dieron lugar a una diversidad de unidades litológicas, las cuales, por medio de los fenómenos endógenos (tectonismo y vulcanismo) y exógenos (erosión y depósito) sucedidos a través del tiempo, han transformado su estructura original y modelado su paisaje. Se tienen afloramientos de rocas de origen ígneo, sedimentario y metamórfico, con edades de formación desde el Precámbrico al Cuaternario. Si se describe brevemente la geología por provincia fisiográfica, puede decirse que:

El Desierto Sonorense, ubicado en la parte poniente de la Región, se caracteriza por la alternancia de sierras, bajadas y llanuras. Las sierras tienen dirección noroeste-sureste y su composición litológica es

variada, dominando las rocas anteriores al Terciario, cubiertas en su lado este por efusiones volcánicas del Cenozoico. Se tiene asimismo que desde el sur de Caborca hasta el noroeste de la Región II afloran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias del Precámbrico.

La Sierra Madre Occidental está constituida por una gran estructura ígnea orientada noroeste-sureste, con un gran número de fallas que han formado fosas y pilares tectónicos. Existen también afloramientos de rocas antiguas, debido tanto a procesos de erosión como al hecho de que no fueron cubiertas por las efusiones volcánicas del Cenozoico. El Precámbrico está representado por rocas metamórficas, que son el basamento de la sierra; el Paleozoico y el Mesozoico por calizas y rocas detríticas con diversos grados de evolución.

Las Sierras y Llanuras del Norte, que es una pequeña porción al norte de la Región de estudio, muestran afloramientos de rocas calizas del Paleozoico; detríticas, calcáreas y cuerpos intrusivos de composición ácida del Mesozoico; volcánicas ácidas y básicas del Cenozoico. Se tienen también conglomerados del Terciario que forman lomeríos de pendiente suave.

La Llanura Costera del Pacífico, que abarca la parte sur del área de estudio, se desarrolló debido al lento avance de los deltas de los ríos hacia el mar. Se encuentra cubierta casi en su totalidad por depósitos no consolidados del Cuaternario. Existen también areniscas y conglomerados del Terciario Inferior (***Figura 3-4***).

3.1.4 *Suelos*

Los suelos en la región de estudio (***Figura 3-5)*** son en su mayoría jóvenes, encontrándose las unidades de Litosol y Regosol, que son poco desarrolladas. Existen también suelos considerados como de desarrollo intermedio, como son las unidades de Yermosol, Xerosol y Cambisol. Finalmente, en algunas bajadas y las áreas húmedas de la Sierra Madre Occidental se tienen suelos más evolucionados como Luvisol, Feozem y Gleysol, que tienen presencia de arcilla. Los porcentajes de cobertura territorial son: suelos jóvenes 68%, suelos intermedios 27% y suelos maduros 5%.

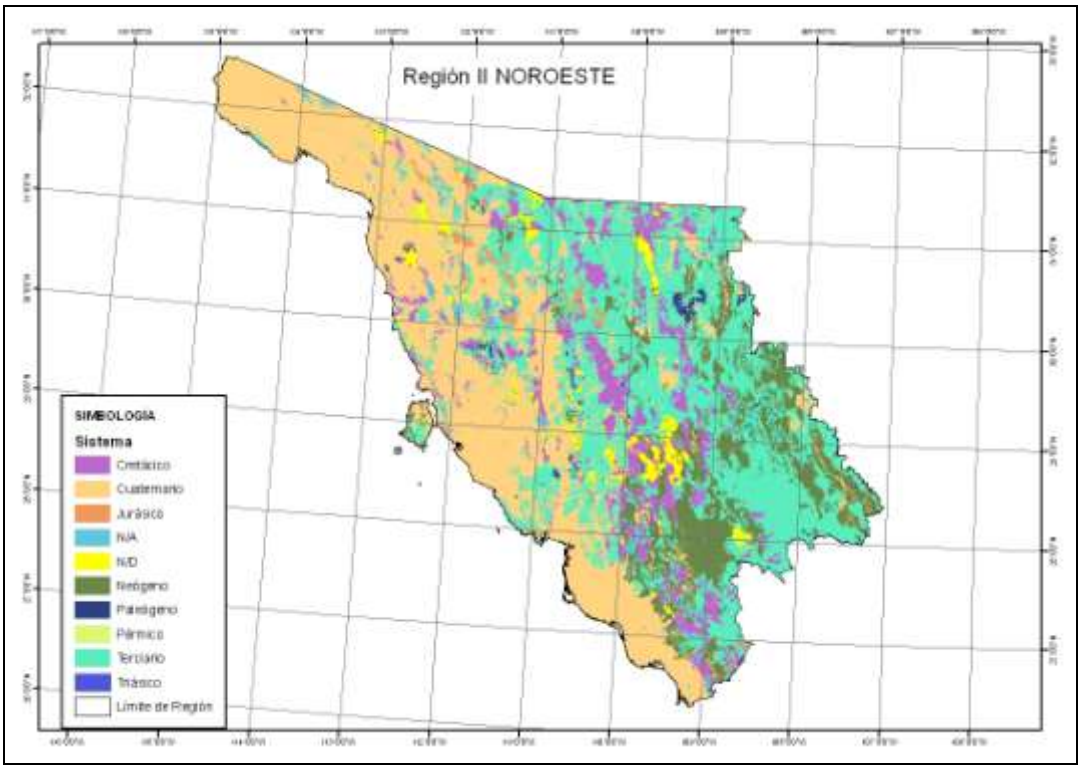


Figura 3-4. Sistemas geológicos presentes en la RHA II, Noroeste

Fuente: Carta de Geología digital Serie I, Continuo Nacional. Escala 1:250,000. INEGI.

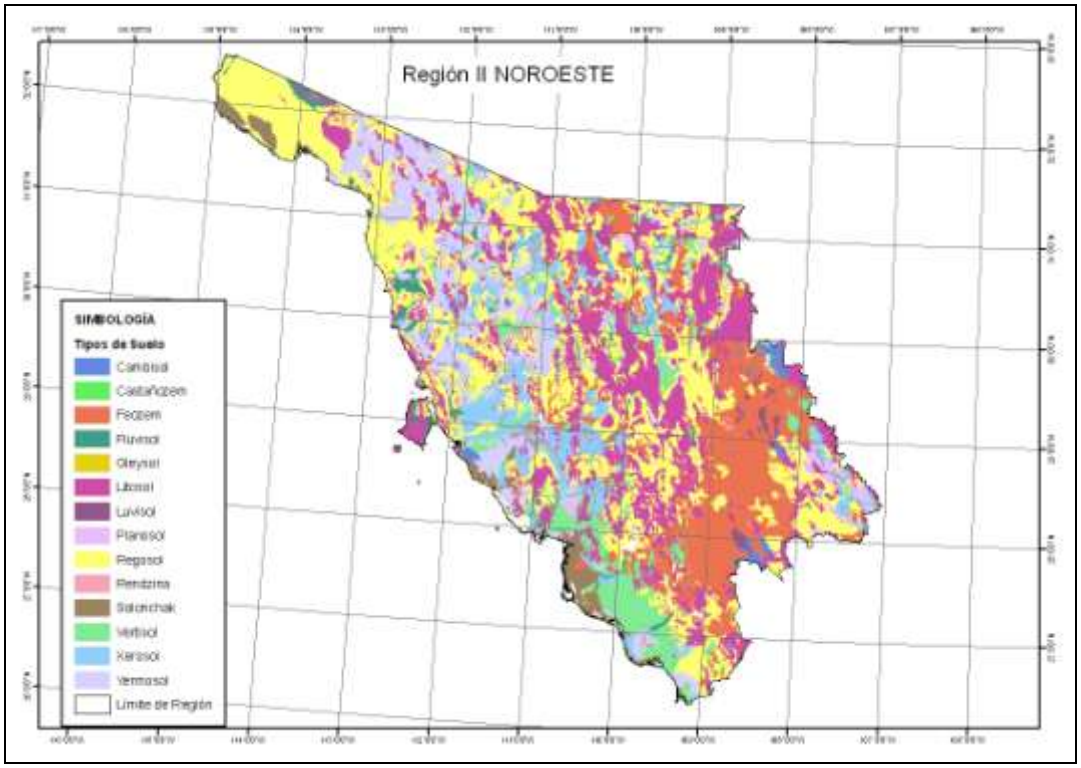


Figura 3-5. Unidades de suelo en la RHA II Noroeste

Fuente: Carta Edafológica digital Serie I, Continuo Nacional. Escala 1:250,000. INEGI.

En cuanto a su distribución geográfica, los ***Regosoles***, que son los predominantes, son suelos muy parecidos al material parental, pobres en materia orgánica y carecen de estructura. Se encuentran tanto en la zona noroeste como en la franja costera. Son abundantes en el Desierto de Altar, donde sustentan vegetación de desiertos arenosos y se encuentran también en la parte norte, al este de Nogales, donde los dedican al cultivo de pastos.

Los ***Litosoles*** son suelos muy delgados que se encuentran en las sierras y lomeríos distribuidos a manera de manchones. Son de textura gruesa (arenosa) en las zonas cercanas a la costa y de textura media en la parte oriental. Sustentan diversos tipos de vegetación, tales como matorrales, selva baja, bosque de pino y encino y algunas áreas de pastizal.

Yermosoles y ***Xerosoles***. Son suelos característicos de zonas áridas, de color pardo y pardo rojizo y con bajos contenidos de materia orgánica. Su fertilidad es alta cuando se dispone de riego, como sucede en las áreas de Hermosillo, Caborca, Ciudad Obregón y las orillas de los ríos El Zanjón y San Miguel de Horcacitas.

Los ***Cambisoles*** tienen un mayor grado de desarrollo que todas las unidades antes mencionadas, aunque su profundidad media es aun menor a los 50 cm. Estos suelos soportan vegetación del tipo de selva baja caducifolia (ejemplo: Suaqui el Grande y Nuri), bosque de pino-encino (Mesa de Tres Ríos) y en algunas zonas se dedica a la agricultura de riego (Los Muertos) y de temporal (La Vinata).

Otras unidades de suelo presentes, aunque en menor proporción son los Solonchaks (zona costera del estado de Sonora), Vertisoles (sur de la región de estudio), Fluvisoles (lechos de los ríos y bajadas de las sierras), Rendzinas (sureste de la presa Plutarco Elías Calles y sierra El Encinal), Feozems (valles intermontanos de la Sierra Madre Occidental), Luvisoles (Santa Ana, Yécora y Maycoba) y Gleysoles (Agua Prieta, junto a la línea divisoria internacional).

3.1.5 *Hidrología*

En la Región II Noroeste, los principales escurrimientos se presentan en el nornoroeste, el este y el sur. Éstos son aprovechados mediante diversas presas que se emplean tanto para el control de avenidas, la generación de energía, riego y abrevadero. Entre los principales ríos pueden citarse los siguientes: Yaqui, Sonora, Mayo, Bavispe, Fuerte, Altar, Concepción, Magdalena y Mátape.

Con el propósito de una mejor planeación, gestión y aprovechamiento del recurso hídrico, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) subdivide a la RHA II Noroeste en subregiones denominadas Regiones Hidrológicas (***Figura 3-6)***. Las Regiones Hidrológicas son a su vez divididas en Cuencas Hidrológicas, lo que facilita la elaboración y ejecución de planes y programas de manejo y un mejor aprovechamiento del recurso hídrico.

Es importante destacar que debido a las condiciones de aridez y semiaridez en la región, las aguas subterráneas son de suma importancia. Al respecto, la sobreexplotación y la falta de recarga de los acuíferos de la zona costera están provocando el abatimiento de los mismos y en algunos existen riesgos de intrusión salina. Una mayor descripción de los recursos hídricos se presenta a continuación, donde se detalla la situación del recurso hídrico regional.

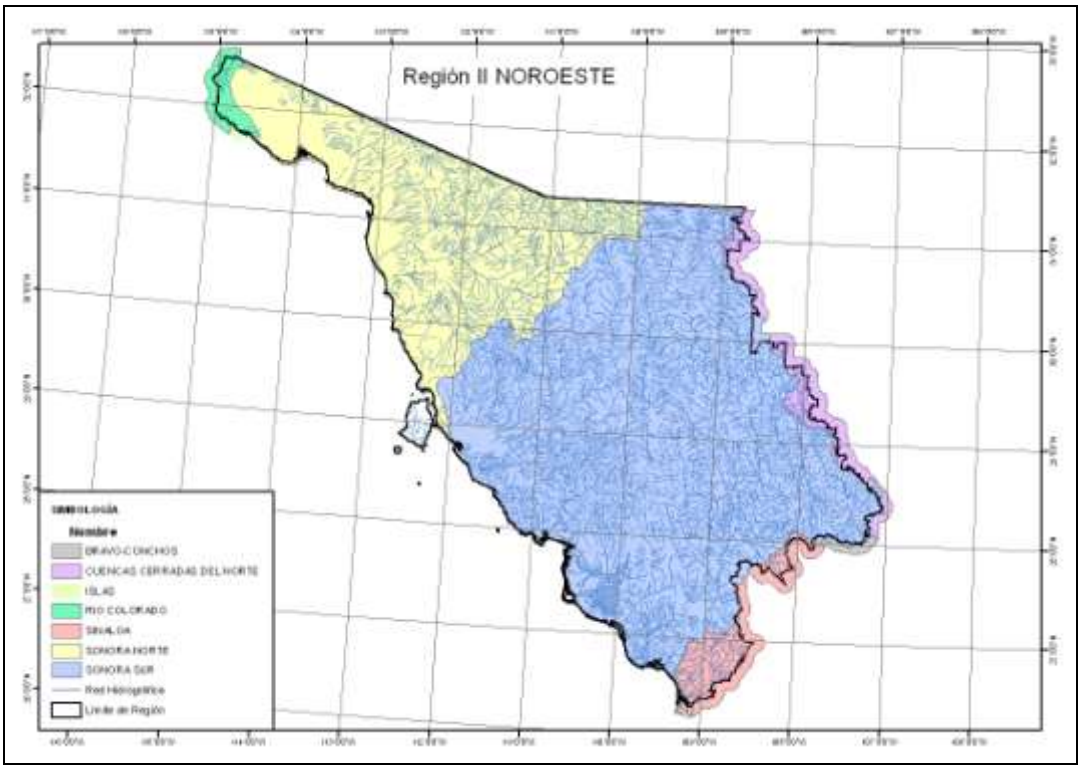


Figura 3-6. Regiones Hidrológicas de la RHA II Noroeste

Fuente: Carta topográfica digital. Escala 1:250,000. INEGI

3.2 Situación del recurso hídrico regional

A continuación se realizará una descripción de los recursos hídricos, su situación actual y la principal problemática regional al respecto, tomando como fuente de información el Programa Hidráulico Regional 2002-2006 y el Programa Hidráulico de Gran Visión para la Región II Noroeste, ambos generados por la CONAGUA.

La Región II Noroeste se conforma básicamente por dos Regiones Hidrológicas cuyas corrientes pertenecen a la vertiente del Pacífico, la RH8 y la RH9. A la primera corresponden las cuencas de los ríos Sonoíta y Concepción; y a la segunda corresponden los ríos Sonora, Mátape, Yaqui y Mayo. Complementan la superficie Regional pequeñas porciones de la RH7 Río Colorado; la RH10 El Fuerte y la RH34, Cuencas Cerradas del Norte. La superficie hidrológica es de 203,513 kilómetros cuadrados. Para fines de planeación hidráulica, la Región se subdivide en cinco Subregiones, las cuales su muestran en la ***Figura 3-7*** y descritas de norte a sur, son:

***Subregión Sonoíta*.** Se localiza en el noroeste de la Región, corresponde a la cuenca del río del mismo nombre y abarca el 9 % de la superficie administrativa total de la Región II.

***Subregión del Río Concepción*.** Se conforma con los ríos Altar y Asunción que confluyen para formar el río Concepción. Esta Subregión incluye la superficie correspondiente al territorio mexicano que ocupan las cuencas del río Santa Cruz y San Pedro, pertenecientes a la Región Hidrológica 7 Río Colorado. Su superficie administrativa es del 20 % del total Regional.

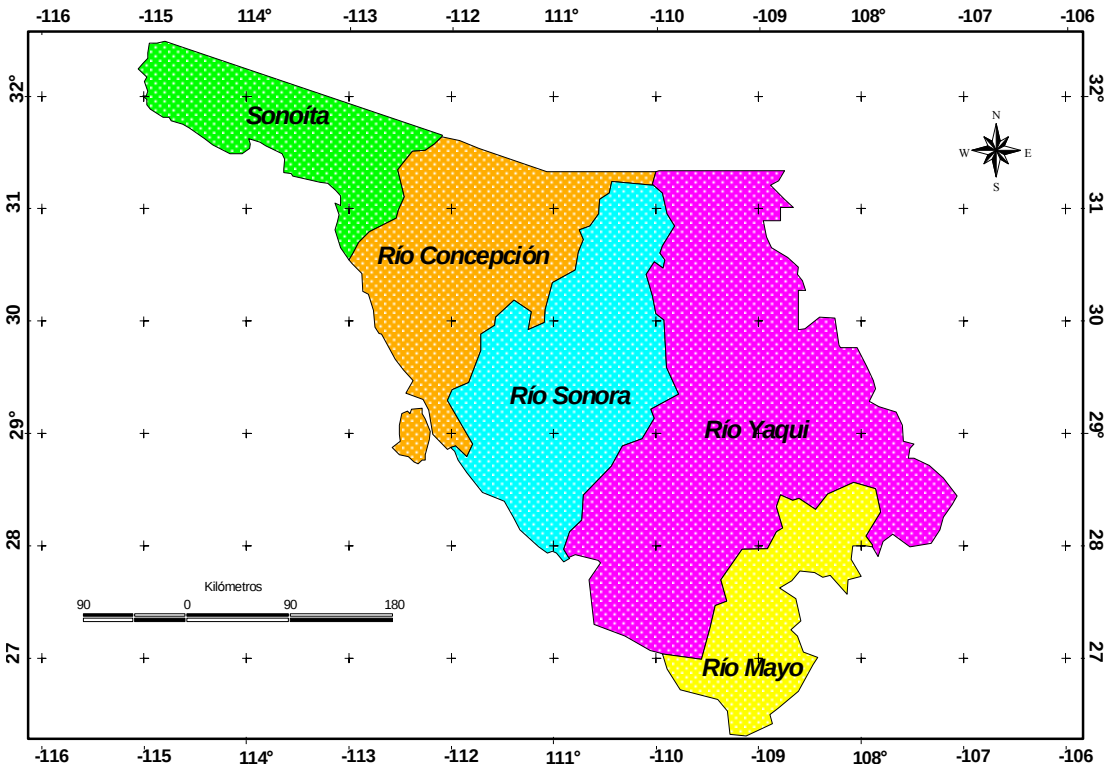


Figura 3-7. Subregiones de planeación en la RHA II, Noroeste (CONAGUA)

Fuente: CNA, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región II Noroeste

***Subregión Río Sonora*.** Se localiza en la parte central de la Región y abarca el 17 % de la superficie. Los ríos que la conforman son el Sonora y el Bacoachi.

***Subregión Ríos Yaqui-Mátape*.** Ocupa una superficie importante (41%) de la Región Noroeste. Su corriente superficial más importante es el río Yaqui. En esta Subregión se incluye la cuenca del río Mátape, hidrológicamente independiente pero con nexos de demanda y satisfacción de agua con el río Yaqui.

Subregión Río Mayo. Se localiza al sureste de la Región, con el 13 % de la superficie Regional; la principal corriente superficial es el propio río Mayo.

En el ámbito Administrativo, la Región está constituida por todos los municipios del Estado de Sonora y por siete municipios del Estado de Chihuahua.

3.2.1 *Aguas superficiales*

a) *Precipitación y principales corrientes*

En la Región se presenta una precipitación media anual de 368 mm al año, presentando los valores más bajos en el noroeste, los que se van incrementando hacia el este y sureste. En las Subregiones de los ríos Sonoíta y Concepción la media es de sólo 200 mm anuales, mientras que en las Subregiones de los Ríos Sonora, Yaqui y Mayo se eleva a 650 milímetros por año. La ***Figura 3-8*** muestra la distribución de la precipitación en la Región, donde se puede apreciar que en el extremo noroeste los valores medios

anuales son del orden de los 100 mm, en tanto que en la parte oriente, en lo que corresponde a la Sierra Madre Occidental y especialmente en el sureste, alcanzan los 1000 milímetros.

Una consecuencia de la precipitación, topografía, tipo de suelo y geología, es la formación de cauces. En la región bajo estudio existe una amplia red hidrográfica, formada tanto por ríos perennes de gran caudal como por corrientes efímeras distribuidas en todo el territorio regional. Entre los principales ríos se tienen los siguientes: Yaqui, Sonora, Mayo, Bavispe, Fuerte, Altar, Concepción, Magdalena y Mátape.

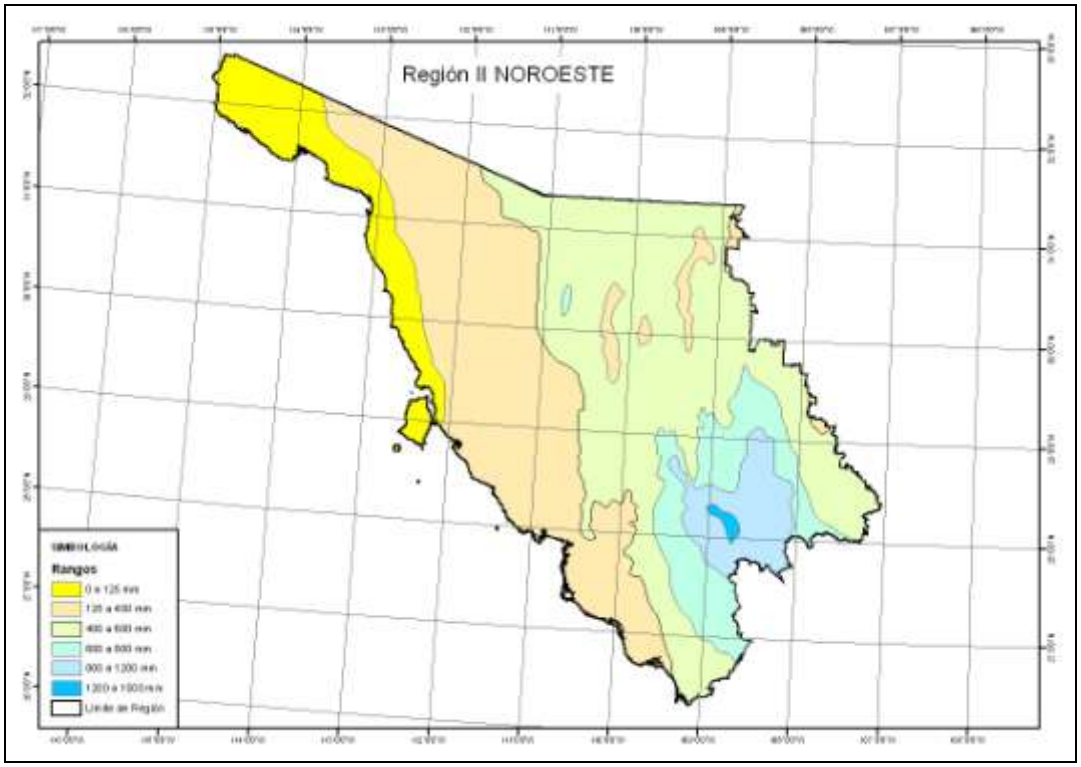


Figura 3-8. Distribución de la precipitación en la RHA II

Fuente: Vidal-Zepeda, R. (1990), UNAM

b) *Escurrimientos*

El escurrimiento virgen medio en la Región, se estima en 5,459 hm^3/año. Los ríos Yaqui y Mayo concentran la mayor parte del escurrimiento. Así, el escurrimiento medio anual del río Yaqui es de 3,623 hm^3. Cabe mencionar que ambos presentan importantes fluctuaciones interanuales. Los años en que se presentaron mayores escurrimientos fueron 1967 y 1984 y reportan valores mayores a los 6,000 hm^3. El año que menor escurrimiento registró fue el de 1981 con apenas 1,500 hm^3. La ***Figura 3-9*** muestra gráficamente los escurrimientos medios anuales de los ríos mencionados, donde se observa que la subcuenca del río Yaqui es por mucho la de mayor escurrimiento.

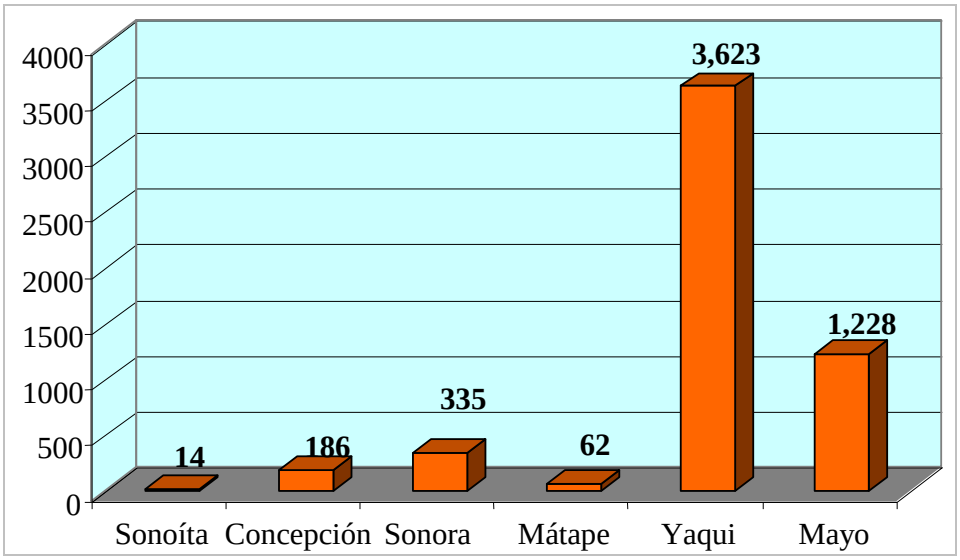


Figura 3-9. Escurrimiento medio anual de las principales corrientes (hm^3/año)

Fuente: CNA. 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región II Noroeste.

c) Balance y Disponibilidad. Si se hace un análisis con base en el uso y disponibilidad de aguas superficiales (en hm³ anuales), los balances arrojan los resultados que se muestran en el ***Cuadro 3-1***. De acuerdo al método de cálculo de la Disponibilidad Relativa (Dr) de agua, en todo el estado se tiene una situación de escasez del recurso (***Figura 3-10***), con excepción del arroyo Cocoraque. No existen en toda la RHA Noroeste áreas con disponibilidad ni abundancia.

Cuadro 3-1. Balance hidráulico de agua superficial (hm^3/año)

Fuente	Sonoíta	Concepción	Sonora	Mátape	Yaqui	Mayo	Total
Uso consuntivo total	2	118	179	69	2,732	975	4,076
Escurrimiento virgen	14	186	335	72	3,623	1,228	5,458

Fuente: Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región II Noroeste

La forma de definir la Disponibilidad Relativa es (Gerencia de Planeación Hidráulica SGP/CNA):

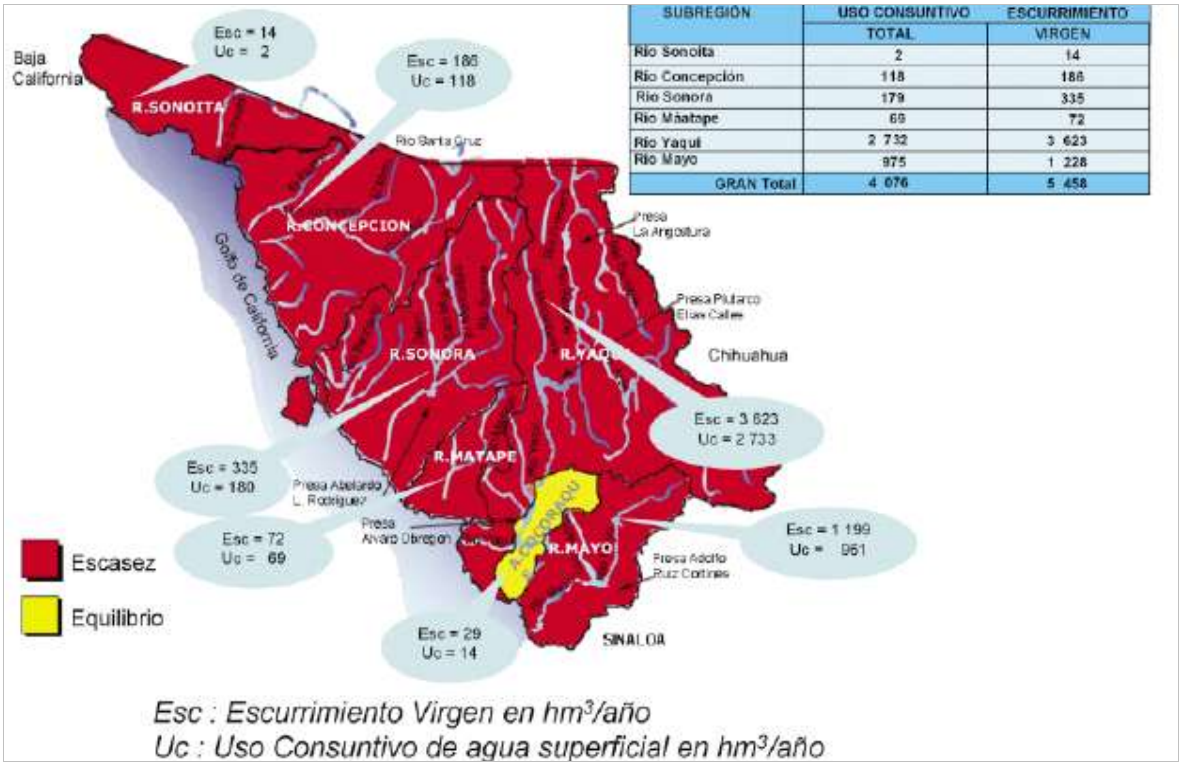
$$Dr = \frac{(Cp + Ar)}{(Uc + Vc)}$$

Donde:

Cp es escurrimiento por cuenca propia
Ar es el escurrimiento de aguas arriba
Uc es el uso consuntivo
Vc es el volumen reservado de una cuenca aguas arriba hacia aguas abajo

Este índice es de utilidad para fines de planeación y dependiendo de su valor, se clasifica como:

Disponibilidad relativa	Clasificación	Color en mapa
Dr < 1.4	Déficit o escasez	Rojo
1.4 < Dr < 3.0	Equilibrio	Amarillo
3.0 < Dr < 9.0	Disponibilidad	Verde
Dr > 9.0	Abundancia	Azul



SUBREGIÓN	USO CONSUNTIVO TOTAL	ESCURRIMIENTO VIRGEN
Río Sonoita	2	14
Río Concepción	118	186
Río Sonora	179	335
Río Matape	69	72
Río Yaqui	2 732	3 623
Río Mayo	975	1 228
GRAN Total	4 076	5 458

Figura 3-10. Balance hidráulico de agua superficial en la RHA II Noroeste (CNA, 2003)

Nota: El balance del río Mayo considera el uso consuntivo y escurrimiento del arroyo Cocoraque

d) Calidad del agua

Los principales problemas de contaminación en la Región, se ubican en tramos localizados de los cauces de algunos ríos: en las zonas de riego con aguas superficiales, cuyos drenes son receptores de descargas de centros poblacionales, industrias, actividades pecuarias y aguas de retorno agrícola; en las zonas de riego por bombeo, el uso de agroquímicos está creando una contaminación difusa, de la cual se desconoce la magnitud y el impacto. No obstante a medida que transcurre el tiempo, la contaminación se agrava y pone en riesgo a las fuentes de suministro y afecta las aguas costeras y esteros, pues son los receptores finales de estas cargas contaminantes.

Otras situaciones identificadas es lo que ocurre en el río Sonora, desde hace varios años ha existido el problema de contaminación por metales pesados, lo mismo sucede en la afluente del río Bacanuchi, que es originado por la explotación minera, básicamente debido a las tecnologías utilizadas para la extracción del cobre y el manejo inadecuado de los desechos industriales que se generan como subproductos. La Comisión Nacional del Agua, a través de la Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua en la Región II,

realiza un constante monitoreo de los principales cauces para realizar evaluaciones del contenido de contaminantes y en caso necesario tomar medidas para su control.

e) Infraestructura hidráulica (presas)

Con el fin de regularizar los escurrimientos vírgenes en la Región se cuenta con 32 presas de almacenamiento ubicándose más de la mitad de ellas sobre la cuenca del río Yaqui. En total se cuenta con una capacidad de almacenamiento de 8,648 hm^3, de los cuales solo 90.90 hm^3, almacenado en cuatro presas, se localizan en la RH 08 Sonora Norte y el resto en la RH 09 Sonora Sur (28 presas).

Del total de presas existentes, cuatro, ubicadas todas en la RH 09, son particularmente importantes debido a su gran capacidad de almacenamiento y el papel que desempeñan en el sector agrícola, en el control de avenidas y en el desarrollo regional en general; dada la escasa precipitación, el almacenamiento de los recursos hídricos para su posterior aprovechamiento resulta una estratégica medida. Las cuatro presas son: Adolfo Ruiz Cortines, Álvaro Obregón, Lázaro Cárdenas y Plutarco Elías Calles, las cuales en conjunto almacenan casi el 92% del almacenamiento total regional (***Cuadro 3-2***).

Cuadro 3-2. Ubicación y datos básicos de las principales presas en la RHA II Noroeste

No.	Nombre Oficial de la Presa	Nombre de la Corriente	Localización Geográfica			NAMO*		Organismo Operador	Uso
			Latitud	Longitud	Altitud	Nivel (m)	Capacidad (Mm^3)		
1	Adolfo R. Cortines	Río Mayo	27°13'13"	109°06'15"	147.8	136.50	1,114.00	USUARIOS, CNA	Riego, generación, control, uso domestico
2	Álvaro Obregón	Río Yaqui	27°49'18"	109°53'30"	115.1	105.50	2,989.00	USUARIOS, CNA	Riego, generación, control, uso domestico
3	Lázaro Cárdenas	Río Bavispe	30°26'16"	109°22'44"	843.75	830.70	864.25	CNA	Riego, control, uso doméstico
4	Plutarco Elías Calles	Río Yaqui	28°58'36"	109°38'26"	297.8	291.00	2,962.70	CFE-CNA	Generación y control
Almacenamiento Total:							7,929.95		

*Nivel de almacenaje máximo ordinario

3.2.2 *Aguas subterráneas*

a) Balance

Como consecuencia de las altas temperaturas y la escasa precipitación, es de esperarse que en la Región II Noroeste se tenga una gran presión sobre los escasos recursos hídricos disponibles. Así, dada la limitada existencia de agua superficial, la presión se dirige hacia los acuíferos subterráneos, lo cual trae efectos negativos evidentes (abatimiento de los acuíferos, mayores costos de extracción, deterioro ambiental) y cada vez más preocupantes.

En la Región se identifican 63 sistemas acuíferos (DOF, 2001) de los cuales 60 corresponden a Sonora y los tres restantes a Chihuahua (La Norteña, Madera y Guerrero-Yepomera). De éstos, 17 se encuentran en condiciones de sobreexplotación, 9 en equilibrio y 37 subexplotados. El ***Cuadro 3-3*** presenta el

resumen por Subregión Hidrológica de la información básica sobre los acuíferos, donde se observa un mayor grado de sobreexplotación en los correspondientes a las Subregiones del Río Sonora y Río Sonoíta.

Cuadro 3-3. Condición de acuíferos por subregiones de planeación en la RHA II Noroeste

Subregión	Número de Acuíferos	Área Zona de Recarga (km^2)	Recarga (hm^3/año)	Extracción Concesionado *	Diferencia (hm^3/año)	% Explotación Promedio
Río Sonoíta	3	10.954	136.0	298.6	-162.6	170
Río Concepción	17	40.786	552.2	534.2	18.0	105
Río Sonora	10	38.402	616.9	846.1	-230	133
Río Mátape	3	8.805	128.5	144.3	-16	141
Río Yaqui	24	79.046	991.7	613.9	377.8	42
Río Mayo	6	21.634	448.7	326.7	122.0	55
Total Regional	63	199.627	2.874	2.764	110	96

Fuente: Estadísticas del Agua 2004 - Subgerencia Técnica (Citado por CONAGUA, 2006e).

A nivel Regional se estima que la recarga media es de 2,874 hm^3/año y según los volúmenes concesionados, las extracciones son del orden de 2,764 hm^3/año, lo que significaría una disponibilidad regional de solo 110 hm^3/año (CONAGUA, 2006e). En el ***Cuadro 3-4*** se presenta el balance de aguas subterráneas por consejo de cuenca. Se observa que el más afectado es el Alto Noroeste con un déficit de 374,4 Hm^3/año.

Cuadro 3-4. Balance de aguas subterráneas por consejo de cuenca

Consejo de Cuenca	Número de Acuíferos	Área Zona de Recarga (Km^2)	Recarga (Hm^3/Año)	Extracción Concesionado *	Diferencia (hm^3/Año)
Alto Noroeste	30	90.142,0	1.305,1	1.678,9	-374,4
Yaqui-Mátape	27	87.851,0	1.120,2	758,2	362,0
Río Mayo	6	21.634,0	448,7	326,7	122,0
Región II- Noroeste	63	199.627	2.874	2.764	110

Fuente: Estadísticas Del Agua 2004 - Subgerencia Técnica (Citado por CONAGUA, 2006e).

Los problemas de sobreexplotación son generalmente en zonas agrícolas y si no se toman medidas al respecto, el problema podría seguir aumentando. En los 17 acuíferos sobreexplotados, la recarga asciende a 896.6 hm^3/año mientras que las extracciones alcanzan 1,422.7 hm^3/año, lo que significa una sobreexplotación de 526.1 hm^3 anuales.

De los acuíferos sobreexplotados, cabe destacar los de Caborca, Costa de Hermosillo, Sonoíta-Puerto Peñasco, Valle de Guaymas y San José de Guaymas, los que desde hace varios años, han tenido un abatimiento continuo de los niveles piezométricos que se sitúan ahora abajo del nivel del mar. Ello ha producido el avance de la intrusión salina y el incremento en la salinidad en el agua subterránea extraída por los pozos y que afectan a grandes extensiones de terrenos agrícolas. De aquí se desprende que, la sobreexplotación de los acuíferos, particularmente los costeros, constituye una de las cuestiones claves de la problemática del agua de la Región.

Al hacer un balance hidráulico de las aguas subterráneas, debe tomarse en cuenta que son dos las fuentes de información respecto a las extracciones de aguas: las consignadas como tales por la Gerencia de Aguas Subterráneas de la CNA (que corresponden a volúmenes concesionados) y las calculadas

conforme a los usos del agua (fundamentalmente en el uso agrícola, donde la extracción real se basa en información de la Gerencia de Distritos y Unidades de Riego. Al analizar la información disponible se tiene que aun con base en la información de volúmenes concesionados, se observa una fuerte sobreexplotación de acuíferos en las subregiones hidrológicas, a excepción de la cuenca del río Yaqui (Subregión Yaqui – Mátape). El déficit es mayor si se consideran los usos reales del agua. A nivel de cada cuenca hidrológica se tiene lo siguiente (***Cuadro 3-5***):

Cuadro 3-5. Recarga-extracción de agua subterránea por cuenca hidrológica (volúmenes anuales en hm^3)

Fuente	Sonoíta	Concepción	Sonora 1	Sonora 2	Mátape	Yaqui	Mayo	Regional
Con base a los volúmenes de extracción (según usos del agua)								
Recarga	136	550	617		129	792	171	2,394
Extracción	143	747	840	898	232	350	301	2,609
Balance	-7	-197	-223	-281	-103	442	-130	-215
Con base a los volúmenes reportados por la Gerencia de Aguas Subterráneas (concesión)								
Recarga	136	543.5	617		129	792	171	2,388
Extracción	293	742.2	839		144	633	264	2,781
Balance	-157.3	-64.4	-222.2		-16.0	159	-93	-393.4

Fuente: Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región II Noroeste

El cuadro anterior corresponde al balance a nivel de cuenca hidrológica que involucra tanto a los acuíferos subexplotados como a los sobreexplotados. Sin embargo, el promedio oculta la condición real de cada acuífero que, para algunos de ellos, es más grave que a nivel de cuenca; por lo que no debe perderse de vista a los principales acuíferos con un alto grado de sobreexplotación.

b) Disponibilidad

La disponibilidad y demanda del agua por subregión y por consejo de cuenca se presenta en el ***Cuadro 3-6***, donde se ratifica lo que se ha mencionado antes, que las Subregiones de los Ríos Sonora y Sonoíta son las más deficitarias.

Cuadro 3-6. Disponibilidad y demanda de agua por subregión y con Consejo de Cuenca

Subregión	Disponibilidad (hm^3)			Extracción Bruta (hm^3)	Diferencia (hm^3)	Presión Hídrica
	Aguas superficiales	Aguas Subterráneas	Total			
Río Sonoíta	16	136	152	299	-147	199
Río Concepción	123	552	675	603	72	89
Río Sonora	408	617	1.03	1.44	-418	141
Ríos Yaqui-Mátape	3.25	1.12	4.37	3.20	1.167	73
Río Mayo	1.21	449	1.68	1.03	650	61
Región II - Noroeste	***5.03***	***2.87***	***7.91***	***6.58***	***1.32***	***83***
Consejo de Cuenca	**Disponibilidad (hm^3)**			**Extracción Bruta (hm^3)**	**Diferencia (hm^3)**	**Presión Hídrica**
	Aguas superficiales	**Aguas Subterráneas**	**Total**			
Alto-Noroeste	547	1.305	1.85	2.35	-493	127
Yaqui-Mátape	3.252	1.120	4.37	3.21	1.17	73
Río Mayo	1.234	449	1.68	1.03	650	61
Región II - Noroeste	***5.033***	***2.874***	***7.91***	***6.58***	***1.32***	***83***

Fuente: CONAGUA (2006e)

c) Calidad de aguas subterráneas

Respecto a la calidad de las aguas subterráneas, puede decirse que en general tienen un nivel aceptable, a excepción de los de Caborca, Costa de Hermosillo y Valle de Guaymas, que en sus porciones costeras tienen problemas de intrusión salina causadas por la sobreexplotación, y los acuíferos de los valles del Yaqui y Mayo, en los que la salinidad presente se debe a la propia naturaleza de los materiales con los que el agua subterránea tiene contacto.

En las zonas agrícolas los excedentes de riego se infiltran y aportan a los acuíferos sales y diversos compuestos en solución, derivados del lavado de los suelos y de la aplicación de plaguicidas y fertilizantes. En las zonas urbano industriales se infiltran a los acuíferos aguas residuales no tratadas que contienen contaminantes orgánicos e inorgánicos, y en el medio rural, los núcleos de población que no cuentan con sistemas de saneamiento básico así como instalaciones pecuarias, constituyen otras fuentes de contaminación local.

3.2.3 *Usos del agua*

En cuanto al uso del agua, el gran consumidor es el sector agrícola, sus demandas son del orden del 92.5% del total, el sector público-urbano (comunidades rurales y urbanas) consume apenas el 5.7% y otros usos como el industrial, pecuario y turístico en conjunto consumen el restante 1.8% de la demanda total. Para facilitar su apreciación, esta información se muestra en la ***Figura 3-11***, en tanto que el ***Cuadro 3-7*** presenta información más detallada al respecto por cuenca hidrológica (CNA, 2003).

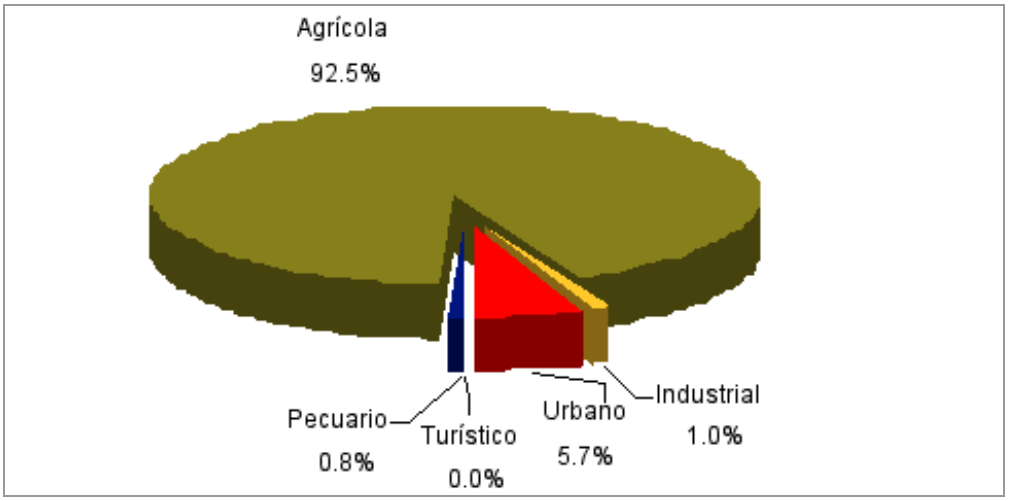


Figura 3-11. Demanda por usos de agua, Región II Noroeste

***Fuente*:** Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región II Noroeste

Cuadro 3-7. Uso del agua por cuenca hidrológica (volúmenes anuales en hm^3)

Uso	Sonoíta	Concepción	Sonora	Mátape*	Yaqui*	Mayo	Regional	% Uso
Doméstico	42	39	121	29	111	41	383	6
Agrícola**	102	815	869	267	2,915	1220	6,188	93
Distrito de riego	-	502	496	115	2,468	997	4,578	69
Urderales	102	313	373	152	447	223	1,610	24
Industrial	< 1	4	17	< 1	38	5	66	1
Turístico	< 1	7	12	115	19	10	52	< 1
Pecuario	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	-	< 1	< 1
Total	146	865	1,019	301	3,083	1,276	6,690	100
% Cuenca	2	13	15	5	46	19	100	

*La Subregión Yaqui–Mátape, queda integrada por las dos cuencas de referencia

**Es la suma de los usos en Distritos de Riego y Urderales

Fuente: Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región II Noroeste.

La cuenca del Río Yaqui es la más demandante con el 46%, seguida por la del Río Mayo con el 19%, le siguen muy de cerca las de los Ríos Sonora y Concepción con el 15 y 13% respectivamente, la de menor demanda es la del Río Sonoíta, con apenas poco más del 2% del total Regional.

Si bien, a nivel Regional, donde el abastecimiento es del 61 y 39% de agua superficial y subterránea, respectivamente, esta distribución no es representativa a nivel de cuenca hidrológica, donde destaca la importancia que el agua subterránea representa para Sonoíta, Concepción, Sonora y Mátape, en todos los casos con niveles de sobre – explotación importantes (***Cuadro 3-8)***; esta situación implica la necesidad de acciones más ambiciosas, tanto estructurales como de gestión, que permitan cumplir los objetivos del Plan Nacional Hidráulico.

Cuadro 3-8. Volúmenes anuales de abastecimiento según origen de la fuente (hm^3)

Fuente	Sonoíta	Concepción	Sonora	Mátape	Yaqui	Mayo	Regional
Superficial	2	118	179	69	2732	975	4,076
(%)	1.4	13.6	17.6	23.0	88.6	76.4	60.9
Subterránea	144	747	840	232	351	301	2,615
(%)	98.6	86.4	82.4	77.0	11.4	23.6	39.1

Fuente: Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región II Noroeste

3.2.4 *Fenómenos hidrometeorológicos extremos*

La posición geográfica de la Región (y lo que a ello se asocia), la hacen susceptible de padecer inundaciones, daños por ciclones, sequías, granizadas y heladas. Aunque en general se tienen condiciones de semiaridez en la región, durante las últimas cuatro décadas se registraron más de 260 inundaciones. Los municipios con mayores afectaciones han sido: Cajeme, Guaymas, Hermosillo, Huatabampo y Etchojoa.

Las sequías se presentan con una frecuencia aproximada de una cada diez años, con duración aproximada de hasta tres años. Sin embargo, la sequía que actualmente se padece tiene ya una permanencia aproximada de siete años.

Respecto a los ciclones, los registros indican que durante el período de 1949 a 1998 se presentaron 21, afectando mayormente a los municipios de Álamos, Navojoa y Cd. Obregón en el sur y Puerto Peñasco en el norte. La costa de la Región presenta una recurrencia de penetración de dos a cuatro años, siendo de las zonas con mayor afectación por este fenómeno a nivel nacional. En cuanto a granizadas y heladas, éstas tienen una incidencia de 4 a 8 eventos al año; se presentan en la región de la sierra, que incluye a los municipios de la cuenca alta del Río Yaqui, entre los que se encuentran Moris, Ocampo, Papigochic y Temósachic en Chihuahua.

3.2.5 *Problemática hidráulica regional*

La problemática del agua que presenta la RHA II Noroeste, es el resultado de una serie de procesos de tipo productivo, tecnológico y social, que ha provocado efectos graves al medio físico y ambiental, particularmente respecto a sus recursos hídricos.

La problemática se ve agravada por la ubicación geográfica de la Región caracterizada por condiciones hidroclimatológicas adversas, propias de zonas áridas y semiáridas en situación costera que limitan aún más la posibilidad de contar con una mayor disponibilidad de agua y exigen por otra parte un manejo cauteloso.

Dado que el agua es prácticamente requerida en todas las actividades económicas, las cuales son impulsoras del desarrollo regional, es claro que la problemática que el sector hidráulico enfrenta debe ser tomada con la seriedad necesaria, y el planteamiento de acciones para solventarla es fundamental. Su entero conocimiento es sin embargo el primer paso en este proceso de mejora que no obstante, tiene mucho camino por recorrer. La identificación de los problemas centrales que en seguida se muestran (***Figura 3-12***), es producto del diagnóstico de la Región y del proceso de consulta y consenso con los usuarios. A la figura citada habrá que agregar la pérdida de cobertura forestal que tiene implicaciones también en la disponibilidad del recurso. Para una descripción a mayor detalle de la problemática identificada se debe recurrir a fuentes oficiales actualizadas (CONAGUA, 2006).

La atención de esta problemática es compleja y requiere de la participación no sólo de la Comisión Nacional del Agua y demás dependencias oficiales y no gubernamentales relacionadas con el sector; requiere también del concurso de la sociedad, pues es esta la única manera de garantizar que los problemas se solucionen. La CONAGUA ha realizado grandes esfuerzos en materia de planeación hidráulica tendiente a dar un giro sustantivo que oriente las políticas hacia un mejor aprovechamiento del recurso, pues las evidencias señalan que su uso ineficiente y la degradación de su calidad, constituyen un freno al crecimiento económico y contribuyen a incrementar las desigualdades sociales y a poner en riesgo la estabilidad ecológica regional.

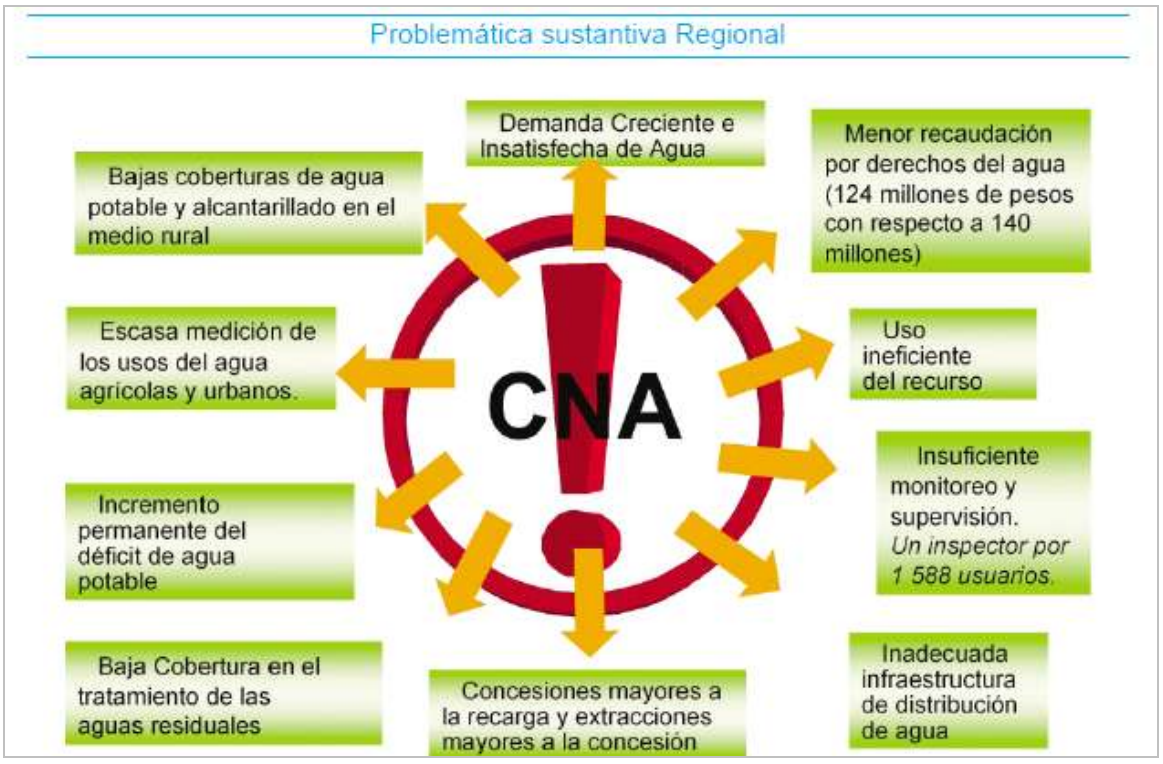


Figura 3-12. Síntesis de la problemática identificada en la Región II Noroeste (CNA, 2003)

3.2.6 *Resumen del diagnóstico hídrico regional*

La Región Hidrológico Administrativa II Noroeste se conforma básicamente por las Regiones Hidrológicas RH8 y RH9, cuyas corrientes vierten al Pacífico. Para fines de planeación la RHA se subdivide en cinco Subregiones. La precipitación es mayor en el sureste y menor en el extremo noroeste con promedios anuales de 900mm y 100mm, respectivamente. En lo que corresponde al agua superficial, se tiene que los principales ríos son: Yaqui, Sonora, Mayo, Bavispe, Fuerte, Altar, Concepción, Magdalena y Mátape. Con el fin de regularizar los escurrimientos y utilizar el agua en el riego, la generación de energía eléctrica y uso doméstico, se ha construido una importante infraestructura hidráulica conformada por 32 presas. Las cuatro más grandes son: Álvaro Obregón, Plutarco Elías Calles, Adolfo Ruiz Cortines y Lázaro Cárdenas, captando más del 90% del volumen total almacenado en la Región. Al hacer un análisis de disponibilidad del recurso superficial se encuentra que se tiene una situación de escasez en toda la RHA II, aunque la situación más deficitaria se ubica en el noroeste.

Dada la situación de aridez y semiaridez en gran parte del territorio regional, las necesidades de agua se cubren mediante la explotación de los acuíferos subterráneos, lo cual ha traído efectos negativos cada vez más evidentes. De 63 acuíferos identificados (60 en Sonora y 3 en Chihuahua) 17 se encuentran en condiciones de sobreexplotación, 9 están en equilibrio y 37 se reconocen como subexplotados. Las Subregiones con mayores problemas de sobreexplotación son las del Río Sonoíta, Río Sonora y Río Concepción, aunque de hecho la única que en promedio tiene un régimen de subexplotación es la del Río Yaqui.

En cuanto al uso del agua, el principal usuario es el sector agrícola con una demanda del orden del 92% del volumen total usado; el uso público - urbano pasa a un lejano segundo lugar al consumir

aproximadamente el 6% y otros usos como el industrial, pecuario y turístico consumen en conjunto apenas alrededor del 2 por ciento.

Al referirse a los fenómenos meteorológicos extremos la RHA II es susceptible a padecer daños por inundaciones y ciclones, pero también por sequías y granizadas. Los ciclones e inundaciones se sufren en la región costera (municipios de Álamos, Navojoa, Ciudad Obregón y Puerto Peñasco, Sonora) con una alta tasa de incidencia (dos a cuatro años, superior a la media nacional). Las granizadas y heladas ocurren en cambio en la zona serrana, incluyendo a los municipios de Moris, Ocampo, Papigochic y Temósachic en Chihuahua.

Finalmente, al referirse a la problemática regional se tienen identificados una amplia gama de problemas que van desde la demanda insatisfecha, las bajas recaudaciones y falta de medición hasta la infraestructura inadecuada, extracciones mayores a la concesión y la deforestación regional. Dada la compleja situación, para la solución de esta problemática se requiere la participación no sólo de la Comisión Nacional del Agua, sino de las demás dependencias oficiales y no gubernamentales relacionadas con el sector, así como de la participación social. La conservación y recuperación forestal juegan un papel importante en esta lucha contra la escasez del vital líquido; al tener un suelo cubierto con vegetación, se reduce el escurrimiento, se conserva el suelo y se promueve la infiltración del agua de lluvia lo que se traduce en una mejor recarga de los acuíferos, recurso fundamental en la región.

3.3 La interrelación Agua-Suelo-Vegetación

Los bosques proporcionan una gran cantidad de bienes y servicios ambientales: protectivos, reguladores y productivos. Dentro de este contexto y por ser de interés especial para el Programa Regional Hidrológico Forestal, en este apartado se describe en detalle la relación agua-suelo-vegetación. El análisis se circunscribe entonces a las funciones protectivas y reguladoras de la vegetación, haciendo especial énfasis en su relación con la precipitación y humedad ambiental, así como con la infiltración y el escurrimiento superficial. Se hace también referencia a la protección que ofrece al suelo contra la erosión hídrica. El tema se aborda desde un enfoque que realza el impacto de la deforestación sobre el recurso hídrico, considerando que esta es una parte aun no explorada de la explotación forestal.

3.3.1 *Relación con la precipitación y la humedad ambiental*

La interrelación entre los bosques y selvas con la existencia de agua en nuestro país es conocida y aceptada. Esta idea es reforzada por resultados de estudios e investigaciones que en su afán de entender esta intrínseca vinculación, han establecido algunos conceptos básicos acerca de la estrecha relación existente entre los recursos agua-suelo-vegetación y su influencia en la variación climática y el balance hídrico en las cuencas hidrográficas, existiendo controversias y puntos de acuerdo entre los diversos resultados obtenidos (Gandullo, 1991; Garczynski, 1980; Mc Donald y Sertorio, 1990; Rivas, 2003; Parde, 1978; Grijpma, 1982; Harris y Skinnel, 1982; Tragsa, 1994).

En un ambiente de selva o bosque en promontorios cercanos al mar, se tiene una situación muy característica respecto a la interacción vegetación - agua. En estos casos, el agua proviene en gran parte de la acumulación de las masas de aire marítimo cargadas de humedad y del vapor de agua retenido en el suelo, que al ascender por la montaña se enfrían y pierden la capacidad de retención de agua.

Posteriormente, debido a que el dosel forestal reduce la velocidad del viento, la humedad se acumula y forma una neblina que continúa flotando constituyéndose en nubes. Al adherirse el vapor a la superficie relativamente fría de los troncos y por el efecto condensador de la superficie de hojas, ramas y vegetación asociada, aunada a la transpiración natural de los árboles, esta neblina mantiene a los troncos de los árboles permanentemente mojados y favorece el crecimiento de epifitas tales como musgos, bromeliáceas, helechos y líquenes, entre otras. Éstas a su vez interceptan e infiltran la humedad hacia el suelo al actuar como trampas de las minúsculas gotas de agua que van aumentando de tamaño a medida que descienden hacia los estratos inferiores. Las hojas y las ramas tienen además un rol importante en la protección del suelo contra la agresividad de la lluvia; al interceptar las gotas en su caída, reducen su velocidad y éstas caen o escurren por el fuste del árbol sin ningún efecto erosivo.

Posteriormente parte de esta agua penetra en el mantillo forestal a través de los poros y galerías formados por la acción de las raíces y de la macro y microfauna en el suelo y se infiltra hacia el subsuelo; en este sitio, una parte es absorbida por la vegetación a través de la raíz para volver a ascender hacia el nivel superior del dosel, donde es transpirada durante los procesos fisiológicos y nuevamente evaporada. Así, este vapor de agua se une a la neblina, desciende por el tronco y se repite el ciclo.

En el caso de México, los efectos de la vegetación sobre el clima en los bosques mesófilos de montaña son claramente observables en los bosques de este tipo ubicados sobre las Sierras Madres Oriental y Occidental, donde es muy perceptible que la humedad bajo el dosel forestal es más alta y la evaporación es menor, además de que la temperatura tiene un menor rango de variación entre el día y la noche al ser menos drásticos los cambios. Estos ecosistemas sin embargo, debido a la tala desmedida a la que por diversas razones se encuentran expuestos, se consideran como hábitat en peligro de extinción. De esta manera, en México, los bosques mesófilos han desaparecido en aproximadamente un 50% de la superficie que ocupaban originalmente, por lo que son uno de los ecosistemas mas afectados por las actividades humanas, principalmente por la ganadería extensiva.

Cuando se deforestan las laderas y las partes inferiores de las sierras, con fines pecuarios u otro propósito cualquiera, se influye directamente en la producción de nubes y se provoca el desequilibrio de este proceso ya que el viento, sin el obstáculo de la masa arbórea, ahora sopla con mayor velocidad a través de las áreas sin vegetación, se torna más caliente y seco por el efecto de la radiación solar sobre el suelo desnudo. Cuando éste llega a las partes altas, tiene que subir más, antes de enfriarse y crear nubes, por lo que éstas se formarán sobre el arbolado y no dentro del mismo, rompiendo el ciclo dentro del bosque mesófilo; como consecuencia de lo anterior, el vapor de agua se enfría y precipita de manera torrencial al llegar a las capas superiores de la atmósfera ya que no se produce el efecto de intercepción producido por la vegetación.

3.3.2 *Relación con la infiltración y el escurrimiento*

El balance hídrico dentro de una cuenca hidrográfica, está dado principalmente por la infiltración y la escorrentía del agua proveniente de la precipitación. A su vez, la infiltración del agua en el suelo se encuentra influida por las características de éste, como son: la estructura y la textura; la naturaleza y la cantidad de materiales coloidales inorgánicos y orgánicos; clase y cantidad de cationes intercambiables; tamaño y volumen del espacio poroso; además del tipo y densidad de vegetación que sostiene.

En un suelo desnudo el impacto de la lluvia disminuye la infiltración, pues mientras que por una parte compacta el suelo con el golpeteo de las gotas, por el otro, al salpicar los materiales finos del suelo hacia

todas direcciones, satura los poros del suelo, obstruyendo así el paso del agua. En los suelos arcillosos, debido a las grietas producidas por el secado de la arcilla, la infiltración es rápida al principio, pero una vez que las paredes de las hendiduras se hinchan por efecto de la humedad, se cierran y no permiten el paso del agua hacia las capas inferiores, facilitando el escurrimiento superficial. Además de esto, generalmente la permeabilidad del suelo disminuye con la profundidad; a medida que las capas del mismo se hacen más compactas se reducen los macroporos. De esta manera, la efectividad del suelo para controlar el escurrimiento e incrementar la infiltración se ve seriamente afectada cuando se carece de una cubierta vegetal.

El tipo de cobertura es también determinante en este sentido; en un suelo agrícola, la velocidad de infiltración llega a ser de hasta 80 cm/h en el horizonte superficial y se reduce a 5 cm/h en el subsuperficial, mientras que en el mismo tipo de suelo, pero bajo cubierta forestal, la velocidad de infiltración es de 150 cm/h en el horizonte superficial y 30 cm/h en el subsuperficial (Tragsa, 1994). El ***Cuadro 3-9*** presenta resultados donde se comparan los porcentajes de infiltración en diferentes usos de suelo bajo distintas láminas de lluvia.

Puede verse que de manera general el porcentaje de la infiltración es inversamente proporcional a la cantidad de lluvia precipitada; se observa asimismo que la infiltración en suelos de uso agrícola y pecuario (pastizal) es similar, aunque ligeramente mayor en los pastizales. El uso de suelo forestal en cambio mejora significativamente el porcentaje de infiltración, información que coincide con el conocimiento tradicional y con la mayoría de estudios relacionados con este tema, algunos de los cuales se mencionan en párrafos posteriores.

Cuadro 3-9. Porcentaje de infiltración de agua en el suelo a diferentes láminas de lluvia y cubierta vegetal

Precipitación	Tipo De Cubierta Del Suelo		
	Agrícola	Forestal	Pastizal
< 40 mm	15	20-50	16
40-60 mm	12	15-20	13
60-80 mm	10	13-15	11
80-100 mm	8	11-13	9
> 100 mm	6	9-15	7

Fuente: Modificado de Tragsa (1994).

Respecto a la intercepción de la lluvia por la vegetación, se tiene que los bosques y selvas son altamente eficientes, dependiendo su grado de eficacia de la composición florística del arbolado, la densidad de población, los patrones de ramificación, la estructura de las hojas y la pubescencia de foliolos, hojas y tallos, pues estos juegan un papel muy importante en la intercepción del agua de lluvia. La rugosidad de los fustes de algunas especies también hace que el descenso del agua sea más lento y la capacidad de retención aumente a medida que la intensidad de la precipitación sea menor. Durante un aguacero fuerte se llega a interceptar hasta un 15% de la misma y en una lluvia suave, la intercepción puede ser de hasta el 100% dependiendo de las especies y la densidad del bosque.

La precipitación interceptada de este modo, desciende hasta el suelo escurriendo lentamente por los elementos estructurales y los fustes de los árboles. Una parte de ella se incorpora directamente al suelo debido a la capa de humus, producto del continuo reciclaje de materia orgánica originada a partir de las hojas muertas, raíces, ramillas y troncos en estado de descomposición, además de la actividad de la macro y micro fauna. Lo anterior le da tal estructura granular al suelo, que presenta una gran capacidad de absorción de agua por lo que se retrasa el punto de encharcamiento y por lo tanto el flujo superficial.

Las raíces muertas, al descomponerse dentro del suelo forman una red de canalillos, en dirección al subsuelo, con material sumamente permeable, proporcionándole una gran porosidad al sustrato; mayor que la de cualquier otro tipo de cubierta vegetal, lo que incrementa su potencial de absorción de agua.

La intricada red de raíces dentro del arbolado penetra a veces hasta 30 m de profundidad en el suelo y logra una alta eficiencia en el proceso de infiltración y de absorción de nutrimentos por lo que en esta capa se lleva a cabo la filtración del agua de lluvia y la infiltración hacia el subsuelo.

La mayor cantidad de agua absorbida disminuye las aportaciones de superficie debidas al escurrimiento y aumentan la disponibilidad de aguas subterráneas, permitiendo su distribución a lo largo del tiempo, formándose así corrientes permanentes, la afloración de manantiales o la formación de “ojos de agua”.

La rugosidad de la superficie provocada por la vegetación y sus residuos reduce también la velocidad de la escorrentía hasta en una cuarta parte de su valor; ello retrasa el tiempo de concentración del escurrimiento en los cauces y se disminuye el caudal punta (Gasto pico) de la descarga y también su volumen. Simultáneamente, este retraso facilita además los procesos de infiltración y evapotranspiración.

Al nivel de los componentes del suelo es posible observar que, en suelos andosoles (*sedimentos de origen volcánico, cenizas y flujos piroclásticos*), como los que se encuentran en el eje neovolcánico y en algunos sitios de la Sierra Madre Oriental, por efecto de los componentes inorgánicos y orgánicos de la vegetación, las partículas del suelo entran en estado coloidal con el agua y la liberan lentamente, constituyéndose en grandes reservorios (*o actuando como gigantescas presas naturales*) sobre las partes altas de las diferentes cuencas hidrográficas, dando origen a importantes ríos de caudal permanente (*Actopan, Jamapa, Antigua, Pánuco*). Este fenómeno se produce solo en presencia de la cubierta vegetal; cuando se desmontan estas superficies, el líquido fluye libremente y los procesos erosivos se vuelven incontrolables; el agua escurre y baja a gran velocidad generando inundaciones y avenidas catastróficas en las partes bajas. En la ***Figura 3-13***, se simulan los hidrogramas de una microcuenca de 100 km^2 con tres hipótesis de vegetación: cultivo de gramíneas, pastizal y bosque en condición clímax, correspondiendo a la descarga de escorrentía directa de una precipitación puntual de 150 mm en seis horas.

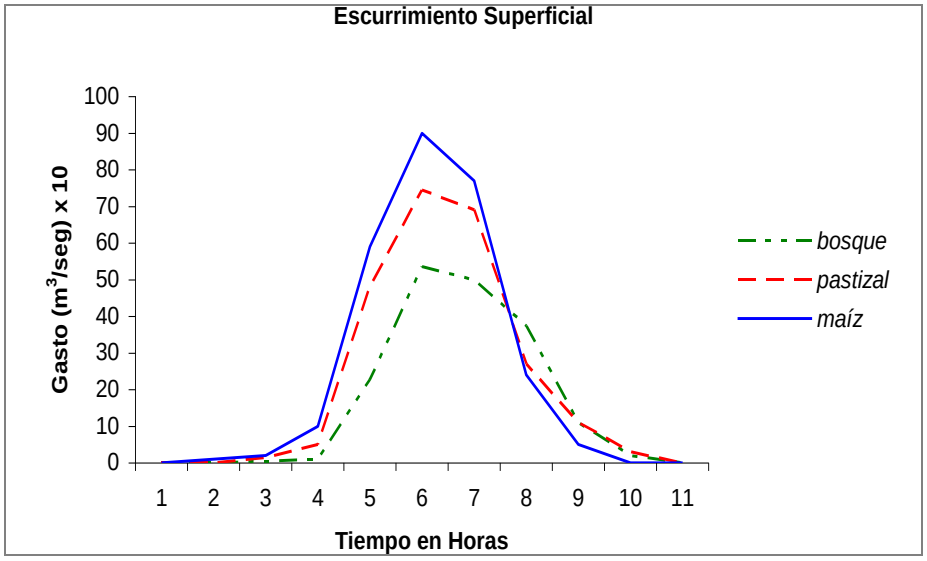


Figura 3-13 Simulación de hidrogramas bajo tres distintos usos del suelo

El método de simulación seguido es el de la Curva Numérica (CN) o Número Hidrológico desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos (*actualmente Servicio de Conservación de Recursos Naturales*) de EE.UU. En los resultados se establece que la mayor reducción de los caudales máximos corresponde a la superficie cubierta con bosque, la cual es del 59% respecto a la superficie abierta al cultivo.

Algunos estudios que confirman el efecto de la cobertura vegetal sobre la generación de escurrimiento son los de Cognard-Plancq, *et. al*, (2001); al estudiar una cuenca de vegetación forestal que por causas de escasa precipitación prolongada y ataque de plagas sufrió un decaimiento en su cobertura, encontraron un incremento en los escurrimientos cuando la cobertura fue escasa. Otro resultado en el mismo sentido es el reportado por Mita (1980) en sus estudios efectuados en Rumania. Al analizar eventos de precipitación en varias áreas encontró que precipitaciones menores de 8 mm no producían escorrentía, pues alrededor de 2 mm son interceptados por hojas y ramas, en tanto que la hojarasca o mantillo retiene hasta 5-6 mm. Reporta asimismo que una cuenca deforestada bajo una lluvia de 100 a 160 mm produjo un escurrimiento de 11,300 a 14,550 lps/km² en tanto que éste fue de sólo 4,150 a 6,670 lps/km² en una cuenca forestada. Similarmente, en México, Pérez y Ortiz (2002) en su estudio sobre la relación de la cubierta vegetal y las inundaciones en el curso bajo del Río Papaloapan, Veracruz, reportan que al analizar datos hidrométricos de 1947 a 1996, utilizando Sistemas de Información Geográfica y considerando además de la deforestación la pendiente del terreno, encontraron que la reducción de la cubierta forestal incrementa la escorrentía.

Es importante remarcar que la efectividad del bosque en el control de avenidas es inversamente proporcional a la superficie de la cuenca y a la duración e intensidad de la precipitación, a causa del fenómeno de la intercepción y la microtopografía del terreno.

Otra relación muy importante entre el bosque y el agua, la constituye el preponderante papel que juega en la calidad de ésta y en la dinámica de los sistemas fluviales al constituir la fuente directa de materia orgánica y aportadora de nutrimentos para los organismos consumidores del río y de los esteros ubicados en las desembocaduras.

Dado que la calidad del agua está dada por sus características físicas, químicas y biológicas (cantidad de sólidos en suspensión, turbidez, olor, color y temperatura), las aguas drenadas de áreas selváticas y boscosas presentan una gran calidad en cuanto a su bajo contenido de sólidos en suspensión y sedimentos. Los contenidos de oxígeno son mayores debido a una menor variación de la temperatura y en especial a que la sombra de la vegetación evita las temperaturas muy elevadas por efecto de la insolación, con lo cual se evita el cambio de las características físico-químicas del agua y la consiguiente degradación de sus características biológicas.

De esta manera, los bosques y selvas juegan también un papel muy importante en los efectos de eutrofización de los cuerpos y cauces de agua al controlar las características químicas de las aguas favoreciendo el contacto e intercambio entre la vegetación viva y el agua precipitada, la materia orgánica depositada en el suelo y las capas minerales de éste, controlando la cantidad y calidad de nutrimentos que salen del ecosistema arrastrados por los escurrimientos (Tragsa 1994).

Antes de cerrar este tema debe decirse no obstante que, recientemente han surgido estudios que aparentemente se contraponen a lo hasta aquí reportado. En el 2005 la FAO publica conjuntamente con el Centro Internacional de Investigaciones Forestales (CIFOR, por sus siglas en inglés) un documento en donde hace ver que se le ha dado a los bosques mayor importancia de la que en realidad tiene en lo relacionado con la disminución y regulación de los escurrimientos. Aducen que mucho de lo que se dice

sobre el efecto del bosque en los escurrimientos e inundaciones es más mito que ciencia. Sobre esto hay que aclarar que al revisar este tipo de literatura debe tenerse presente siempre el factor de escala. Es claro que los bosques templados y tropicales no salvarán a la población de los eventos catastróficos extremos (huracanes, lluvias torrenciales), pero en relación con eventos típicos la vegetación sí interviene en la relación lluvia-escurrimiento.

Otra publicación (Hayward, 2005) en sentido similar es auspiciada por el gobierno inglés a través del Departamento para el Desarrollo Internacional y el Programa de Investigación Forestal. En ella el autor expresa que la relación bosque-agua tiene mucho mito y no tanta ciencia. Se refiere por ejemplo al efecto "esponja" de los suelos forestales. Menciona que la retención del agua en el suelo no se debe a la presencia de árboles sino más bien a la porosidad del suelo. Minimiza también el efecto del bosque sobre la atracción de lluvia, diciendo en cambio que lo que pudiera incrementarse en precipitación puede ser menos que lo que se pierde por transpiración. Aquí otra vez debe apelarse al factor escala y hacer análisis integrales de los experimentos. Si se dice que la retención del agua en el suelo no se debe al arbolado sino a las condiciones del suelo, habría que preguntarse si acaso la porosidad del suelo no es consecuencia de las raíces y la macro y microfauna propias de los terrenos forestales. Basa sus conclusiones en estudios hechos en terrenos forestados y deforestados. Pero es sabido (Croke, *et al*. 1999) que al deforestar un bosque (y dejar el material sobre el terreno y no introducir ganado ni dedicar el terreno a la agricultura), el suelo mantiene por tiempos prolongados (de hasta 30 años) ciertas condiciones que favorecen la infiltración, pudiendo interpretarse que no hay influencia de la vegetación en la infiltración y escurrimiento.

Algo que Hayward menciona y que resulta de interés para la región de estudio es lo referente a la división que hace sobre el "agua verde" y "agua azul", correspondiendo la primera al agua evapotranspirada por la vegetación y el suelo y la segunda al escurrimiento superficial. El autor dice que en zonas áridas es muy probable que la mayor parte del agua de lluvia se pierda por evapotranspiración y no por escurrimiento. Advierte que en estas condiciones es importante tener cuidado al promover plantaciones forestales, especialmente cuidar la densidad de cobertura e identificar el aclareo necesario que asegure que el arbolado no transpirará más agua de la que permite se infiltre al suelo. Expone la teoría de que los árboles, al tener mayor profundidad de raíces, abaten más los mantos freáticos que la vegetación herbácea, proponiendo entonces que en zonas áridas tal vez es mejor no tener vegetación arbórea.

Otro autor que escribe también un artículo de interés regional y relacionado con el comentario anterior es Hursh (sin fecha), quien pertenece a la Estación Forestal Experimental de Carolina del Norte en los Estados Unidos y que puede consultarse en la página web de la FAO en su "Depósito de Documentos de la FAO". Cita un experimento en que se cortaron los árboles y arbustos más próximos al cauce de los ríos. La tala se limitó a la vegetación leñosa que había a menos de 4.6 m (15 pies) verticales por encima del lecho del río. El estudio fue hecho en verano, cuando las corrientes (cauces perennes) mostraban fluctuaciones diurnas muy definidas. El corte de la vegetación eliminó por completo las fluctuaciones, lo que permitió concluir que éstas eran debidas a la transpiración. La corta afectó aproximadamente al 12% de la cuenca; el aumento máximo del caudal de agua fue del orden del 20% y el aumento anual inferior al 10 por ciento.

3.4 Cobertura forestal y erosión de suelos

Otro beneficio directo de los bosques y selvas es la protección que ofrecen al suelo contra el fenómeno erosivo. Está demostrado que por el efecto mecánico de unión entre las partículas de suelo que ejercen los sistemas de raíces, el suelo presenta tal resistencia al corte, que le proporciona una gran estabilidad a las laderas contra movimientos masivos. Por otro lado, al interceptarse la precipitación en los estratos arbóreos, se disipa la energía cinética de las gotas de lluvia y se reduce la fragmentación de los agregados del suelo, con lo que los poros y grietas no se obstruyen y se mantiene la permeabilidad del suelo. En los suelos de ladera, las raíces de la vegetación forman una serie de microrredes de circulación superficial por las que el agua fluye en longitudes y pendientes menores a la inclinación topográfica de la ladera; esto reduce la velocidad del agua, se favorece su infiltración y se evita la formación de cárcavas.

Los estudios a este respecto son también bastante numerosos coincidiendo en general en el papel protector de la vegetación contra los agentes erosivos (agua y viento). Bordas y Canally (1980) por ejemplo, estudiando en Brasil 10 cuencas piloto con superficie promedio de 10 km² encontraron un aumento en la erosión de 4.6 a 20.677 ton/km² como efecto de la deforestación. Reportan asimismo que al comparar los escurrimientos, éstos son al menos tres veces mayores en las áreas deforestadas.

En estudios más recientes Cheng, *et al*. (2002) informan que en reforzamiento de la política de la protección forestal a los cauces, se evaluó la influencia de la vegetación sobre las cabeceras de tres ríos de Taiwán. Al considerar además de la vegetación, la precipitación, pendiente del terreno, tipo y profundidad del suelo, encontraron que el bosque incrementa la estabilidad de las pendientes con sus raíces y protegen la calidad del agua al minimizar la fluctuación de la temperatura en los arroyos, regulan la concentración de nutrientes y filtran los contaminantes. El estudio se realizó en una zona con suelos muy permeables cubiertos por bosques y que a pesar de presentarse lluvias muy intensas (hasta de 100 mm/h) rara vez ocurren escurrimientos y los flujos de escombros e inundaciones se atribuyen a lluvias con intensidades mayores a 250 mm/h, asociadas a tifones y terremotos.

Resumiendo lo anterior se dirá que, las selvas y bosques y la vegetación en general prestan servicios ambientales de gran valor para la vida humana, animal y vegetal. Cuando se pierde la cobertura forestal, desaparece la función protectora y reguladora de estos ecosistemas: se producen cambios climáticos, se facilitan los escurrimientos extremos y se favorecen las inundaciones; se pierde la calidad del agua, se reduce la recarga de acuíferos, se desprotege al suelo contra la erosividad de la lluvia y se origina el azolvamiento de cuerpos de agua y obras de infraestructura hidroagrícola. Esto, además de los daños económicos causados por la disminución física de materia prima maderable y no maderable y los daños a la diversidad biológica ocasionados por la pérdida genética; temas que requerirían un capítulo adicional para su análisis. Esta situación pone de manifiesto la importancia de la conservación de la cubierta vegetal y la necesidad del aprovechamiento sustentable de los recursos forestales del país en general y de la Región II Noroeste en particular.

Dentro de este contexto, en páginas posteriores (***Capítulo 7***) de este documento se hace una estimación cuantitativa del impacto de los cambios de la cubierta vegetal y la recuperación forestal sobre el recurso hídrico, al comparar el comportamiento en distintos períodos de los escurrimientos y la infiltración en algunas cuencas que conforman la Región Hidrológica bajo estudio. El modelo empleado es el HEC-HMS, que es un Sistema de Modelación Hidrológica desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC-HMS por sus siglas en inglés) del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos, el cual usando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) simula los procesos lluvia-escurrimiento. Se hace también una proyección de la situación de la cubierta vegetal (asumiendo que se

logra la recuperación forestal) en las cuencas analizadas para el año 2025 y al “correr” el modelo, se tiene una apreciación del efecto de la recuperación forestal sobre el recurso hídrico.

A continuación, siguiendo dentro del contexto de los beneficios colaterales de la cubierta forestal, se presenta información referente a la erosión hídrica en la Región.

3.4.1 *Erosión hídrica en la Región II Noroeste*

En México, debido a las características orográficas del territorio y a los regímenes de precipitación de elevado potencial erosivo, se tienen condiciones favorables para la erosión hídrica. Según información oficial (SEMARNAP, 1997), el 80% de la superficie total del país está afectada por diferentes grados de erosión hídrica, con una tasa de erosión anual promedio a nivel nacional de 2.8 toneladas de suelo por hectárea. Si se considera que esta erosión es solo una fracción (alrededor del 30%) de la que se genera a nivel parcela, se puede tener una idea de la cantidad de suelo fértil que está saliendo de los campos productivos del país.

La erosión del suelo por efecto de la lluvia, es consecuencia de diversos factores además de la agresividad erosiva de la misma. Uno de los factores atenuantes de mayor importancia es la protección que la vegetación proporciona al suelo. La gota de lluvia al chocar en su caída con el follaje de árboles, hierbas y arbustos, se dispersa en diminutos tamaños, reduciendo además su velocidad de caída. Esto minimiza su energía cinética, disminuyendo por consiguiente la fuerza de su golpeteo al suelo y su capacidad de desprendimiento de partículas, proceso que inicia el fenómeno erosivo.

De lo anterior se deduce la importancia que para el control de la erosión hídrica representa la existencia de una cobertura vegetal. Al lograr la recuperación forestal, se reduce la pérdida de suelo en las partes altas y el arrastre del mismo hacia las partes bajas de las cuencas, lo que disminuye consecuentemente la pérdida de productividad del suelo en el lugar donde éste se pierde y el azolvamiento de la infraestructura hidroagrícola y los cuerpos de agua naturales, en el lugar donde se deposita.

El problema de la erosión del suelo por lluvia se presenta en todo el país, aunque en distintas proporciones. En la Región II Noroeste, dadas sus condiciones de semiaridez la erosión hídrica es poca, en relación con la provocada por el viento. No obstante, con la finalidad de tener una estimación de la degradación del suelo por erosión hídrica, se realizó un estudio para cuantificar la magnitud del problema en el área correspondiente a la Región II. Para ello, se utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS o USLE, por sus siglas en inglés), que es la herramienta normalmente utilizada para este tipo de estudios en el país y en el extranjero.

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) fue desarrollada en los Estados Unidos en la década de los 60’s (Wischmeier and Smith, 1978) con la intención de proporcionar a los técnicos de campo y los tomadores de decisiones, una herramienta que les permitiera de manera práctica tener una aproximación de la pérdida de suelo en parcelas agrícolas y la forma en que ésta pudiera controlarse con diversas prácticas de manejo de los cultivos. Posteriormente esta ecuación se mejoró haciendo posible su uso en diversos usos del suelo y no sólo en terrenos agrícolas. En la actualidad este método se utiliza prácticamente en todo el mundo con resultados satisfactorios. No obstante debe decirse que dada la aparente sencillez de su aplicación, en ocasiones la ecuación es empleada, o sus resultados interpretados incorrectamente, por lo que también tiene fuertes críticas, aunque muchas de las veces de manera indebida.

En México, investigadores del Colegio de Postgraduados (*Figueroa et al., 1991*), adecuaron la ecuación para las condiciones del país, lo cual hizo posible su uso en el territorio nacional, permitiendo así hacer estimaciones cuantificables de la pérdida de suelo por erosión hídrica. La EUPS es resultado del producto de seis factores en que se integra a las principales componentes que intervienen en el fenómeno erosivo:

R = Factor erosividad de la lluvia (Mj mm ha^{-1} h^{-1})
K = Factor de erosionabilidad del suelo (t ha h Mj^{-1} mm^{-1} ha^{-1})
L = Factor de longitud de la pendiente (adimensional)
S = Factor de grado o inclinación de la pendiente (adimensional)
C = Factor de manejo del cultivo o cubierta vegetal (adimensional)
P = Factor de prácticas mecánicas de control de la erosión (adimensional)

Dando forma así a la ecuación conocida como:

$$A = R K L S C P$$

Donde:

A es la pérdida de suelo anual, expresada en toneladas por ha por año (t ha^{-1} $año^{-1}$).

En el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua se tiene amplia experiencia en la elaboración de trabajos referentes a pérdida de suelo causada por la lluvia, tanto a escala de lotes experimentales como de parcelas de escurrimiento, microcuencas, cuencas y regiones, con el empleo de la ecuación arriba indicada. De esta forma, siguiendo la metodología recomendada por Figueroa et al., (1991), se obtienen cada uno de los factores para el área correspondiente a la Región II bajo estudio; labor que en la actualidad se ha visto facilitada por el avance en la computación y el empleo de (SIG) Sistemas de Información Geográfica.

No obstante utilizar equipo de cómputo moderno y los SIG, el cálculo de cada uno de los factores involucrados en el proceso erosivo es laborioso y requiere además experiencia y conocimiento de parte de quien aplique la ecuación. La definición de los factores C y L son probablemente los que presentan mayores dificultades y es de gran ayuda el buen juicio del usuario del modelo. Debe decirse que la descripción detallada de la obtención de cada uno de los factores que integran la EUPS queda fuera del alcance del presente proyecto, motivo por el cual tampoco se incluye la memoria de cálculo de su obtención. Se reitera mas bien que la metodología puede consultarse en la referencia bibliográfica citada y se refieren aquí únicamente los pasos principales para su aplicación.

Para determinar el factor erosividad de la lluvia se obtuvieron las bases de datos de precipitación de las estaciones meteorológicas que se ubican dentro de la RHA Noroeste, a través del programa de computo ERIC II (Extractor Rápido de Información Climatológica, versión 2), desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, que contiene la información de la base de datos del Servicio Meteorológico Nacional, conteniendo datos desde 1930, aunque la mayoría de los datos corresponden al periodo de 1960 a 1995. Posteriormente se aplicaron las ecuaciones recomendadas para la obtención de los valores de “R” (Figueroa, *et al*., 1991).

Para determinar el factor de erosionabilidad del suelo (K), se sigue la metodología propuesta por la FAO (1980), y descrita en la referencia ya mencionada, utilizando información de suelos de los mapas edafológicos de INEGI. La definición de los factores topográficos (L y S),), se realizó empleando los

Geomodelos Altimétricos del Territorio Nacional (GEMA, INEGI 1986), en las que se determinó la dirección del flujo superficial y la longitud y grado de la pendiente y aplicando las ecuaciones respectivas de Hickey, Foster y McCool (SEMARNAT-UACH, 2002; Elizarrarás, 2004).

Para determinar el Factor C, que es función de la cobertura vegetal que protege al suelo, se emplearon las clases de uso del suelo y vegetación Serie II de INEGI (2001). Para el caso de México, se han generado valores de "C" en función de los distintos usos del suelo, teniéndose valores altos en áreas de escasa vegetación y valores bajos en zonas provistas de abundante cobertura forestal. Por ejemplo, en terrenos de cultivo de maíz, frijol y cereales, se tienen valores de 0.5, 0.3 y 0.15, respectivamente, en tanto que los pastizales pueden tener valores de 0.4 a 0.01, dependiendo de las condiciones, mientras que una zona forestal no intervenida puede tener valores de entre 0.009 y 0.0001; valores que como se ve son bastante bajos, consecuencia de la protección que el follaje ofrece al suelo.

Finalmente, se asume el valor de la unidad para el factor "P" de prácticas de control de la erosión hídrica, al no ser posible identificar la presencia de áreas compactas de prácticas de conservación de suelo y agua en la cartografía empleada para este trabajo (escala 1:250,000, es decir 1 cm² = 625 ha) que afecten el valor de este parámetro, y la mínima superficie que puedan ocupar en caso de existir en la Región II.

Así, una vez que se dispone de cada capa o "layer" de los agentes de la erosión, se realizan las sobreposiciones de las imágenes respectivas para proceder a la multiplicación de los factores de la EUPS, obteniendo de esta forma una estimación de la erosión actual del suelo en la Región II Noroeste, expresando la pérdida de suelo calculada como "producción potencial de sedimentos (Mm^3)".

Este análisis se hizo primero considerando en conjunto a toda la superficie que conforma la Región II - Noroeste. Posteriormente se hace el "corte" por estado, teniendo de esta forma el porcentaje de afectación por erosión para los estados (Sonora en su totalidad y una pequeña porción de Chihuahua) que conforman la Región II. Finalmente se hace este mismo análisis para los principales embalses ubicados dentro del territorio de la Región II. Los resultados obtenidos se muestran en las páginas siguientes.

Se presenta en primer lugar el ***Cuadro 3-10***, donde se despliega en forma tabulada la superficie afectada por la erosión hídrica de acuerdo a los rangos establecidos. La ***Figura 3-14*** por otra parte, muestra la distribución espacial de la erosión hídrica en la Región II Noroeste.

Cuadro 3-10. Erosión hídrica en la Región II Noroeste

No.	Clase de erosión	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha^{-1} $año^{-1}$)	Superficie (ha)	%
1	Nula	Menor de 5	12,778,969.24	62.03
2	Ligera	5 a 10	1,859,191.26	9.02
3	Moderada	10 a 50	3,010,247.88	14.62
4	Alta	50 a 200	2,256,061.18	10.95
5	Muy alta	Mayor de 200	696,188.86	3.38
T o t a l			20,600,658.42	100.00

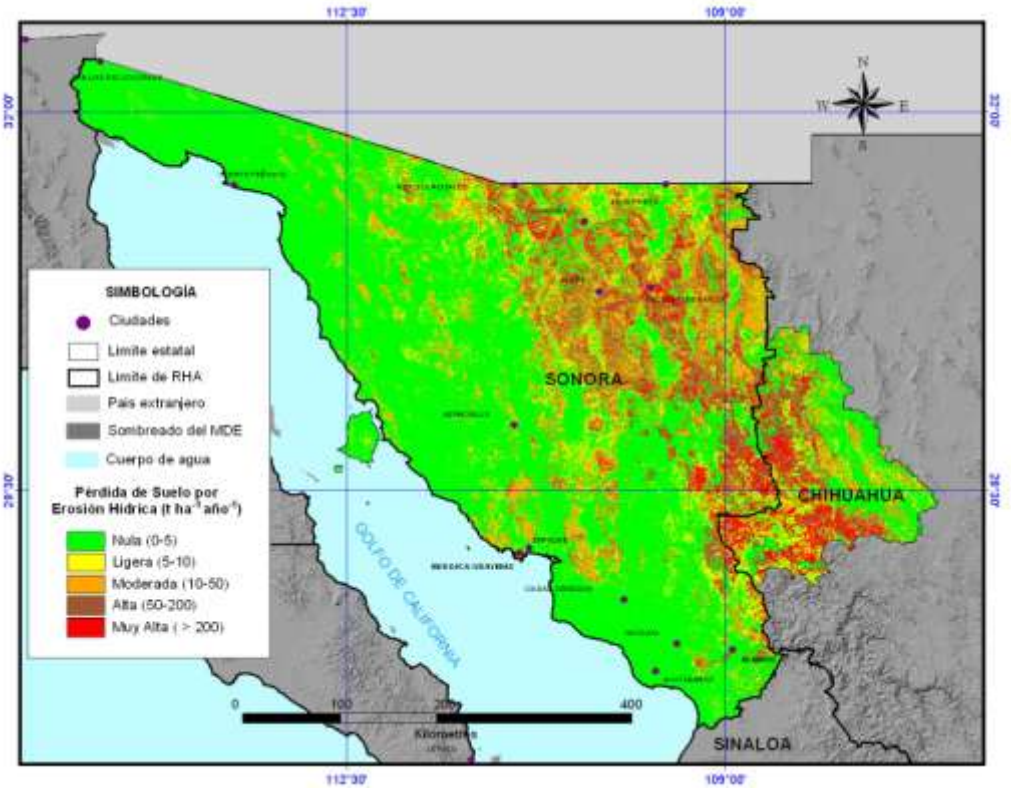


Figura 3-14. Mapa de erosión hídrica en la Región II Noroeste

3.4.1.1 *Erosión hídrica por estados*

Dado que la Gerencia Regional requiere de la información por entidad federativa, se llevó a cabo un análisis de la distribución de la superficie afectada por erosión hídrica por cada uno de los estados que integran la Región II - Noroeste, conformada por el Estado de Sonora, y una porción del Estado de Chihuahua. En el ***Cuadro 3-11*** por otra parte, se presenta la distribución de superficie por rango de erosión hídrica para cada estado.

Cuadro 3-11. Erosión hídrica por estado en la Región II Noroeste

Clase de erosión hídrica	Sonora		Chihuahua	
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)**	%
Nula	11,752,377.50	65.22	985,402.02	38.16
Ligera	1,521,601.22	8.44	339,438.66	13.15
Moderada	2,567,439.03	14.25	462,274.21	17.90
Alta	1,772,705.43	9.84	498,535.82	19.31
Muy alta	404,552.37	2.25	296,332.16	11.48
T o t a l	18,018,675.55	100.00	2,581,982.87	100.00

*** La superficie del Estado de Chihuahua, es de 24,704,847.2 hectáreas, por lo que alrededor del 10% del estado se encuentra dentro de la Región II*

En cuanto a la distribución de la erosión por estados, se aprecia que en el estado de Sonora el mayor porcentaje de la superficie, 65.22%, presenta erosión nula, mientras que en el estado de Chihuahua la superficie con estas tasas de erosión solo representan el 38.16%. La erosión ligera, en Sonora representa una superficie menor con 8.44%, mientras que en Chihuahua el porcentaje alcanza el 13.15%.

La erosión moderada en Sonora ocupa un porcentaje menor que en Chihuahua, con 14.25%, contra 17.9% respectivamente. Las tasas de erosión altas y muy altas se encuentran en mayor proporción en el estado de Chihuahua, con 19.31% y 11.48% contra 9.84% y 2.25% encontradas en el estado de Sonora. De manera general se tiene entonces que se encuentra más afectada por erosión hídrica la superficie correspondiente al estado de Chihuahua, ya que el relieve es más escarpado.

3.4.1.2 Erosión hídrica para cuencas de embalses importantes

En la Región II - Noroeste existen una serie de presas de importancia fundamental, debido por una parte a su capacidad de embalse y por la otra a los beneficios que de ellas se obtienen: El sector agrícola cuenta con grandes distritos de riego en los cuales el agua captada en las presas es su insumo principal. Así, mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG) se identificaron y ubicaron los principales embalses y corrientes pertenecientes a la Región II. Se encontraron 7 presas que son: Presa Cuauhtémoc (Santa Teresa), Presa Abelardo L. Rodríguez (Hermosillo), Presa Rodolfo Félix Valdez (El Molinito), Presa Álvaro Obregón (Oviachic), Presa Plutarco Elías Calles (El Novillo), Presa Gral. Lázaro Cárdenas (La Angostura) y Presa Adolfo Ruiz Cortínez (Mocuzari).

A cada embalse se definió su cuenca de captación y se determinó la distribución de la erosión hídrica. A continuación se detalla, para cada embalse y su cuenca, el estado de la pérdida de suelo por erosión hídrica.

Cuenca de la Presa Cuauhtémoc (Santa Teresa)

Esta presa se encuentra en los Municipios de Tubutama y Atil, su cuenca de captación esta delimitada por las sierras de Cicuta y Joroba en se extremo este y noreste, el poblado más importante es la cabecera municipal de Tubutama, aunque hay pequeñas comunidades dispersas por toda la cuenca. El ***Cuadro 3-12*** presenta la distribución de la superficie por clase de erosión y la ***Figura 3-15*** muestra la ubicación de la presa y su cuenca de captación, así como la distribución de las clases de erosión.

Cuadro 3-12. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la Presa Cuauhtémoc

Clase de erosión hídrica	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha^{-1} $año^{-1}$)	Superficie (ha)	%	Producción potencial de sedimentos (Mm^3)
Nula	Menor de 5	71,421.75	34.46	0.0357
Ligera	5 a 10	43,158.42	20.82	0.0647
Moderada	10 a 50	54,346.95	26.22	0.3261
Alta	50 a 200	30,630.96	14.78	0.7658
Muy alta	Mayor de 200	7,707.15	3.72	0.3083
T o t a l		207,265.23	100.00	1.5006

La cuenca presenta un área de captación de 207,265.23 ha. Del total de la superficie se encontró que el mayor porcentaje, 34.46%, presenta una erosión nula, el resto presenta algún grado de erosión. De esta superficie con erosión, el 20.82% presenta erosión ligera. Con erosión moderada se encuentra el 26.22%. Finalmente, la superficie que presenta mayores tasas de erosión representa el 18.5%, de los cuales 14.78 presenta tasas de erosión alta y 3,72% presenta tasas de erosión muy altas.

Realizando estimaciones basadas en información de estudios de batimetría que se han realizado por parte de la Comisión Nacional del Agua y al compararla con la producción potencial de sedimentos de la cuenca se ha demostrado que aproximadamente el 30% de los sedimentos son lo que finalmente pueden llegan al embalse.

Considerando una pérdida de suelo media por cada clase de erosión y una densidad aparente promedio de 1.5 t m^{-3}, se estima que la producción de sedimentos potencial de la cuenca asciende a 5.0020 Mm^3. Se mencionó que no todo el sedimento que "sale" de la parcela llega al embalse debido a que durante el proceso de transporte, el suelo perdido se sedimenta o deposita en canales, áreas planas, bordos, etc., por tanto, para este caso se ha estimado que a la presa están llegando un promedio aproximado de 1.5006 Mm^3 de suelo (***Cuadro 3-12***).

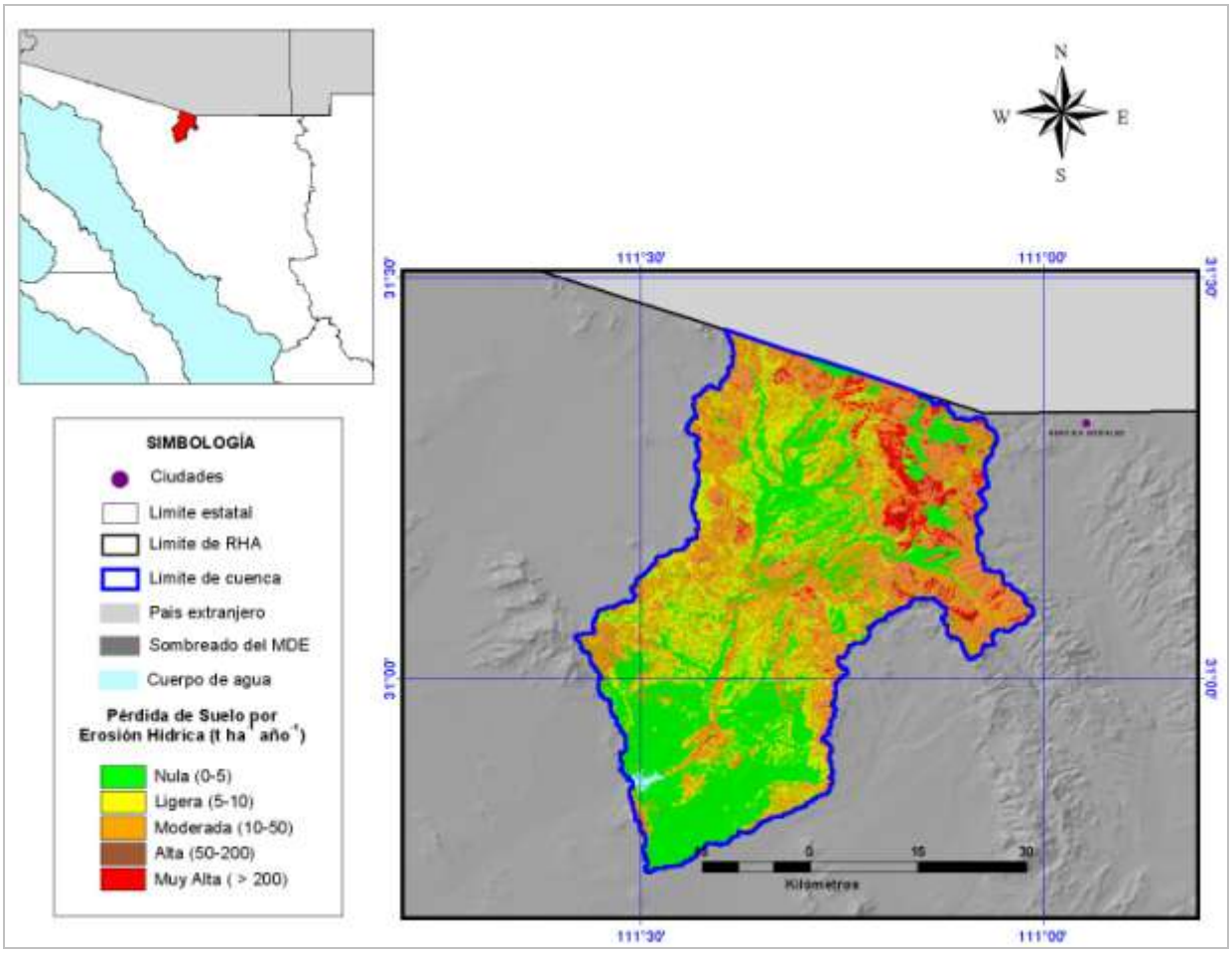


Figura 3-15. Ubicación de la Presa Cuauhtémoc y erosión hídrica en su cuenca de captación

Cuenca de la Presa Abelardo L. Rodríguez (Hermosillo)

Esta presa se encuentra en el municipio de Hermosillo, su cuenca de captación esta delimitada por las sierras de Aconchi y Cucurpe en el extremo este y noreste. Los poblados importantes que se encuentran en la cuenca son las cabeceras municipales de San Miguel de Horcasitas, Rayón, Opodepe y Carbó. En el ***Cuadro 3-13*** se presenta la distribución de la superficie por clases de erosión y la ***Figura 3-16*** muestra la ubicación de la presa y su cuenca de captación y donde también se aprecia la distribución de las clases de erosión.

Cuadro 3-13. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la Presa Abelardo L. Rodríguez

Clase de erosión hídrica	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha^{-1} año^{-1})	Superficie (ha)	%	Producción potencial de sedimentos (Mm^3)
Nula	Menor de 5	548,234.73	58.33	0.2741
Ligera	5 a 10	84,522.69	8.99	0.1268
Moderada	10 a 50	188,177.58	20.03	1.1291
Alta	50 a 200	108,766.80	11.57	2.7192
Muy alta	Mayor de 200	10,177.65	1.08	0.4071
T o t a l		939,879.45	100.00	4.6563

La cuenca presenta un área de captación de 939,879.45 ha. Del total de la superficie se encontró que el mayor porcentaje, 58.33%, presenta una erosión nula, el resto presenta algún grado de erosión. De esta superficie con erosión, el 8.99% presenta una erosión ligera, el 20.03% presenta tasas de erosión entre 10 y 50 t ha^{-1} año^{-1}. El 11.57% presenta tasas de erosión entre 50 y 200 t ha^{-1} año^{-1}.Con erosión muy alta, que corresponde a tasas mayores de 200 t ha^{-1} año^{-1} se encuentra el 1.08%

Considerando una pérdida de suelo media por cada clase de erosión y una densidad aparente promedio de 1.5 t m^{-3}, se estima que la producción de sedimentos potencial de la cuenca asciende a 15.5208 Mm^3. Se mencionó que no todo el sedimento que "sale" de la parcela llega al embalse debido a que durante el proceso de transporte, el suelo perdido se sedimenta o deposita en canales, áreas planas, bordos, etc., por tanto, para este caso se ha estimado que a la presa están llegando un promedio aproximado de 4.6563 Mm^3 de suelo (***Cuadro 3-13***).

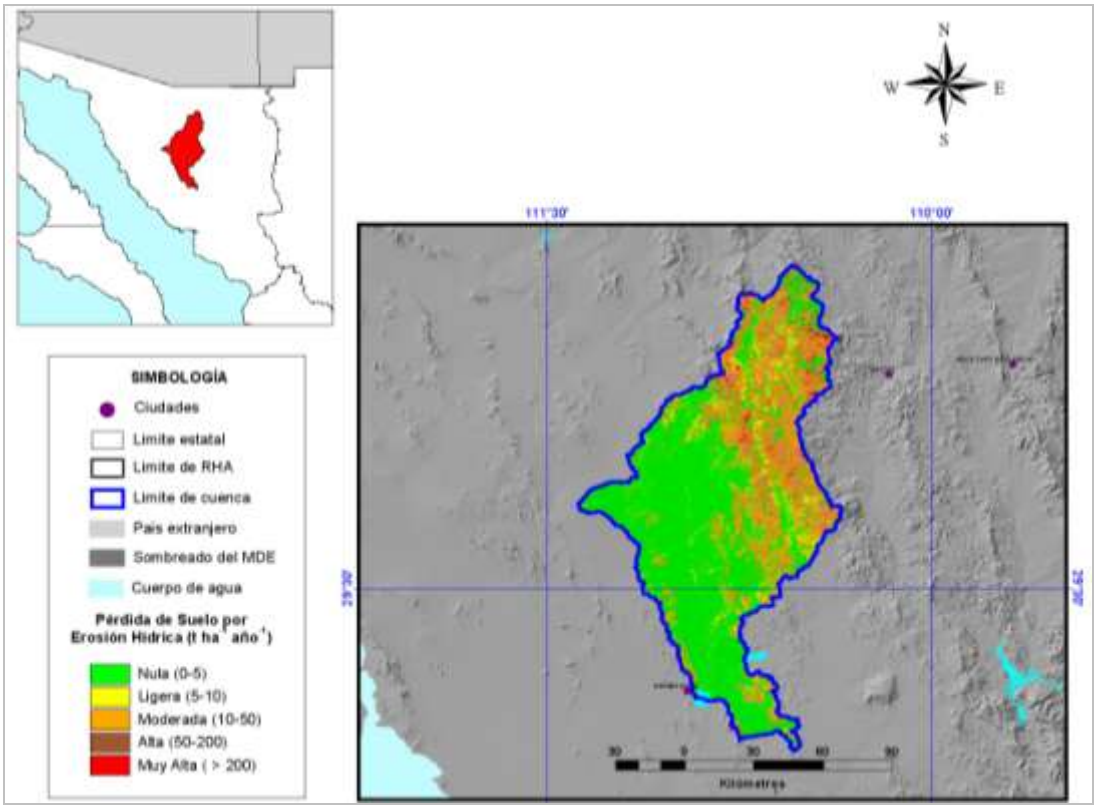


Figura 3-16. Ubicación de la Presa Abelardo L. Rodríguez y erosión hídrica en su cuenca de captación

Cuenca de la Presa Rodolfo Félix Valdez (El Molinito)

Esta presa se encuentra en el municipio de Hermosillo, su cuenca de captación esta delimitada por las sierras de Aconchi, San Antonio, Los Ajos, Buenos Aires y El Bellotal, los poblados importantes que se encuentran en la cuenca son las cabeceras municipales de Ures, San Felipe de Jesús, Baviácora, Aconchi, Huépac, Banámichi, Arizpe, Cananea y Bacoachi. El ***Cuadro 3-14*** presenta la distribución de la superficie por clase de erosión y la ***Figura 3-17*** muestra la ubicación de la presa y su cuenca de captación, así como la distribución de las clases de erosión.

Cuadro 3-14. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la Presa Rodolfo Félix Valdez

Clase de erosión hídrica	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha^{-1} año^{-1})	Superficie (ha)	%	Producción potencial de sedimentos (Mm^3)
Nula	Menor de 5	375,108.57	31.88	0.1876
Ligera	5 a 10	138,442.77	11.76	0.2077
Moderada	10 a 50	340,963.83	28.97	2.0458
Alta	50 a 200	290,234.34	24.66	7.2559
Muy alta	Mayor de 200	32,029.02	2.73	1.2812
T o t a l		1,176,778.53	100.00	10.9782

La cuenca presenta un área de captación de 1’176,778.53 ha. Del total de la superficie se encontró que el mayor porcentaje, 31.88%, presenta una erosión nula, el resto presenta algún grado de erosión. Con erosión ligera se encuentra el 11.76% de la superficie de la cuenca, el 28.97% presenta tasas de erosión entre 10 y 50 t ha^{-1} año^{-1}. El 24.66% presenta tasas de erosión entre 50 y 200 t ha^{-1} año^{-1}. Con erosión muy alta con tasas mayores de 200 t ha^{-1} año^{-1} se encuentra el 2.73%.

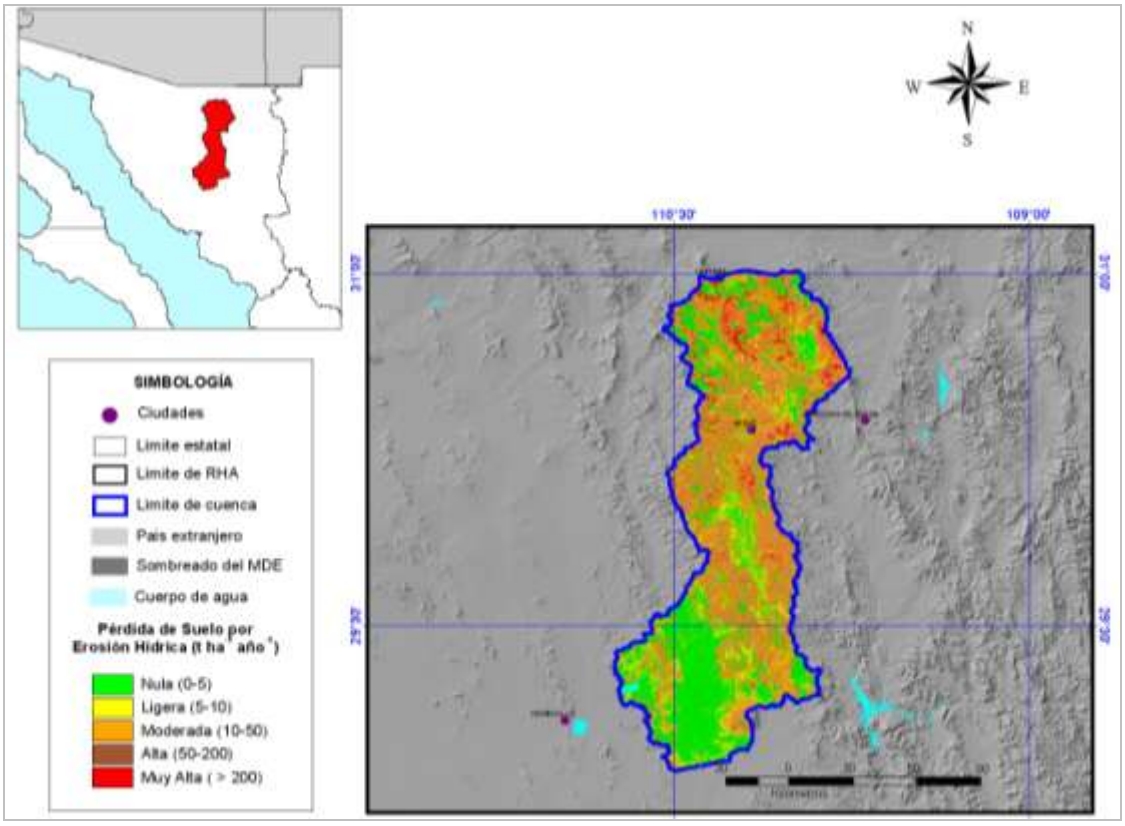


Figura 3-17. Ubicación de la Presa Rodolfo Félix Valdez y erosión hídrica en su cuenca de captación

Considerando una de suelos media por cada clase de erosión y una densidad aparente promedio de 1.5 t m^{-3}, se estima que la producción de sedimentos potencial de la cuenca asciende a 36.5934 Mm^3. Se mencionó que no todo el sedimento que "sale" de la parcela llega al embalse debido a que durante el proceso de transporte, el suelo perdido se sedimenta o deposita en canales, áreas planas, bordos, etc., por tanto, para este caso se ha estimado que a la presa están llegando un promedio aproximado de 10.9782 Mm^3 de suelo (ver ***Cuadro 3-14***).

Cuenca de la Presa Álvaro Obregón (Oviachic)

Esta presa se encuentra en el municipio de Cajeme (Ciudad Obregón), su cuenca de captación esta delimitada por las sierras de Bacatete, El Encinal y San Luis, los poblados importantes que se encuentran en la cuenca son las cabeceras municipales de Suaqui Grande, Soyopa, Onavas y San Javier. En el ***Cuadro 3-15*** se presenta la distribución de la superficie por clases de erosión y la ***Figura 3-18*** muestra la ubicación de la presa y su cuenca de captación y donde también se aprecia la distribución de las clases de erosión.

Cuadro 3-15. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la Presa Álvaro Obregón

Clase de erosión hídrica	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha^{-1} $año^{-1}$)	Superficie (ha)	%	Producción potencial de sedimentos (Mm^3)
Nula	Menor de 5	869,539.86	74.05	0.4348
Ligera	5 a 10	115,862.40	9.86	0.1738
Moderada	10 a 50	85,437.18	7.28	0.5126
Alta	50 a 200	72,548.46	6.18	1.8137
Muy alta	Mayor de 200	30,929.04	2.63	1.2372
T o t a l		1,174,316.94	100.00	4.1721

La cuenca presenta un área de captación de 1'174,316.94 ha. Del total de la superficie se encontró que el mayor porcentaje, 74.05%, presenta una erosión nula, el resto presenta algún grado de erosión. De esta superficie con erosión, el 9.86% presenta tasas de erosión entre 5 y 10 t ha^{-1} $año^{-1}$, el 7.28% presenta tasas de erosión entre 10 y 50 t ha^{-1} $año^{-1}$. El 6.18% presenta tasas de erosión entre 50 y 200 t ha^{-1} $año^{-1}$.Con erosión muy alta con tasas mayores de 200 t ha^{-1} $año^{-1}$ se encuentra el 2.63%.

Considerando una pérdida de suelo media por cada clase de erosión y una densidad aparente promedio de 1.5 t m^{-3}, se estima que la producción de sedimentos potencial de la cuenca asciende a 13.9069 Mm^3. Se mencionó que no todo el sedimento que "sale" de la parcela llega al embalse debido a que durante el proceso de transporte, el suelo perdido se sedimenta o deposita en canales, áreas planas, bordos, etc., por tanto, para este caso se ha estimado que a la presa están llegando un promedio aproximado de 4.1721 Mm^3 de suelo (ver ***Cuadro 3-15***).

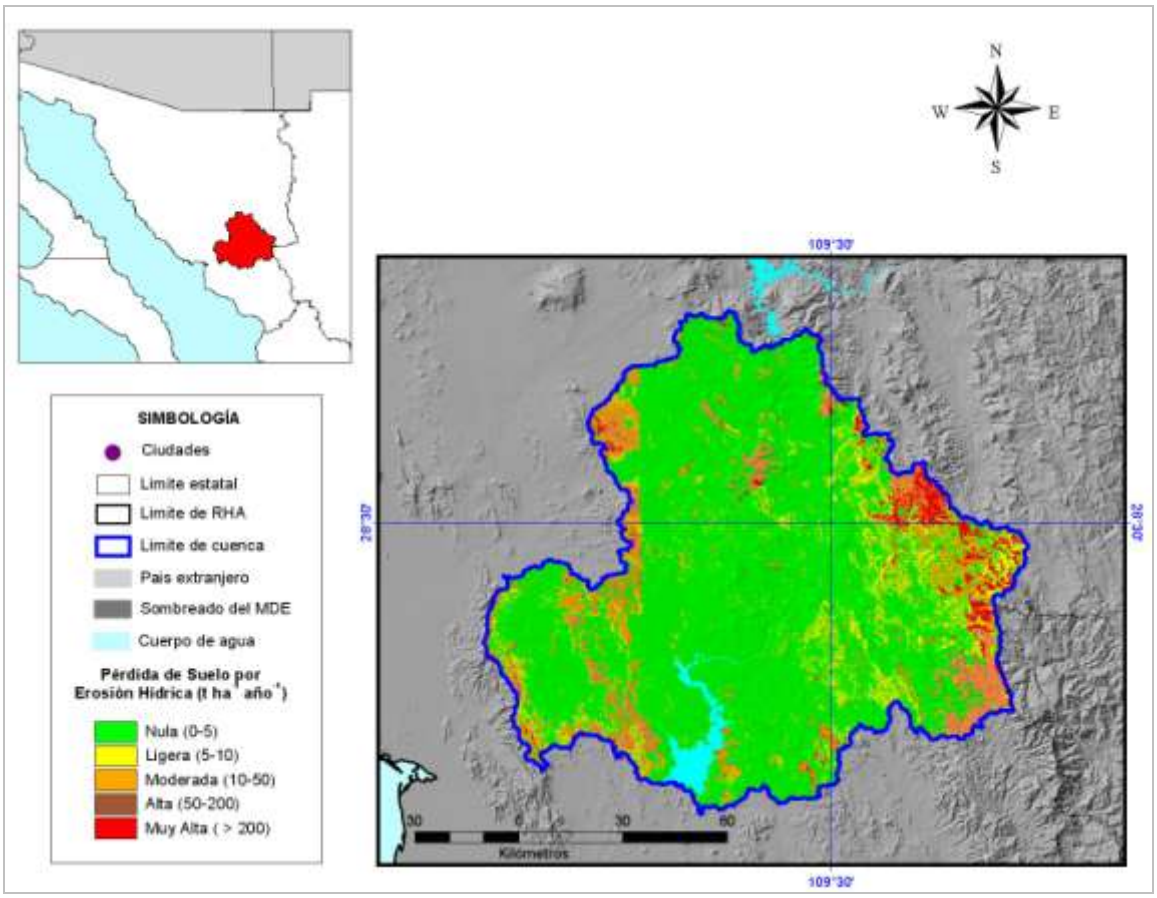


Figura 3-18. Ubicación de la Presa Álvaro Obregón y erosión hídrica en su cuenca de captación

Cuenca de la Presa Plutarco Elías Calles (El Novillo)

Esta presa se encuentra en el municipio de San Pedro de la Cueva, su cuenca de captación esta delimitada por las sierras El Bellotal y la Sierra Madre Occidental, en el estado de Sonora y en el estado de Chihuahua por la sierra de las Huertas. Los poblados importantes que se encuentran en la cuenca son las cabeceras municipales de San Pedro de la Cueva, Moctezuma, Cumpas, Nacozari de García, Villa Hidalgo, Huásabas, Granados, Bacadéhuachi, Nácori Chico, Divisaderos. Tepache, Sahuaripa y Bacanora en el estado de Sonora, en el estado de Chihuahua se encuentran las cabeceras municipales de Villa Guerrero y Maderas. En el ***Cuadro 3-16*** se presenta la distribución de la superficie por clases de erosión y la ***Figura 3-19*** muestra la ubicación de la presa y su cuenca de captación y donde también se aprecia la distribución de las clases de erosión.

Cuadro 3-16. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la Presa Plutarco Elías Calles

Clase de erosión hídrica	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha^{-1} año^{-1})	Superficie (ha)	%	Producción potencial de sedimentos (Mm^3)
Nula	Menor de 5	1,373,094.99	34.66	0.6865
Ligera	5 a 10	370,535.31	9.35	0.5558
Moderada	10 a 50	829,853.10	20.95	4.9791
Alta	50 a 200	1,053,320.76	26.59	26.3330
Muy alta	Mayor de 200	334,773.81	8.45	13.3910
T o t a l		3,961,577.97	100.00	45.9454

La cuenca presenta un área de captación de 3’961,577.97 ha. Del total de la superficie se encontró que el mayor porcentaje, 34.66%, presenta una erosión nula, el resto presenta algún grado de erosión. De esta superficie con erosión, el 9.35% presenta erosión con tasas entre 5 y 10 t ha^{-1} $año^{-1}$, el 20.95% presenta tasas de erosión entre 10 y 50 t ha^{-1} $año^{-1}$. El 26.59% presenta tasas de erosión entre 50 y 200 t ha^{-1} $año^{-1}$.Con erosión muy alta con tasas mayores de 200 t ha^{-1} $año^{-1}$ se encuentra el 8.45%.

Considerando una pérdida de suelo media por cada clase de erosión y una densidad aparente promedio de 1.5 t m^{-3}, se estima que la producción de sedimentos potencial de la cuenca asciende a 153.1515 Mm^3. Se mencionó que no todo el sedimento que “sale” de la parcela llega al embalse debido a que durante el proceso de transporte, el suelo perdido se sedimenta o deposita en canales, áreas planas, bordos, etc., por tanto, para este caso se ha estimado que a la presa están llegando un promedio aproximado de 45.9454 Mm^3 de suelo (ver ***Cuadro 3-16***).

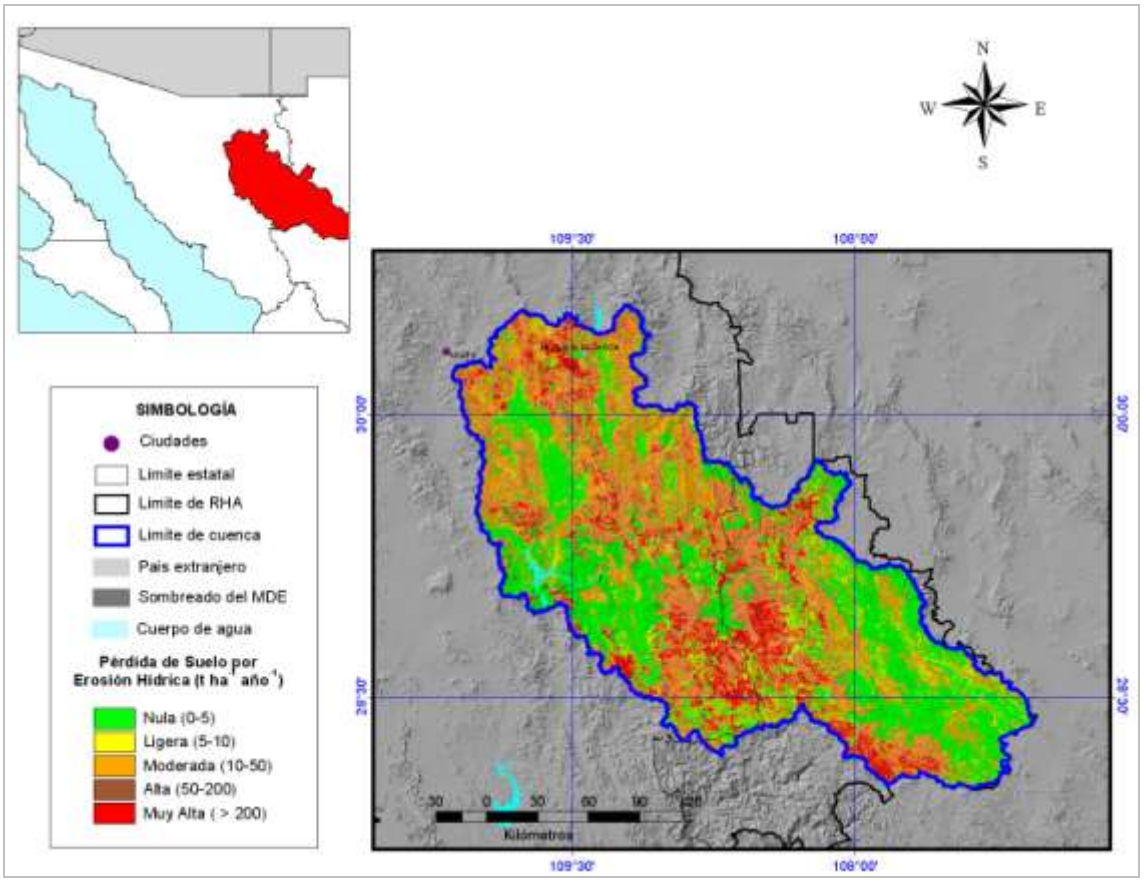


Figura 3-19. Ubicación de la Presa Plutarco Elías Calles y erosión hídrica en su cuenca de captación

Cuenca de la Presa Gral. Lázaro Cárdenas (La Angostura)

Esta presa se encuentra en el municipio de Nacozari de García, su cuenca de captación esta delimitada por la Sierra Madre Occidental, y las Sierras de Serruchitos, los Azules, San Luis, Los Ajos y Buenos Aires. Los poblados importantes que se encuentran en la cuenca son las cabeceras municipales de Agua Prieta, Naco, Fronteras, Huachinera, Bacerac y Bavispe. En el ***Cuadro 3-17*** se presenta la distribución de la superficie por clases de erosión y la ***Figura 3-20*** muestra la ubicación de la presa y su cuenca de captación y donde también se aprecia la distribución de las clases de erosión.

Cuadro 3-17. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la Presa Gral. Lázaro Cárdenas

Clase de erosión hídrica	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha^{-1} año^{-1})	Superficie (ha)	%	Producción potencial de sedimentos (Mm^3)
Nula	Menor de 5	448,433.01	32.78	0.2242
Ligera	5 a 10	168,284.79	12.30	0.2524
Moderada	10 a 50	450,406.98	32.93	2.7024
Alta	50 a 200	262,904.13	19.22	6.5726
Muy alta	Mayor de 200	37,933.92	2.77	1.5174
T o t a l		1,367,962.83	100.00	11.269

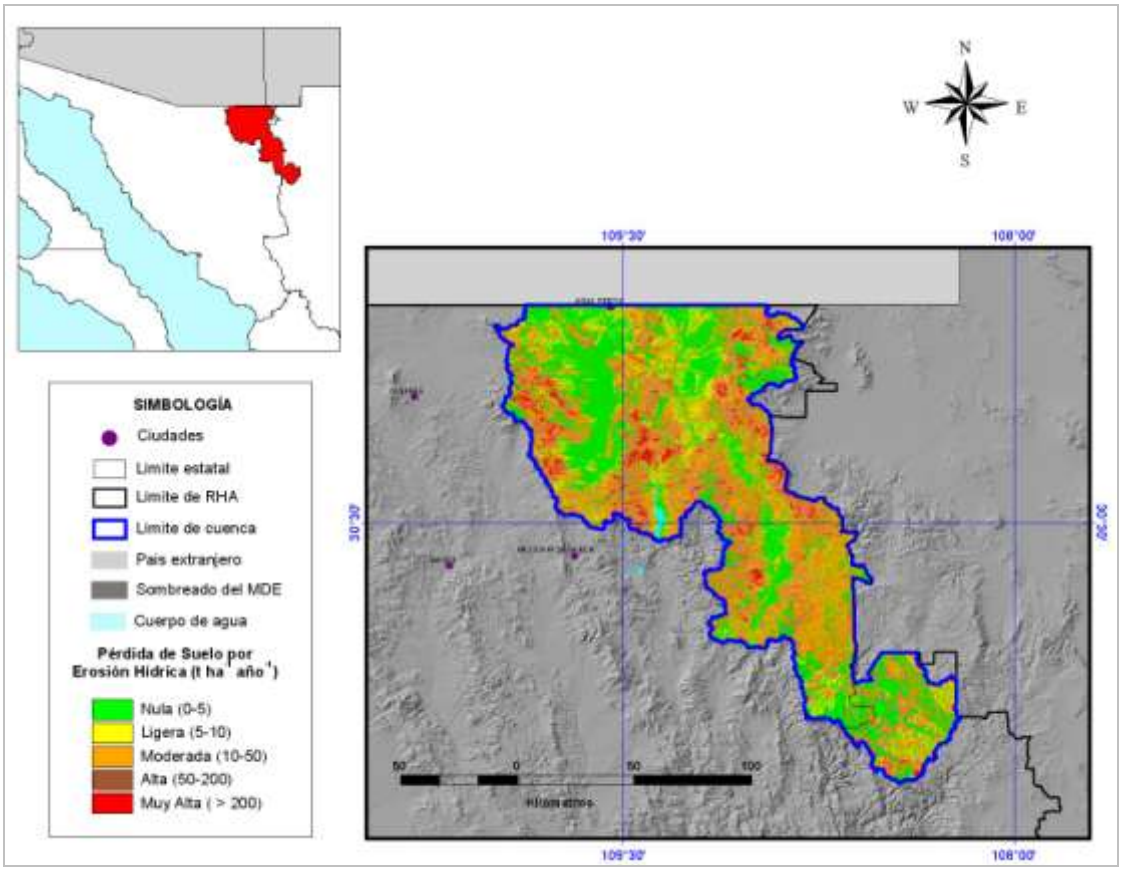


Figura 3-20. Ubicación de la Presa Gral. Lázaro Cárdenas y erosión hídrica en su cuenca de captación

La cuenca presenta un área de captación de 1’367,962.83 ha. Del total de la superficie se encontró que el 54.85%, presenta una erosión nula, el resto presenta algún grado de erosión. De 32.93% presenta tasas de erosión entre 10 y 50 t ha^{-1} año^{-1}. El 19.22% presenta tasas de erosión entre 50 y 200 t ha^{-1} año^{-1}.Con erosión muy alta con tasas mayores de 200 t ha^{-1} año^{-1} se encuentra el 2.77%.

Considerando una pérdida de suelo media por cada clase de erosión y una densidad aparente promedio de 1.5 t m^{-3}, se estima que la producción de sedimentos potencial de la cuenca asciende a 37.5635 Mm^3. Se mencionó que no todo el sedimento que “sale” de la parcela llega al embalse debido a que durante el proceso de transporte, el suelo perdido se sedimenta o deposita en canales, áreas planas, bordos, etc., por tanto, para este caso se ha estimado que a la presa están llegando un promedio aproximado de 11.2690 Mm^3 de suelo (ver ***Cuadro 3-17***).

Cuenca de la Presa Adolfo Ruiz Cortínez (Mocuzari)

Esta presa se encuentra en el municipio de Álamos, su cuenca de captación esta delimitada por las Sierras de Bayoreca, San Ignacio, Sahuaribo, Calabazas, en el estado de Sonora, y en el estado de Chihuahua por la Sierra Monte Verde. Los poblados importantes que se encuentran en la cuenca son las cabeceras municipales de Quiriego en el estado de Sonora, y en el Estado de Chihuahua las cabeceras municipales de Moris y Uruachi.

En el ***Cuadro 3-18*** se presenta la distribución de la superficie por clases de erosión y la ***Figura 3-21*** muestra la ubicación de la presa y su cuenca de captación y donde también se aprecia la distribución de las clases de erosión.

Cuadro 3-18. Erosión hídrica y producción de sedimentos en la Presa Adolfo Ruiz Cortínez

Clase de erosión hídrica	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha^{-1} $año^{-1}$)	Superficie (ha)	%	Producción potencial de sedimentos (Mm^3)
Nula	Menor de 5	402,800.04	37.90	0.2014
Ligera	5 a 10	218,218.86	20.53	0.3273
Moderada	10 a 50	143,005.50	13.46	0.8580
Alta	50 a 200	131,760.27	12.40	3.2940
Muy alta	Mayor de 200	166,949.10	15.71	6.6780
Total		1,062,733.77	100.00	11.3587

La cuenca presenta un área de captación de 1’062.733.77 ha. Del total de la superficie se encontró que el mayor porcentaje, 37.9%, presenta una erosión nula, el resto presenta algún grado de erosión. De esta superficie con erosión, el 20.53% presenta una erosión ligera, el 13.46% presenta tasas de erosión entre 10 y 50 t ha^{-1} $año^{-1}$. El 12.4% presenta tasas de erosión entre 50 y 200 t ha^{-1} $año^{-1}$.Con erosión muy alta con tasas mayores de 200 t ha^{-1} $año^{-1}$ se encuentra el 15.71%.

Considerando una pérdida de suelo media por cada clase de erosión y una densidad aparente promedio de 1.5 t m^{-3}, se estima que la producción de sedimentos potencial de la cuenca asciende a 37.8624 Mm^3. Se mencionó que no todo el sedimento que “sale” de la parcela llega al embalse debido a que durante el proceso de transporte, el suelo perdido se sedimenta o deposita en canales, áreas planas, bordos, etc., por tanto, para este caso se ha estimado que a la presa están llegando un promedio aproximado de 11.3587 Mm^3 de suelo (ver ***Cuadro 3-18***).

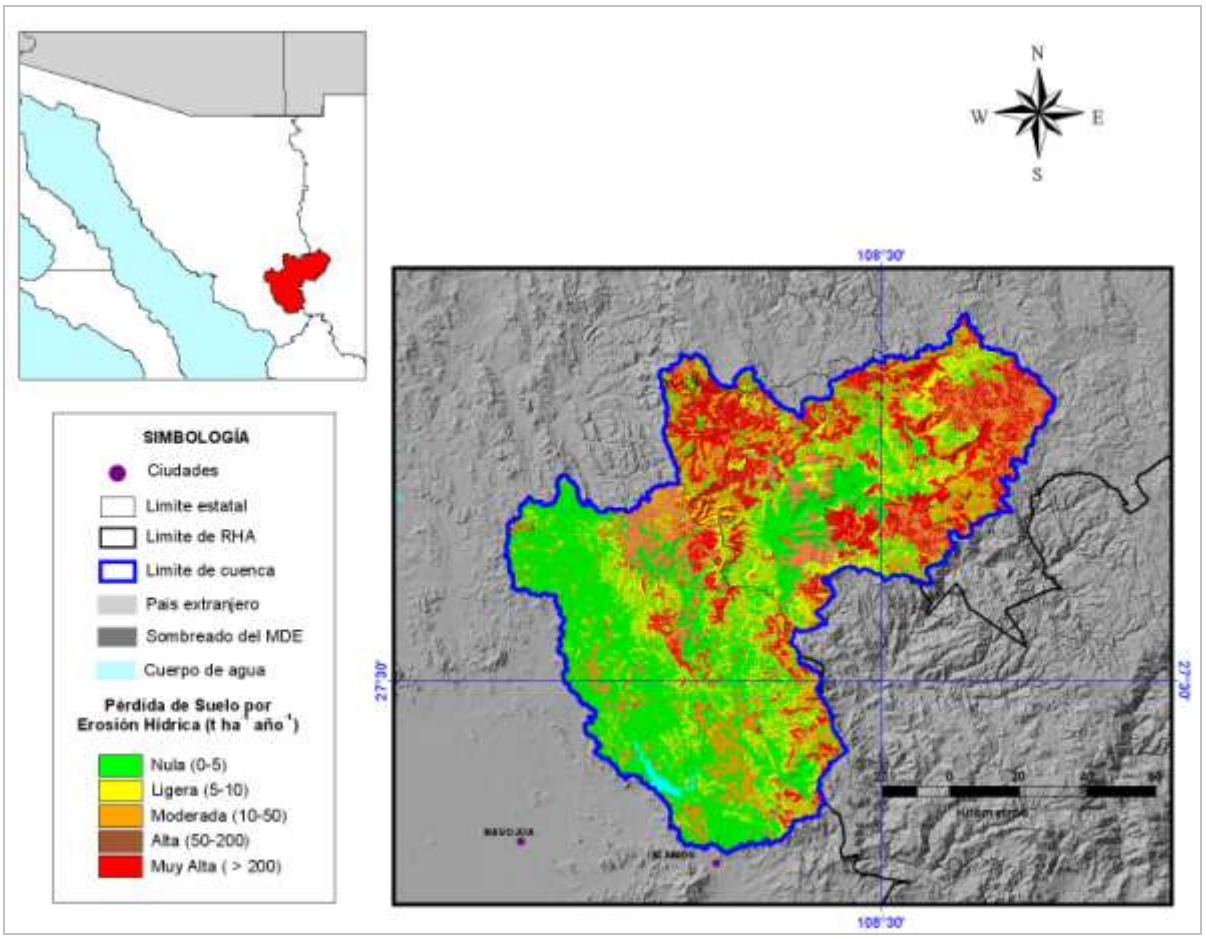


Figura 3-21. Ubicación de la Presa Adolfo Ruiz Cortínez y erosión hídrica en su cuenca de captación

4 DIAGNÓSTICO FORESTAL

4.1 El recurso forestal en México

4.1.1 *Marco forestal*

El territorio nacional tiene una área aproximada de 196.4 millones de ha, de las cuales según el más reciente recuento de la FAO (2005b), 141.17 millones de ha (71% de la superficie total) corresponden a terrenos forestales o preferentemente forestales. De éstas, 64.24 millones (33.7%) están cubiertas por bosques templados y tropicales. En cuanto a su distribución espacial, el ecosistema forestal se encuentra prácticamente presente en toda la nación, sobresaliendo por su extensión los estados del noroeste como son Chihuahua, Sonora, Coahuila y Durango, aunque también muestran grandes extensiones forestales los estados sureños de Oaxaca, Guerrero y Chiapas. Si se habla en cambio de producción forestal maderable, los principales estados son: Durango, Chihuahua, Michoacán, Oaxaca y Jalisco.

4.1.1.1 *Diversidad de los ecosistemas forestales*

Gracias a su privilegiada ubicación geográfica, México cuenta con una variada combinación de condiciones ambientales, lo que deriva en una riqueza biológica inmensa que permite que el país sea considerado como megadiverso, ocupando el segundo lugar mundial en cuanto a tipo de ecosistemas y el cuarto en riqueza de especies (CONABIO, 1998). Lo anterior explica el hecho que los recursos forestales en el país se presenten en tres grandes ecosistemas: bosques, selvas y vegetación de zonas áridas, siendo acreedor del primer lugar mundial en cuanto a riqueza de especies de pinos, con un total de 71 especies siendo 50% de ellas endémicas, así como con las 135 especies de encinos reportadas en el país entre las que 115 de ellas son de carácter endémico (CONABIO, 1998). Al hacer una clasificación del uso del suelo en el país, se tiene que la vegetación de zonas áridas (matorrales) domina el territorio nacional, seguida por los bosques y selvas, según puede verse en la ***Figura 4.1***.

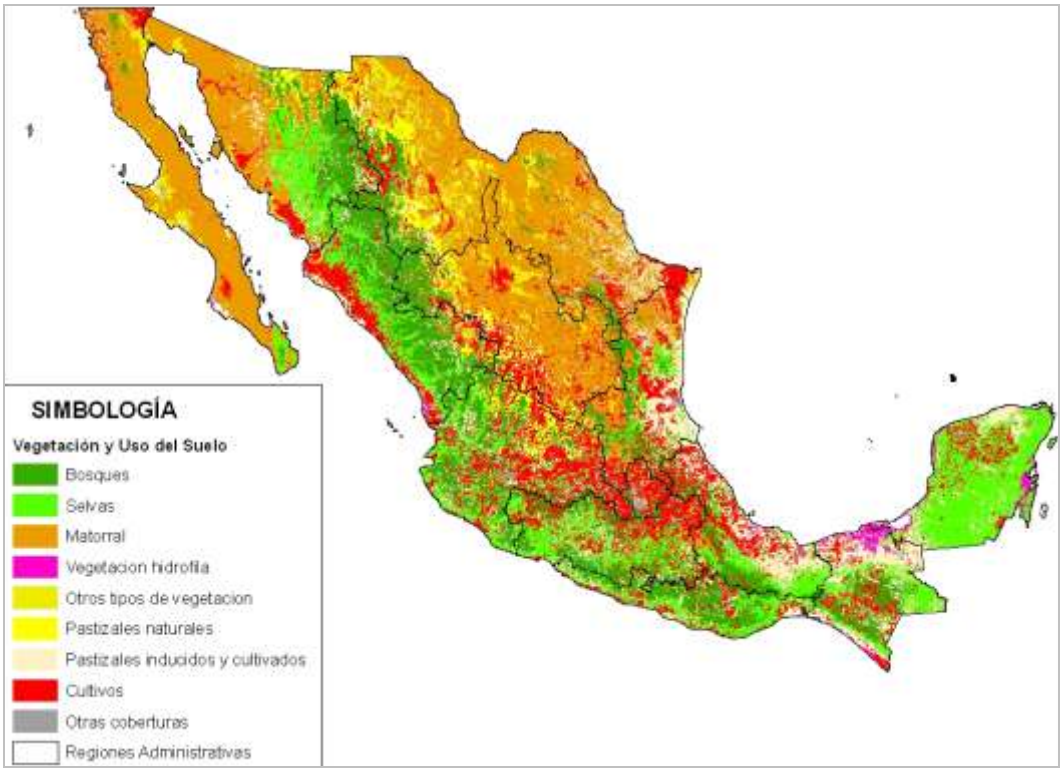


Figura 4-1. Distribución de la vegetación en México

Fuente: Inventario Nacional Forestal 2000-2001, modificado por INE, 2002

4.1.1.2 *Producción forestal*

Los productos forestales que se extraen de bosques y selvas se clasifican en dos grandes grupos: los maderables y los no maderables. Los primeros incluyen la madera para la escuadría, el papel, la chapa, el triplay y la leña, mientras que los segundos consideran a productos como tierra de monte, resinas, fibras, ceras, frutos y plantas vivas, entre otros. Los productos forestales que se extraen de bosques y selvas se clasifican en dos grandes grupos: los maderables y los no maderables.

a) Aprovechamiento forestal maderable. De acuerdo con la SEMARNAT (2005), los principales productores del país de 1990 al 2003, son Durango, Chihuahua y Michoacán, que en conjunto concentran el 62.87% de la producción nacional. Si se les adiciona Oaxaca, Jalisco y Puebla, se tiene ya entre estos seis estados más del 80% de la producción nacional. La producción forestal maderable por producto para el periodo 1997-2003, se encuentra de la siguiente manera: el 70.0% corresponde a escuadría, el 14.5% a la producción de celulosa, el 4.7% a chapa y triplay, el 3.8% a producción de carbón, 3.1% a leña, el 2.5% a postes, pilotes y morrillos y el 1.3% a la producción de durmientes.

En relación con las especies más explotadas, se tiene que de 1997 a 2003 las especies más aprovechadas fueron: género *Pinus* (80.7%), *Abies* (3.8%), otras coníferas (0.4%), *Quercus* (9.1%), otras latifoliadas (1.9%), maderas preciosas (1.0%) y otras maderas comunes tropicales (3.1%) (SEMARNAT, 2005).

b) Aprovechamiento forestal no maderable. Los principales estados productores de productos forestales no maderables son Michoacán, Zacatecas, Tamaulipas, Veracruz y Baja California, quienes

en conjunto acumulan el 75.28% de la producción total nacional (Michoacán por sí solo concentra el 43.90% del total –sin incluir tierra de monte-). En la producción de resina, Michoacán se erige como prácticamente el único productor del país con una aportación del 95.7% del total nacional (SEMARNAT, 2005).

En Sonora los principales productos forestales no maderables incluyen especies como la vara blanca (*Croton fragilis*), Jojoba (*Simondsia chinensis*), Palmilla ((*Nolina mexicana*), algunas cactáceas (*Carnegia gigantea, Opuntia sp*. y *Lemairecereus thurberi*) y ocotillo (*Fouqueria splendens*). Otros productos son el chiltepín, el orégano y la tierra de monte.

4.1.1.3 *Degradación del recurso forestal*

Los principales agentes causantes de la degradación de los recursos forestales son: la deforestación y cambios de uso del suelo, los incendios, la tala ilegal y las plagas y enfermedades.

Deforestación y cambios de uso del suelo. En el país los orígenes de la deforestación son múltiples y responden a las diversas condiciones biofísicas y socioeconómicas de las distintas regiones. Visto este proceso por ecosistemas (http://www.semarnat.gob.mx/produccion/re-forestales/inv3.shtml) puede decirse que: **a)** en las zonas del trópico húmedo, las principales causas son el uso del suelo para actividades agropecuarias, el crecimiento de los asentamientos humanos y su demanda de servicios; **b)** en las zonas templadas se tienen como principales causas a la tala irracional para uso maderable y leña, así como incendios causados por las actividades agropecuarias y del turismo; y **c)** en las zonas semiáridas, la principal causa es el sobrepastoreo, la producción de artesanías y la venta de especies endémicas.

a) *Incendios.* Los datos correspondientes a 2006 indican que durante la temporada de incendios se tuvo en el país una afectación de 241,669 ha, una superficie inferior al 2005 (262,946 ha) aun cuando 2006 fue un año difícil. De esta superficie, el 82% correspondió a pastizales, arbustos y matorrales; mientras que el 17.8% restante correspondió a áreas arboladas. Las entidades federativas con mayor número de incendios fueron: Estado de México, Distrito Federal, Michoacán, Chihuahua, Jalisco, Puebla, Chiapas, Oaxaca, Tlaxcala y Morelos, conjuntando el 79.3% del total nacional, mientras que los estados con mayor superficie afectada fueron: Quintana Roo, Coahuila, Chihuahua, Jalisco, Durango, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Yucatán y Sonora, representando el 75.89% del total nacional (CONAFOR, 2006).

b) *Tala ilegal.* En el país no se cuenta con datos actuales y precisos sobre volúmenes extraídos ilícitamente. En información correspondiente al año de 1998 (SEMARNAP, 1999a) se estimaba que el volumen de producción de madera industrial no autorizada fue de alrededor de 13 millones de m^3 rollo, mientras que el volumen autorizado fue del orden de los 7.7 millones de m^3 rollo. Debe reconocerse que la tala clandestina está fuertemente ligada a la pobreza y al esquema de tenencia de tierra de los terrenos forestales, la mayoría de las zonas forestales del país son ejidales o comunales y los “usufructuarios” aprovechan el recurso en función de sus necesidades inmediatas obviando en la mayoría de los casos la normatividad o incluso el programa de manejo existente. En otros casos, motivados por las mismas necesidades inmediatas, promueven la extracción ilegal a cambio de recompensas monetarias, ya sea por miembros de las mismas comunidades o por grupos o individuos externos a ellas.

c) *Plagas y enfermedades.* A este tema siempre se le ha dado importancia en el país, prueba de ello es que se cuenta con información estadística de sanidad forestal desde el año de 1983 a la fecha. Por otra parte, los resultados de los diagnósticos y tratamientos sanitarios forestales que se han efectuado del año 1991 al 2004 indican que las plantas parásitas como el muérdago son las que en mayor porcentaje afectan a los bosques del país (37.9%). En segundo lugar aparecen los insectos descortezadores (23.4%) destacando las especies *Dendroctonus mexicanus, D. adjunctus, D. frontalis*. Los insectos defoliadores ocupan el tercer lugar con un 19.3%; el 15.3% está representado por el grupo de insectos barrenadores y el 4.1% restante se atribuye a otros agentes.

4.1.1.4 Protección del recurso forestal

Los bosques y selvas mexicanas han venido sufriendo un deterioro que de seguir esa misma tendencia en el futuro, dentro de pocos años el sector forestal y los servicios proporcionados por la masa arbórea verán comprometida su sustentabilidad. Consciente de esta situación y reconociendo el papel fundamental de los bosques en el desarrollo integral del país, en convivencia con el medio ambiente y su intrínseca relación con el agua, es que el gobierno federal ha declarado a los bosques como asunto de seguridad nacional, lo que ha permitido la asignación de más recursos humanos y económicos a este rubro. A continuación se presentan brevemente algunas de las acciones y programas relacionados con la protección del recurso forestal en el país.

a) *Áreas Naturales Protegidas.* México, como muestra de su compromiso con la conservación de las áreas naturales prioritarias, a través del tiempo y de diferentes instancias gubernamentales ha ido decretando áreas a proteger, de tal forma que actualmente se tienen 158 Áreas Naturales Protegidas (ANP) cubriendo una superficie aproximada de 20.1 millones de ha (SEMARNAT, 2006a), existiendo además los Avisos de decretos de diversas ANP propuestas que suman un total de 174 y cubren alrededor de 21 millones de ha del territorio nacional. Del total de ANP, 34 se encuentran reconocidas por la Red de Reservas para la Biosfera, del Programa Hombre y Biósfera de la UNESCO, lo que destaca su importancia.

b) *Recuperación forestal.* La creciente pérdida de cobertura forestal en el país ha sido frenada en los años recientes de tal forma que los datos oficiales (SEMARNAT, 2006) indican que en el período 1980-1990 la deforestación anual era de 631 mil ha; de 1990 a 2000 esta tasa se redujo a 348 mil ha anuales. Según la misma fuente, para el período 2000 a 2005 la pérdida anual promedio fue de 260 mil ha, dando cifras para 2005 de 234 mil hectáreas.

En el país se han tenido desde hace muchos años los programas de reforestación, tratando siempre de contrarrestar los efectos negativos de la pérdida de la cubierta forestal. Las cifras de los programas de reforestación indican que anualmente ha existido un aumento muy importante en la superficie reforestada, incrementándose por ejemplo desde 15 mil hectáreas en 1993 hasta 240,000 en el año 2000. De 2001 a 2005 las cifras se redujeron ligeramente, volviendo a las 240,000 ha en el 2006 (CONAFOR, 2005; SEMARNAT, 2006b) y en conjunto, del año 2001 al 2006 se han reforestado más de 1.5 millones de ha y se han plantado más de mil millones de árboles, con un índice de prendimiento de 58 por ciento.

c) *Plantaciones forestales comerciales.* Aunque con un propósito productivo, las plantaciones comerciales, pueden también considerarse como medidas para la protección y recuperación de la cubierta forestal. Con el programa PRODEPLAN, la CONAFOR ha realizado importantes

plantaciones, especialmente en el sur del país, que es la zona con mayor potencialidad debido a su clima y abundancia de agua. Los estados con mayores plantaciones comerciales son Tabasco, Oaxaca y Veracruz, que en conjunto acumulan más del 50% de superficie plantada entre 1996 y 2003. Las principales especies utilizadas son eucaliptos, pinos, cedros, caobas (maderas preciosas) y teca.

d) *Otras acciones para la protección y recuperación forestal.* Otras acciones relativas a la protección y recuperación del recurso forestal consideradas dentro de las actividades de la CONAFOR son: la prevención y combate de incendios y tala ilegal, la supervisión y vigilancia, la realización de actividades de diagnóstico y saneamiento forestal y el ahorro del consumo de leña como combustibles en los hogares rurales, lo último mediante la implementación del uso de estufas ahorradoras de humo o estufas LORENA (lodo y arena). Algunas de estas actividades son llevadas a cabo de manera conjunta y coordinada con otras dependencias federales, estatales y municipales.

Dentro de este contexto debe también considerarse el apoyo que actualmente se le está dando a la investigación forestal. Además del Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal CONAFOR-CONACYT, se tienen firmados diversos convenios con instituciones y organizaciones nacionales e internacionales para la obtención de apoyos en forma de aportaciones, donativos, asignaciones y otros tipos de cooperación que permitan la realización de estudios encaminados a desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración forestal, con la finalidad de lograr un desarrollo sustentable del sector.

4.1.1.5 *Balanza comercial del sector forestal*

La balanza comercial del sector forestal, como el de otros rubros económicos del país, es negativa. A partir del comparativo histórico entre exportaciones e importaciones, se deduce que el déficit se ha incrementado a más del doble en los últimos diez años, pasando de 1,898 millones de dólares (mdd) en 1995 a 4,076 mdd en 2004, teniéndose un promedio deficitario anual de 2,872 millones de dólares. En cuanto a la exportación, los productos que más exporta México son *papel, cartón y manufacturas.* En promedio sus ventas al exterior durante el periodo 1995-2004 representaron casi 879 mdd anuales. En el caso de la *madera, carbón vegetal y manufacturas*, en promedio anualmente se exportaron 445 mdd, pero a partir del año 2000 se ha visto una reducción paulatina (SEMARNAT, 2005).

Lo anterior no debe verse como que se tiene un sector forestal débil, sino que visto de una manera positiva, significa que se tiene una gran oportunidad de revalorar, incentivar, reposicionar y mejorar el sector forestal nacional. Esta magna tarea le toca primordialmente a la Comisión Nacional Forestal, quien debe llevar a cabo un gran trabajo de coordinación con otras dependencias gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con el sector, y lograr así que la actividad forestal se consolide como una fortaleza, beneficiando así a los poseedores del recurso y a la sociedad en general, sin afectar el medio ambiente.

4.1.1.6 *El contexto social en el sector forestal*

Como resultado de la dotación agraria (SEMARNAT-CONAFOR, 2001), 53% del territorio nacional es propiedad social, y muchas de las regiones forestales, se estima que alrededor del 80%, quedan dentro de este régimen de propiedad; un 15% es de propiedad privada y el 5% restante se constituye de terrenos nacionales.

Es también importante mencionar que más del 50% de la población de las regiones forestales vive en condiciones de extrema pobreza (XII Censo General de Población y Vivienda del año 2000. INEGI). Este sector poblacional al no haber sido apoyado hasta el momento en forma consistente para llevar a cabo un aprovechamiento sostenible de sus recursos, ha contribuido a la degradación de los mismos. Su situación de marginación, provoca una falta de cuidado a la conservación de éstos, al mismo tiempo que obliga a la migración, el abandono y el desarraigo; condiciones que propician y favorecen el surgimiento de las prácticas ilegales sobre el aprovechamiento del recurso forestal, reduciendo sustantivamente los beneficios para las comunidades rurales.

4.1.2 *Marco legal e institucional*

En México desde 1983 existe una Ley de Planeación que obliga al titular del gobierno federal a emitir al inicio de su gestión un Plan Nacional de Desarrollo, el cual debe precisar los objetivos nacionales y estrategia del desarrollo integral del país. Este Plan incluye el establecimiento de medidas, programas, instrumentos y responsables para concretar la ejecución de las políticas públicas a cumplir. Partiendo de este principio y considerando la prioridad que para el país representan los recursos forestales y la necesidad de su impulso, se crea la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) mediante decreto presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 04 de Abril de 2001 como un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios, bajo la coordinación sectorial de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

La CONAFOR tiene por objeto desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y de restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de los planes y programas y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable. Para cumplir con dicho objeto, tiene una serie de funciones relacionadas con aspectos de planeación, ejecución, promoción y difusión de programas diversos tanto productivos como de restauración y conservación, así como de cadenas productivas, de investigación, educación y cultura forestales, entre otras; todo ello encaminado a garantizar el desarrollo forestal sustentable del país.

Su órgano de administración es una Junta de Gobierno, que es la máxima autoridad del organismo y está sujeta a los lineamientos establecidos en el artículo 18 de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales. La CONAFOR está a cargo de un Director General quien es designado por el Presidente de la República. El Director General representa legalmente a la Comisión y tiene la autorización de proponer a la Junta de Gobierno, para su nombramiento, a los servidores públicos de la CONAFOR que se ubiquen en las dos jerarquías inferiores a la suya propia.

4.2 El recurso forestal en la Región II Noroeste

En este apartado se presenta una descripción de los recursos forestales y su situación actual, lo que permite tener un panorama regional del recurso. Se hace la aclaración que la descripción en muchos de los puntos tratados se hace refiriéndose al estado de Sonora, tomando en cuenta la disposición de información y que administrativamente la Región II Noroeste de la CONAFOR tiene ingerencia únicamente sobre el territorio sonorense. Así, aunque en el análisis cartográfico para la identificación de necesidades de recuperación forestal y propuesta de alternativas para su aplicación en la Región

Hidrológico Administrativa II Noroeste se incluyen siete municipios del oeste del estado de Chihuahua, en esta sección se hace referencia particularmente a la situación del recurso forestal en el estado de Sonora.

4.2.1 *Descripción de los recursos forestales*

La ubicación geográfica, clima, altitud y suelo influyen de manera definitiva en la distribución y tipo de vegetación presente en el territorio de la Región II Noroeste. De esta forma, los tipos de vegetación representados son: bosque, selva, matorral, pastizal y otros tipos de vegetación como son los mezquitales, vegetación halófila y vegetación de desiertos arenosos. A continuación se presenta una breve descripción de estos recursos:

a) *Bosques*

a.1. *Bosques templados (clima templado subhúmedo y semifrío).* Los bosques de clima templado se ubican en todo el oriente del área de la Región; los altos de la Sierra Madre Occidental, que incluye las partes altas de los municipios de Nácori El Chico, Sahuaripa, Yécora, el extremo oriente de Rosario Tesopaco y el noreste de Álamos, así como en los 7 municipios Chihuahuenses que pertenecen a la Región II Noroeste. Las principales especies presentes son: *Pinus chihuahuana* (pino negro), *Pinus engelmanii* (pino real), *Pinus leiophylla* (pino chino), *Pinus lutea*, *Pinus teocote, Pinus montezumae, Pinus durangensis* (pino colorado), y en áreas de mayor humedad también con *Pinus ayacahuite*, *Pinus lumholtzii, Pseudotsuga flahualti*, y *Quercus fulva*, *Quercus sideroxyla, Q. rugosa* y *Q. viminea*. En forma casi endémica existen en algunos puntos aislados húmedos y de difícil acceso individuos de *Picea sp*. (Acantilado suroeste de la Mesa del Campanero). En el estrato bajo hay también *Arbutus xalapensis.* En las zonas húmedas se tiene una mayor altura del arbolado (*Picea sp., Pseudotsuga sp., Pinus ayacahuite*), al disminuir la humedad, el crecimiento del arbolado es más lento y de menor altura (*Pinus cembroides, Juniperus sp., Quercus arizonica, Q. emoryl*).

Figura 4-2. Bosque de Pino en el municipio de Yécora, Sonora

a.2. *Bosque seco de encino, pino-encino y táscate (climas semisecos templados).* Los bosques secos de encino, pino-encino y táscate existieron originalmente en el extremo noreste del estado de Sonora desde Nogales, Cananea, Agua Prieta, Nacozari, y las partes medias y altas del municipios de Bavispe y Huachinera hasta el noroeste de Chihuahua y sureste de Arizona, aunque actualmente su presencia se ha reducido. La zona es de clima templado, pero semiseco por ubicarse en la "Sombra de lluvia" de la Sierra Madre Occidental. La influencia del aire húmedo del Mar de Cortés es mínima.

Los ecosistemas no son sólo de bosque seco de encino, pino – encino y táscate, existen también praderas naturales y matorral desértico micrófilo, subinerme en las zonas de transición más áridas. Las partes más altas y más aisladas, con pendientes mayores están cubiertas por bosques con especies como: *Pinus cembroides, Juniperus deppeana, Juniperus monosperma, Cupressus arizonica, Quercus arizonica, Quercus emoryi* y *Quercus oblongifolia*. En las partes bajas y planas existe ganadería extensiva con muy escasa presencia de arbustos, como son *Yucca sp., Rhus sp, Nolina sp*., y *Opuntia sp*., además de *Prosopis laevigata* (hasta 1.5 m de altura), pero donde dominan los pastos y hierbas. Es en estas áreas que ya se habla de pastizales naturales, aunque no son tan naturales, pues muy probablemente son producto de quemas, sobrepastoreo y sobreexplotación de tal forma que se elimina toda vegetación arbustiva y arbórea la que, debido a su lento crecimiento no alcanza a recuperarse. En zonas más húmedas (cauces y vegas de ríos) se tiene la presencia de *Prosopis laevigata*.

a.3. *Bosque de encino y de transición encino - selva baja caducifolia (clima semicálido).* Este tipo de vegetación se desarrolla en la zona de transición entre el clima templado y los climas cálidos semihúmedos en el extremo sureste del estado de Sonora. Se encuentra entre los 800 a 1500 msnm en la ladera occidental de la sierra Madre Occidental, al sur de la Mesa del Campanero, pasando por la cuenca media del Río Mayo hasta la cuenca del Río Fuerte (elevaciones mayores de municipios sonorenses de Rosario Tesopaco, Quiroga y Álamos y las partes bajas de los municipios de Chihuahua de Uruachi y Moris). Se incluyen también las cimas de algunas montañas aisladas del sur de Sonora, como son la Sierra de Álamos, las elevaciones mayores de los municipios de Tesopaco y Quiroga. En estas áreas se tiene la presencia de bosque de encino con abundancia de especies de la selva baja caducifolia, o bien se tiene selva baja caducifolia con abundancia de especies del bosque de transición. Las principales especies son: *Quercus chihuahuensis, Q. albocinctus, Q. tuberculata, Q. laeta, Q. subspathulata* y *Q. magnoliifolia*, además de *Pinus oocarpa*. Abundan también especies de la selva baja caducifolia, como son: *Bombax palmerii, Bursera fragilis, Lysiloma divaricada, Erythrea aculeata* (palma), *Acacia pennatula, Cestrum lanatum Vides mollis*, entre otros. En algunas partes hay se observan ejemplares de *Juniperus sp*.

b) Selva

b.1. *Selva baja caducifolia (zona de clima cálido subhúmedo)* En el extremo sureste del estado de Sonora (los límites del municipio de Álamos), en las colindancias con Chihuahua, ya en la cuenca del Río El Fuerte, existe una selva baja caducifolia característica del clima cálido subhúmedo del piemonte de la Sierra Madre Occidental, que se extiende desde ahí hacia el sur, hasta el estado de Nayarít. Este ecosistema se desarrolla en altitudes que van desde casi el nivel del mar hasta los 1000 msnm. Su presencia se extiende hacia la serranía por alrededor de 30 a 50 km hasta el pie de la sierra. Los municipios de Sonora con este tipo de vegetación son: Álamos, Quiriego, Rosario, Cajeme, Onavas, Yécora y Navojoa, Las especies más comunes son:

Figura 4-3. Selva baja caducifolia en el municipio de Álamos, Sonora

Acacia cymbispina (indicador de disturbio), *Acacia cornigera, Bombax palmerii, Bursera flexilis, B. fragilis, B. inopinata, B. grandiflora, B. laxiflora, B. penicillata, Caesalpinia platyloba, Caesalpinia standley, Caesalpinia pulcherima* (orilla de arroyos), *Cassia biflora, Ceiba acuminata, Celtis iguanea, Cercidium praecox, Erythrina flabelliformis, Erythroxylon mexicanum, Ficus sp*., *Forchammeria watsonii, Guaiacum coultierii, Guazuma ulmifolia, Haematoxylon brasiletto, Hintonia latiflora, Ipomoea arborescens, Lysiloma divaricada, Pachycereus pecten aboriginum, Pisonea capitata, Pithecellobium dulce* (casi todas en márgenes de arroyos), *Prosopis glandulosa, Stemadenia palmerii, Tabebuia palmerii, Wilardia mexicana*.

Económicamente las especies aprovechables para alimentación de ganado, leña y otros usos son: *Acacia cymbispina, Lysiloma divaricada, Ceiba acuminata, Tabebuia palmerii, Forchammeria watsonii, Caesalpinia platyloba, Erythroxylon mexicanum, Hintonia latifolia, Guaiacum coultierii, Guazuma ulmifolia*. En las zonas que predomina la vegetación secundaria arbustiva, como consecuencia de quemas, ramoneo y pastoreo, el principal uso es el pecuario, mientras que hacia el sureste de la región, donde se tiene la selva menos perturbada, se practica más la extracción de madera.

c) Matorral

Este tipo de vegetación, es el dominante en la Región II Noroeste. En general su presencia se tiene desde el norte hasta el sur del área, aunque iniciando en el norte, la superficie de matorrales va disminuyendo conforme se avanza al sur, de tal forma que en esta zona sólo una angosta franja pegada a la costa se clasifica dentro de este grupo vegetativo. A continuación se hace una breve descripción de los subtipos de matorral identificados en la zona de estudio.

c.1. *Matorral desértico micrófilo.* Este ecosistema se encuentra ampliamente distribuido en la región de estudio y es característico de las zonas más áridas del país. Su característica es la dominancia de arbustos con hojas o foliolos muy pequeñas. Su presencia es dominante en las provincias del Desierto Sonorense y Sierras y Llanuras del norte. Es integrado por diversas asociaciones

vegetales, siendo las especies dominantes: la gobernadora o hediondilla (*Larrea tridentata*), palo verde (*Cercidium microphyllum, C. floridum*), palo fierro *(Olneya tesota*), ocotillo (*Fouquieria splendens*), gato (*Acacia spp*.), mezquite (*Prosopis glandulosa*), chamizo *(Ambrosia chenopodifolia*), hierba del burro (*Ambrosia dumosa*) y rama blanca o hierba del vaso (*Encelia farinosa*). Es muy común en las partes más bajas del Valle de Agua Prieta y en la vega del río Bavispe, dentro de la zona del clima templado seco. En estas áreas la precipitación es tan escasa que la vegetación no alcanza el crecimiento arbóreo, las especies dominantes son: *Fouquieria splendens, Opuntia sp., Cowania sp., Larrea tridentata, Calliandra, Atriplex sp*., y *Baccaris sp*.

Figura 4-4. Matorral desértico micrófilo en el municipio de Hermosillo, Sonora

En la zona noroeste de Sonora (Desierto de Altar y faldas de sierra El Pinacate), área con marcada aridez, con precipitación promedio anual inferior a 100 mm y con cobertura vegetal que no llega a cubrir el 3% de la superficie, las especies principales que pueden identificarse son: *Ambrosia dumosa, Ambrosia chenopodiifolia, Cercidium micrphyllum, Encelia farinosa* y *Larrea tridentata*. En el norte y centro del estado dominan especies como *Larrea tridentata, Cercidium microphyllum, Olneya tesota, Fouquieria splendens, F. macdougalli, Carnegia gigantea, Pachycereus pringlei, Bursera microphylla, Opuntia sp., Ambrosia chenopodiifoli* y *Encelia farinosa.* Hacia el sur, las especies más representativas son *Cercidium microphyllum, C. praecox, C. sonorae, C. floridum, Prosopis glandulosa, Fouquieria diguettii, Lycium sp., Larrea tridentata, Opuntia cholla, Stenocereus thurberii, Pachycereus pecten aboriginum* y *Ambrosia chenopodiifolia*.

c.2. *Matorral sarcocaule.* Este matorral es típico de clima seco, muy cálido, cálido y semicálido. En el centro del estado, diagonalmente atraviesa una franja de entre 30 a 50 km de ancho, desde el norte del municipio de Altar, los municipios de Saric, Magdalena de Kino, Opodepe, Rayón, Ures – Mazacahui, La Colorada, Tecoripa, la Sierra del Bacatete, el norte del municipio de Cajeme, la sierra de Bayoreca, el oriente del municipio de Navojoa y el poniente y sur de Álamos, extendiéndose hasta el norte de Sinaloa. Es la zona de transición entre climas muy secos y climas semisecos del interior, y es en estas condiciones climáticas que se desarrolla el matorral sarcocaule, un matorral

que se caracteriza por tener tallos carnosos o jugosos, de hasta de 3 m de altura: *Jatropha cordata, J. cinerea, J. cuneata, Cercidium praecox, Bursera fagaroides, Bursera laxiflora, B. microphylla, Cercidium microphylla, Eysenhardtia orthocarpa, Fouquieria macdougali, Fouquieria diguetii, Acacia cymbispina, Atamisquea emarginata, Ziziphus sonorae, Guayacum coultierii, Randia thurberii, Pithecellobium sonorae, Prosopis glandulosa, Mimosa lexiflora, Opuntia sp., Olneya tesota*. En el sur y centro de la región también hay presencia de *Stenocereus thurberii* y *Pachycereus pecten aboriginum.* Hacia el centro y norte del estado de Sonora hay presencia de: *Fouquieria splendens, Olneya tesota, Carnegia gigantea, Cercidium microphyllum, Bursera microphylla, Pachycereus pringlei, Jatropha cuneata, Larrea tridentata, Opuntia bigelovii, Citharexylum flabellifolium, Colubrina viridis, Viscainoa geniculata*, con algunas cactáceas de *Pachycereus sp*. y *Stenocereus sp*.

c.3. *Matorral crasicaule.* Este ecosistema es abundante tanto en el norte como en el centro y costa de Sonora. Al norte y centro dominan especies como *Carnegia gigantea* (sahuaro), *Pachycereus priglei*, especies secundarias: *Agavae shawii, Myrtillocactus sp., Opuntia biguelovii, Encelia farinosa, Fouquieria splendens, Cercidium sp., Jatropha sp*. En los alrededores de Puerto de Libertad, en áreas muy reducidas y en forma endémica, único sitio en el mundo fuera de Baja California, hay presencia de *Fouquieria columnaris.* En la zona de la costa sur dominan especies como *Pachycereus pecten aboriginum* y *Stenocereus thurberii*, (hasta 6 m de altura), con especies secundarios, (hasta 2 m de altura) como son: *Fouquieria macdoughalli, Cercidium praecox, Cordia parviflora, Atamisquea emarginata, Condalia mexicana, Olneya tesota* (palo fierro), *Lophocereus schottii, Guaiacum coultierii, Jatropha cinerea, Prosopis glandulosa, Maytenus phyllantoides, Lycium berlandierii, Ziziphus sonorae, Desmanthus cavillei, Candalia lycioides*, y otros.

d) Pastizal

Se denominan como pastizales aquellas áreas dominadas por especies de gramíneas acompañadas por herbáceas y arbustos de diferentes familias, principalmente como las compuestas y leguminosas. Estas comunidades vegetales se ubican en el noreste de la región de estudio, sobre valles y sierras de las provincias Sierras y Llanuras del Norte y Sierra Madre Occidental, en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y la zona de bosques.

En su composición predominan las asociaciones de *Bouteloua*. Hacia el lado noreste, las principales especies son *Bouteloua rothrockii, B. curtipendula, B. gracilis*. Otras gramíneas presentes son*: B. chondrosoioides, B. filiformis, B. hirsuta, Asistida spp., Andropogon sp., Erioneuron sp., Heteropogon contortus, Hilaria sp., Muhlenbergia sp*. y *Sporobolus sp*. Las comunidades adyacentes son de arbustivas como *Acacia spp., Calliandra eriophylla, Croton sp., Lycium sp., Mimosa dysocarpa, Nolina sp.* y otras.

En este tipo de vegetación la principal actividad que se realiza es la pecuaria, por lo que en ocasiones, debido al sobrepastoreo y ramoneo se ha visto invadida por arbustos, que si bien es cierto algunos existen de manera natural, otros se propagan debido al disturbio. Las principales arbustivas son: *Acacia vernicosa, Calliandra sp., Celtis sp., Condalia sp*. y *Prosopis sp*.

Figura 4-5. Vegetación de pastizal en el municipio de Agua Prieta, Sonora

e) Otros tipos de vegetación

e.1 *Mezquital*. Este tipo de vegetación se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1200 metros de altitud, en climas muy secos, secos y semisecos, con temperaturas medias anuales de los 18 a lo 24° C y lluvia total anual de los 180 a los 400 mm. Se compone de diversas especies, dominando *Prosopis* (principalmente *P. glandulosa, P. glandulosa var. Torreyana* y *P. velutina*), acompañada por arbustos espinosos e inermes. Su altura varía de 3 a 5 metros. Su distribución es muy amplia, dominando en la subprovincia de Sierras y Llanuras Sonorenses y una pequeña zona de la Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa. Preferentemente se establece en suelos profundos de los valles y a lo largo de los cauces, sobre suelos yermosoles, regosoles, fluvisoles o xerosoles.

En la región bajo estudio pueden verse extensos mezquitales en la parte norte, por Trincheras, Benjamín Hill y El Esterito, acompañados por *Acacia spp., Ambrosia sp., Carnegiea gigantea, Olneya tesota, Opuntia bigelovi*i, y otras. Hacia el centro de la Región, las especies dominantes son *Prosopis velutina* y *Acacia cymbispina*, principalmente al norte de Ures, con coberturas hasta del 50 a 60%, con abundantes gramíneas. Más al sur, entre Ures y Tecoripa, principalmente en cerros bajos y llanuras los mezquitales se hacen acompañar por especies como *Cercidium sonorae* y *Karwinskia humboldtiana*. Entre los lomeríos del tramo Guaymas, Hermosillo, Santa Ana y alrededores, se tienen matorrales abiertos, asociados con cactáceas. En las llanuras situadas al sur de Vicam pueden verse *Prosopis glandulosa* asociados con *Lycium sp*., *Forestiera sp., Vallesia glabra, Condalia sp*. y otras, pero en lugares con mayor salinidad, como la costa suroeste de Hermosillo aumenta la presencia del chamizo blanco (*Atriplex canescens*) chamizo salado (*Suaeda fruticosa*) y *Allenrolfea occidentalis*.

La mayoría de las especies que conforman estas comunidades son utilizadas en la ganadería extensiva, aprovechando tanto las gramíneas como los elementos arbustivos para forraje. El mezquite es también empleado para elaborar carbón y postes para cercas, lo que ha provocado su sobreexplotación. El uso no planificado ha provocado la alteración de estas comunidades, las que se han visto invadidas por choyas, gatuños, sangregrados, hierba del vaso y otras de menor valor

forrajero, se ha propiciado también la erosión de suelos al disminuir la cobertura vegetal.

e.2 *Vegetación de desiertos arenosos y dunas costeras.* Es una cubierta vegetal que se desarrolla muy ligada a las condiciones edáficas, es decir, sobre suelos arenosos, sea sobre dunas marinas o dunas desérticas (Desierto de Altar, San Luis Río Colorado y Puerto Peñasco). En este tipo de vegetación existen especies herbáceas, perennes y anuales, aunque en su mayoría (alrededor del 60%) son plantas de ciclo muy corto. También existen arbustos pertenecientes a comunidades vecinas como matorral micrófilo, sarcocaule o vegetación halófila.

Algunas de las principales especies en estos ecosistemas son perennes de hasta 2 m de altura, como es el caso frente a la isla Tiburón: *Jatropha cinerea, J. cuneata, Bursera microphylla, Prosopis sp., Atriplex polycarpa, Fouquieria splendens, Larrea tridentata, Lycium californium, Opuntia biguelovii.* En el Desierto de Altar se tiene de manera dominante a especies efímeras como *Abronia villosa, Oenothera deltoides, Lupinus arizonicus, Dicoria canescens, Dithyrea californica* y *Drymaría viscosa; y* especies perennes como *Ephedra trifurca, Ambrosia dumosa, Hilaria rigida, Asclepios subulata, Atriplex canescens* y *Larrea tridentata.*

e.3 *Vegetación halófila.* Esta se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 150 metros de altitud, en suelos salinos, como son los solonchak y regosoles con fases salinas o sódicas, influenciados por inundaciones marinas ocasionales. Se compone de hierbas y arbustos, algunas suculentas. También están en antiguas áreas de riego, cerca de las costas, donde hubo intrusión salina a los acuíferos por sobreexplotación, o donde hubo un manejo de riego ineficiente y una acumulación de sales en la superficie. Se encuentran principalmente las siguientes especies halófitas: *Allenrolfea occidentales, Frankenia palmerii, Distichlis palmerii, Suaeda sp., Atriplex sp., A. canescens, A. bardayana* y *Maytenus phyllanthoides*, entre otras.

Estas comunidades vegetales se mantienen en grandes áreas en condiciones casi inalteradas, aunque son utilizadas como comestibles por los habitantes de la región.

e.4 *Manglar.* Este ecosistema existe en pequeñas proporciones en las zonas de influencia de las mareas y los esteros del sur del estado de Sonora, dominando principalmente por *Avicennia germinans* o mangle negro. La importancia de este tipo de vegetación radica en que representa un vínculo entre el mar y la tierra. Esta vegetación adaptada al agua salada protege las costas absorbiendo la energía de las olas y el viento, y regulan la calidad del agua en estuarios y litorales mediante la sedimentación y absorción de nutrientes. Las plantas y suelos de los manglares protegen los lechos de algas marinas y corales previniendo el atarquinamiento y absorbiendo los contaminantes acarreados por los efluentes industriales y urbanos. Es un ecosistema extraordinario que sirve de criadero, vivero, área de alimentación y refugio faunístico. El problema principal de estos ecosistemas lo representa su conversión en usos alternativos como es el caso de las granjas camaroneras. Dado lo antes expuesto, es necesario decir que el aprovechamiento de este recurso debe hacerse bajo estrictos programas de manejo, de tal forma que no se deteriore aun más este valioso ecosistema.

La ***Figura 4.6*** muestra el uso del suelo en la Región Hidrológico Administrativa II Noroeste, donde puede apreciarse que la vegetación dominante es el matorral, siguiéndole en orden decreciente la selva y luego los bosques.

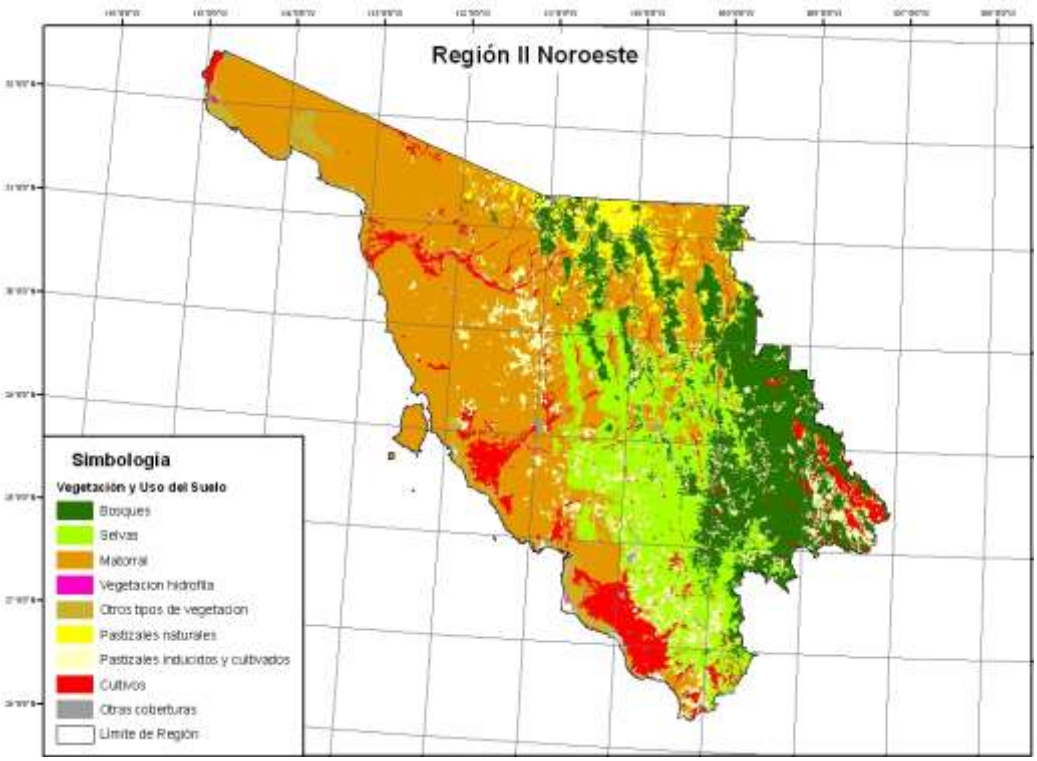


Figura 4-6. Uso del suelo y vegetación en la RHA II Noroeste
Fuente: Inventario Nacional Forestal 2000-2001, modificado por INE, 2002.

4.2.2 *Contexto demográfico*

Las características socioeconómicas de la población que habita en la Región Hidrológico Administrativa Noroeste y que supera ampliamente a la cantidad de dos millones de habitantes, se hace con base en la información del XII Censo General de Población y Vivienda del año 2000, publicada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Los datos fuente para el desarrollo del tema hacen referencia a los municipios que se ubican dentro de la RHA, la cual queda conformada por el estado de Sonora y parte de Chihuahua. Los conceptos y definiciones propios del Censo se conservan a lo largo del análisis que se hace de la información, recabada a nivel de las localidades y municipios comprendidos dentro de los límites del área de estudio.

La RHA II Noroeste está formada por parte de los estados de Sonora y Chihuahua, constituyéndose por 79 municipios, 72 de los cuales pertenecen a Sonora y los 7 restantes a Chihuahua. En Sonora se encuentran las 15 ciudades ubicadas dentro de la RHA y también el 85.23% de las 9,494 localidades rurales. La parte correspondiente a Chihuahua se compone solamente de comunidades rurales y como consecuencia tiene pocos habitantes. De la población total regional, 2'216,969 (95.51%) habitan en Sonora y sólo 104,152 (4.49%) se ubican en el estado de Chihuahua (***Cuadro 4.1***).

Cuadro 4-1. Población total, localidades rurales y urbanas de la RHA II Noroeste

Estado	Localidades rurales	%	Localidades urbanas	%	Población total	%
Sonora	8,092	85.23	15	100.00	2,216,969	95.51
Chihuahua	1,402	14.77	0	0.00	104,152	4.49
T o t a l	9,494	100.00	15	100.00	2,321,121	100.00

***Fuente*:** XII Censo General de Población y Vivienda 2000. INEGI

La población masculina es ligeramente mayoritaria en ambas entidades, principalmente en Chihuahua, en donde alcanza hasta el 50.83% del total. Respecto al tamaño de las familias, son de 4.08 personas en promedio para Sonora y de 3.86 personas en promedio para Chihuahua. En esta diferencia posiblemente influye que en Sonora se incluyen las familias urbanas y rurales.

Los hogares que tienen como jefe a un hombre, en Chihuahua representan al 82.17% del total, en tanto que en Sonora es el 79.42%, hecho que también responde a que en el primer caso se incluye a la población urbana y, consecuentemente, a una población donde las mujeres participan más en el proceso productivo.

En lo que se refiere a población indígena, se tiene que en Sonora habita un mayor número, esto debido a que sólo una pequeña parte de Chihuahua se considera en el estudio, pues proporcionalmente las magnitudes son similares en cada entidad y representan poco más del 2% de la población total. La mayoría de esta población son bilingües (más del 95% en Sonora y más del 91% en lo que toca a Chihuahua) pues además de hablar su lengua materna, dominan el idioma español.

Respecto a los servicios de salud que recibe la población, en Sonora el 57.47% es derechohabiente de seguro de servicio médico y en Chihuahua sólo el 30.12% tiene esa condición. Nuevamente esto se atribuye a que en el caso de Sonora se incluye a la población de zonas urbanas y rurales, en tanto que en Chihuahua sólo se consideran las comunidades rurales localizadas territorialmente dentro de la RHA II Noroeste. Al revisar el número de personas con discapacidad se observa que 2.54% de la población de Chihuahua y 1.92% de Sonora presentan esta condición.

El analfabetismo registrado en la RHA II Noroeste es del 4.64% de la población mayor de 14 años, mientras que el promedio de instrucción escolar es de 5.81 años y la no asistencia a la escuela por parte de la población en edad de hacerlo es del 6.1% en promedio. En ambos casos, los porcentajes correspondientes al estado de Chihuahua son superiores al 10%. En Sonora en cambio el primer caso tiene porcentajes de 4.40% y el segundo de 5.72%. Esto como se ha mencionado, se atribuye en gran medida a que se analiza únicamente una pequeña parte del estado de Chihuahua y precisamente aquella de la zona serrana, donde por dificultades de acceso entre otras limitantes se tiene una menor cobertura de servicios básicos, si se compara con zonas urbanas, las que si se incluyen en Sonora.

La población económicamente activa (PEA) en la RHA II Noroeste representa el 50.47% del total, proporción que es más alta en el estado de Sonora, donde alcanza el 50.94%, pero desciende significativamente en Chihuahua al 40.19%. En el estado de Sonora la principal ocupación de la población corresponde al sector terciario (51.28%), mientras que el sector secundario emplea a un 29.40% y el primario ocupa al 15.89% de la PEA. En Chihuahua las cifras cambian siendo las actividades primarias la principal ocupación de la población (37.13%), en tanto que un 24.96% dedica sus actividades al sector secundario y 34.99% se desempeña en el sector terciario. La ***Figura 4.7*** muestra gráficamente esta información.

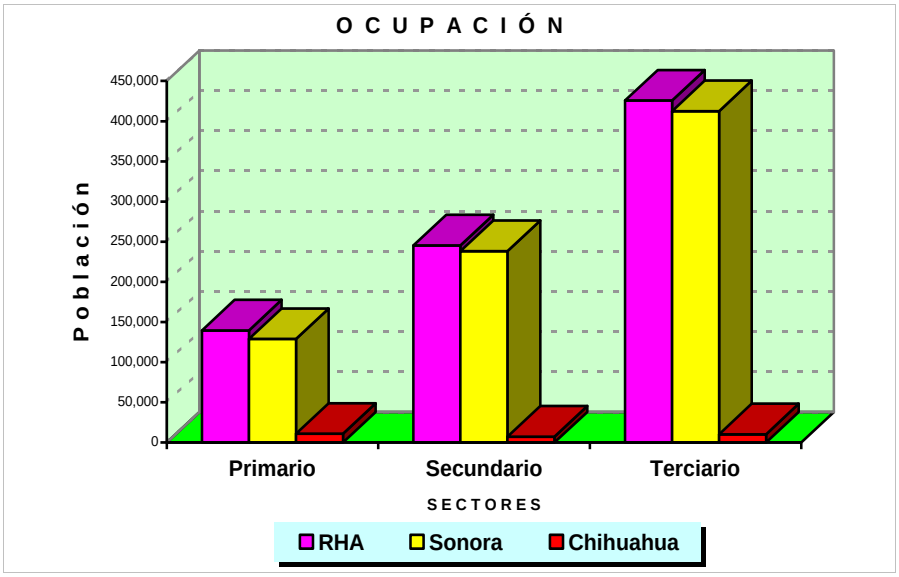


Figura 4-7. Ocupación por sectores de la RHA II Noroeste

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI (2000)

El ingreso económico de la población de Sonora tiende a ser mayor que en el caso de Chihuahua. Los mayores ingresos comprenden poblaciones proporcionalmente mayores en Sonora, por el contrario, los ingresos menores o la ausencia de estos son para proporciones mayores en la población de Chihuahua. Sin embargo, en ambos estados la mayoría de sus respectivas poblaciones reciben de 1 a 5 salarios mínimos. Es el caso del 72.03% de la población de Sonora y del 60.68% de la población de Chihuahua (***Cuadro 4.2***).

Cuadro 4-2. Población con ingresos económicos menores y mayores a 2 salarios mínimos RHA II Noroeste

Ingresos inferiores a 2 salarios mínimos						
Estado	Número de salarios mínimos					
	No recibe		Hasta 1		1 a 2	
	No.	%	No.	%	No.	%
Sonora	18,282	2.26	54,652	6.74	258,959	31.95
Chihuahua	5,040	17.35	2,694	9.27	8,738	30.07
T o t a l	23,322	2.78	57,346	6.83	267,697	31.89
Ingresos superiores a 2 salarios mínimos						
Estado	Número de salarios mínimos					
	2 a 5		6 a 10		Más de 10	
	No.	%	No.	%	No.	%
Sonora	324,851	40.08	77,403	9.55	34,030	4.20
Chihuahua	8,893	30.61	1,647	5.67	667	2.30
T o t a l	333,744	39.76	79,050	9.42	34,697	4.13

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI (2000)

Los indicadores socioeconómicos relacionados con los materiales para la construcción de viviendas en la RHA II Noroeste se refieren a la presencia de pisos de tierra y materiales de desecho empleados en los techos y paredes. En Chihuahua se registra un mayor número de viviendas con piso de tierra (18.82%) que en Sonora (12.78%). Sin embargo, las viviendas con paredes y techos de materiales de desecho proporcionalmente son mayores en Sonora (3.82 y 9.55%) que en Chihuahua (0.15 y 7.94%), dado que en aquella se incluye a la población de las ciudades. En cuanto a servicios en la vivienda, se tiene que el servicio más común es la electricidad, seguido por el agua entubada y luego por el drenaje ***(cuadro 4-3***).

Cuadro 4-3. Servicios básicos en la vivienda, RHA II Noroeste

Estado	Viviendas con servicios					
	Agua entubada		Drenaje		Electricidad	
	No.	*%*	*No.*	*%*	*No.*	*%*
Sonora	483,057	91.59	417,595	79.18	506,906	96.11
Chihuahua	21,970	82.79	11,164	42.07	20,582	77.56
T o t a l	505,027	91.17	428,759	77.40	527,488	95.22

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI (2000)

Otro de los indicadores importantes dentro del contexto del proyecto es el que se refiere al uso de combustible en las viviendas. A este respecto, el contraste de la población rural de los municipios comprendidos de Chihuahua frente al total de la población de Sonora se manifiesta en este tema. En Chihuahua la leña es usada por el 53.14% de las viviendas y en Sonora sólo por el 6.38%. Respecto al uso de gas, en Sonora es usado por el 93.35% de las viviendas y en Chihuahua por el 46.92%. Los demás combustibles se usan en proporciones muy pequeñas (***Cuadro 4.4***).

Cuadro 4-4. Combustible de uso doméstico en la RHA II Noroeste

Estado	Número de viviendas							
	Gas		Leña		Carbón		Petróleo	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Sonora	487,090	92.35	33,627	6.38	132	0.03	111	0.02
Chihuahua	12,318	46.42	14,101	53.14	13	0.05	5	0.02
T o t a l	499,408	90.15	47,728	8.62	145	0.03	116	0.02

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda, INEGI (2000)

La situación socioeconómica descrita para la RHA II Noroeste es una limitante para el fortalecimiento de la conciencia forestal y el aprovechamiento sustentable del recurso. Se observa que el uso del recurso forestal por la población de la Región es de carácter complementario, dedicándose en su mayoría a actividades económicas del sector secundario y terciario, careciendo de los recursos económicos necesarios para el desarrollo de este sector, por lo que los pobladores seguirán aplicando sus prácticas de aprovechamiento tradicionales en detrimento de los ecosistemas forestales. Es necesario en primer término detener y revertir la degradación del recurso forestal, para posteriormente lograr la generación de beneficios económicos y ambiéntales, resultados que no se obtienen en un corto plazo.

4.2.3 *Degradación de los recursos forestales y acciones para su recuperación*

4.2.3.1 *Degradación del recurso*

La degradación de los recursos forestales se analiza desde el punto de vista de los cambios de uso de suelo, la tala clandestina, la ocurrencia de incendios, la erosión de suelos y las plagas y enfermedades.

a) ***Cambios de uso del suelo*****:** Los cambios de uso del suelo han propiciado la degradación de los recursos forestales en la RHA II Noroeste, debido principalmente a la pérdida, total o parcial de la cobertura vegetal. Esta situación es común en diversas áreas del país y de acuerdo con información derivada de los inventarios forestales disponibles de los años 80's y 2000, la causa principal ha sido la expansión de las superficies agrícola y pecuaria, que han afectado principalmente áreas de matorrales y selvas.

b) ***Tala clandestina:*** La tala clandestina es reconocida en especies como el mezquite (*Prosopis, spp*), palo fierro (*Olneya tesota*) y vara blanca (*Croton fragilis*), las cuales son utilizadas para la producción de carbón, elaboración de figuras artesanales y como tutor de cultivos agrícolas, respectivamente. Los dos primeros forman parte de mezquitales y matorrales, en tanto que la ultima especie forma parte de la selva baja (PROFEPA, 2006; SEMARNAT, 2003b).

Tomando en consideración lo anterior, la PROFEPA identifica 4 zonas de tala clandestina y otros ilícitos, las cuales se enlistan a continuación:

- Zona Oeste: Hermosillo, Pitiquito.
- Zona Norte: Benjamín Hill, Santa Ana, Trincheras Magdalena, Cucurpe, Tubutama.
- Zona Sur: Álamos, Quiriego, Cajeme, Navojoa.
- Zona Este: La Colorada, Ures, Mazatán, Yécora, Sahuaripa.

c) ***Incendios forestales:*** Otra causa de la deforestación son los incendios forestales. Las tres principales causas de los incendios son las descargas eléctricas, los cultivos ilícitos y las fogatas de paseantes y fumadores. Los ecosistemas mas afectados por estas causas han sido los bosques y la vegetación de zonas áridas, según puede verse en el ***Cuadro 4.5***.

Cuadro 4-5. Superficie afectada por incendios en Sonora en el período 2003-2005

Año	Número de incendios	Superficie Afectada (ha)					Causas principales	Ecosistema afectado
		Arbolada		No Arbolada				
		Renuevo	Arbolado Adulto	Matorrales y Arbustos	Pastizales	Total		
2003	45	672	544	349	5,873	7,438	Descargas eléctricas, cultivos ilícitos, fogatas de paseantes, rencillas, actividades agropecuarias y fumadores, otras no determinadas.	Vegetación de Zonas Áridas (VZA), Bosques
2004	33	0	0	20	165	185	No determinadas, descargas eléctricas, cultivos ilícitos, fumadores, fogatas de paseantes, quema de basureros y actividades agropecuarias.	Bosques, VZA
2005	29	0	220	342	2,786	3,348	Descargas eléctricas, cultivos ilícitos, no determinadas,	Bosques
2006	56	15	71	0	8,424.5	8,510.5	Cultivos ilícitos, no determinadas, descargas eléctricas, fogatas de paseantes, rencillas, quema de basureros, actividades forestales y agropecuarias.	Bosques, VZA

Fuente: (CONAFOR, 2006)

d) ***Erosión de suelos:*** Como consecuencia de los cambios inadecuados del uso del suelo e incendios forestales, se presenta pérdida de suelo, principalmente por erosión hídrica. Esto disminuye la capacidad productiva de los predios y por lo tanto dificulta las condiciones de restauración de los ecosistemas. El Instituto del Medio Ambiente y el Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (IMADES) estimó mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo la superficie afectada por erosión moderada y acelerada en relación a los usos del suelo, como se observa en el ***Cuadro 4.6***.

Cuadro 4-6. Superficie erosionada según el uso del suelo

Actividad	Superficie (ha)	
	Moderada	Acelerada
Matorral	2,188,835	233,489
Sin uso aparente	221,652	738
Pastizal	602,845	56,622
Ganadería condicionada	13,430	8
Bosque	978,368	348,371
Agricultura	76,709	1,056
Minería	318,152	40,961
Asentamientos humanos	7,911	2
Granjas	5,458	29
Corrales de engorda	20,182	6,118
Granjas avícolas	2,632	0
Establos lecheros	2,844	0
Aserraderos	9,854	3,030
Turismo	2,755	23
Granja acuícola	192	0
Industria	4	0
Subtotal	4,451,823	690,447

***Fuente*:** (IMADES – SEMARNAT-SIUE. 1998)

e) Plagas y enfermedades: A este respecto existe poca información actualizada en la región, tal vez en parte debido a que, como se ha mencionado, el estado de Sonora se considera más como un territorio ganadero que forestal. No obstante, existen diversas plagas y enfermedades en el sector forestal, destacando plagas como el gusano barrenador, descortezadores, mosquita blanca, pulgón y la planta parásita del muérdago (*Arceuthobium sp*.). La falta de atención al problema de plagas y enfermedades puede ocasionar al paso del tiempo inconvenientes fuertes que sean determinantes en el desarrollo forestal. Con los cambios de uso del suelo, sobreexplotación, incendios, etc., los factores de control natural pueden romper su equilibrio y ocasionar se dispare alguna plaga o enfermedad o la invasión de plantas parásitas como el muérdago.

En la Región Noroeste se tiene la presencia de *Phoradendron californicum* en la vegetación de matorral, atacando ataca principalmente especies leguminosas como el mezquite y palo fierro y palo verde. Los muérdagos *P. capitellatum, P hawksworthii* y *P. juniperinum* atacan prácticamente a todas las especies de Juniperus, mientras que el *P. macrophyllum* ataca principalmente la vegetación de galería como álamos, sauces y sabinos, entre otros.

4.2.3.2 *Recuperación del recurso*

La recuperación del recurso forestal es una de las acciones necesarias tanto a nivel nacional como regional. En este contexto la CONAFOR a través de su Programas de Conservación y Restauración de los Recursos Forestales en coordinación con el Gobierno del Estado y de otras organizaciones, así como con la cooperación de los usuarios de los recursos promueve la realización de obras orientadas a la conservación de suelos y a la restauración de ecosistemas en particular mediante 4 líneas de acción (D.O.F. 2006):

Conservación y Restauración Forestal

- Conservación y Restauración
- Prevención, equipamiento y combate de incendios forestales
- Sanidad forestal
- Servicios ambientales

a) ***Reforestaciones.*** Las reforestaciones realizadas en Sonora durante el periodo 2003 al 2005 alcanzan una disponibilidad de plantas de 6'289,902, las cuales fueron liberadas para la reforestación de 15,253.6 ha, como se indica en el ***Cuadro 4.7*****.** Según el análisis de las cédulas de registro de plantaciones las principales especies utilizadas con fines de reforestación son el maguey bacanora, mezquite, palo fierro, nopal, palo verde, chiltepín (esta especie también se promueve con fines comerciales), zamota, palo colorado, amapa, mauto, pino y guásima entre otras. En el 2006 fueron aprobadas para Sonora 116 solicitudes de apoyo con fines de reforestación (CONAFOR. 2006c).

Cuadro 4-7. Superficie reforestada y número de plantas (2003-2006)

Año	Superficie (ha)	Número de plantas
2003	3,276.5	2'229,314
2004	3,111.4	2'209,424
2005	8,865.7	1'851,164
T o t a l	15,253.6	6'289,902

Fuente**:** (CONAFOR. 2006c).

El apoyo para las actividades de reforestación se da bajo diferentes modalidades de otorgamiento del material vegetativo, lo cual incluye: reforestación con planta procedente de vivero, mediante siembra directa (con semilla), con propagación vegetativa y proceso completo con dotación de planta. Generalmente la entrega de material vegetativo va acompañada de un subsidio para cubrir los gastos o parte de los gastos que involucra la reforestación como transporte de material y mano de obra empleada. Sin embargo cabe señalar que en muchos casos solo se proporciona el material y los gastos relacionados los cubre el productor o dueño del predio.

b) ***Obras y prácticas de conservación de suelos.*** Las obras y prácticas de conservación de suelos en Sonora también son promovidas por la CONAFOR. Aun cuando existen muchas alternativas la mayoría de las veces se solicita apoyo para la construcción de bordos con curvas de nivel. En el 2006 fueron aprobadas para Sonora 28 solicitudes de apoyo con este fin (CONAFOR. 2006c).

c) ***Áreas Naturales Protegidas (ANP).*** La importancia de la conservación de la vegetación natural y los ecosistemas en general de las zonas áridas y semiáridas, así como aquellas áreas forestales de la región serrana que presentan aún poco disturbio antropogénico, es reconocida ampliamente por las autoridades nacionales y estatales responsables de la administración de los recursos naturales. Prueba de ello es la situación de que la RHA II Noroeste tiene aproximadamente el 14.63% de su extensión total declarada como Área Natural Protegida, entre la mas importantes se encuentran: El Pinacate y Gran Desierto de Altar, Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, Campo Verde, Papigochic, Sierra de Álamos, Río Cuchujaqui, Tutuaca, Isla San Pedro Mártir, Islas del Golfo de California y Cascada de Basaseachi, las tres últimas compartidas con los Estados de: Baja California, Baja California Sur y Chihuahua. La distribución geográfica de cada una de estas se presenta el la ***Figura 4.8***. En el ***Cuadro 4.8*** se indican las superficies reportadas para cada ANP existente en la RHA II Noroeste, de acuerdo a la información proporcionada por la CONANP en su página web.

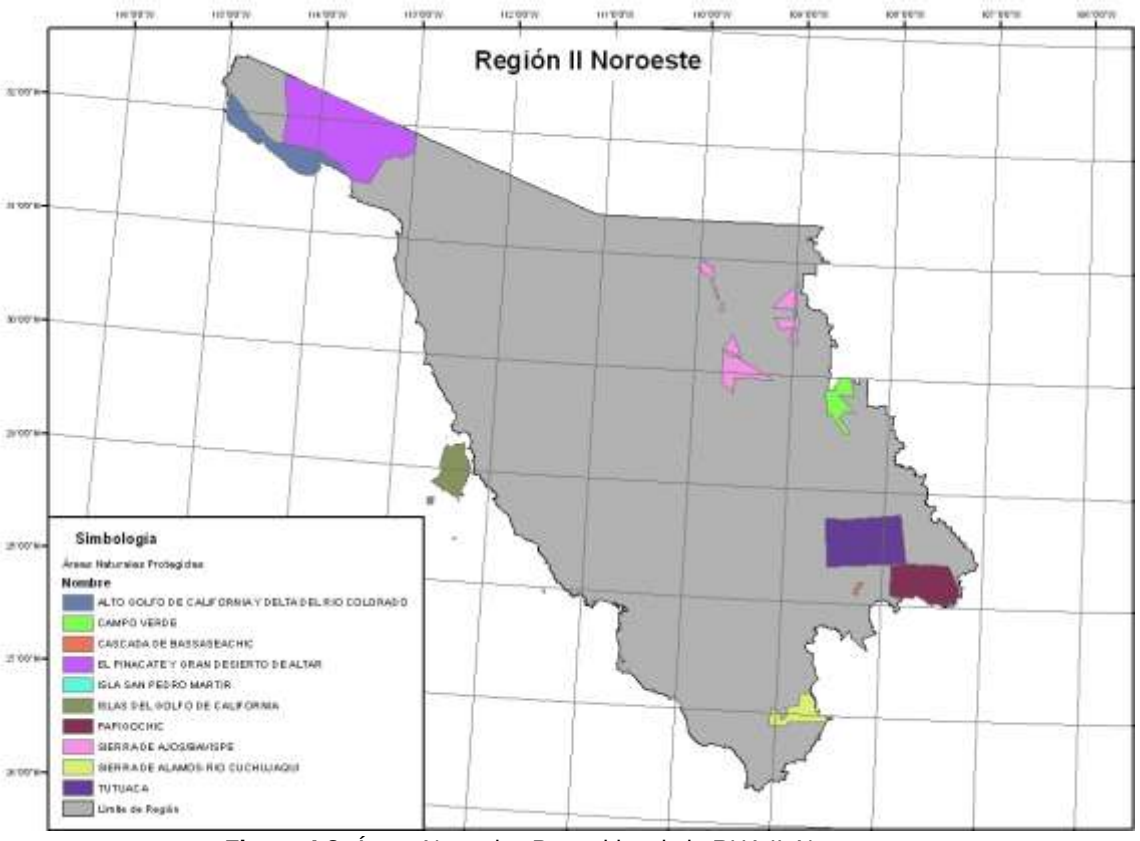


Figura 4-8. Áreas Naturales Protegidas de la RHA II, Noroeste

Fuente: Carta digital de Áreas Naturales Protegidas. CONANP. 2006.

Cuadro 4-8. Superficies ocupadas por las ANP´s en la RHA II Noroeste

No.	Área Natural Protegida	Categoría	Superficie (ha)	Ubicación
1	Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado	Reserva de la Biosfera	934,756.00	Baja California y Sonora
2	El Pinacate y Gran Desierto de Altar	Reserva de la Biosfera	714,557.00	Sonora
3	Isla San Pedro Mártir	Reserva de la Biosfera	30,165.00	Sonora
4	Islas del Golfo de California	Área de Protección de Flora y Fauna	321,631.00	B. C., B. C. Sur, Sonora y Sinaloa
5	Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui	Área de Protección de Flora y Fauna	92,890.00	Sonora
6	Sierra de Ajos Bavispe	Reserva Forestal Nacional y Refugio de Fauna Silvestre	186,734.00	Sonora
7	Cascada de Bassaseachic	Parque nacional	5,803.00	Chihuahua
8	Tutuaca	Área de Protección de Flora y Fauna	365,000.00	Chihuahua
9	Campo Verde	Área de Protección de Flora y Fauna	108,069.00	Chihuahua
10	Papigochic	Área de Protección de Flora y Fauna	243,643.00	Chihuahua
	T o t a l		3,003,248.00	

Fuente: http://www.conanp.gob.mx

4.2.4 *Manejo forestal*

El manejo forestal es el conjunto de acciones y procedimientos que tienen por objeto la ordenación, el cultivo, la protección, la conservación, la restauración y el aprovechamiento de los recursos forestales de un ecosistema, considerando los principios ecológicos de respeto a la integralidad funcional e interdependencia de sus componentes, y sin que merme la capacidad productiva del mismo. El programa de manejo forestal es el instrumento técnico de planeación y seguimiento que describe las acciones y procedimientos de manejo forestal sustentable.

Según la delegación Sonora de la SEMARNAT, existen 219 programas de manejo forestal en la Región Administrativa II Noroeste, mediante los cuales se han autorizado los aprovechamientos de recursos forestales maderables (SEMARNAT, 2006c). De estos, resalta el hecho que 38 corresponden al aprovechamiento de pino como especie principal, uno solo al aprovechamiento de encino y los 180 restantes se han solicitado para aprovechamiento de mezquite, aunque como segunda especie existen más aprovechamientos de encino y palo fierro.

Es también importante mencionar que se tienen registrados 17 aprovechamientos con programas de manejo, correspondientes a productos forestales no maderables de especies como el ocotillo (*Fouquieria splendens*), bacanora (*Agave angustifolia*), chollas (*Opuntia fulgida*) y sahuaros (*Carnegia gigantea*), entre otras. Cabe también hacer notar que la elaboración de los programas de manejo está a cargo de técnicos forestales reconocidos ante el Registro Forestal Nacional, situación que a veces genera críticas por aquellos técnicos no registrados.

4.2.5 *Plantaciones forestales*

Se entiende a la plantación forestal comercial como el establecimiento, cultivo y manejo de vegetación en terrenos en forma temporal o preferentemente permanente, cuyo objetivo principal es la producción de materias primas forestales destinadas a su industrialización y/o comercialización. En la Región II Noroeste, debido en gran parte a sus condiciones ambientales, las plantaciones forestales comerciales no han sido promovidas. Apenas en este ejercicio 2005-2006 se tiene registrada como aprobada una plantación forestal de mezquite (100 ha) para la zona de la costa en el Estado de Sonora.

Es importante mencionar que precisamente para compensar aquellas zonas del país en que las condiciones ambientales no son propias para las plantaciones forestales, a inicios del año 2007 se espera tener un fuerte impulso regional con la puesta en marcha del Proyecto de Desarrollo Sustentable para las Comunidades Rurales e Indígenas del Noroeste Semiárido en México, financiado básicamente por el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). Los municipios de Quiriego, Rosario, Álamos, San Miguel de Horcacitas, Cucurpe y Hermosillo en Sonora, además de otros once de los estados de Chihuahua, Coahuila y Baja California se verán beneficiados por este proyecto que invertirá 23 millones de dólares por un período de seis años. En el apartado de Mecanismos Financieros de este documento se amplía la información al respecto, aunque hay que decir que no se enfoca a las plantaciones comerciales.

4.2.6 *Germoplasma*

Se tienen diferentes definiciones de Germoplasma: 1) Individuo, grupo de individuos o clones representativos de un genotipo, variedad, especie o cultivo, que forma parte de una colección mantenida in situ o ex situ. 2) Estructura que porta la suma total de las características hereditarias de una especie. Esta última definición supone que la estructura puede dar origen a una nueva generación, transmitiendo sus características genéticas. Por lo anterior, se considera como germoplasma a las semillas, tejidos, bulbos, yemas, polen y células (CONAFOR, 2006e).

En la Gerencia Regional II Noroeste existe un área destinada a mantener el germoplasma disponible así como personal técnico a cargo de su mantenimiento. Las semillas disponibles generalmente son compradas a productores que acreditan legalmente la propiedad de los predios de donde la semilla es colectada. La Gerencia no dispone de personal a su cargo que participe directamente en el proceso de colecta como tampoco tienen predios dedicados exclusivamente a la producción de semilleros u otro tipo de material vegetativo.

Es recomendable la formulación e implementación de un programa de fomento al germoplasma forestal en la región, que garantice la disponibilidad del material de calidad a través de una mejor selección de los predios de donde procede. El conocimiento de los predios fuente es un factor que se debe tomar en consideración en el momento de realizar las reforestaciones para asegurar o aumentar la probabilidad de éxito de las mismas.

4.2.7 *Aprovechamiento e industria forestal*

La industria de asierre establecida carece de adelantos tecnológicos y administrativos. Los treinta y cinco aserraderos inscritos o en proceso de inscripción (SEMARNAT S/F c) en el Estado de Sonora (***Cuadro 4.9***), generalmente carecen de un adecuado programa de mantenimiento del equipo. En el mismo cuadro se muestran (tercera columna) las industrias que no están registradas.

Cuadro 4-9. Industria Forestal en la Región II Noroeste, 2006

Industria Forestal		
Giro	**Establecimientos con Gestión en el R.F.N.**	**Establecimientos sin Gestión en el R.F.N.**
Maderería	30	100
Aserradero	35	2
Fábrica de tarimas, cajas y taller de secundarios	13	6
Carbón y Leña	62	20
Almacenamiento de Vara Blanca	13	0
Palmillera	9	7
Semillas, frutos y partes vegetativas	2	0
Impregnadoras	1	4
Talleres de Artesanías (de palo fierro)	184	80
Muebles y Molduras	2	6
Fábrica de Artesanías de Cactáceas	1	0
Fábrica de Plumas	1	0

Fuente: Registro Forestal Nacional (RFN)

Otra característica es que la capacidad de transformación excede los requerimientos (estimada en 130,000 m^3 en rollo, asumiendo 200 días de trabajo en turnos de 8 horas) y salvo los aserraderos de los ejidos Yécora y Mesa de Tres Ríos, el resto pasa mucho de su tiempo sin laborar o trabajando a su mínima capacidad, aun con la situación se que existe abastecimiento de madera en rollo del Estado de Chihuahua. Esto puede ser debido al escaso aprovechamiento del recurso forestal o que debido a la falta de una buena organización y cultura forestal, la transformación de la madera se hace en otras partes.

En lo que concierne a la actividad artesanal, esta se realiza con sistemas rudimentarios de corte y pulido; son sistemas de chumaceras y flechas conectados a motores eléctricos montados en forma rudimentaria, sin ningún sistema de seguridad. La capacidad instalada supera en 300% al consumo estimado por año, bajo el supuesto de que se aproveche en su totalidad (1,084 m^3) lo autorizado en ese período. La impregnación es realizada con sales Cromo-Cobalto-Arsénico (CCA), la materia prima es traída del Estado de Chihuahua (San Juanito). Básicamente se impregna postería para cercado que es consumida en los campos agrícolas y ranchos ganaderos de la región de Hermosillo, Caborca y Guaymas. Han aparecido últimamente pequeños empresarios que dan mayor valor agregado a la materia prima forestal, destacan en Guaymas, una planta de fabricación de puertas de mezquite, y más recientemente un pequeño taller-fábrica que elabora plumas de palo fierro y mezquite; igualmente se están generando las primeras experiencias en el asierre del mezquite. Por otra parte la elaboración de artesanías y manualidades a partir de estructura de cactáceas se está realizando en San Luis Río Colorado en baja escala.

4.2.8 *Dendroenergía*

Los sistemas de dendroenergía consisten en los procesos y operaciones unitarias que consideran la producción, preparación, transporte, mercadeo, comercio y uso de combustibles de madera para su transformación en energía (Trossero, M. A., 2002). Conceptualmente la dendroenergía implica un tema interesante que se puede entender como el equivalente a un “paquete tecnológico” orientado a la generación de energía a partir de madera, que es promovido a través de las políticas energéticas y que aparentemente hasta ahora solo ha sido adoptado por los países industrializados como Alemania, Austria, Canadá, Finlandia, Países Bajos, Suecia y los Estados Unidos.

Según Trossero (2002. op. cit), la mayor parte de los viejos problemas asociados con la dendroenergía – relacionados con la producción y gestión de recursos para la obtención de leña y carbón vegetal y su uso por los sectores más pobres de la población – no han sido superados todavía. Tampoco se han modificado las principales preocupaciones de las organizaciones públicas y privadas que trabajan en este campo: gestión insuficiente de las fuentes de suministro de combustible de madera; comercio informal de leña y carbón vegetal; transformación ineficiente de la leña en los hogares y las pequeñas industrias familiares, que provoca contaminación y problemas de salud, así como cuestiones de género y asuntos normativos, por mencionar sólo algunos.

En la Región II Noroeste la dendroenergía aún no forma parte de los programas de desarrollo regional. Debería ser, quizás, uno de los temas de investigación aplicada a promover con la finalidad de generar un paquete con enfoque participativo y eficiente de la producción, el manejo y la transformación de la madera en energía. Naturalmente bajo las condiciones actuales parecería que la región solo cuenta con la parte problemática del proceso pues como se ha indicado en algunos apartados de este documento la falta de control en la extracción de madera de mezquite principalmente para la producción de carbón (debido al clandestinaje) es una realidad y a la vez un reto que se tiene que superar. Por otra parte el aprovechamiento de leña para uso doméstico tiene un fondo cultural y económico pues en ciertas

localidades serranas forestales aunque pueden disponer de gas licuado optan por usar leña debido a que esta representa un recurso aparentemente sin mayor costo que el trabajo que implica ir a colectarla.

Un dato interesante en este contexto es que “Sonora es el principal productor de carbón vegetal en México, con una producción anual de 13,000 ton, en promedio, en los últimos 10 años, que se obtienen principalmente del mezquite (*Prosopis spp*) en las regiones centro y costa de la entidad. Otros usos reportados para esta especie lo incluyen como fuente de leña, combustible para chimeneas, uso doméstico y en ladrilleras.” (SEMARNAT S/F).

Finalmente, más allá de la transformación en energía, es necesario abordar este tema debido a que, en un marco de sustentabilidad, conduce a conocer con objetividad el entorno de la actividad forestal dedicada a la producción de carbón. Por ejemplo lo que se debería evaluar es la fuente del carbón, en particular si se esta produciendo y si se va a producir a partir de materia muerta o viva, debido a que las observaciones recientes de la PROFEPA y de los productores indican que la tala clandestina ya incluye material verde. Es interesante considerar también que las fronteras agrícolas cuyas ampliaciones en años anteriores eran fuente de desmontes y por lo tanto de materia muerta, disminuyen cada vez más.

4.2.9 *Servicios Ambientales*

Los servicios ambientales o ecosistémicos son los beneficios intangibles que los ecosistemas proveen a la sociedad, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable. En consecuencia, la base de los servicios ambientales se encuentra en los componentes y procesos que integran los ecosistemas. Entre los principales servicios ambientales destacan:

1. La regulación del clima y el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.
2. La provisión de agua en calidad y cantidad suficientes.
3. La generación de oxígeno.
4. El control de la erosión, así como la generación, conservación y recuperación de suelos.
5. La captura de carbono y la asimilación de diversos contaminantes.
6. La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y las formas de vida.
7. La polinización de plantas y el control biológico de plagas.
8. La degradación y el reciclaje de desechos orgánicos.
9. La belleza del paisaje y la recreación.

La CONAFOR mediante la publicación de una convocatoria y de las reglas de operación anuales promueve los servicios ambientales en México desde el año 2003, en particular mediante el Programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) que comprende 4 modalidades: 1) PSA Hidrológicos (PSAH), 2) El Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales por Captura de Carbono, 3) de Protección a la Biodiversidad y 4) los derivados del establecimiento y mejoramiento de Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA). Mediante estos programas, y en particular mediante el de pago por servicios ambientales hidrológicos (PSAH), la CONAFOR otorgó a los beneficiarios en ese año un apoyo que variaba según el tipo de bosque entre $300.00 y $400.00 por ha ingresada al programa, con el compromiso principal por parte de los beneficiarios de no realizar ni provocar cambios de uso de suelo (D.O.F., 2003). Estas sumas se han ajustado a través del tiempo, anunciándose para el 2006 un monto anual de apoyo de 6.5 a 8.5 smvdf[1] por hectárea inscrita en el programa, de acuerdo a las Reglas de Operación vigentes (D.O.F., 2006).

[1] Salarios mínimos generales vigentes en el Distrito Federal

A partir del 2004 se integraron seis beneficiarios en la Región Administrativa II Noroeste al programa de PSAH. De ellos, cuatro se encuentran registrados como núcleos agrarios de tenencia social (ejidos) y dos corresponden a pequeños propietarios. Se considera que para el año 2006 se tendría una superficie potencial de 7,968.4 ha a ser incluida, que comprende parte de los bosques de pino y pino-encino de los municipios de Cananea y Nacori Chico, así como de las selvas de los municipios de Rosario. En todos los casos se trata de áreas con cubierta vegetal mayor del 80%.

Contrariamente a las solicitudes aprobadas para el PSAH, los programas restantes no han tenido el mismo éxito debido a varios factores tales como: la falta de recursos y el incumplimiento de las reglas de operación. Con respecto e este tema los técnicos presentes en la Región II Noroeste consideran que es necesario hacer una redistribución en la asignación de los recursos a los programas que tomen en cuenta la situación regional y la aplicabilidad de estos últimos. Si por ejemplo la Región II Noroeste no puede concursar en el marco de la captura de carbono, debido a que las condiciones climáticas son menos favorables para el crecimiento de la vegetación que en el Centro y Sureste del país, podría compensarse proporcionando recursos en alguno de los programas en que si pudiese competir.

4.2.10 *Recursos no maderables*

Las condiciones climáticas y edafológicas hacen poco propicia la producción de productos maderables, en tanto que el aprovechamiento de los recursos no maderables tiene un mayor potencial debido a la amplia gama de productos existentes en la Región. Como productos forestales no maderables se tienen en general las ceras, aceites, fibras, resinas, taninos, forrajes, saponinas y esteroides. En la región bajo estudio, los principales productos con fines distintos a la obtención de madera son (SEMARNAT S/F. b).

Vara blanca (*Croton fragilis*). Se distribuye en los municipios de Álamos, Quiriego y Navojoa. La producción y comercialización de Vara Blanca no ha sido controlada en su totalidad, la información disponible hace suponer una producción anual de 3,000 a 4,000 m^3 de estacón o tutor, que es usado en áreas agrícolas de Sinaloa, Sonora y Baja California. Esta condición también refleja un alto nivel de clandestinaje. El uso de documentación y su control en la autorización, así como la operación del PRODEFOR (Programa de Desarrollo Forestal) en 1999 y 2000 propició mayor control sobre el aprovechamiento, transporte y comercialización del producto.

Jojoba (*Simondsia chinensis*). Se distribuye en el área costera de la entidad, se desarrolla en suelos arenosos y profundos o bien donde hay aluviones y mezclas de granito y arcilla, terrenos con buena aireación y drenaje. En general, los suelos en que crece la jojoba van de neutros a alcalinos, son pobres en materia orgánica, pero con un buen contenido de fósforo y están sujetos a sequías anuales. La producción de fruto esta condicionada a la acumulación de horas frío y el período de equipatas (lluvia invernal). Las estadísticas de los últimos años no reportan producción o es un reporte muy bajo, situación que concuerda con la sequía que se prolongó por 7 años y la producción corresponde básicamente a plantaciones establecidas en los municipios de Hermosillo y Guaymas (se estima una superficie de 400 ha)

Palmilla (*Nolina mexicana*). La palmilla se aprovecha en los municipios de Agua Prieta, Naco, Cananea, Ímuris, Fronteras, Magdalena y Cucurpe, existen en Agua Prieta aproximadamente 16 talleres de desfibrado, los cuales se abastecen de producto local e importaciones de Douglas, Arizona. El sistema de aprovechamiento es extensivo y constituye un medio de sobrevivencia o complementación de economías

familiares de comunidades rurales de los municipios antes citados. El mercado de la fibra obtenida es Estados Unidos, aunque se hacen movilizaciones a Nuevo León, Chihuahua, Coahuila y en la propia Entidad.

Esqueletos de Cactáceas (*Carnegia gigantea, Opuntia sp, Lemairecereus thurberi*). En los últimos años, de manera esporádica se ha venido autorizando el aprovechamiento de estructuras leñosas de sostén de cactáceas (llamadas esqueletos o varas), provenientes de individuos muertos, este material es utilizado para la elaboración de artesanías y manualidades (mesas decorativas, cuadros, lámparas, portaretratos, candiles, etc.); el sistema de cosecha es extensivo, basado en recolección de estructuras leñosas de sostén de individuos que han muerto mínimamente un año atrás, cuando la pulpa ha desaparecido y/o está completamente deshidratada. El destino principal es Estados Unidos y el mercado no es estable.

Ocotillo (*Fouquieria splendens*). Se han recibido notificaciones y avisos de aprovechamiento de productos forestales no maderables con fines comerciales para el aprovechamiento de vara de ocotillo, en general las intenciones han sido su exportación, pero por diversas razones no se ha efectuado el aprovechamiento. Localmente es usado para la construcción de cercos vivos en poblaciones rurales y fraccionamientos campestres.

Tierra de monte (Horizonte "B"). La denominada tierra de monte no guarda los parámetros normales de uso, el objeto de su aprovechamiento es la construcción de camas de lixiviación con características plásticas y de impermeabilización en los procesos extractivos de oro por cianuración en la industria minera. Este aprovechamiento se da en el Municipio de Caborca.

Otros productos forestales no maderables que son aprovechados son el **chiltepín** (*Capsicum annum*) y el **orégano** *(Origanum vulgare)*, que son recolectados en forma trashumante en los meses de Julio a Septiembre. El mercado del chiltepín en los últimos años ha venido ganando importancia, estableciendo su cultivo en diversas áreas geográficas de distribución natural de la especie y bajo condiciones ambientales propicias. El **maguey** (*Agave pacifica, A. angustifolia, A. lechuguilla*) es otro producto usado para la producción de mezcal en la región serrana de la Región II Noroeste, siendo su aprovechamiento igualmente trashumante.

4.2.11 *Biodiversidad*

La situación geográfica de México, su variedad de climas, topografía e historia geológica han producido una de las riquezas biológicas más impresionantes del mundo. Se calcula que alrededor del 10 por ciento de la diversidad global de especies se concentra en el territorio mexicano, lo que lo convierte junto con Colombia, Brasil, Indonesia, Perú, China, Congo e India en uno de los llamados países "megadiversos". En cuanto al número de especies, México es el quinto lugar en plantas, cuarto en anfibios, segundo en mamíferos y primero en reptiles (WCMC, 1994; Groombridge y Jenkins, 2002; citado por SEMARNAT, 2005).

En la Región II Noroeste la riqueza biológica vegetal es inmensa y se considera que posee alrededor del 13 al 20% de la diversidad florística del país y sin embargo su riqueza faunística es aun mayor. A continuación se da de una manera resumida más información al respecto (IMADES-SIUE-SEMARNAT. 1998).

Flora. En el año de 1993, Rzedowski estimó una riqueza potencial de 4,000 especies para el estado de Sonora, representando aproximadamente el 13.33% del total nacional. Sin embargo, Parra-Salazar y Sapién-Chávez (cit. Por IMADES-SIUE-SEMARNAT. 1998) consideran la posibilidad de ocurrencia de hasta 6,000 formas, aumentando el porcentaje de flora del estado a la quinta parte del total estimado para México. Estos números aumentan su significado cuando se analizan en el contexto de la interacción de comunidades netamente neárticas y netamente neotropicales en el territorio Sonorense, de tal forma que la biodiversidad se dispara bajo el efecto ecotono. De hecho, algunos autores consideran algunas regiones de Sonora como centros de diversidad biológica (IMADES – SIUE - SEMARNAT, 1998).

De las especies registradas en Sonora la SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca), UICN (L'Union Internationale per Conservatione de Nature) y CITES (Convention International for Trading of Endangered Species), consideran en conjunto cerca de 99 formas de flora bajo alguna categoría de protección. Esto significa que tan solo en 2.53% del total de la flora del estado se encuentra protegida.

Fauna. La fauna mejor estudiada del estado es la de vertebrados, ya que los invertebrados y otros grupos han recibido, en general, poca atención. Los vertebrados terrestres se dividen en cuatro grandes grupos taxonómicos: mamíferos, aves, reptiles y anfibios. Respecto a los mamíferos, en el estado se tiene el 51.22% de la diversidad total nacional (Fa y Morales, 1993). En lo que concierne a las aves, se encuentran especies que representan el 48.11% de las reportadas para el país. Al hablar de reptiles, se cuenta con el 14.72% de las especies, el 34.98% de los géneros y el 57.14% de las familias reportadas para el país. En lo que a los anfibios se refiere se reconoce la existencia de 12.98% de las especies, 31.11% de los géneros y 61.54% de las familias reportadas para México (IMADES – SIUE - SEMARNAT, 1998).

Tanto las especies vegetales como animales requieren de la atención de las autoridades y los pobladores para su conservación y protección especial, pues en ambos casos se tienen algunas clasificadas como amenazadas (10 especies de flora y 104 de fauna) y otras como en peligro de extinción (4 especies de flora y 38 de fauna) (PVEM, 2001).

4.2.12 *Mecanismos financieros*

En el ámbito nacional los mecanismos financieros que se manejan en la Región II, tienen su origen principalmente en la Federación a través de la CONAFOR, mediante el otorgamiento de los apoyos o subsidios que se proporcionan en los distintos programas (***Cuadro 4.10***).

De las subcategorías de apoyo que aparecen en dicho cuadro, seis de ellas no aplicaron para la Región II Noroeste en el ejercicio 2006. Estas son: **1)** Cultivo Forestal, **2)** Plantaciones Forestales Comerciales; **3)** Elevar el nivel de la Competitividad, **4)** Desarrollo de la cadena productiva forestal, **5)** Auditoria técnica preventiva y certificación forestal y **6)** Capacitación y adiestramiento. Las primeras 5 están muy relacionadas con el grado de desarrollo de la actividad forestal, sin embargo llama la atención la falta de apoyos para el rubro de capacitación y adiestramiento que se considera son muy necesarias en la Región.

Cuadro 4-10. Categorías y subcategorías de apoyos de la CONAFOR

Categorías	Subcategorías
Planeación y organización forestal	Estudios Regionales Forestales
	Programas de Manejo Forestal
Producción forestal	Diversificación del uso de terrenos forestales
	Cultivo Forestal. Apoyo para preaclareo y podas
	Plantaciones Forestales Comerciales; Apoyo a Establecimiento y Mantenimiento
Conservación y restauración forestal	Conservación y restauración.- Reforestación , obras y prácticas de reforestación de suelos
	Prevención y combate a incendios forestales
	Sanidad forestal; Apoyos para tratamientos fitosanitarios
	Servicios Ambientales
Elevar el nivel de la competitividad	Elevar el nivel de la Competitividad
	Equipamiento e infraestructura
	Desarrollo de la cadena productiva forestal
	Auditoria técnica preventiva y certificación forestal
	Capacitación y adiestramiento

***Fuente*:** http://www.conafor.gob.mx/

Otro programa que en menor proporción financia algunas actividades forestales es el Programa de Empleo Temporal que se dirige principalmente a la población rural en pobreza extrema mayor de 16 años que esté dispuesta a participar, bajo sus Reglas de Operación. Los beneficiarios pueden ser productores rurales, jornaleros con y sin tierra, así como hombres y mujeres que habiten las áreas rurales de las microregiones y otras regiones prioritarias previamente definidas.

Un tercer mecanismo es el financiamiento a través del Fondo Sectorial CONACYT –CONAFOR, destinado para actividades de investigación básica y aplicada. Este se encuentra subutilizado, tomando en cuenta que en la Región se cuenta con el potencial humano (investigadores de instituciones como INIFAP, Universidades locales, Centros de Investigación y Técnicos Forestales Profesionales independientes) suficiente para realizar un mayor número de proyectos de los que hasta ahora se han realizado.

En el contexto internacional la CONAFOR gestiona recursos ante organismos internacionales como el Banco Mundial y el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) que benefician a la Región II Noroeste. En el primer caso la CONAFOR implementa el Proyecto de Servicios Ambientales Forestales con la finalidad de mejorar la provisión de servicios ambientales que brindan beneficios nacionales y globales a través del fortalecimiento y expansión de los programas que actualmente opera: Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH), Protección de la Biodiversidad, Captura de carbono y derivados del establecimiento y mejoramiento de Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA). El FIDA promueve el proyecto de “Desarrollo Sustentable para las Comunidades Rurales e Indígenas del Noroeste Semiárido en México”, que permitirá canalizar 23 millones de dólares (17 crédito del FIDA, 5 aportados por CONAFOR y uno por parte de los beneficiarios) para buscar alternativas sustentables para una vida digna de los habitantes del semidesierto mexicano.

El proyecto citado incluye 19 municipios de los estados de Chihuahua, Coahuila, Baja California y Sonora (Quiriego, Rosario, Álamos, San Miguel de Horcaditas, Cucurpe y Hermosillo), concentrando sus propósitos en cinco rubros: a) Rehabilitación y conservación de los recursos naturales, b) Fortalecimiento de capacidades para el desarrollo local, c) Desarrollo de microempresas rurales, d) Turismo de naturaleza y e) Fortalecimiento institucional. Se espera que este proyecto, con una duración programada de de siete años, arranque en el año 2007 y de un fuerte impulso al sector forestal regional.

4.2.13 *Marco institucional*

El marco institucional del sector forestal en la Región II Noroeste, al igual que el resto de las Regiones presentes en el país, está formado por instituciones de los tres niveles de Gobierno: Federal, Estatal y Municipal, participando también instituciones académicas y organizaciones no gubernamentales, resaltando las siguientes:

Instituciones Federales: SEMARNAT, Delegación Federal en Sonora, con funciones meramente normativas; Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, PROFEPA, con funciones de inspección, vigilancia y aplicación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, entre otras; CONAFOR, como instancia ejecutiva – operativa de la SEMARNAT, y que es la institución responsable del sector, teniendo como algunas de sus actividades principales: impulsar el desarrollo del sector, hacer investigación, promover la organización de los productores y divulgación de la cultura forestal, además de celebrar convenios con otras autoridades e instituciones en búsqueda de aportes que beneficien al sector.

Instituciones Estatales: Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología del Estado de Sonora, SIUE. Cabeza de sector; Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora, CEDES, (antes IMADES), con funciones de investigación, difusión y cultura ecológica.

Instituciones Municipales: En el ámbito de los municipios se estima que alrededor de 10 de los 72 que conforman el estado de Sonora, cuentan con áreas dedicadas al giro de la Ecología, las cuales realizan sus actividades en el marco de Direcciones, Subdirecciones o Departamentos.

Instituciones de Investigación y/o Académicas: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, (INIFAP); Universidad de Sonora a través de su Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (DICTUS); Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, CESUES; Instituto de Ecología de la UNAM Campus Hermosillo.

Otras Organizaciones: Otras organizaciones de suma importancia para el sector son el Consejo Forestal Estatal y las Unidades de Manejo Forestal. El primero está integrado por diversas instituciones de los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal), además de las académicas, científicas y asociaciones civiles y que entre otras atribuciones tiene el planteamiento y análisis de problemas forestales y propuesta de soluciones. Las Unidades de Manejo Forestal (UMAFOR) representan también una importante componente de las organizaciones del sector, las cuales fueron creadas para estructurar la organización del sector forestal nacional y facilitar la ordenación y fortalecimiento de las actividades forestales, el manejo eficiente de los recursos y la autogestión de los silvicultores. En la Región se tienen once UMAFOR's, muchas de ellas muy activas, cumpliendo sobradamente sus funciones.

4.2.14 *Servicios técnicos*

Los servicios técnicos forestales se refieren a las actividades realizadas para la planificación y ejecución de la silvicultura, el manejo forestal y la asesoría y capacitación a los propietarios o poseedores de recursos forestales para su gestión (Artículo 7, fracción XXXVIII de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable LGDFS) (D.O.F., 2003).

La LGDFS destina muchos artículos a este aspecto lo que habla de la importancia de los servicios técnicos. En este contexto se dispone entre otros objetivos y acciones a fortalecer y mejorar los servicios técnicos forestales (Artículo 3). De acuerdo con el ámbito de sus competencias se consideran atribuciones de la Federación regular, controlar y evaluar la prestación de los servicios técnicos forestales (Artículo 12), Promover, asesorar, capacitar y evaluar la prestación de los servicios técnicos forestales; proponer y evaluar los sistemas y procedimientos relativos a la prestación de los servicios técnicos forestales, así como instrumentar, operar y llevar el seguimiento de los mismos (Artículo 22).

Así mismo se dispone que cualquier persona física o moral que acredite su competencia y calidad de acuerdo con lo que establezca el Reglamento para tal efecto podrá prestar servicios técnicos forestales, previa inscripción en el Registro (Artículo 107); se delimitan las actividades que comprenden los Servicios Técnicos (Artículo 108), del apoyo a productores forestales (Artículos 109 y 110); de sistemas de capacitación, reconocimientos, estímulos y acreditación que permita identificar, tanto a titulares de aprovechamiento como a prestadores de servicios técnicos forestales (Artículos 111, 139 y 148) y de la participación de los Prestadores de Servicios Técnicos en integración de Consejos Forestales Regionales y Estatales.

No obstante que el marco jurídico es bastante explicito en materia de servicios técnicos, en la Región II Noroeste es evidente la insuficiencia de prestadores de Servicios Técnicos Forestales, de acuerdo a lo registrado por el padrón de la SEMARNAT, delegación Sonora, donde los asesores técnicos acreditados que cuentan con el Registro Forestal Nacional, son sólo diez. Este número, a decir de algunos prestadores de servicios, es muy reducido. Aunque pudiera decirse que la región de estudio no tiene precisamente una fuerte dependencia, económicamente hablando, del sector forestal, se menciona que el reducido número de técnicos autorizados, en la práctica resulta ser en cierta forma un monopolio entre los técnicos forestales que ante la oferta y la demanda de servicios optan por dedicarse a las actividades más rentables (como las gestiones de cambios de uso de suelo por ejemplo), quedando sin atender o restando importancia a otras actividades.

Por otra parte en cuanto a Reglas de Operación de los Programas de Desarrollo Forestal de la Comisión Nacional Forestal, donde se incluye la Región II Noroeste, se da preferencia al padrón de técnicos quienes por estar inscritos en el Registro Forestal Nacional, son los únicos que pueden solicitar apoyos en la categoría relacionada con la Planeación y Organización Forestal (planes y programas de manejo forestal). Esto se percibe por un lado como una desventaja entre los técnicos relacionados con el sector que no pueden aspirar a este recurso y por otro como una oportunidad para la maquila.

Ante esta situación, los técnicos regionales no incluidos en el Registro Forestal Nacional esperan que en el ámbito de sus competencias, las autoridades correspondientes analicen a la brevedad las disposiciones en la LGFDS relacionadas con la capacitación, acreditación y evaluación de prestadores de servicios técnicos con la finalidad de atender la demanda de técnicos en la Región y, en consecuencia, brindar oportunidades de servicio tomando en consideración las capacidades de los técnicos relacionados con el sector. Al respecto, se considera que en Sonora se tienen los elementos técnicos para incrementar el número de prestadores de servicios técnicos forestales. Aquí es importante mencionar que la Gerencia Regional II de la CONAFOR cuenta con un reciente padrón de 30 asesores técnicos acreditados en conservación y restauración forestal.

4.2.15 *Inspección y vigilancia*

La inspección y vigilancia de los recursos forestales los efectúa la SEMARNAT, a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). En este sentido se ha identificado la siguiente problemática (PROFEPA, 2006):

a) ***Problemática identificada.*** En la zona semiárida, la producción de carbón se elaboraba originalmente de leña muerta de mezquite (*Prosopis sp*.) y palo fierro (*Olneya tesota*), este último bajo el estatus de "protección especial" en la NOM-059-ECOL-1994 (SEDESOL, 1994), actualmente se obtiene de arbolado vivo, debido por un lado a la escasez del producto y por el otro a que el carbón obtenido de material vivo pesa más que el obtenido de material muerto. Lo mismo sucede con la elaboración de artesanías de palo fierro; dada la escasez de material muerto, aprovechan el arbolado vivo, lo que incrementa la deforestación.

Otro problema existente en la zona de clima templado-frío (coníferas y latifoliadas), es el aprovechamiento deficiente del recurso por falta de infraestructura adecuada y la falta de organización de los productores. Esto se traduce en una sobreexplotación forestal, resultando en bajos índices de producción y productividad y poniendo en riesgo la sustentabilidad del recurso. En lo que corresponde a la zona sur de la región bajo estudio, los problemas se originan a partir de la tenencia de la tierra, lo que también resulta en una sobreexplotación de la vegetación selvática, donde se desarrollan especies como la vara blanca utilizada como tutor en los cultivos agrícolas.

La zona costera tampoco escapa a la problemática forestal; en los últimos años se ha incrementado la deforestación debido al establecimiento de granjas acuícolas, establecimiento de praderas para aprovechamiento pecuario y al uso de suelo para fines de minería. Esto ha perjudicado a poblaciones de especies de cactáceas como el sahuaro, la biznaga y la pitahaya, que están siendo afectados, en ocasiones con daños irreversibles"

b) ***Riesgos asociados a las actividades de inspección y vigilancia.*** El Estado de Sonora, dada su ubicación al sur de los Estados Unidos de Norteamérica, es un paso obligado para el transporte de estupefacientes, así como un sitio propicio para el cultivo de enervantes, lo que hace que las zonas boscosas se encuentren constantemente vigiladas por gente armada siendo esto de alto riesgo para realizar las inspecciones y la vigilancia en materia forestal, principalmente en las zona de clima templado-frío que colinda con el vecino Estado de Chihuahua.

Los aprovechamientos de mezquite para carbón y palo fierro utilizados para artesanías, se localizan en la Costa de Hermosillo y Pitiquito, sobre grandes superficies inhóspitas. Los talamontes, que también transportan los productos forestales ilegales, generalmente transitan en grupos, a deshoras y probablemente bajo el influjo de drogas, teniendo por lo general un comportamiento agresivo, lo que dificulta la inspección vehicular y la vigilancia, representando un alto riesgo para el personal responsable de ello. Adicionalmente, se tiene la corrupción de las centrales campesinas que respaldan a los artesanos que reciben leña de los talamontes, solapando de esta manera sus actividades y defendiéndolos de las autoridades. El ***Cuadro 4.11*** muestra la superficie considerada como crítica, refiriéndose al estado de Sonora. Se asume que la porción del estado de Chihuahua presenta la misma problemática que el oeste de Sonora (área boscosa).

Cuadro 4-11. Zonas críticas debido a la ocurrencia de ilícitos en el estado de Sonora

Z o n a s	Superficie (miles de ha)
Zona Oeste (Hermosillo, Pitiquito, Mazatán, Ures, La Colorada).	3,482.9
Zona Norte (Benjamín Hill, Santa Ana, Trincheras Magdalena, Cucurpe, Tubutama).	1,734.6
Zona Sur (Álamos, Quiriego, Cajeme, Navojoa).	1,083.0
Zona Este (La Colorada, Ures, Mazatán, Yécora, Sahuaripa).	1,734.6
T o t a l	8,035.1

***Fuente*:** PROFEPA, 2006

La tipología de ilícitos se resume en los siguientes párrafos:

Zona Oeste (Hermosillo, Pitiquito)

- Aprovechamiento ilegal de especies en estatus o en condiciones no autorizadas.
- Tala, derribo y/o aprovechamiento de vegetación forestal sin autorización oficial.
- Transporte de materias primas y productos forestales sin documentación.
- Utilización de documentación apócrifa para acreditar la "legal" procedencia de los productos.

Zona Norte (Benjamín Hill, Santa Ana, Trincheras, Magdalena, Cucurpe, Tubutama)

- Tala clandestina de la especie palo fierro (*Olneya tesota*) en verde.
- Tala clandestina de mezquite en verde para la elaboración de carbón.
- Programas de manejo mal elaborados y ejecutados.
- Transporte de productos o materias primas forestales con documentación apócrifa.

Zona Sur (Álamos, Quiriego, Cajeme, Navojoa)

- Tala clandestina de pino para madera en escuadría.
- Cambios de utilización de terrenos forestales para uso pecuario sin autorización.
- Aprovechamiento ilegal de la especie vara blanca para uso de tutores en cultivos agrícolas.

Zona Este (La Colorada, Ures, Mazatán, Yécora y Sahuaripa)

- Sobreexplotación de los bosques de pino.
- Tala clandestina de mezquite, para la elaboración de carbón vegetal.
- Programas de manejo mal elaborados y ejecutados.

c) ***Acciones realizadas.*** Las acciones realizadas al 31 de Julio de 2006 por parte de la PROFEPA se listan en el ***Cuadro 4.12***.

Cuadro 4-12. Acciones realizadas (PROFEPA) al mes de Julio de 2006

Inspecciones a:	Número
Aprovechamientos forestales	25
Cambio de utilización de terrenos forestales	9
Transporte de materias primas forestales	256
Inspección a industrias y/o centros de acopio	20
Sellamientos preventivos	5
Operativos especiales	1
T o t a l	316

***Fuente*:** PROFEPA, 2006

Se reporta asimismo la realización de aseguramientos precautorios al 31 de julio de 2006:

- Carbón Vegetal: 159.98 toneladas.
- Madera: 244.11 metros cúbicos
- Semilla de mezquite: 5,430 kilogramos.

d) ***Acciones para la mejora en la inspección y vigilancia.*** La PROFEPA tiene contemplado mejorar la inspección y vigilancia (PROFEPA, 2006) por medio de las siguientes acciones:

- Aplicar programas especiales de inspección y vigilancia en especies amenazadas
- Realizar recorridos de de inspección y vigilancia sistemática, principalmente por aquellas áreas en que se desarrollan las especies de mayor aprovechamiento forestal.
- En coordinación con las corporaciones policíacas que inciden en las zonas Se de mayor problemática, se llevarán acabo cinco filtros u operativos de revisión a productos o materias primas forestales en tránsito, con el objeto de identificar al momento delitos en materia ambiental, y llevar a cabo la consignación correspondiente.
- Se han instalado cuatro Comités Ambientales de Vigilancia Participativa en los Municipios de Trincheras, Santa Ana, Ímuris y Bacoachi, Sonora; cuyo objetivo será promover la participación de la sociedad en las acciones tendientes a frenar el deterioro de los ecosistemas forestales en el ámbito de su jurisdicción, para lo cual tendrá una coordinación directa con la Procuraduría y otras instituciones, a efecto de implementar las medidas regulatorias necesarias para el logro de los objetivo planteados

Actualmente se tienen por atendidas en un 98% las denuncias ambientales presentadas ante la Delegación en materia forestal.

4.2.16 *Sistema regional de información forestal*

El gran avance que en años recientes han tenido los sistemas computacionales y la industria de la telecomunicación, ha facilitado los procesos de captura, manejo, transferencia y consulta de información digital. Tomando ventaja de estas tecnologías y contando con el personal capacitado, la Comisión Nacional Forestal ha generado y está implementando el Sistema Nacional de Información Forestal (SNIF), que es por cierto una de las prioridades señaladas en el Programa Estratégico Forestal para México 2025, en el Programa Nacional Forestal 2001-2006 y una obligación en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El SNIF tiene por objeto registrar, integrar, organizar, actualizar y difundir la información para la toma de decisiones, relacionadas con el sector forestal. La información estará disponible al público para su consulta y se integrará al Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales y se articulará en lo conducente con el Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural.

Ante la necesidad de recopilar experiencias y necesidades de los usuarios del SNIF, la CONAFOR realizó un Taller Internacional para detectar las necesidades actuales que debe responder el SNIF. El taller se realizó en Agosto de 2003 y se invitó a personalidades internacionales con experiencia en Sistemas de Información Forestal. Los especialistas hablaron de las experiencias en Australia, Canadá, Costa Rica, Finlandia, Estados Unidos y Uruguay. También asistieron especialistas nacionales tales como los productores del Ejido el Largo en Chihuahua, el INEGI y la Dirección Forestal del Gobierno de Jalisco.

Estas exposiciones sirvieron para enriquecer la reflexión que se realizó el segundo día con los más de 50 asistentes provenientes de todo el país. Se llevó a cabo una metodología para recabar las necesidades y la prioridad de los usuarios del SNIF y se obtuvieron 140 tópicos de información de entre los cuales destacaron la tenencia de la tierra, el inventario nacional forestal, el valor comercial de los productos forestales, los servicios ambientales, el financiamiento para plantaciones y la información sobre los actos de autoridad.

En la Gerencia Regional II Noroeste, se cuenta con acceso al SNIF (Sistema Nacional de Información Forestal) mediante el sistema de Internet. Dentro del SNIF se encuentra el SIGA (Sistema de gestión de los apoyos de la CONAFOR) el cual es uno de los módulos que provee información para su difusión, aún en desarrollo pero representa la principal herramienta para la captura y registro automatizado de las solicitudes de apoyo de las diferentes categorías de apoyo.

A partir de 2007 únicamente personal autorizado puede ingresar al sistema de captura (SIGA) mediante una cuenta y una clave asignada (no hay acceso a personal externo). El menú básico esta compuesto por cuatro opciones: captura en ventanilla, registro de requisitos para técnicos, búsqueda de solicitudes y seguimiento. Además también existen opciones para la generación de reportes. A pesar de que el sistema se encuentra en etapa de crecimiento ya ha demostrado su utilidad en la funcionalidad de los apoyos manejados por la CONAFOR.

4.2.17 *Inventario forestal en la región*

Desde el punto de vista de los inventarios, el análisis de los recursos forestales en general y en particular en la Región Administrativa II Noroeste no es tan sencillo si se toma en consideración que la misma definición de “recursos forestales” y de otros términos estrechamente asociados como el de “ecosistema forestal”, que se brindan en la LGDFS o en glosarios técnicos como el del mismo Inventario Nacional Forestal Periódico, no son precisos. Lo anterior resulta en contradicciones conceptuales entre técnicos que laboran en diferentes ámbitos sectoriales. Por ejemplo en el caso de un matorral ubicado en el centro de la Región II Noroeste, para un técnico forestal puede ser considerado como un ecosistema o recurso forestal, sin embargo para un técnico cuya principal actividad está relacionada con la actividad ganadera no existe duda que se trata de un ecosistema o recurso ganadero, o como comúnmente pero de forma incorrecta suele llamarse: de ”vocación ganadera”.

Otro aspecto a considerar en la elaboración de los inventarios forestales es que las superficies de una misma entidad pueden variar en función del programa de cómputo o de la metodología y la escala que se utilice. De esta forma encontramos que en el caso de Sonora las superficies pueden comprender entre 19’257,154 ha (descripción de comunidades bióticas) y 18’190,986 ha. Es esta la razón por lo que con frecuencia se utilizan más los porcentajes que las cifras en sí.

En este contexto, sin pretender entrar en discusiones exhaustivas al respecto y tomando en cuenta la información disponible se considera que el análisis de la vegetación en la región puede realizarse mediante el análisis de cuatro fuentes de información básicas: 1) La cartografía de Uso de suelo y vegetación del INEGI (SPP, 1980–1985) analizada en el marco del avance del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Sonora, POETSON, (IMADES – SIUE - SEMARNAT. 1998), 2) el Inventario Nacional Forestal Periódico (IFP) de 1992–1994 (SARH, 1994), 3) el Inventario Forestal generado en el año 2000 (SEMARNAT, 2000) y 4) El mapa de Uso del Suelo y Vegetación Serie III de INEGI, dado a conocer en el 2005. El análisis de los principales resultados de las fuentes arriba mencionadas permite tener una idea de la dinámica del uso del suelo y vegetación que entre la década de los 80’s y 2000 se ha tenido en la región. De dicho análisis se desprende que la superficie arbolada,

principalmente la presente en selva, y la vegetación de zonas áridas, particularmente el ecosistema de matorrales, han disminuido en el período considerado. La superficie que se ha incrementado es la de uso agrícola de temporal y los pastizales para uso ganadero.

En el ***Cuadro 4.13*** se presenta la información correspondiente a la Región II Noroeste obtenida del mapa de uso del suelo y vegetación Serie III de INEGI, que como se ha dicho es la versión más reciente que se tiene a nivel nacional, no disponiéndose de información regional o estatal debido a los altos costos y al tiempo que un estudio de esta naturaleza implica para un gobierno estatal.

Cuadro 4-13. Uso del suelo y vegetación, RHA II Noroeste

Uso suelo y vegetación	Superficie (ha)
Agricultura de riego	951,551.10
Agricultura de temporal	354,725.87
Bosque	3,948,090.83
Matorral	7,335,312.76
Mezquital	1,945,165.43
Pastizal	2,175,699.82
Selva	2,123,726.68
Vegetación de desiertos arenosos y dunas costeras	1,123,653.37
Vegetación de galería	28,638.96
Vegetación hidrófila	13,882.31
Vegetación halófila	309,455.93
Sin vegetación aparente	168,322.52
Zona urbana	62,508.57
Cuerpos de agua	59,924.27
T o t a l	20,600,658.42

Fuente: Adaptado de INEGI, 2005.

4.2.18 *Educación, capacitación, investigación y cultura forestal*

En México, las actividades de educación, capacitación investigación y cultura forestal, constituyen actividades relevantes que se han venido impartiendo desde mediados del siglo pasado. No obstante, habían prevalecido enfoques locales y regionales, además de estrategias de corto plazo que no respondían a las necesidades del país. En los tiempos recientes y en particular para los dos primeros rubros, la CONAFOR materializó sus esfuerzos con la creación de un programa de largo plazo (2004-2025) que no tiene precedentes en la historia forestal del país: el Programa Nacional de Educación y Capacitación Forestal (PRONAECAF). Las principales estrategias del programa son las siguientes:

Para la educación forestal

- Buscar la modernización, excelencia y calidad
- Dar respuesta a la demanda en materia de educación forestal
- Brindar atención regional y ecológica
- Lograr una estandarización académica y congruencia en los programas académicos
- Trabajar en la solución de problemas

Para la capacitación forestal

- Brindar capacitación integral para el sector forestal
- Fortalecer la formación de capacitadores
- Otorgar el reconocimiento oficial al personal capacitado
- Brindar capacitación a productores, técnicos y operarios; industriales y empresarios; profesionales forestales, y postgraduados forestales.
- Investigación y cultura forestal

En cuanto a la RHA II Noroeste, la Gerencia cuenta con un departamento de enlace mediante el cual se promueven las estrategias arriba mencionadas. En los casos necesarios, estas actividades se realizan en coordinación con instancias del gobierno estatal como la Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología a través de la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora, CEDES (antes IMADES) y las Universidades, como la Universidad de Sonora a través de su Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Otras instituciones de investigación y educativas de relevancia estatal con las que también existe o puede darse la colaboración son: INIFAP, ITSON, Universidad del Noroeste, diversos Institutos Tecnológicos Agropecuarios, ITESM en los campus en Sonora, Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora (CESUES), etc.

La educación y la cultura forestal se promueven en general entre la comunidad estudiantil y profesional, a través de talleres en los que se utilizan diversos juegos didácticos En la medida de lo posible se entrega un paquete de juegos didácticos a las instituciones participantes o representativas de sectores, con la finalidad de difundir los conocimientos aprendidos en los talleres.

La capacitación se orienta tanto a productores como al sector técnico que brinda servicios forestales. Se realiza principalmente mediante la modalidad de curso–taller, así como mediante la distribución libre de manuales técnicos como el “Manual de Obras y Prácticas para la Protección, Restauración y Conservación de suelos forestales” y la ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento. Dada la superficie que conforma la Región II y la demanda de servicios del sector, es conveniente ampliar tanto el número de eventos como los temas de capacitación.

La investigación se promueve mediante dos modalidades de apoyo: con apoyo directo y recursos procedentes a través del Fondo Sectorial CONACYT – CONAFOR. Cabe señalar que el número de las demandas que se incluyen en las convocatorias del fondo, se consideran pocas en relación a la magnitud de la región. En el 2006 solo se registró una demanda: “Impacto de las obras de reforestación, restauración y conservación de suelos en el Estado de Sonora”, la cual fue asignada al Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Es necesario promover la investigación mediante la mejora en el proceso de integración de demandas y sobre todo gestionar que se incluyan y apoyen en las convocatorias. El estado de Sonora posee los elementos técnicos e institucionales para incrementar considerablemente la investigación de recursos forestales en la Región.

4.2.19 *Marco jurídico*

El marco jurídico de la actividad forestal en la Región II Noroeste se sustenta principalmente en la “Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento”, aunque dentro de sus propias disposiciones se apoya en forma supletoria o complementaria en otras leyes como la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (Artículo 13 y 15) u otras leyes locales, como se

verá a continuación.

a) Leyes Federales

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). El día 25 de febrero del 2003 se publicó en el DOF, entrando en vigor el día 23 de mayo el mismo año y el día 21 de febrero del 2005 fue publicado su reglamento que entro en vigor el día 23 de marzo del 2005 (D.O.F., 2003).

La LGDFS es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto "regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos".

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Según la LGDFS, en los aspectos no previstos por ella, se aplicarán en forma supletoria y en lo conducente, las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (DOF. 2003).

La LGDFS presenta disposiciones apoyadas en otras leyes federales como son la Ley de Planeación en la celebración de convenios (artículo 25 de la LGDFS), la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal en el cumplimiento de los objetivos del servicio nacional forestal previstos (articulo 27); la Ley de Desarrollo Rural Sustentable en el respeto al conocimiento de la naturaleza, cultura y tradiciones de los pueblos y comunidades indígenas (articulo 32) así como en el desarrollo de infraestructura para el desarrollo forestal (articulo 144); en la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental (articulo 43.); en la Ley Agraria en la constitución de órganos y comités de núcleos agrarios sociales (articulo 110); en la Ley de Premios, Estímulos y Recompensas Civiles y en la Ley Federal de Sanidad Vegetal (articulo 120).

b) Leyes estatales

Ley 166 de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Sonora (LFDFSESON). Administrativamente la Región II sólo tiene jurisdicción en el estado de Sonora, se hace referencia a las leyes y reglamentos de este estado únicamente.

Del 2003 a la fecha, además de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable -de observancia nacional-, se han aprobado y publicado en los periódicos oficiales de los estados 14 leyes estatales, incluyendo la del estado de Sonora publicada en Diciembre del 2005 (CONAFOR, 2006).

La Ley 166 " de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Sonora" entró en vigor el 16 de Diciembre del 2005, es de orden público e interés social y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del estado de Sonora en el ámbito de las atribuciones que en dicha materia son propias o concurrentes con las de la Federación, según la distribución competencial que al efecto se previene en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

(Congreso del estado de Sonora, 2005).

Según el artículo 5º. son supletorias de esta la ley las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente para el Estado de Sonora (artículo 5, de la LFDFSESON).

Además de los anteriores instrumentos, la actividad forestal en la Región II también se sustenta en el Programa Nacional Forestal 2001-2006 y el Programa Estratégico Forestal 2025 (CONAFOR, 2001).

4.2.20 *Análisis del sector en el contexto internacional*

En general la balanza comercial de México en el contexto internacional es negativa, las importaciones superan por mucho a las exportaciones que el país realiza. Esto indica que el sector forestal tiene una baja participación en la economía nacional. Lo anterior se deriva del hecho de que la industria forestal nacional no ha tenido el desarrollo que se dice debiera tener, acorde con la superficie forestal del territorio mexicano. La Región II Noroeste no es ajena a esta situación; pese a la gran existencia de bosques, matorrales y selvas, así como a la extracción de productos forestales maderables y no maderables comercializables, siendo los más representativos el pino y encino en la región boscosa de la sierra; vara blanca en la selva baja en la zona Sur; y mezquite y palo fierro en la zona desértica, se estima que la actividad genera, en el estado de Sonora, una ocupación de 60,000 jornales/año y una derrama económica de la actividad extractiva de 40 millones de pesos.

En Sonora, estado de interés para la Gerencia Regional II, la producción forestal es poco relevante. Su aportación a la economía local tampoco es significativa, siendo la ganadería, la agricultura tecnificada, la minería, la pesca y la industria de la maquila las actividades que más aportan al Producto Interno Bruto Estatal (PIBE), quedando muy rezagada y casi imperceptible la actividad forestal. Sin embargo, Sonora es el principal productor de carbón vegetal en México mediante la producción de 13,000 toneladas promedio anual en los últimos 10 años, que se obtienen principalmente del mezquite (*Prosopis sp*) en las regiones centro y costa de la entidad (SEMARNAT, S/F). Los municipios donde existe mayor producción silvícola son Yécora, Nacori Chico, Huachinera, Sahuaripa, Hermosillo, Guaymas, Magdalena, Álamos y Carbó (Congreso de Sonora, 2005).

Para terminar puede decirse que gracias a su estratégica ubicación y a la existencia de una magnífica infraestructura carretera, aeropuerto internacional y puertos marítimos de altura, la Región II tiene un gran potencial de desarrollo forestal. Hasta la fecha la exportación de productos forestales es mínima dándose más bien en baja escala y aprovechando el turismo internacional. Con la entrada en vigor del proyecto de “Desarrollo Sustentable para las Comunidades Rurales e Indígenas del Noroeste Semiárido en México”, se espera que la riqueza forestal sea en el mediano plazo aprovechada de una manera sustentable y se logre realizar la comercialización de productos forestales al exterior de manera más significativa.

4.2.21 *Implicaciones sociales*

A escala nacional, las zonas forestales generalmente son habitadas por comunidades rurales, lugares en donde se ven más acentuados aspectos como marginación, falta de inversión, débil organización y carencia de empleos. En la Región II Noroeste la situación no es diferente y los factores mencionados dificultan el desarrollo del sector a su potencial real. El hecho de que alrededor del 35% de la población económicamente activa en la región de estudio tenga ingresos inferiores a los 2 salarios mínimos significa

que de no contar con subsidios para la población, el establecimiento de una conciencia hacia el cuidado y aprovechamiento sustentable de los recursos forestales resultará bastante difícil y tal vez hasta inútil ante la necesidad de ingresos económicos por parte de la población.

Otro aspecto importante a considerar es que los productores al no participar en el proceso de comercialización, que es donde se generan las utilidades, obtienen ingresos mínimos con los que difícilmente pueden mantener una familia y se vuelve una vez más a la situación de que si no se les proporciona una fuente alternativa de ingresos, seguirán explotando los recursos forestales, aun a costa de su desaparición. Así, aunque se tienen algunas áreas de la zona serrana (municipios como Nácori Chico y Yécora en Sonora y Ocampo en Chihuahua) donde las actividades derivadas de los recursos forestales representan una de sus principales fuentes de ingresos y cuentan con acceso a ciertos servicios como los de salud y educación media, la situación socioeconómica en general de los habitantes de las zonas forestales es limitada, requiriendo de apoyos que desencadenen el desarrollo integral, que finalmente se traduzca en la generación de empleos e ingresos.

De lo antes mencionado se desprende la importancia que para los estados del noroeste del país, incluidos entre ellos Sonora y Chihuahua, representa la puesta en marcha del proyecto ya mencionado de "Desarrollo Sustentable para las Comunidades Rurales e Indígenas del Noroeste Semiárido en México", proyecto con duración de seis años y una inversión programada de 23 millones de dólares aportados por diversas fuentes (17 millones a través de créditos del FIDA –Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola-, 5 millones que aportará la CONAFOR y 1 millón que aportarán los beneficiarios), que se espera resulte en un verdadero impulso para el desarrollo del sector particularmente en las áreas a beneficiar y en general a otros sectores de la región.

4.2.22 *Problemática principal*

La problemática general del sector forestal en la Región Hidrológica Administrativa II Noroeste se ha identificado de alguna manera en los apartados que incluye el presente capítulo. Puede asimismo observarse que la problemática es muy compleja, con causas interrelacionadas y multiplicidad de efectos; algunos de los problemas se convierten en causas. A continuación se listan las que se consideran las principales componentes de la problemática forestal regional. El orden en que se presentan no es indicativo de su grado de importancia, debido a que la magnitud de cada problema depende del entorno que existe en un momento y espacio determinado dentro de la región de estudio. La compleja interrelación de los problemas sugiere que el análisis y planteamiento de soluciones se debe abordar en lo posible en forma integrada y no de manera independiente.

1 Ausencia del Inventario Forestal y de Suelos actualizado, que como instrumento base para la planeación forestal debe disponer la LGFDS y la Ley 166, del Fomento del Desarrollo Forestal sustentable de Sonora, resultando en un aprovechamiento sin una referencia veraz del recurso existente, con riesgos de sobreexplotación o subutilización. Algo positivo es que ya se está trabajando en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INF) del 2004-2009, aunque se desconoce con exactitud la fecha en que se tendrán los resultados.
2 El clandestinaje identificado por la PROFEPA mediante las actividades de inspección y vigilancia. El aprovechamiento ilegal de los recursos forestales puede conducir a la degradación extrema de los ecosistemas.
3 Ocurrencia de cultivos ilícitos identificados como una de las primeras causas de incendios.
4 Insuficiencia de recursos financieros y humanos que limitan las acciones de reforestación,

conservación, prevención y combate de incendios, así como la falta de cursos-talleres de capacitación que redunden en un aprovechamiento sustentable del recurso

5 Promoción y desplazamiento de la actividad forestal por la ganadería como actividad de mayor importancia económica, tanto de los productores como del gobierno estatal, ocasionando la pérdida de terrenos forestales para introducir pastizales.

6 Insuficiencia de recursos financieros para la promoción de alternativas económicas viables para los poseedores del recurso forestal, que reduzcan el abuso en el uso de los recursos forestales e hídricos.

7 Carencia de una cultura que valore los recursos naturales (principalmente agua suelo y vegetación), lo que provoca falta de interés para su conservación y evitar la sobreexplotación.

8 Al interactuar con los habitantes de la Región, se detecta la percepción equivocada de la comunidad en general de que los problemas ambientales son exclusivamente responsabilidad del gobierno. Por lo mismo no se sienten involucrados en la problemática y no se plantean la importancia de su participación en la disminución de la deforestación y degradación general de los recursos forestales.

9 La Región II Noroeste presenta condiciones naturales menos favorables para la producción forestal maderable que el Centro y Sureste del país, que limitan el acceso a los recursos asignados a cierto tipo de apoyos brindados por el gobierno. Sería conveniente considerar la posibilidad de redistribuir los recursos para promover los programas o apoyos realmente necesarios en la Región, fundamentando técnicamente las solicitudes realizadas por los posibles beneficiarios.

10 Más del 50% de la población de las superficies forestales vive en condiciones de extrema pobreza, careciendo de los recursos para llevar a cabo un aprovechamiento sostenible, contribuyendo a la degradación de la vegetación y el suelo. Al mismo tiempo, se ve obligada a la migración, el abandono y el desarraigo de sus lugares de origen, condiciones que propician y favorecen el surgimiento de las prácticas ilegales sobre el aprovechamiento del recurso forestal y reducen sustantivamente los beneficios para las comunidades rurales.

Los problemas arriba citados tienen su origen en gran parte a la falta de nuevas alternativas de desarrollo y a los reducidos ingresos de los habitantes de las áreas forestales. Todo en conjunto se traduce en la pérdida de biodiversidad, deforestación, disminución de la cantidad y calidad de agua, tala ilegal y comercialización de especies prohibidas y finalmente desertificación y migración.

4.3 Resumen del diagnóstico forestal regional

La Región Hidrológico Administrativa II Noroeste cubre una extensión aproximada de 20 millones de ha. Se ubica al noroeste del país integrada por el estado de Sonora y siete municipios del oeste del estado de Chihuahua. Cuenta en su territorio con los tres principales ecosistemas: bosques (19.16%), selva (10.31%) y vegetación de zonas áridas (matorral 35.61%). Los bosques se localizan hacia el lado oeste, en la zona serrana, entre los límites de Sonora y Chihuahua, las selvas se presentan en la zona centro y sur y los matorrales dominan ampliamente en el lado este y noroeste. Otros tipos de vegetación característicos de zonas áridas y semiáridas existentes en la región son los mezquitales (9.44%) y pastizales (10.56%).

En el contexto productivo, la región no es fuerte en producción de madera, pero en cambio su aprovechamiento de productos forestales no maderables es importante. Los principales productos con

fines distintos a la obtención de madera son: vara blanca, jojoba, palmilla, ocotillo, esqueletos de cactáceas, tierra de monte, chiltepín y orégano. Es importante también mencionar que el estado de Sonora es el primer estado productor de carbón (de mezquite) a escala nacional.

Con respecto a la degradación del recurso forestal, este proceso se observa en toda la región, aunque por diversas causas y en diferente grado de intensidad. La deforestación es tal vez el principal factor de degradación del recurso y es causado por el crecimiento de las áreas agrícolas en áreas de selva y matorral. Al no darle su valor real al ecosistema forestal, cambian el uso del suelo por el agrícola, que les resulta más rentable a los poseedores del recurso. En las zonas semiáridas es debido al uso de arbolado verde de mezquite y palo fierro para carbón y elaboración de artesanías. En la zona de clima templado-frío es debido a la tala ilegal y el cultivo de estupefacientes. La zona costera tampoco escapa a esta problemática pues el establecimiento de granjas acuícolas y aprovechamientos mineros está también provocando la deforestación. Otros factores de la degradación son los incendios, las plagas y enfermedades y la erosión de suelos. Todo esto se conjuga para afectar negativamente el recurso al perder biodiversidad, disminuir calidad del arbolado y reducir la productividad.

Respecto al aprovechamiento de madera para leña (dendroenergía), no existen registros actualizados sobre la cantidad consumida por la población que permitan tener una cifra precisa sobre su uso. Si se considera sin embargo que en la RHA II, según datos de INEGI (2000), más de 37 mil familias usan la leña como combustible y que de acuerdo con la FAO (2005) un consumo promedio por hogar es de 3.5 a 5.5 toneladas por año, se puede estimar que alrededor de 166,500 toneladas de madera están siendo sacadas del campo con este propósito. Si a esto se adiciona la gran producción de carbón en el estado de Sonora, se tiene una mejor idea de la importancia de este rubro en la región, y resultaría interesante entonces darle el peso que merece este tema en el sector forestal. La principal especie aprovechada para este propósito es el mezquite.

La CONAFOR en primer lugar y otras dependencias relacionadas con los recursos naturales (SEMARNAT, CONANP, CONAGUA, INE, FIRCO, SAGARPA, Gobierno del Estado y Municipales, instituciones de investigación y educativas, SEDENA, etc.) tienen diversos planes, programas y actividades encaminados a reducir el proceso de degradación de los recursos naturales. No obstante, al final el balance es aun negativo, por lo que sigue requiriendo el sector ser incentivado para revertir esa situación. Algunos de los principales programas promovidos y financiados por la CONAFOR son el de Reforestación, Programas de Manejo, Sanidad Forestal, Servicios Ambientales Capacitación y Adiestramiento, etc. La CONAFOR sigue por tanto trabajando arduamente en la consecución de apoyos y colaboraciones con instituciones nacionales e internacionales que puedan incidir positivamente en la conservación y recuperación del recurso y el desarrollo del sector.

Pasando a la problemática del sector forestal en la región se menciona lo siguiente:

1. Desconocimiento del valor real de los recursos naturales y los ecosistemas forestales. Existe una fuerte tendencia al uso ganadero de los predios forestales
2. Falta de un inventario forestal actualizado que permita programar el uso racional de los mismos.
3. Sobreexplotación del recurso (tala inmoderada)
4. Inversión reducida en el sector forestal para actividades que ayuden a conservar y mejorar el recurso (reforestación, capacitación, prevención y combate de incendios, pago por servicios ambientales, establecimiento de infraestructura, comercialización, etc.)

5. Falta de coordinación interinstitucional y de instituciones con organizaciones de productores para unir esfuerzos y capital económico que permitan un mejor empleo de los recursos disponibles para el sector.
6. Falta de organización, planeación y de vinculación de las dependencias con comunidades locales para potenciar las acciones en beneficio del sector.
7. Percepción muy extendida en la población de que los problemas inherentes a la conservación y recuperación de los recursos forestales, así como el agua y suelo, son responsabilidad exclusiva del estado.

Los problemas identificados son complejos y se encuentran interrelacionados, resultando en algunos casos, que algunos problemas se convierten en causas. Puede decirse que una constante en todos los problemas es que están ligados a la actividad económica de la población, de tal manera que un acercamiento a una solución integral debe sustentarse en la promoción del desarrollo regional sustentable, donde se tome en cuenta la participación social y se logre inculcar la valoración y respeto al medio ambiente.

Dentro del contexto del proyecto, debe decirse que la deforestación es uno de los problemas más relevantes, causado por el cambio de uso del suelo y la sobreexplotación del recurso. A este respecto, resulta de importancia estratégica identificar aquellas áreas que requieren de la conservación y recuperación del recurso forestal, tomando en consideración la interrelación suelo-agua-vegetación. Al proponer alternativas para introducir el componente arbóreo/arbustivo, se dan pautas para la programación de estas acciones que al llevarse a la práctica protegen el suelo, regulan los escurrimientos, promueven la infiltración y recarga de acuíferos además de enriquecer el recurso forestal y contribuir a la conservación del medio ambiente.

5 NECESIDADES DE RECUPERACIÓN FORESTAL

5.1 Metodología para la determinación de las necesidades de recuperación forestal

5.1.1 *Las clases de uso del suelo empleadas*

La base cartográfica del trabajo es la de Uso del Suelo y Vegetación Serie III de INEGI. De las 33 clases identificadas por INEGI para la Región de estudio, se hizo una agrupación a un total de 14 clases que son las utilizadas en el proyecto, las cuales se listan en el **Cuadro 5-1**, donde aparecen también las clases de uso del suelo originales Serie III de INEGI.

Cuadro 5-1. Clases de uso del suelo utilizadas en el proyecto y Serie III de INEGI. RHA II Noroeste

No.	Clases a usar en proyecto CONAFOR	Clasificación original serie III INEGI
1	Bosque	Bosque de Ayarín
		Bosque de Pino
		Bosque de Pino-Encino
		Bosque de Encino-Pino
		Bosque de Encino
		Bosque de Táscate
		Chaparral
2	Selva	Selva Baja Caducifolia
		Selva Baja Espinosa Caducifolia
3	Matorral	Matorral Crasicaule
		Matorral Sarcocaule
		Matorral Sarco-Crasicaule
		Matorral Sarco-Crasicaule de Neblina
		Matorral Desértico Micrófilo
		Matorral Desértico Rosetófilo
		Matorral Subtropical
4	Pastizal	Pastizal Natural
		Pastizal Inducido
		Pastizal Halófilo
		Pastizal cultivado
5	Vegetación de Galería	Bosque de Galería
		Vegetación de Galería
6	Vegetación Hidrófila	Manglar
		Tular
7	Mezquital	Mezquital
8	Vegetación de Desiertos Arenosos y Dunas Costeras	Vegetación de Desiertos Arenosos
		Vegetación de Dunas Costeras
9	Vegetación Halófila	Vegetación Halófila
10	Sin Vegetación Aparente	Sin Vegetación Aparente
11	Agricultura de Riego	Agricultura de riego y de humedad
12	Agricultura de Temporal	Agricultura de temporal
13	Cuerpos de Agua	Cuerpos de agua
14	Zona Urbana	Zona urbana y asentamientos humanos

Las clases empleadas pudieran parecer demasiado generales, sin embargo debe recordarse que no se pretende tener un inventario forestal, ni un estudio florístico; el interés es diferenciar únicamente los principales ecosistemas e identificar dentro de éstos las áreas que requieren una recuperación forestal. Demasiada especificidad resulta innecesaria si se toma en cuenta que el propósito de tener un conocimiento del uso del suelo es disponer de elementos para formarse un mejor juicio del modelo o práctica más adecuada para la introducción del componente arbóreo/arbustivo y lograr así la recuperación forestal.

5.1.2 *Definición de áreas con necesidades de recuperación forestal*

Ya se ha dicho que el insumo principal del trabajo es la carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie III de INEGI, de la cual se realizó una agrupación de usos de suelo, reduciendo el número de 33 a 14 clases.

La carta mencionada se compone de 14 capas, entre ellas, de interés para el proyecto, se encuentran las de “cobertura arbórea” y “erosión”. De la primera se usaron las unidades de interpretación cartográfica “cobertura abierta” y “sin cobertura aparente”, en tanto que de la segunda se usó la de “erosión apreciable”.

Estas tres unidades de interpretación cartográfica se unieron en un solo grupo, formándose ahora una capa con la nueva unidad de interpretación cartográfica a la cual se le denominó “áreas de atención”. Estas áreas representan entonces aquellos sitios o territorios donde se tiene una cobertura arbórea deficiente e incluso problemas de erosión del suelo, lo que es de importancia para el proyecto. El paso siguiente fue la elaboración de planes de recorrido de campo cubriendo principalmente estas áreas, para tener así un conocimiento más objetivo de los grados de afectación en los diversos usos del suelo y de la situación actual de la cobertura forestal, especialmente la vegetación arbórea/arbustiva.

Dada la amplitud del área que cubre el proyecto (alrededor de 20 millones de ha), en el plan de recorrido de campo se optó por seleccionar diversos sitios a visitar de los distintos usos del suelo. Se procuró cubrir en estos puntos seleccionados los distintos grados de pendiente del terreno; distintas altitudes y tipos de suelo; la posición de la vegetación en cuanto a exposición solar: ladera expuesta hacia el norte, hacia el sur, cercanía a la costa, etc. Se consideró también la facilidad de acceso a los sitios a verificar y se cubrieron todos los usos del suelo que el estudio considera son de atención por el PRHF; 10 de los 14 usos del suelo definidos. Se registraron 83 sitios en total, donde viendo en la pantalla de una computadora portátil la carta de uso del suelo y vegetación Serie III de INEGI, se buscó tener una apreciación directa de la situación de la vegetación, especialmente en lo referente a cobertura del suelo. Esto con la finalidad de conocer los niveles de la densidad de la cobertura arbórea/arbustiva en distintos ambientes que permitiera crear una panorámica de las condiciones actuales de la cubierta forestal.

De esta manera, conociendo la situación actual de la cobertura, el siguiente paso fue obtener un promedio ponderado del porcentaje de cobertura forestal para cada uso del suelo. Este proceso se basó en los siguientes cirterios: superficie del sitio, porcentaje de cobertura, pendiente del terreno, vegetación asociada, grado de recuperación natural o inducido, altitud al nivel del mar, orientación de la ladera, distancia a centros de población y vías de comunicación, presión sobre el uso del suelo (agricultura o ganadería), la altura de los árboles y arbustos, y la frecuencia de ocurrencia de unos u otros casos.

Con los promedios de cobertura actual, lo que siguió fue determinar las necesidades de recuperación forestal para llevar a la vegetación, de esta condición, a la de una equiparable a aquellas de cobertura

forestal densa, aquí denominada “cobertura deseable”. Es importante mencionar que en el presente proyecto se entiende por este término lograr tener una cobertura forestal cerrada, aunque sin llegar a una cobertura clímax o ideal. Se tiene como objetivo entonces, lograr una cobertura densa acorde a las condiciones ambientales del sitio, y no se habla de llevar la vegetación a su condición original o primaria, que idealmente sería lo más deseable, pero se considera que en la realidad esto es prácticamente imposible de lograr.

Para establecer las necesidades de recuperación forestal, el procedimiento consistió en establecer un índice o factor de necesidades de recuperación forestal (índice con rango de variación de 0 a 1) de tal forma que al multiplicar dicho factor por la superficie en hectáreas del área con cobertura abierta, se tiene un valor que indica el área con necesidades de intervención. La ecuación empleada es la siguiente:

$$IRF = 1 - (CA / CD)$$

Donde:

IRF es índice o factor de recuperación forestal
CA es porcentaje de cobertura actual y
CD es porcentaje de cobertura deseable

Así por ejemplo, si se tienen los siguientes casos (extremos):

a) ***Cobertura actual 80% y cobertura deseable 80%***

- **IRF = 1 – (80/80) = 1 – 1 = 0**

En este ejemplo se asume que la cobertura presente es igual a la deseable. Al aplicar la ecuación resulta un valor de cero. Entonces, al multiplicar el factor obtenido (cero) por cualquier superficie, el resultado será cero, indicando que, cuando la cobertura (arbórea/arbustiva) actual es igual a la deseable no hay necesidad de intervención.

b) ***Cobertura actual 0% y cobertura deseable 80%***

- **IRF = 1 – (0/80) = 1 – 0= 1**

En este caso se supone el otro extremo, en que se tiene un área desprovista de vegetación. Al aplicar la ecuación, resulta un valor de uno (1). Así, al multiplicar este factor (la unidad) por la superficie en cuestión, el resultado será el mismo valor inicial de la superficie, indicando que toda el área requiere de intervención para lograr la cobertura deseable.

Los casos mostrados son sólo como ejemplos utilizados con el propósito de facilitar la explicación del método. Es claro que al utilizar el procedimiento descrito, se obtienen factores con valores intermedios entre cero y uno. Los resultados obtenidos se presentan en el ***Cuadro 5-2***. Los porcentajes empleados como valores deseables toman en cuenta las condiciones ambientales predominantes en la región y la importancia de los ecosistemas.

Por ejemplo, en el caso de los bosques pudiese parecer que la densidad deseada es relativamente baja. No obstante, en este caso, las características ambientales en que se ubica este tipo de vegetación, así como el efecto antropogénico de las poblaciones cercanas, determinan el valor deseable o posible bajo

estas circunstancias (no se debe esperar que los bosques de Sonora, tengan la densidad de arbolado semejante a un bosque de Michoacán o Morelos).

Debe también tenerse presente que aunque las áreas de bosque denso interceptan las corrientes de aire cargadas de humedad y pueden provocar las precipitaciones, influyendo además en el clima regional, una alta concentración de masa forestal puede acarrear tasas evapotranspirativas demasiado altas, no deseables para las zonas semiáridas, condiciones prevalencientes en la Región II Noroeste.

Cuadro 5-2. Índices de recuperación forestal RHA II Noroeste

No.	Uso del suelo y vegetación	Cobertura Actual (%)	Cobertura Deseable (%)	Índice de Recuperación Forestal
1	Bosque	42.65	60.00	0.29
2	Selva	60.81	80.00	0.24
3	Matorral	31.43	45.00	0.30
4	Pastizal	3.90	10.00	0.06
5	Vegetación de galería	66.67	80.00	0.17
6	Vegetación hidrófila	40.00	70.00	0.43
7	Mezquital	28.57	40.00	0.29
8	Vegetación desiertos arenosos y dunas costeras	5.00	5.00	0.00
9	Vegetación halófila	10.00	10.00	0.00
10	Sin vegetación aparente	0.00	0.00	0.05
11	Agricultura de riego	0.40	5.00	0.09
12	Agricultura de temporal	5.00	6.00	0.02
13	Cuerpos de agua	0.00	0.00	0.00
14	Zona urbana	0.00	0.00	0.00

Criterios como los mencionados se tomaron en cuenta para todos los usos del suelo empleados en el estudio, obteniendo de esta forma las necesidades de recuperación forestal que en las páginas siguientes se presentan. Se hace la aclaración que en los usos del suelo “Vegetación de dunas costeras y desiertos arenosos” y “Vegetación halófila” no se consideran para ser intervenidos, por lo que se les da el valor de cero. La cobertura deseable se dice igual a la actual, aceptando que la densidad existente es resultado de las condiciones ambientales reinantes. Difícilmente se puede incrementar la cobertura y sería poco el impacto que se tuviese desde el punto de vista hidrológico. Los usos del suelo “cuerpos de agua” y “zona urbana” tampoco son áreas de intervención en el presente estudio; por lo anterior es que el factor IRF aparece igual a cero, como puede verse en el ***Cuadro 5-2***.

5.2 Necesidades de recuperación forestal

Como resultado de la aplicación de la metodología descrita, se obtuvieron las superficies, por uso del suelo, que requieren una recuperación forestal. La estimación de dichas áreas se realizó para la RHA, pero también se presenta a nivel de los estados que la conforman y para facilitar la programación operativa en escalas más apropiadas, se hizo la identificación a nivel de cada uno de los municipios.

Se presenta también la información para las cuencas (según clasificación de CONAGUA), Programas de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS) y Unidades de Manejo Forestal (UMAFOR) que conforman la Región II Noroeste.

Con la intención de proporcionar elementos que permitan la colaboración entre la CONAFOR y otras instituciones relacionadas con el sector, se muestran asimismo los resultados por Área Natural Protegida (ANP) y Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). La información cartográfica puede consultarse en el Anexo Cartográfico que forma parte de los resultados del proyecto.

5.2.1 *Necesidades de recuperación forestal en la RHA II Noroeste*

Las necesidades de recuperación forestal para la RHA II Noroeste, por clase de uso de suelo se reportan en la última columna del ***Cuadro 5-3***. La distribución espacial de las áreas de atención puede apreciarse en el mapa que se entrega como parte de los resultados, a escala 1:250,000.

Cuadro 5-3. Áreas de Atención y Areas con Necesidades de recuperación forestal en la RHA II Noroeste

No.	Uso del suelo	Clave	Área de atención	Necesidades de recuperación Forestal
			Superficie (ha)	Superficie (ha)
1	Bosque	B	1,098,430.91	338,695.98
2	Selva	S	541,232.94	133,682.81
3	Matorral	MT	1,886,596.22	649,232.42
4	Pastizal	PZ	2,182,967.19	152,650.40
5	Vegetación de galería	VG	24,524.96	4,773.79
6	Vegetación hidrófila	VF	7,280.05	3,120.01
7	Mezquital	MZ	497,391.98	165,921.04
8	Vegetación de desiertos arenosos y dunas costeras	VD	497.34	0.00
9	Vegetación halófila	VH	15,584.62	0.00
10	Sin vegetación aparente	DV	159,494.74	9,315.69
11	Agricultura de riego	AR	951,350.98	87,524.29
12	Agricultura de temporal	AT	354,345.17	5,747.87
13	Cuerpos de agua	H	1.42	0.00
14	Zona urbana	U	0.23	0.00
T o t a l			7,719,,698.75	1,550,664.30

Los resultados indican que de 20’536,365.55 ha que corresponden a la superficie total regional, 7’719,698 ha se clasifican como “áreas de atención forestal”, lo cual significa que esta última superficie presenta una condición de vegetación abierta en distintos grados, además de incluirse también en la cifra las áreas sin vegetación aparente y las que muestran rasgos de erosión apreciable, información que como se dijo en la descripción metodológica, se obtuvo de las capa de “densidad de cobertura” y “erosión” de la cartografía Serie III de INEGI. Dentro de estas “áreas de atención forestal”, se encontró una superficie de 1’550,664.30 ha que requieren de una intervención prioritaria para lograr su recuperación y restablecer el equilibrio de la relación agua-suelo-vegetación, recursos considerados de manera integrada por el Programa Regional hidrológico Forestal. A esta última superficie se le denomina “Necesidades de Recuperación Forestal”.

Puede observarse que la vegetación de matorral es la que presenta mayores necesidades, siguiéndole en orden de importancia los bosques, aunque la diferencia es considerable. Nótese también que se tienen necesidades importantes en las áreas de mezquitales, pastizales y selvas. Obsérvese además que de acuerdo al concepto manejado en este estudio, se considera necesaria también la incorporación del componente arbóreo en áreas que originalmente fueron de uso agrícola y actualmente tienen serios problemas de disponibilidad de agua, tanto por cantidad como por calidad. Igualmente se detectan

necesidades de aumentar la vegetación arbórea en las orillas de los cauces y las zonas costeras de vegetación hidrófila.

Con el propósito de aportar mayor detalle a la información obtenida, en el ***Cuadro 5-4*** se presentan las necesidades de recuperación forestal por uso de suelo y rango de pendiente. Puede observarse que en los terrenos planos y de lomeríos suaves (pendientes menores a 8%) se identifican las mayores necesidades. Esto en parte es reflejo de la condición predominante en la región, si en general se tiene una gran superficie de territorio plano, no sorprende que más del 67% de las áreas a atender se ubiquen en estos terrenos. Lo anterior es de importancia si se toma en cuenta que una superficie plana y sin vegetación es propicia para la erosión del suelo, especialmente erosión eólica, problema que es significativo en la región.

Cuadro 5-4. Necesidades de recuperación forestal por uso de suelo y rango de pendiente

Uso del suelo y vegetación	Rango de pendiente en porcentaje (%)					Superficie total (ha)
	0 – 8	8 – 16	16 – 30	30 – 60	> 60	
Bosque	124,635.16	69,102.60	94,178.32	49,093.16	1,686.74	338,695.98
Selva	88,013.10	19,154.54	17,596.06	8,585.75	333.37	133,682.81
Matorral	446,441.79	106,331.01	72,287.84	23,568.82	602.96	649,232.42
Pastizal	115,939.56	18,193.39	12,715.46	5,610.06	191.93	152,650.40
Vegetación de galería	4,658.15	72.41	43.22	0.00	0.00	4,773.78
Vegetación hidrófila	3,120.01	0.00	0.00	0.00	0.00	3,120.01
Mezquital	157,452.61	6,280.16	1,872.94	303.51	11.81	165,921.04
Sin vegetación aparente	9,115.10	113.83	51.04	34.53	1.20	9,315.69
Agricultura de riego	87,524.29	0.00	0.00	0.00	0.00	87,524.29
Agricultura de temporal	5,367.59	380.27	0.00	0.00	0.00	5,747.87
T o t a l	1,042,267.36	219,628.23	198,744.88	87,195.82	2,828.01	1,550,664.30

Se tienen también importantes áreas con necesidades de recuperación forestal en terrenos con pendiente fuerte, nótese que 288,769 ha (18.6%) se ubican en tierras con pendientes mayores a 16%. Desde el punto de vista de procurar infiltración de agua en las partes altas de las cuencas y reducir los escurrimientos y problemas de erosión hídrica, éstas son las áreas de atención prioritaria, pues recuérdese que mayor infiltración se traduce en más oportunidad de recarga de acuíferos y en cambio, mayor escurrimiento implica problemas de inundaciones. La erosión hídrica por su parte significa pérdida de fertilidad del suelo además de problemas de azolve de infraestructura hidráulica en partes bajas.

5.2.2 *Necesidades de recuperación forestal por estado*

Por cuestiones operativas, en muchos casos es necesario disponer de datos por entidad federativa. Considerando esto es que se presenta a continuación la información generada para los estados que conforman la Región Hidrológico Administrativa II Noroeste. En el ***Cuadro 5-5*** pueden verse las necesidades por estado, clasificadas por uso del suelo.

Cuadro 5-5. Necesidades de recuperación forestal por estado y uso del suelo

Uso del suelo y vegetación	Sonora (ha)	Chihuahua (ha)	Total (ha)
Bosque (B)	237,871.21	100,824.77	338,695.98
Selva (S)	127,859.72	5,823.09	133,682.81
Matorral (MT)	649,210.49	21.93	649,232.42
Pastizal (PZ)	145,409.72	7,240.68	152,650.40
Vegetación de galería (VG)	4,773.78	0	4,773.78
Vegetación hidrófila (VF)	3,120.01	0	3,120.01
Mezquital (MZ)	165,921.04	0	165,921.04
Sin vegetación aparente (DV)	9,310.13	5.56	9,315.69
Agricultura de riego (AR)	83,678.62	3,845.67	87,524.29
Agricultura de temporal (AT)	2,389.36	3,358.50	5,747.87
T o t a l	1,429,544.10	121,120.20	1,550,664.30

Puede verse que, como resulta lógico, las mayores necesidades (alrededor de 92%) se ubican en el estado de Sonora. Esto es debido a que el 90% del territorio de la Región II Noroeste se localiza en dicho estado. Lo anterior finalmente lleva a concluir que la problemática es similar en ambos estados, una necesidad de dedicar mayor atención a conservar los recursos forestales existentes, mejorando así todos los beneficios que ello conlleva. Si se pone atención a los usos del suelo, puede verse que en el estado de Chihuahua prácticamente las necesidades de recuperación forestal se concentran en la zona forestal. Esto se explica por el hecho de que la parte del estado que se incluye en la región de estudio corresponde a una de las zonas boscosas del estado (área de las cascadas de Basaseachi).

El ***Cuadro 5-6*** en cambio presenta la información por rango de pendiente del terreno. Puede notarse que, como antes se mencionó, las mayores necesidades se ubican en las partes topográficamente planas y semiplanas. La intención de proporcionar esta información es que puede resultar de interés al momento de recomendar algunas prácticas tanto de introducción o conservación del componente arbóreo/arbustivo, como para establecer prioridades de atención en el caso de que se trate de implementar programas encaminados al control de escurrimientos y pérdida de suelo por erosión hídrica.

Cuadro 5-6. Necesidades de recuperación forestal por estado y rango de pendiente (superficie en ha)

Estado	Rango de pendientes en porcentaje (%)					Superficie total
	0 - 8	8 - 16	16 - 30	30 - 60	> 60	
Sonora	989,231.26	198,985.30	171,131.53	68,584.67	1,611.34	1,429,544.10
Chihuahua	53,036.10	20,642.93	27,613.35	18,611.15	1,216.67	121,120.20
T o t a l	1,042,267.36	219,628.23	198,744.88	87,195.82	2,828.01	1,550,664.30

5.2.3 *Necesidades de recuperación forestal por municipio*

Con el propósito de proporcionar elementos de planeación más detallados a la Gerencia Regional de la CONAFOR, se identificaron las necesidades de recuperación forestal para los municipios que integran RHA II Noroeste (72 de Sonora y 7 de Chihuahua), las cuales se presentan en el ***Cuadro 5-7***, clasificadas por uso del suelo. Esta información se obtuvo al sobreponer el mapa de necesidades de recuperación forestal sobre la carta de división municipal, permitiendo así obtener la información relativa a cada uno de los municipios. Estos datos son de utilidad al permitir orientar las actividades de recuperación hacia aquellos municipios del estado que presentan la mayor problemática.

Cuadro 5-7. Necesidades de recuperación forestal por municipio y uso del suelo (superficie en ha)

Municipio	B	S	MT	PZ	VG	VF	MZ	DV	AR	AT	Superficie total (ha)
Sonora											
Aconchi	2,693.74	0.00	6,735.83	0.36	0.00	0.00	689.13	0.00	145.56	0.00	10,264.62
Agua Prieta	10,308.58	0.00	5,489.86	5,410.58	3.12	0.00	664.65	27.03	271.45	13.32	22,188.59
Álamos	2,869.52	10,508.54	3,688.34	4,794.20	0.00	0.00	0.01	0.00	332.57	1,285.76	23,478.94
Altar	1,097.89	0.00	35,586.22	2,414.98	103.86	0.00	5,649.71	143.08	1,812.72	12.08	46,820.54
Arizpe	21,133.41	0.00	12,495.06	4,046.30	0.00	0.00	1,231.15	7.78	443.62	7.46	39,364.78
Arivechi	1,067.71	3,298.28	0.00	311.39	0.00	0.00	0.00	0.00	238.53	3.02	4,918.92
Atil	0.00	0.00	405.30	6.28	0.00	0.00	0.00	13.43	157.46	0.00	582.47
Bacadéhuachi	0.00	0.01	12,788.44	2,172.06	0.00	0.00	685.90	0.00	108.25	0.00	15,754.66
Bacanora	629.93	2,646.73	0.00	471.56	0.00	0.00	0.00	0.00	91.55	8.71	3,848.48
Bacerac	1,715.94	0.00	0.03	2,015.71	173.16	0.00	0.00	0.00	81.72	7.82	3,994.38
Bacoachi	9,581.58	0.00	0.05	4,128.55	41.97	0.00	442.76	0.00	165.92	0.54	14,361.37
Banámichi	5,332.28	0.00	15,494.10	304.06	0.00	0.00	1,184.97	0.00	229.70	0.00	22,545.11
Bavispe	2,117.92	0.00	215.50	2,310.93	264.35	0.00	48.26	0.00	250.07	0.00	5,207.03
Baviácora	3,063.70	30.85	21,184.94	58.64	0.00	0.00	1,157.75	0.00	218.85	0.00	25,714.73
Benito Juárez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.89	0.00	5.87	2,730.07	0.00	2,779.83
Benjamín Hill	0.00	0.00	2,774.36	1,705.54	0.00	0.00	4,582.36	0.00	28.82	0.71	9,091.79
Bácum	0.00	0.00	7,444.42	116.43	0.00	26.89	6,701.50	20.46	3,389.41	0.00	17,699.11
Caborca	0.00	0.00	15,390.89	3,441.46	1,512.67	0.00	7,626.90	145.26	7,078.97	0.00	35,196.15
Cajeme	0.00	20,756.30	27,159.45	3,298.48	80.23	39.04	5,521.86	5.06	10,903.35	10.19	67,773.96
Cananea	24,056.43	0.00	0.00	10,130.65	0.00	0.00	571.06	247.53	56.74	5.36	35,067.77
Carbó	23.34	0.00	3,108.12	4,907.66	0.00	0.00	2,010.27	0.00	605.12	0.00	10,654.51
Cucurpe	8,723.38	0.00	3,087.80	2,399.09	43.96	0.00	118.37	108.83	313.63	0.84	14,795.90
Cumpas	5,023.25	0.00	9,031.66	2,129.79	0.00	0.00	8,297.56	0.00	495.23	10.92	24,988.41
Divisaderos	86.92	0.00	6,614.87	673.41	0.00	0.00	632.51	0.00	87.27	5.11	8,100.09
Empalme	0.00	0.00	0.00	747.38	0.00	0.00	148.61	15.77	1,239.02	0.00	2,150.78
Etchojoa	0.00	0.00	0.00	88.54	13.92	130.77	892.98	2.88	7,484.69	0.00	8,613.78
Fronteras	12,330.67	0.00	3,479.36	5,894.12	0.00	0.00	35.97	0.00	705.00	5.59	22,450.71
Gral. Plutarco Elías Calles	0.00	0.00	8,256.20	657.87	0.00	0.00	161.53	39.48	689.24	0.00	9,804.32
Granados	258.73	0.00	7,989.43	355.10	0.00	0.00	1,026.61	0.00	61.33	0.00	9,691.20
Guaymas	0.00	0.00	16,245.93	3,450.06	82.41	596.53	13,675.31	4.99	3,868.38	51.48	37,975.09
Hermosillo	66.70	0.00	30,388.99	10,109.65	1,000.81	212.91	21,249.93	577.63	13,981.33	0.00	77,587.95
Huachinera	1,943.47	0.00	0.01	3,145.94	152.69	0.00	0.00	0.00	19.77	8.15	5,270.03
Huatabampo	0.00	0.00	3,382.97	701.37	0.00	223.69	64.22	84.67	4,884.34	103.77	9,445.03
Huásabas	308.44	0.00	11,892.00	1,179.91	0.00	0.00	1,730.08	0.00	99.81	0.00	15,210.24
Huépac	3,137.99	0.00	6,970.58	110.25	0.00	0.00	1,503.39	0.00	148.34	0.00	11,870.55
Imuris	30,887.39	0.00	1,623.50	4,773.03	28.81	0.00	1,171.93	4.82	483.82	3.59	38,976.89
La Colorada	0.00	4,374.88	57,734.00	3,740.48	256.86	0.00	10,650.86	5.36	13.49	30.07	76,806.00
Magdalena	4,617.89	0.00	4,951.85	738.18	69.44	0.00	4,078.10	0.00	522.44	0.00	14,977.90
Mazatán	15.82	2.02	3,439.19	363.86	4.97	0.00	654.58	0.00	0.00	31.62	4,512.06
Moctezuma	4,244.74	0.00	23,769.77	2,160.96	0.00	0.00	5,339.74	0.00	133.08	21.85	35,670.14
Naco	1,922.79	0.00	1,439.64	4,810.49	0.00	0.00	0.00	13.52	62.44	0.00	8,248.88
Nacozari de García	12,359.21	0.00	156.12	2,884.36	62.48	0.00	0.00	34.28	0.00	0.00	15,496.45
Navojoa	0.00	7,883.58	5,640.40	4,541.85	0.00	0.00	3,933.32	0.00	4,960.89	240.02	27,200.06
Nogales	20,778.97	0.00	0.00	5,728.20	81.23	0.00	64.30	0.00	25.88	0.00	26,678.58
Nácori Chico	1,741.91	3,086.16	19,981.37	1,547.65	0.00	0.00	7,150.95	0.00	88.29	31.80	33,628.13
Onavas	22.64	2,573.30	791.89	45.90	0.00	0.00	0.00	0.00	110.94	0.00	3,544.67
Opodepe	4,056.22	0.00	17,077.37	2,344.74	0.00	0.00	1,243.08	0.00	373.01	1.40	25,095.82

Municipio	B	S	MT	PZ	VG	VF	MZ	DV	AR	AT	Superficie total (ha)
Oquitoa	159.73	0.00	4,922.55	17.80	0.00	0.00	18.48	0.26	129.17	0.00	5,247.99
Pitiquito	0.00	0.00	17,543.48	1,811.26	468.20	269.48	8,647.40	60.14	861.65	0.00	29,661.62
Puerto Peñasco	0.00	0.00	4,675.36	57.44	0.00	0.00	0.03	2,881.18	9.15	0.00	7,623.16
Quiriego	0.00	13,838.27	2,290.63	4,777.99	0.00	0.00	243.17	0.00	178.15	160.94	21,489.15
Rayón	1,512.71	0.00	21,232.14	32.01	0.00	0.00	1,669.74	0.00	319.21	0.00	24,765.81
Rosario	103.00	10,657.63	3,760.63	1,574.83	0.00	0.00	0.00	0.00	61.17	68.86	16,226.12
Sahuaripa	8,059.20	20,666.88	17,190.26	1,747.24	0.00	0.00	2,153.73	17.31	189.19	69.21	50,093.02
San Felipe de Jesús	1,776.21	0.00	2,816.15	2.91	0.00	0.00	72.52	0.00	78.89	0.00	4,746.68
San Ignacio Río Muerto	0.00	0.00	0.00	171.10	0.00	1,576.80	2,198.27	49.19	3,605.75	0.00	7,601.11
San Javier	211.26	2,943.75	0.00	67.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.85	3,231.49
San Luis Río Colorado	26.40	0.00	9,116.19	6.62	86.88	0.00	0.00	4,408.23	3,430.88	0.00	17,075.20
San Miguel de Horcasitas	0.00	0.00	5,160.11	440.77	13.12	0.00	811.41	0.00	773.94	0.00	7,199.35
San Pedro de la Cueva	2,064.27	5,224.87	16,216.99	818.91	0.00	0.00	2,569.53	0.39	54.99	19.33	26,969.28
Santa Ana	1,316.93	0.00	711.45	930.93	109.73	0.00	916.47	0.00	655.15	1.26	4,641.92
Santa Cruz	10,593.47	0.00	0.00	4,410.29	80.13	0.00	31.39	0.00	141.78	0.00	15,257.07
Soyopa	457.24	3,954.80	10,580.79	256.82	0.00	0.00	0.00	0.00	176.21	6.37	15,432.23
Sáric	0.00	0.00	5,435.12	2,757.85	0.00	0.00	573.05	0.00	189.62	0.05	8,955.69
Suaqui Grande	0.00	6,945.91	10,696.88	208.88	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	11.71	17,863.41
Tepache	958.94	2,289.90	10,750.88	318.87	0.00	0.00	3,108.26	0.00	55.78	22.17	17,504.81
Trincheras	0.00	0.00	29,098.71	1,940.08	38.78	0.00	4,817.20	228.36	1,375.54	0.00	37,498.68
Tubutama	1,110.46	0.00	3,047.56	681.01	0.00	0.00	2,123.87	108.72	374.69	0.74	7,447.06
Ures	4,032.30	0.00	47,400.42	397.15	0.00	0.00	9,805.70	0.00	640.65	11.46	62,287.69
Villa Hidalgo	233.78	0.00	4,841.96	2,833.96	0.00	0.00	310.96	48.62	147.22	0.75	8,417.26
Villa Pesqueira	709.06	1,958.42	7,816.41	546.29	0.00	0.00	3,257.66	0.00	29.73	37.90	14,355.47
Yécora	6,327.15	4,218.65	0.00	1,233.08	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	68.57	11,855.46
Total Sonora	237,871.21	127,859.72	649,210.49	145,409.72	4,773.78	3,120.01	165,921.04	9,310.13	83,678.62	2,389.36	1,429,544.10
Chihuahua											
Guerrero	33,225.32	0.00	0.00	1,762.47	0.00	0.00	0.00	5.56	3,551.32	1,631.31	40,175.98
Madera	16,777.90	692.48	21.93	2,140.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	851.68	20,483.99
Matachi	6,741.38	0.00	0.00	288.58	0.00	0.00	0.00	0.00	15.03	298.77	7,343.76
Moris	8,226.14	2,757.09	0.00	139.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.68	11,166.56
Ocampo	3,926.26	391.75	0.00	305.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.25	4,710.04
Temósachi	19,012.90	0.00	0.00	883.31	0.00	0.00	0.00	0.00	279.32	428.67	20,604.20
Uruachi	12,914.86	1,981.77	0.00	1,720.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.14	16,635.66
Total Chihuahua	100,824.77	5,823.09	21.93	7,240.68	0.00	0.00	0.00	5.56	3,845.67	3,358.50	121,120.20
TOTAL	**338,695.98**	**133,682.81**	**649,232.42**	**152,650.40**	**4,773.78**	**3,120.01**	**165,921.04**	**9,315.69**	**87,524.29**	**5,747.87**	**1,550,664.30**

B: Bosque, S: Selva, MT: Matorral, PZ: Pastizal, VG: Vegetación de galería, VF: Vegetación hidrófila, MZ: Mezquital
DV: Sin vegetación aparente, AR: Agricultura de riego, AT: Agricultura de temporal

Es también conveniente mencionar que debido a la escala de trabajo (1:250,000) las cifras presentadas pueden tener imprecisiones, por lo que se recomienda tomar los valores como indicativos más que como cifras absolutas. Para tener datos de mayor certidumbre es necesario cambiar de escala de trabajo: 1:50,000 ó 1:20,000.

El ***Cuadro 5-8*** presenta la información municipal agrupada por rango de pendiente en el terreno.

Cuadro 5-8. Necesidades de recuperación forestal por municipio y rango de pendiente

Municipio	Rango de pendientes en porcentaje (%)					Superficie total (ha)
	0 - 8	8 - 16	16 - 30	30 - 60	> 60	
Sonora						
Aconchi	3,792.06	2,550.36	2,635.82	1,224.62	61.76	10,264.62
Agua Prieta	12,149.74	3,669.09	4,282.47	2,037.90	49.39	22,188.59
Álamos	16,417.20	2,922.56	2,547.56	1,487.31	104.31	23,478.94
Altar	45,134.53	613.52	663.35	394.67	14.48	46,820.54
Arivechi	1,799.82	931.20	1,416.80	749.45	21.65	4,918.92
Arizpe	18,097.00	8,608.56	8,905.91	3,698.09	55.22	39,364.78
Atil	335.76	148.38	60.47	35.35	2.51	582.47
Bacadéhuachi	6,285.25	3,903.60	3,797.11	1,741.82	26.90	15,754.66
Bacanora	1,509.16	873.50	959.05	481.08	25.69	3,848.48
Bacerac	2,204.01	851.54	661.49	271.60	5.73	3,994.38
Bacoachi	7,739.09	3,141.09	2,655.18	821.40	4.61	14,361.37
Banámichi	11,103.62	4,640.89	4,663.17	2,090.49	46.94	22,545.11
Bavispe	1,727.32	917.57	1,294.22	1,199.23	68.70	5,207.03
Baviácora	10,321.71	7,738.77	5,881.24	1,740.66	32.34	25,714.73
Benito Juárez	2,779.83	0.00	0.00	0.00	0.00	2,779.83
Benjamín Hill	9,067.27	23.11	1.25	0.16	0.00	9,091.79
Bácum	16,189.57	945.27	473.54	90.74	0.00	17,699.11
Caborca	35,124.29	60.35	11.32	0.18	0.00	35,196.15
Cajeme	57,069.14	6,678.89	3,058.98	928.01	38.94	67,773.96
Cananea	22,136.30	6,281.41	5,154.03	1,482.89	13.14	35,067.77
Carbó	9,645.66	652.88	307.71	48.27	0.00	10,654.51
Cucurpe	8,212.41	3,018.48	2,429.67	1,095.59	39.75	14,795.90
Cumpas	15,548.08	4,457.20	3,680.57	1,286.96	15.59	24,988.41
Divisaderos	3,882.90	1,724.11	1,765.84	714.99	12.24	8,100.09
Empalme	2,150.70	0.07	0.00	0.00	0.00	2,150.78
Etchojoa	8,579.74	26.83	7.20	0.00	0.00	8,613.78
Fronteras	11,902.20	3,867.12	4,478.37	2,159.19	43.83	22,450.71
Gral. Plutarco Elías Calles	9,781.80	22.52	0.00	0.00	0.00	9,804.32
Granados	3,178.86	2,394.40	2,737.58	1,349.83	30.53	9,691.20
Guaymas	33,957.47	2,677.50	1,157.70	182.43	0.00	37,975.09
Hermosillo	74,328.32	1,978.00	950.65	308.68	22.29	77,587.95
Huachinera	2,917.08	1,116.96	885.72	346.63	3.63	5,270.03
Huatabampo	9,441.29	2.07	1.67	0.00	0.00	9,445.03
Huásabas	7,640.12	3,362.53	2,903.35	1,281.92	22.32	15,210.24
Huépac	5,725.84	2,966.70	2,473.29	699.00	5.73	11,870.55
Imuris	14,991.14	7,970.16	11,093.37	4,881.29	40.93	38,976.89
La Colorada	61,643.32	8,667.81	4,923.09	1,517.58	54.20	76,806.00
Magdalena	10,451.92	1,782.65	1,873.30	866.59	3.44	14,977.90
Mazatán	3,032.60	679.25	592.36	200.74	7.10	4,512.06
Moctezuma	19,156.90	8,083.60	6,453.21	1,952.81	23.62	35,670.14

Municipio	Rango de pendientes en porcentaje (%)					Superficie total (ha)
	0 - 8	8 - 16	16 - 30	30 - 60	> 60	
Naco	6,625.84	598.39	586.84	425.41	12.40	8,248.88
Nacozari de García	5,771.64	3,369.75	4,066.60	2,234.25	54.21	15,496.45
Navojoa	26,787.67	263.75	109.98	38.66	0.00	27,200.06
Nogales	13,739.42	5,597.99	5,601.05	1,737.67	2.45	26,678.58
Nácori Chico	15,197.18	7,776.65	7,432.29	3,113.76	108.24	33,628.13
Onavas	2,633.66	588.21	250.04	71.68	1.08	3,544.67
Opodepe	13,598.95	5,977.74	4,235.93	1,278.28	4.92	25,095.82
Oquitoa	4,941.18	198.34	88.35	20.12	0.00	5,247.99
Pitiquito	29,563.01	89.50	9.10	0.00	0.00	29,661.62
Puerto Peñasco	7,546.12	62.94	14.10	0.00	0.00	7,623.16
Quiriego	18,623.63	1,853.85	692.73	287.71	31.23	21,489.15
Rayón	12,745.66	6,684.33	4,284.78	1,033.45	17.58	24,765.81
Rosario	12,508.62	2,526.58	982.54	207.45	0.93	16,226.12
Sahuaripa	17,054.30	10,532.07	14,320.77	7,922.77	263.11	50,093.02
San Felipe de Jesús	1,608.19	1,426.68	1,326.24	370.97	14.60	4,746.68
San Ignacio Río Muerto	7,601.11	0.00	0.00	0.00	0.00	7,601.11
San Javier	2,475.31	449.16	209.32	95.66	2.04	3,231.49
San Luis Río Colorado	15,995.11	544.85	346.25	188.09	0.90	17,075.20
San Miguel de Horcasitas	5,902.57	848.11	387.08	61.60	0.00	7,199.36
San Pedro de la Cueva	11,403.74	6,146.22	6,362.27	2,987.32	69.74	26,969.28
Santa Ana	3,255.29	413.67	661.58	306.27	5.11	4,641.92
Santa Cruz	10,198.15	2,985.30	1,620.15	448.78	4.69	15,257.07
Soyopa	10,866.79	2,589.90	1,441.38	526.70	7.46	15,432.23
Sáric	7,997.68	688.85	224.74	44.42	0.00	8,955.69
Suaqui Grande	14,352.84	2,779.85	680.81	49.91	0.00	17,863.41
Tepache	10,351.50	3,451.20	2,851.13	831.90	19.08	17,504.81
Trincheras	37,077.71	359.19	56.33	5.45	0.00	37,498.68
Tubutama	6,117.61	440.31	606.55	282.60	0.00	7,447.06
Ures	39,871.26	12,472.32	8,136.47	1,792.62	15.02	62,287.69
Villa Hidalgo	3,503.78	1,870.16	1,977.31	1,045.17	20.84	8,417.26
Villa Pesqueira	11,249.75	2,002.81	888.04	206.48	8.40	14,355.47
Yécora	4,914.97	2,446.11	2,843.15	1,601.41	49.82	11,855.46
Total Sonora	989,231.26	198,985.30	171,131.53	68,584.67	1,611.34	1,429,544.10
Chihuahua						
Guerrero	25,686.98	6,463.03	6,070.32	1,932.26	23.39	40,175.98
Madera	8,255.64	3,420.58	5,012.79	3,671.97	123.01	20,483.99
Matachi	4,138.43	1,479.73	1,331.15	393.70	0.75	7,343.76
Moris	2,014.56	1,740.78	3,634.09	3,556.12	221.01	11,166.56
Ocampo	970.67	702.01	1,333.50	1,573.24	130.62	4,710.04
Temósachi	9,356.30	4,102.10	4,880.48	2,219.90	45.42	20,604.20
Uruachi	2,613.52	2,734.70	5,351.01	5,263.96	672.47	16,635.66
Total Chihuahua	53,036.10	20,642.93	27,613.35	18,611.15	1,216.67	121,120.20
T o t a l	**1,042,267.36**	**219,628.23**	**198,744.88**	**87,195.82**	**2,828.01**	**1,550,664.30**

Al observar los cuadros anteriores puede verse que en Sonora los municipios que presentan mayores necesidades de recuperación forestal son: Hermosillo, La Colorada, Cajeme, Ures, Sahuaripa y Altar. En Chihuahua los municipios con más afectación son Guerrero, Temósachi y Madera. Estas cifras no tienen relación directa con la extensión territorial del municipio, pues esta correspondencia aplicaría solo para el municipio de Hermosillo. Otros municipios de los afectados no sobresalen precisamente por su tamaño

en cuanto a superficie. Si se observan los usos del suelo se tiene que en Hermosillo sobresalen por sus necesidades el matorral y las zonas agrícolas; en La Colorada y Ures las mayores necesidades son en matorrales y mezquitales, en Cajeme y Sahuaripa se presentan las mayores necesidades en matorral y selva y en Altar son los matorrales los más afectados.

Respecto a Chihuahua, en todos los municipios identificados con necesidades de recuperación forestal, el bosque es la vegetación con mayor afectación. Lo anterior debido a que la población y las principales actividades económicas del área se concentran en este tipo de uso de suelo, ejerciendo una presión sobre los recursos que altera la composición de la vegetación en una superficie mayor al 80% del área del estado que pertenece a la RHA II.

La intención de proporcionar la información tanto por municipio como por uso del suelo y rango de pendiente, es la de facilitar la labor de técnicos y autoridades del sector en la toma de decisiones, en cuanto al tipo de prácticas de manejo o conservación del suelo y agua, así como de los materiales más apropiados que pudiese requerirse para cada caso.

5.2.4 *Necesidades de recuperación forestal por cuencas*

Tomando en cuenta que para hacer un estudio del recurso hídrico en un área determinada lo más adecuado es dividir el área en cuencas, ya que ello permite hacer una mejor estimación del efecto de la cubierta vegetal sobre los procesos de infiltración y escurrimiento, en el presente trabajo se obtuvieron también las necesidades de recuperación forestal para las cuencas que conforman la RHA II Noroeste.

En los ***Cuadros 5-9*** y ***5-10*** se muestra la información agrupada por uso del suelo y por rango de pendiente, respectivamente. La información fue generada al sobreponer el mapa de cuencas sobre el mapa de necesidades de recuperación forestal. Estos datos son importantes pues además de que hacen posible la programación de la recuperación forestal tomando a la cuenca como unidad de atención, permiten hacer un seguimiento y una evaluación de los impactos del avance de la recuperación forestal sobre el recurso hídrico.

Cuadro 5-9. Necesidades de recuperación forestal por uso del suelo en cuencas (superficie en hectáreas)

Cuenca		B	S	MT	PZ	VG	VF	MZ	DV	AR	AT	Superficie total
No	Nombre											
Sonora												
1	Arroyo Bachihuo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70	5.70
3	Arroyo Bacerán	0.00	0.00	0.02	8.74	0.00	106.91	1,327.05	4.22	2.46	0.00	1,449.39
4	Arroyo Bachomojaqui	0.00	250.49	3,488.58	252.80	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	4.56	3,996.44
6	Arroyo Bajo Roberta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.13	2.13
8	Arroyo Cerro Prieto	0.00	0.00	0.00	408.80	0.00	0.00	116.90	45.85	190.05	0.00	761.60
12	Arroyo Del Cobre	0.00	0.00	259.93	283.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	543.60
9	Arroyo El Carrizo	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	1,066.33	0.00	39.77	0.00	1,106.11
10	Arroyo El Coyote	0.00	0.00	9,590.99	667.73	0.00	0.00	2,537.80	0.00	0.00	0.00	12,796.51
15	Arroyo El Coyote-La Coja	6,876.11	0.00	697.35	10,503.38	0.00	0.00	0.00	47.98	117.61	0.00	18,242.43
7	Arroyo El Cuate-Barochipa	0.00	0.00	1,765.59	200.25	0.00	0.00	0.00	0.00	12.74	35.20	2,013.78
11	Arroyo El Dátil	0.00	0.00	2,150.04	48.30	0.00	0.00	395.60	0.00	0.00	0.00	2,593.93
2	Arroyo El Vadito-El Burro	0.00	0.00	1,814.01	916.66	0.00	0.00	64.21	6.22	1,314.41	44.64	4,160.15
30	Arroyo Guadalupe	0.00	0.00	1,029.82	0.00	0.00	0.00	0.00	154.92	0.00	0.00	1,184.75
16	Arroyo La Corúa	0.00	0.00	1,135.68	0.00	0.00	245.03	0.01	16.53	0.00	0.00	1,397.24
17	Arroyo La Nopalera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.39	0.00	0.00	0.00	0.00	18.39
18	Arroyo la Poza	0.00	0.00	12,420.15	6,391.83	1,115.12	0.00	17,039.20	100.06	7,572.96	0.00	44,639.32
20	Arroyo la Tinajera del Seri	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.84	0.00	0.00	8.84
19	Arroyo Las Mariposas	1,351.98	0.00	0.00	270.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,622.78
21	Arroyo Los Huérfanos	0.00	0.00	610.09	316.73	0.00	0.00	43.56	34.59	0.00	0.00	1,004.97
22	Arroyo Masiaca	8.35	199.15	4,472.50	811.12	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	135.49	5,626.62
23	Arroyo Muerto-La Granada	0.00	0.92	1,044.94	360.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.54	1,418.21
24	Arroyo Mulabampo-Bichabampo	0.00	0.00	0.00	251.71	0.00	0.00	29.15	0.00	60.27	26.62	367.75
25	Arroyo Pinto	54.21	0.00	556.73	705.15	0.00	0.00	0.00	0.00	3.16	0.00	1,319.26
26	Arroyo San Ignacio	0.00	0.00	6,780.75	1,032.45	0.00	0.00	341.65	0.00	0.00	0.00	8,154.85
14	Arroyo San José	0.00	0.00	0.00	60.78	0.00	0.00	118.93	6.19	167.33	0.00	353.24
27	Arroyo San Lorenzo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79	0.00	0.00	1.79
28	Arroyo Victoria-Desierto del Altar	0.00	0.00	1,267.09	751.92	3.08	0.00	0.00	66.48	1,645.86	0.00	3,734.44

B: Bosque, S: Selva, MT: Matorral, PZ: Pastizal, VG: Vegetación de galería, VF: Vegetación hidrófila, MZ: Mezquital
DV: Sin vegetación aparente, AR: Agricultura de riego, AT: Agricultura de temporal

Cuadro 5-9. Necesidades de recuperación forestal por uso del suelo en cuencas (superficie en ha) (*Continuación*)

Cuenca		B	S	MT	PZ	VG	VF	MZ	DV	AR	AT	Superficie total (ha)
No	Nombre											
Sonora												
29	Cochino Pelado (ensenada)	0.00	0.00	13.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.52
32	De la orilla (cerro)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.73	0.00	0.00	0.00	0.00	46.73
34	El Álamo (lugar)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.29	0.00	0.00	0.00	0.00	9.29
33	El Choclo duro (sierra)	0.00	0.00	51.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.00
57	El Sargento (bahía)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.28	0.00	0.01	0.00	0.00	17.29
37	El Soldado (estero)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	Estero Santa Rosa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.48	0.00	0.00	0.00	0.00	57.48
38	La Pinta (estero)	0.00	0.00	58.49	0.00	0.00	0.00	0.00	25.79	0.00	0.00	84.29
44	Las Víboras (lugar)	0.00	0.00	272.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	272.58
43	Las Víboras (lugar)	0.00	0.00	0.00	141.73	0.00	0.00	28.19	111.23	250.69	0.00	531.83
31	Los Tanques (barra)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.13	0.00	0.00	41.13
00	Otras cuencas	0.00	0.00	208.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	208.39
13	Playa arenosa (playa)	0.00	0.00	1,027.47	6.62	0.00	0.00	0.00	3,968.85	0.00	0.00	5,002.94
42	Puerto Libertad (localidad)	0.00	0.00	411.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	411.98
45	Río Asunción	55,545.14	0.00	88,035.56	23,639.70	2,352.23	0.00	36,662.38	548.89	11,998.83	18.44	218,801.17
5	Río Bacoachi	0.00	0.00	18,599.82	4,781.01	0.00	61.27	11,814.98	342.23	4,649.35	0.00	40,248.67
47	Río Casas Grandes	3,884.83	0.00	310.23	710.65	0.00	0.00	74.19	0.00	0.26	0.13	4,980.30
49	Río Fuerte-San Miguel	384.11	3,410.51	0.00	785.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	804.73	5,384.44
48	Río Hardy	26.40	0.00	8,077.72	0.00	86.88	0.00	0.00	2,873.46	3,429.96	0.00	14,494.42
50	Río Mátape-Empalme	1,194.42	606.74	59,470.35	5,311.13	97.24	0.00	5,094.01	9.55	2,009.17	129.97	73,922.58
51	Río Mayo	3,128.10	22,476.89	126.09	8,973.16	13.90	354.31	2,204.50	83.90	13,591.30	756.84	51,709.00
52	Río Santa Cruz	12,217.05	0.00	0.00	3,215.22	136.65	0.00	0.03	0.00	138.52	0.00	15,707.47
55	Río Sonoíta	0.00	0.00	18,552.68	911.11	0.00	0.00	178.15	236.10	737.82	0.00	20,615.85
54	Río Sonora	83,293.87	374.63	176,685.83	21,274.04	168.24	0.00	25,434.63	353.81	6,309.01	27.64	313,921.71
56	Río Yaqui	69,906.63	100,540.39	228,047.74	51,416.66	800.45	2,203.31	61,349.57	221.50	29,437.08	385.73	544,309.04
36	Tierra Negra (lugar)	0.00	0.00	176.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	176.76
Total Sonora		237,871.21	127,859.72	649,210.49	145,409.72	4,773.78	3,120.01	165,921.04	9,310.13	83,678.62	2,389.36	1,429,544.10

B: Bosque, S: Selva, MT: Matorral, PZ: Pastizal, VG: Vegetación de galería, VF: Vegetación hidrófila, MZ: Mezquital
DV: Sin vegetación aparente, AR: Agricultura de riego, AT: Agricultura de temporal

Cuadro 5-9. Necesidades de recuperación forestal por uso del suelo en cuencas (superficie en ha) (*Continuación*)

Cuenca		B	S	MT	PZ	VG	VF	MZ	DV	AR	AT	Superficie total (ha)
No	Nombre											
Chihuahua												
40	Laguna Babicora	2,733.30	0.00	0.00	934.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	340.34	4,007.69
41	Laguna Bustillos	1.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04	2.21
46	Río Bravo	296.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.59	301.25
47	Río Casas Grandes	777.67	0.00	0.00	49.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	828.26
49	Río Fuerte-San Miguel	2,416.71	304.73	0.00	681.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.91	3,441.76
51	Río Mayo	22,228.48	4,825.88	0.00	1,481.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	101.92	28,638.20
53	Río Santa María	7,249.40	0.00	0.00	197.54	0.00	0.00	0.00	0.00	77.77	67.76	7,592.48
56	Río Yaqui	65,121.38	692.48	21.93	3,896.05	0.00	0.00	0.00	5.56	3,767.89	2,803.05	76,308.35
Total Chihuahua		100,824.77	5,823.09	21.93	7,240.68	0.00	0.00	0.00	5.56	3,845.67	3,358.50	121,120.20
TOTAL		**338,695.98**	**133,682.81**	**649,232.42**	**152,650.40**	**4,773.78**	**3,120.01**	**165,921.04**	**9,315.69**	**87,524.29**	**5,747.87**	**1,550,664.30**

B: Bosque, S: Selva, MT: Matorral, PZ: Pastizal, VG: Vegetación de galería, VF: Vegetación hidrófila, MZ: Mezquital
DV: Sin vegetación aparente, AR: Agricultura de riego, AT: Agricultura de temporal

Cuadro 5-10. Necesidades de recuperación forestal por rango de pendiente en cuencas (superficie en ha)

Cuenca		Rango de pendientes en porcentaje (%)					Superficie
No	Nombre	0 - 8	8 - 16	16 - 30	30 - 60	> 60	total
Sonora							
1	Arroyo Bachihuo	5.70	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70
3	Arroyo Bacerán	1,439.67	7.39	2.33	0.00	0.00	1,449.39
4	Arroyo Bachomojaqui	3,988.93	4.10	3.41	0.00	0.00	3,996.44
6	Arroyo Bajo Roberta	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00	2.13
8	Arroyo Cerro Prieto	760.23	0.81	0.55	0.00	0.00	761.60
12	Arroyo Del Cobre	499.17	15.72	27.08	1.63	0.00	543.60
9	Arroyo El Carrizo	1,080.00	11.93	5.87	8.30	0.00	1,106.11
10	Arroyo El Coyote	12,370.97	284.22	119.36	21.96	0.00	12,796.51
15	Arroyo El Coyote-La Coja	14,300.86	1,683.31	1,524.34	718.23	15.70	18,242.43
7	Arroyo El Cuate-Barochipa	2,005.69	3.97	2.75	1.37	0.00	2,013.78
11	Arroyo El Dátil	2,584.38	9.55	0.00	0.00	0.00	2,593.93
2	Arroyo El Vadito-El Burro	4,144.71	12.37	2.34	0.73	0.00	4,160.15
30	Arroyo Guadalupe	1,169.23	15.52	0.00	0.00	0.00	1,184.75
16	Arroyo La Corúa	1,391.87	5.37	0.00	0.00	0.00	1,397.24
17	Arroyo La Nopalera	18.39	0.00	0.00	0.00	0.00	18.39
18	Arroyo la Poza	43,034.58	1,026.87	422.46	139.06	16.36	44,639.32
20	Arroyo la Tinajera del Seri	8.84	0.00	0.00	0.00	0.00	8.84
19	Arroyo Las Mariposas	1,037.31	371.04	201.98	12.45	0.00	1,622.78
21	Arroyo Los Huérfanos	1,004.97	0.00	0.00	0.00	0.00	1,004.97
22	Arroyo Masiaca	5,564.79	46.23	11.66	3.95	0.00	5,626.62
23	Arroyo Muerto-La Granada	1,418.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1,418.21
24	Arroyo Mulabampo-Bichabampo	366.70	1.03	0.03	0.00	0.00	367.75
25	Arroyo Pinto	1,196.44	62.43	41.58	18.17	0.64	1,319.26
26	Arroyo San Ignacio	8,113.33	35.82	5.69	0.00	0.00	8,154.85
14	Arroyo San José	353.24		0.00	0.00	0.00	353.24
27	Arroyo San Lorenzo	1.79	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79
28	Arroyo Victoria-Desierto del Altar	3,733.74	0.70	0.00	0.00	0.00	3,734.44
29	Cochino Pelado (ensenada)	11.55	1.96	0.00	0.00	0.00	13.52
32	De la orilla (cerro)	46.73	0.00	0.00	0.00	0.00	46.73
34	El Álamo (lugar)	9.29	0.00	0.00	0.00	0.00	9.29
33	El Choclo duro (sierra)	51.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.00
57	El Sargento (bahía)	17.29	0.00	0.00	0.00	0.00	17.29
37	El Soldado (estero)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	Estero Santa Rosa	57.48	0.00	0.00	0.00	0.00	57.48
38	La Pinta (estero)	65.64	14.11	4.54	0.00	0.00	84.29
44	Las Víboras (lugar)	270.34	2.23	0.00	0.00	0.00	272.58
43	Las Víboras (lugar)	531.83	0.00	0.00	0.00	0.00	531.83
31	Los Tanques (barra)	40.90	0.18	0.05	0.00	0.00	41.13
00	Otras cuencas	204.34	4.04	0.00	0.00	0.00	208.39
13	Playa arenosa (playa)	4,955.49	38.13	8.48	0.84	0.00	5,002.94
42	Puerto Libertad (localidad)	411.14	0.85	0.00	0.00	0.00	411.98
45	Río Asunción	174,431.49	16,870.67	19,099.30	8,309.52	90.20	218,801.17
46	Río Bacoachi	40,171.77	68.30	8.60	0.00	0.00	40,248.67
47	Río Casas Grandes	2,026.82	1,060.85	1,416.90	471.72	4.01	4,980.30
49	Río Fuerte-San Miguel	3,546.95	904.42	701.10	219.32	12.65	5,384.44
48	Río Hardy	13,447.37	520.81	338.09	187.26	0.90	14,494.42
50	Río Mátape-Empalme	57,681.76	9,095.51	5,440.07	1,653.71	51.52	73,922.58
51	Río Mayo	44,222.93	3,482.01	2,461.18	1,451.22	91.66	51,709.00

Cuenca		Rango de pendientes en porcentaje (%)					Superficie
No	**Nombre**	**0 - 8**	**8 - 16**	**16 - 30**	**30 - 60**	**> 60**	**total**
52	Río Santa Cruz	9,426.14	3,079.10	2,398.51	798.55	5.18	15,707.47
55	Río Sonoíta	20538.25	51.83	24.55	1.24	0.00	20,615.85
54	Río Sonora	172,875.96	68,738.37	54,451.52	17,532.76	323.10	313,921.71
56	Río Yaqui	332,418.21	91,451.53	82,407.20	37,032.68	999.42	544,309.04
36	Tierra Negra (lugar)	174.71	2.04	0.00	0.00	0.00	176.76
Total Sonora		989,231.26	198,985.30	171,131.53	68,584.67	1,611.34	1,429,544.10
Chihuahua							
40	Laguna Babicora	2,963.79	585.07	405.25	53.37	0.20	4,007.69
41	Laguna Bustillos	0.95	0.98	0.28	0.00	0.00	2.21
46	Río Bravo	215.52	50.62	34.97	0.13	0.00	301.25
47	Río Casas Grandes	425.44	255.45	129.71	17.66	0.00	828.26
49	Río Fuerte-San Miguel	752.18	698.47	1,026.29	861.82	103.00	3,441.76
51	Río Mayo	4,633.04	4,394.85	9,192.69	9,491.33	926.28	28,638.20
53	Río Santa María	3,253.76	1,613.01	1,955.70	759.34	10.66	7,592.48
56	Río Yaqui	40,791.40	13,044.47	14,868.46	7,427.50	176.52	76,308.35
Total Chihuahua		53,036.10	20,642.93	27,613.35	18,611.15	1,216.67	121,120.20
T o t a l		**1,042,267.36**	**219,628.23**	**198,744.88**	**87,195.82**	**2,828.01**	**1,550,664.30**

De la información presentada se observa que las necesidades de recuperación forestal son mayores en las cuencas del Río Yaqui, Río Sonora, Río Asunción, Río Mátape – Empalme y Río Mayo, las cuales en conjunto acumulan el 84% de las necesidades de recuperación en la superficie regional. Las dos primeras cuencas forman parte de los dos estados, aunque la mayor parte de ambas está en el estado de Sonora.

Puede observarse que en los anteriores cuadros que, como se ha mencionado, las necesidades se manifiestan principalmente en usos del suelo clasificados como matorral y bosque, sobresaliendo también los usos de mezquital y pastizal. En cuanto a los rangos de pendiente, se reafirma que las necesidades son en las planicies y zonas ligeramente onduladas; algo que resulta lógico si se toma en cuenta que es esta la topografía preponderante en la Región bajo estudio.

La ***Figura 5-1*** muestra el mapa de cuencas en la RHA II Noroeste, de acuerdo a la regionalización de la CONAGUA.

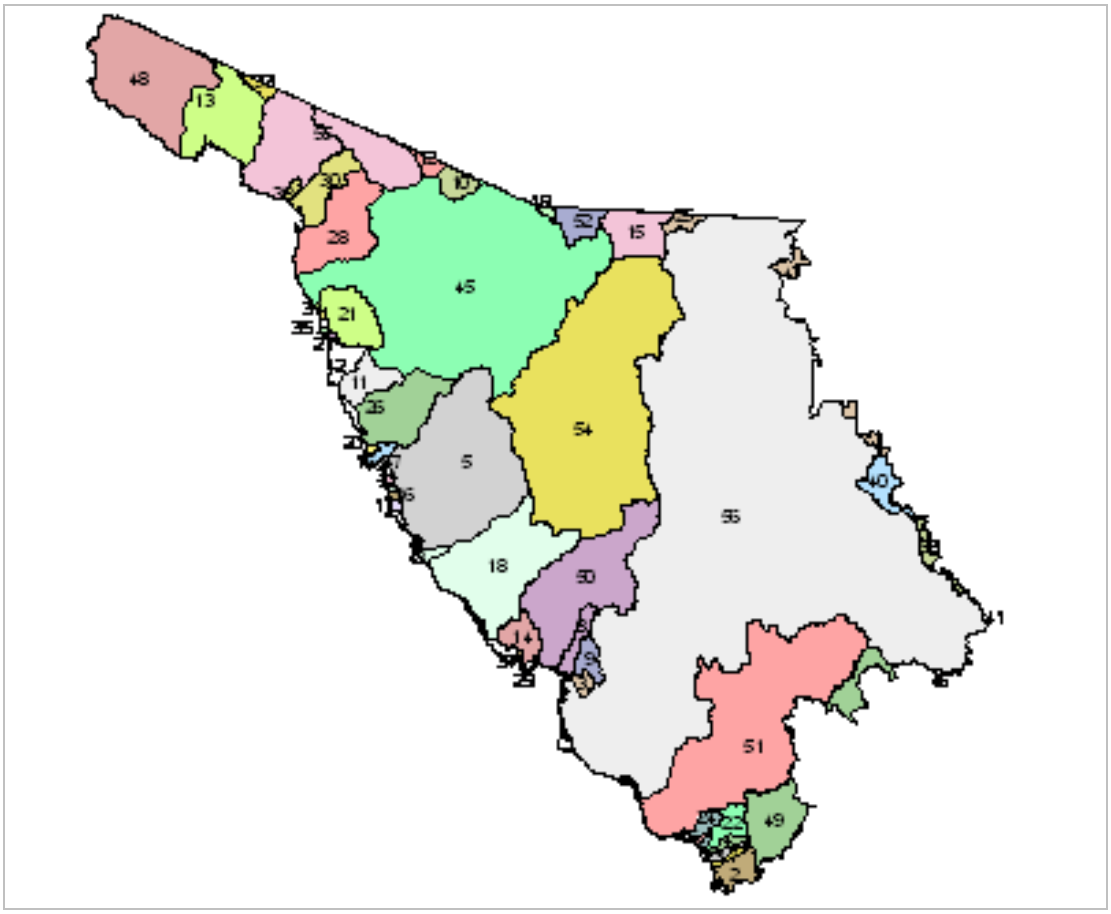


Figura 5-1. Las cuencas en la RHA II Noroeste

Fuente: Carta de Cuencas Hidrográficas digital Serie II. Escala 1:250,000. CONAGUA-INEGI 2006.

5.2.5 *Necesidades de recuperación forestal en las ANP de la RHA II, Noroeste*

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son áreas de interés mutuo para la CONAFOR y la CONANP, por lo que la información de las necesidades de recuperación forestal en ellas resulta de interés para la vinculación de las actividades de ambas instituciones, dirigidas a la conservación y mejoramiento de las condiciones de la vegetación.

Por diversas razones y distintos agentes, las ANP han sufrido degradación de sus recursos. Este daño se manifiesta de diferentes formas, siendo la más fácilmente observable, la disminución de la masa forestal.

El ***Cuadro 5-11*** muestra los resultados encontrados para las ANP que se localizan dentro del territorio de la Región Noroeste, clasificados por uso de suelo. El ***Cuadro 5-12*** en cambio presenta la información agrupada por rangos de pendiente.

Cuadro 5-11. Necesidades de recuperación forestal por uso de suelo en las ANP de la RHA II Noroeste (sup. en ha)

Área natural protegida	B	S	MT	PZ	VG	VF	MZ	DV	AR	AT	Total (ha)
Sonora											
El Pinacate y Gran Desierto de Altar	0.00	0.00	5,320.09	17.45	0.00	0.00	0.01	4,031.73	0.00	0.00	9,369.27
Alto Golfo de California y delta del Río Colorado	0.00	0.00	4,494.72	0.00	0.00	0.00	0.00	2,935.07	143.85	0.00	7,573.63
Campo Verde	573.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	573.50
Tutuaca	489.60	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	489.82
Islas del Golfo de California	0.00	0.00	3.15	0.00	0.00	391.76	0.00	0.98	0.00	0.00	395.89
Sierra de Alamos-Rio Cuchujaqui	452.76	1,799.47	0.00	256.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	87.00	2,596.00
Sierra de Ajos/Bavispe	6,150.02	0.00	7,964.46	2,000.51	155.98	0.00	2,588.81	0.00	23.45	4.80	18,888.02
Total Sonora	7,665.88	1,799.47	17,782.42	2,274.94	155.98	391.76	2,588.82	6,967.78	167.30	91.80	39,886.14
Chihuahua											
Campo Verde	2,372.88	0.00	0.00	32.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.61	2,407.70
Tutuaca	10,580.91	0.00	0.00	286.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	164.43	11,031.96
Papigochic	14,486.36	0.00	0.00	383.99	0.00	0.00	0.00	5.56	55.87	496.46	15,428.25
Cascada de Bassaseachic	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.73	1.73
Total Chihuahua	27,440.15	0.00	0.00	702.82	0.00	0.00	0.00	5.56	55.87	665.22	28,869.64
T o t a l	**35,106.03**	**1,799.47**	**17,782.42**	**2,977.76**	**155.98**	**391.76**	**2,588.82**	**6,973.34**	**223.17**	**757.03**	**68,755.78**

B: Bosque, S: Selva, MT: Matorral, PZ: Pastizal, VG: Vegetación de galería, VF: Vegetación hidrófila
MZ: Mezquital, DV: Sin vegetación aparente, AR: Agricultura de riego, AT: Agricultura de temporal

Cuadro 5-12. Necesidades de recuperación forestal por rango de pendiente en las ANP de la RHA II (sup. en ha)

Área Natural Protegida	Rango de pendientes en porcentaje (%)					Total (ha)
	0 - 8	8 - 16	16 - 30	30 - 60	> 60	
Sonora						
El Pinacate y Gran Desierto de Altar	8,542.20	316.83	321.25	188.09	0.90	9,369.27
Alto Golfo de California y delta del Río Colorado	7,300.09	248.22	25.32	0.00	0.00	7,573.63
Campo Verde	162.41	99.60	218.48	93.02	0.00	573.50
Tutuaca	225.44	98.21	115.18	50.99	0.00	489.82
Islas del Golfo de California	395.89	0.00	0.00	0.00	0.00	395.89
Sierra de Alamos-Rio Cuchujaqui	1,207.95	574.95	587.26	203.54	22.30	2,596.00
Sierra de Ajos/Bavispe	9,019.65	3,518.35	4,135.53	2,169.42	45.07	18,888.03
Total Sonora	26,853.63	4,856.16	5,403.02	2,705.06	68.27	39,886.14
Chihuahua						
Campo Verde	571.43	371.97	831.30	630.17	2.83	2,407.70
Tutuaca	4,221.36	2,164.60	2,990.50	1,611.31	44.20	11,031.96
Papigochic	7,941.42	3,089.68	3,209.35	1,169.86	17.93	15,428.25
Cascada de Bassaseachic	1.28	0.44	0.00	0.00	0.00	1.73
Total Chihuahua	12,735.49	5,626.70	7,031.15	3,411.34	64.96	28,869.64
T o t a l	**39,589.12**	**10,482.86**	**12,434.17**	**6,116.39**	**133.23**	**68,755.78**

Puede verse que las ANP que presentan mayores necesidades de recuperación forestal son: Cascada de Basaseachi, Sierra Ajos - Bavispe y Tutuaca; localizadas la primera y tercera en el estado de Chihuahua y la segunda en el de Sonora. Otras ANP con necesidades altas en cuanto a aumentar su cobertura forestal son: El Pinacate y Gran Desierto de Altar y Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, ambas en el estado de Sonora. Estas cinco en conjunto concentran el 80% de las necesidades en cuanto a ANP se refiere.

Si se ven los valores por ANP y estado, le corresponde el 58% de las necesidades a Sonora y el 42% restante a Chihuahua; valor significativo si se considera la porción estatal chihuahuense que se ubica

dentro de la RHA II Noroeste. Si se observa lo relativo a los rangos de pendiente se confirma lo hasta antes señalado: el 73% de las áreas necesitadas se localizan en terrenos con pendientes inferiores al 16%, lo que indica que el 27% restante se ubica en terrenos con pendientes mayores.

La ubicación de las ANP puede verse en la ***Figura 5-2***, para una mejor observación se recomienda consultar el mapa correspondiente en el anexo cartográfico.

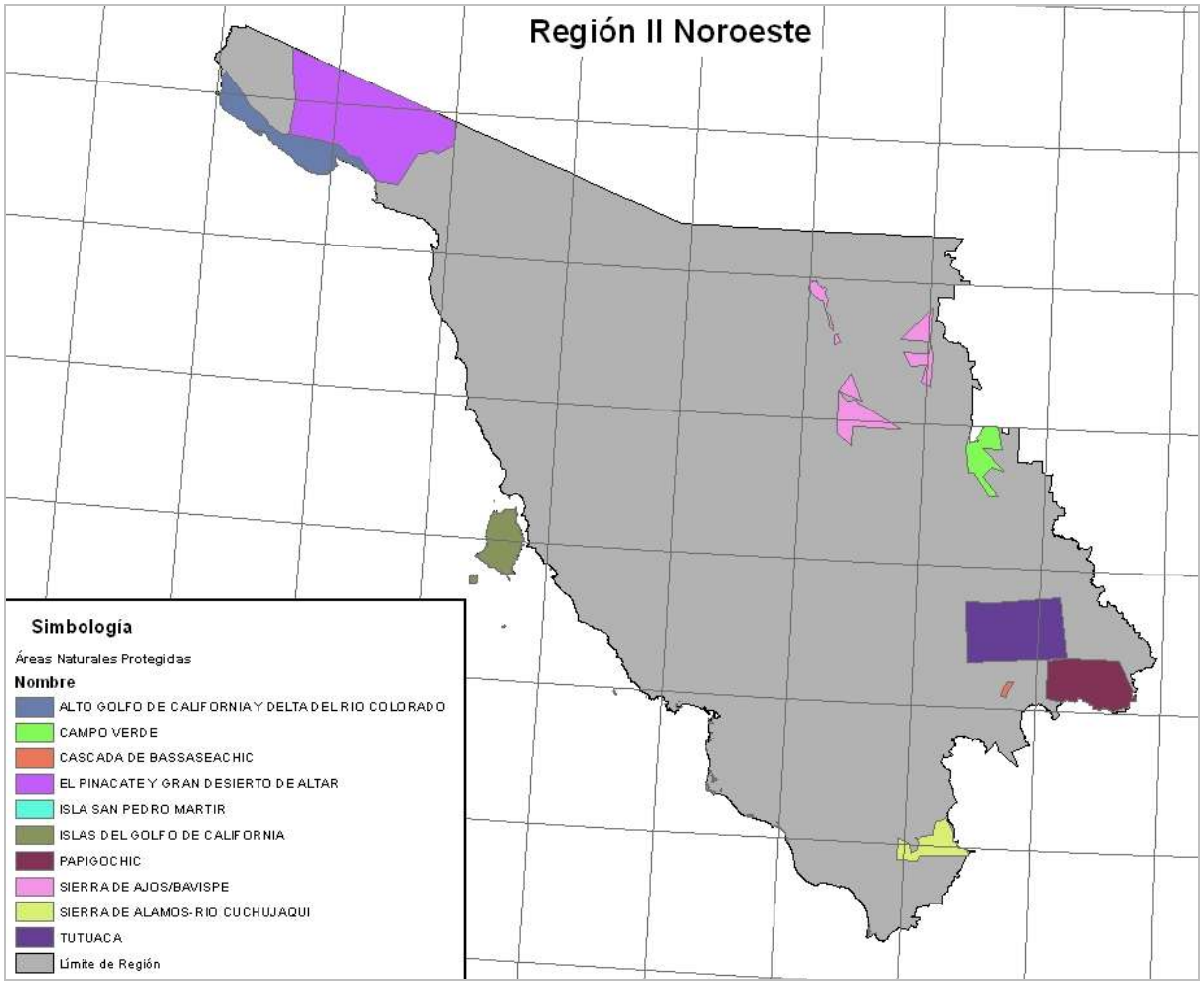


Figura 5-2. Ubicación de las ANP de la RHA II Noroeste

Fuente: Carta digital de Áreas Naturales Protegidas. CONANP. 2006.

5.2.6 *Necesidades de recuperación forestal en los PRODERS de la RHA II Noroeste*

Los Programas de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS) nacen como instrumento institucional cuyos esfuerzos se dirigen a buscar actividades productivas rentables que, respetando y conservando los ecosistemas, generen ingresos para las comunidades propietarias y usuarias de los recursos naturales. Esto, a través de sinergias institucionales, participación de las comunidades y la puesta en marcha de actividades productivas alternativas. Parten del reconocimiento de que no es posible conservar los ecosistemas y su biodiversidad sólo restringiendo su uso, disfrute y goce por parte de sus propietarios y usuarios, sino que se considera factible que las comunidades rurales vivan y convivan aprovechando estos recursos pero sin causar su deterioro. Por otro lado sin embargo, no se renuncia a que un

porcentaje de territorio, por su fragilidad, unicidad o belleza, sea protegido de manera estricta y cuyos beneficios sean indirectos.

De esta forma, siguiendo en esencia el procedimiento empleado para el punto anterior (ANP's): sobreposición de mapas con temas como estados, municipios y uso del suelo, se determinaron las necesidades de recuperación forestal dentro de los PRODERS que se ubican en la Región bajo estudio. Los resultados obtenidos se presentan en los ***Cuadros 5-13*** y ***5-14***. En el primero pueden verse las necesidades totales por uso del suelo y en el segundo estas necesidades se clasifican por rango de pendiente en el terreno. Se observa que las necesidades son de 106,453.06 ha, siendo éstas mayores en los PRODERS de Navojoa (27,200.05 ha), Álamos (23,478.95 ha) y Quiriego (21,489.14 ha). Etchojoa y Huatabampo son los que muestran en cambio las menores necesidades (menos de 10 mil ha).

Cuadro 5-13. Necesidades de recuperación forestal por uso de suelo en los PRODERS de la RHA II Noroeste

PRODERS	B	S	MT	PZ	VG	VF	MZ	DV	AR	AT	Superficie total (ha)
Sonora											
Álamos	2,869.53	10,508.54	3,688.34	4,794.20	0.00	0.00	0.01	0.00	332.57	1,285.76	23,478.94
Etchojoa	0.00	0.00	0.00	88.54	13.91	130.77	892.98	2.88	7,484.69	0.00	8,613.77
Huatabampo	0.00	0.00	3,382.97	701.37	0.00	223.69	64.22	84.67	4,884.34	103.77	9,445.03
Navojoa	0.00	7,883.57	5,640.40	4,541.85	0.00	0.00	3,933.32	0.00	4,960.89	240.02	27,200.06
Quiriego	0.00	13,838.27	2,290.62	4,777.99	0.00	0.00	243.17	0.00	178.15	160.94	21,489.14
Rosario	103.00	10,657.63	3,760.63	1,574.83	0.00	0.00	0.00	0.00	61.17	68.86	16,226.12
Total Sonora	2,972.53	42,888.01	18,762.96	16,478.78	13.91	354.46	5,133.70	87.55	17,901.81	1,859.35	106,453.06

B: Bosque, S: Selva, MT: Matorral, PZ: Pastizal, VG: Vegetación de galería, VF: Vegetación hidrófila
MZ: Mezquital, DV: Sin vegetación aparente, AR: Agricultura de riego, AT: Agricultura de temporal

Cuadro 5-14. Necesidades de recuperación forestal por pendiente en los PRODERS de la RHA II Noroeste

PRODERS	Rango de pendientes en porcentaje (%)					Total (ha)
	0 - 8	8 - 16	16 - 30	30 - 60	> 60	
Sonora						
Álamos	16,417.20	2,922.56	2,547.56	1,487.31	104.31	23,478.94
Etchojoa	8,579.74	26.83	7.20	0.00	0.00	8,613.77
Huatabampo	9,441.29	2.07	1.67	0.00	0.00	9,445.03
Navojoa	26,787.67	263.75	109.98	38.66	0.00	27,200.06
Quiriego	18,623.63	1,853.85	692.73	287.71	31.23	21,489.14
Rosario	12,508.62	2,526.58	982.54	207.45	0.93	16,226.12
Total Sonora	92,358.15	7,595.64	4,341.68	2,021.13	136.47	106,453.06

La ubicación geográfica de los PRODERS dentro de la Región puede verse en la ***Figura 5-3***, donde se observa que no existen este tipo de unidades en el Estado de Chihuahua. Para una observación más detallada de estas unidades, se sugiere recurrir al mapa correspondiente que se adjunta en el anexo cartográfico.

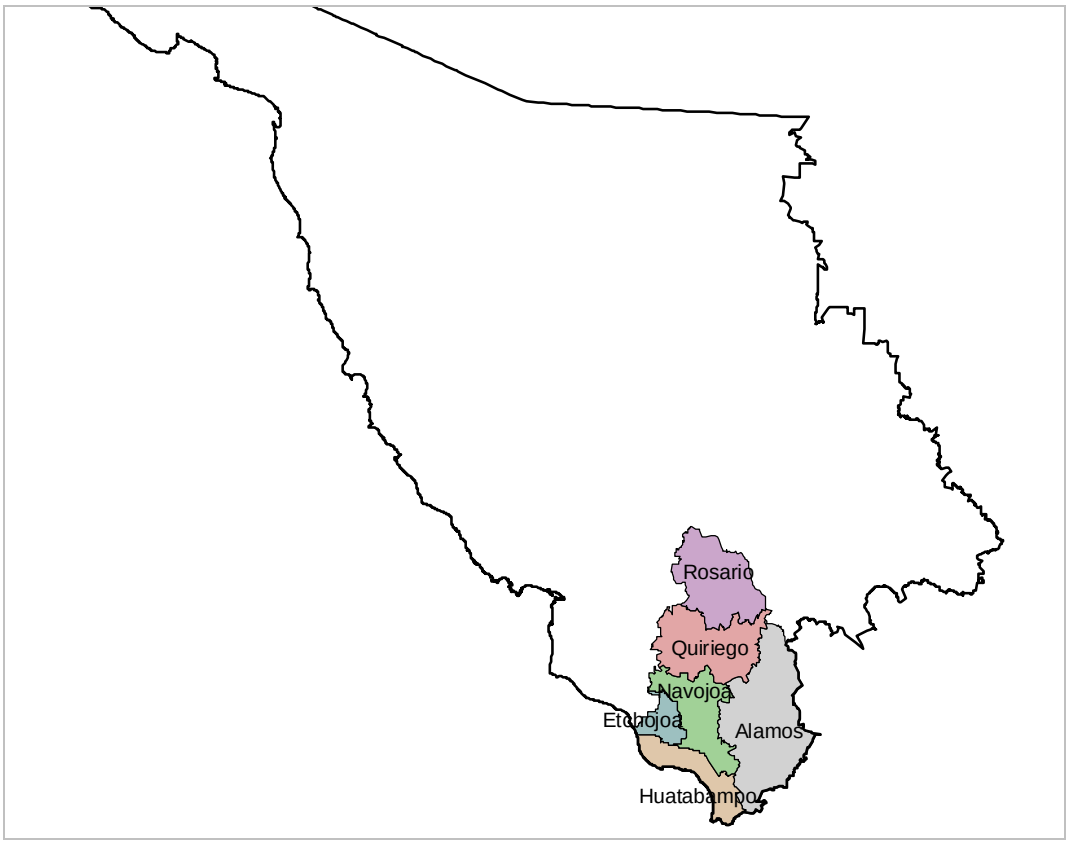


Figura 5-3. Mapa de los PRODERS en la RHA II Noroeste
Fuente: Mapa Nacional de PRODERS. SEMARNAT. 2003.

Finalmente se dirá que aunque es sabido que el organismo encargado de la administración de las ANP´s y responsable de los PRODERS es la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la CONAFOR tiene el mandato, entre otros puntos, del uso, manejo y conservación de los recursos forestales. Es posible entonces que, en la proposición de acciones para impulsar la recuperación forestal en dichas áreas, habrán de participar dichas instituciones. Lo anterior se logrará mediante acuerdos entre los responsables de cada institución para, coordinadamente, llevar a cabo las acciones necesarias para la recuperación de los ecosistemas naturales de las ANP´s y los PRODERS inmersos en la RHA II Noroeste.

5.2.7 *Necesidades de recuperación forestal en las UMAFOR de la RHA II Noroeste*

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece la necesidad de estructurar la organización del sector forestal en forma piramidal, partiendo de las Unidades de Manejo Forestal (UMAFOR), con el propósito de lograr una ordenación forestal sustentable mediante la planeación de las actividades y el manejo eficiente de los recursos forestales, sustentada en la organización de los titulares de los aprovechamientos forestales. Las UMAFOR permitirán pasar del activismo operativo a la planeación del desarrollo forestal regional. Con esta entidad se busca que el manejo forestal se haga con orden, con base en los programas regionales y generar las estructuras de los silvicultores a nivel local con carácter autogestivo, para que sean receptores de los programas que opera la CONAFOR. Es asimismo necesario para lograr una reordenación del manejo de los recursos forestales con una visión sustentable, que

impulse la productividad y la competitividad, al mismo tiempo que fortalece la organización y la participación de los silvicultores en la toma de decisiones sobre sus recursos.

Para el año 2006, la CONAFOR registró en la Región II Noroeste un total de 17 UMAFOR; 11 de ellas en el Estado de Sonora y 6 en el de Chihuahua (aunque cuatro de ellas contenidas de forma parcial). Su ubicación puede observarse en la ***Figura 5-4,*** apreciándose más detalladamente en el mapa correspondiente del anexo cartográfico.

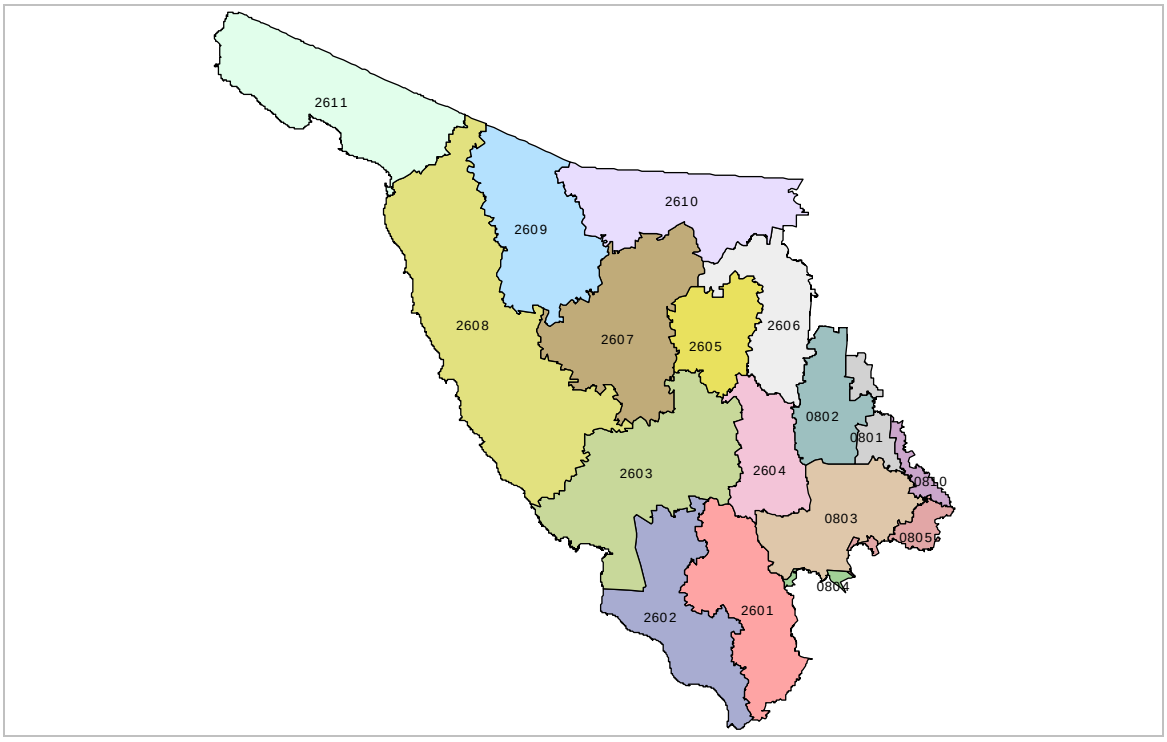


Figura 5-4. Las UMAFOR que conforman la RHA II Noroeste

Fuente: Mapa Nacional de Unidades de Manejo Forestal, CONAFOR 2006.

Para la determinación de las necesidades de recuperación forestal en las UMAFOR presentes en la Región II Noroeste, se procedió de manera similar que en los dos temas anteriores a la sobreposición de imágenes con los temas estados, municipios y uso del suelo, mostrándose en el ***Cuadro 5-15*** la información agrupada por uso del suelo dentro de cada UMAFOR, identificadas de acuerdo a la clave empleada por la CONAFOR. En el ***Cuadro 5-16*** se presenta la información clasificada por rango de pendiente.

Cuadro 5-15. Necesidades de recuperación forestal por uso del suelo en las UMAFOR de la RHA II

UMAFOR	B	S	MT	PZ	VG	VF	MZ	DV	AR	AT	Total (ha)
Sonora											
2601	2,972.53	35,004.44	9,739.59	11,147.02	0.00	0.00	243.17	0.00	571.89	1,515.56	61,194.21
2602	0.00	28,639.87	43,627.24	8,917.77	94.14	2,041.08	19,312.16	168.13	37,958.50	353.98	141,112.87
2603	4,110.21	30,624.71	123,522.07	10,717.77	344.25	596.53	30,956.58	26.51	5,584.30	206.02	206,688.95
2604	15,454.06	28,183.80	17,190.26	3,291.71	0.00	0.00	2,153.72	17.30	435.72	140.82	66,867.38
2605	11,114.80	2,289.89	74,890.57	9,652.00	0.00	0.00	20,445.72	48.62	1,079.72	60.82	119,582.14
2606	19,878.44	3,086.16	33,141.48	14,076.65	652.66	0.00	7,885.11	34.29	548.10	47.77	79,350.68
2607	65,066.88	30.85	162,762.68	19,172.49	99.05	0.00	21,940.23	116.61	4,456.44	21.70	273,666.93
2608	66.70	0.00	63,323.36	15,362.37	2,981.69	482.39	37,524.24	783.03	21,921.95	0.00	142,445.73
2609	8,302.93	0.00	86,933.13	11,192.65	321.80	0.00	22,759.25	493.85	5,245.63	14.84	135,264.08
2610	110,878.25	0.00	12,032.36	41,157.36	193.32	0.00	2,539.31	292.90	1,747.10	27.84	168,868.44
2611	26.41	0.00	22,047.75	721.93	86.87	0.00	161.56	7,328.89	4,129.27	0.00	34,502.69
Total Sonora	237,871.21	127,859.72	649,210.49	145,409.72	4,773.78	3,120.01	165,921.04	9,310.13	83,678.62	2,389.36	1,429,544.10
Chihuahua											
0801	14,084.29	0.00	0.00	1,641.80	0.00	0.00	0.00	0.00	293.90	852.37	16,872.36
0802	11,810.69	692.48	21.93	1,159.60	0.00	0.00	0.00	0.00	1.33	591.95	14,277.98
0803	45,233.27	5,130.61	0.00	2,823.23	0.00	0.00	0.00	5.56	1,341.24	811.42	55,345.33
0804	833.96	0.00	0.00	180.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.95	1,016.65
0805	11,477.78	0.00	0.00	659.85	0.00	0.00	0.00	0.00	444.30	654.60	13,236.53
0810	17,384.78	0.00	0.00	775.47	0.00	0.00	0.00	0.00	1,764.89	446.21	20,371.35
Total Chihuahua	100,824.77	5,823.09	21.93	7,240.68	0.00	0.00	0.00	5.56	3,845.67	3,358.50	121,120.20
T o t a l	**338,695.98**	**133,682.81**	**649,232.42**	**152,650.40**	**4,773.78**	**3,120.01**	**165,921.04**	**9,315.69**	**87,524.29**	**5,747.87**	**1,550,664.30**

B: Bosque, S: Selva, MT: Matorral, PZ: Pastizal, VG: Vegetación de galería, VF: Vegetación hidrófila
MZ: Mezquital, DV: Sin vegetación aparente, AR: Agricultura de riego, AT: Agricultura de temporal

Cuadro 5-16. Necesidades de recuperación forestal por rango de pendiente en las UMAFOR de la RHA II

UMAFOR	Rango de pendientes en porcentaje (%)					Total (ha)
	0 - 8	8 - 16	16 - 30	30 - 60	> 60	
Sonora						
2601	47,549.45	7,302.99	4,222.83	1,982.48	136.46	61,194.21
2602	128,448.36	7,916.81	3,651.36	1,057.39	38.94	141,112.87
2603	155,275.34	27,454.29	17,464.07	6,319.55	175.71	206,688.95
2604	23,769.09	13,909.38	18,580.71	10,273.63	334.58	66,867.38
2605	63,262.14	25,343.20	22,368.99	8,463.59	144.21	119,582.14
2606	34,102.48	17,936.07	18,137.44	8,907.29	267.41	79,350.68
2607	148,364.02	60,726.91	48,322.50	15,955.03	298.47	273,666.93
2608	139,015.63	2,127.87	971.07	308.87	22.29	142,445.73
2609	124,378.95	4,668.02	4,235.92	1,955.63	25.56	135,264.08
2610	91,742.78	30,969.46	32,816.28	13,173.13	166.79	168,868.44
2611	33,323.03	630.30	360.36	188.09	0.90	34,502.69
Total Sonora	989,231.26	198,985.30	171,131.53	68,584.67	1,611.34	1,429,544.10
Chihuahua						
0801	10,485.71	3,243.68	2,477.04	664.94	0.99	16,872.36
0802	4,798.33	2,144.83	3,902.21	3,312.07	120.55	14,277.98
0803	17,383.20	9,311.21	15,442.51	12,220.43	987.98	55,345.33
0804	73.64	137.88	288.11	447.93	69.09	1,016.65
0805	8,098.55	2,407.44	2,026.12	681.90	22.52	13,236.53
0810	12,196.66	3,397.90	3,477.37	1,283.89	15.53	20,371.35
Total Chihuahua	53,036.10	20,642.93	27,613.35	18,611.15	1,216.67	121,120.20
T o t a l	**1,042,267.36**	**219,628.23**	**198,744.88**	**87,195.82**	**2,828.01**	**1,550,664.30**

En los cuadros anteriores puede verse que, en congruencia con lo hasta ahora visto, las mayores necesidades de recuperación forestal son en los usos del suelo de matorral y bosque y en terrenos de topografía plana (pendientes menores al 8%). En Sonora las UMAFOR con mayores necesidades son la 2607, 2603, 2610, 2608, 2602 y 2609, con una superficie total de 1,068,047.00 ha. En el caso de Chihuahua la UMAFOR con más necesidades es la identificada con clave 0803, con una extensión de 55,345.33 ha.

5.2.8 *Necesidades de recuperación forestal en las RTP de la RHA II Noroeste*

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) se definen como unidades territoriales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país. Se tienen en el territorio nacional un total de 152 RTP, de las cuales 26 se encuentran dentro de la RHA II Noroeste (***Figura 5-5***); 21 en el Estado de Sonora y ocho en el de Chihuahua, aunque tres de ellas son compartidas entre ambas entidades.

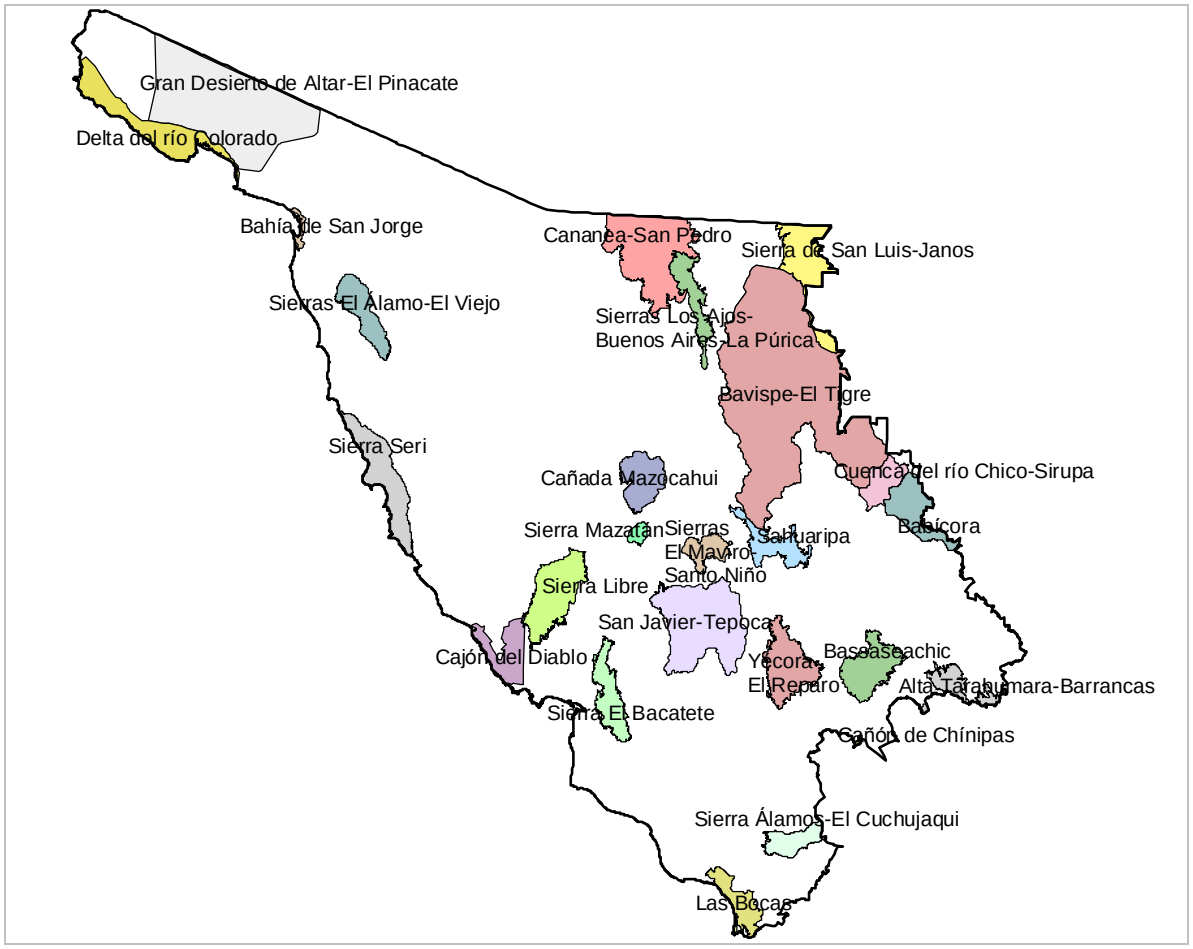


Figura 5-5. Regiones Terrestres Prioritarias en la RHA II Noroeste
Fuente: Mapa Nacional de Regiones Terrestres Prioritarias. CONABIO.

Como un ejercicio adicional a este respecto, en el ***Cuadro 5-17*** se presenta un listado de las RTP presentes en la RHA II Noroeste donde se identifican las necesidades de recuperación forestal por uso

del suelo. Posteriormente en el ***Cuadro 5-18*** se muestran los datos obtenidos por rango de pendiente de acuerdo a las clases empleadas en el presente proyecto.

Cuadro 5-17. Necesidades de recuperación forestal por uso del suelo en las RTP de la RHA II Noroeste

RTP	B	S	MT	PZ	VG	VF	MZ	DV	AR	AT	Superficie total (ha)
Sonora											
Bahía de San Jorge	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00	0.00	211.88	0.01	0.00	212.81
Bavispe-El Tigre	18,511.89	2,672.17	62,928.68	18,008.81	655.80	0.00	8,490.41	96.31	1,035.06	44.24	112,443.37
Cañón de Chínipas	2.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.97
Cañada Mazocahui	3,793.61	0.00	34,097.64	21.87	0.00	0.00	708.24	0.00	70.41	0.00	38,691.76
Cajón del Diablo	0.00	0.00	0.00	179.74	0.00	0.00	0.00	53.34	0.92	0.00	234.00
Cananea-San Pedro	25,833.75	0.00	716.67	16,376.04	14.23	0.00	3.32	261.06	90.35	0.00	43,295.41
Delta del río Colorado	0.00	0.00	4,490.64	0.00	0.00	0.00	0.00	2,937.84	159.85	0.00	7,588.32
Gran Desierto de Altar-El Pinacate	0.00	0.00	5,219.71	18.76	0.00	0.00	0.01	4,027.33	0.00	0.00	9,265.80
Las Bocas	0.00	0.00	303.50	633.34	0.00	0.00	64.21	0.00	627.09	84.43	1,712.57
Sahuaripa	1,149.61	4,265.82	371.92	202.23	0.00	0.00	118.07	17.31	203.56	17.63	6,346.14
San Javier-Tepoca	975.40	19,481.16	14,690.62	803.95	0.00	0.00	0.00	5.36	167.50	39.87	36,163.87
Sierra Álamos-El Cuchujaqui	74.40	2,117.36	0.00	245.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.04	2,530.67
Sierra de San Luis-Janos	8,338.13	0.00	428.87	4,147.02	0.00	0.00	74.19	0.00	0.26	0.05	12,988.51
Sierra El Bacatete	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	341.00	0.00	0.00	0.00	341.04
Sierra Libre	0.00	0.00	4,144.55	1,098.08	179.86	0.00	9,107.68	0.00	0.00	0.00	14,530.16
Sierra Mazatán	1,545.17	0.00	3,473.23	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.14	5,018.56
Sierra Seri	0.00	0.00	2,187.50	84.54	0.00	404.40	21.50	25.53	0.00	0.00	2,723.48
Sierras El Álamo-El Viejo	0.00	0.00	80.13	178.41	29.26	0.00	1.74	0.00	64.25	0.00	353.79
Sierras El Maviro-Santo Niño	308.88	1,283.51	570.47	406.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	2,569.80
Sierras Los Ajos-Buenos Aires-La Púrica	19,905.28	0.00	0.00	1,613.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	21,518.88
Yécora-El Reparo	2,665.64	198.21	0.00	234.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.52	3,151.22
Total Sonora	83,104.72	30,018.24	133,704.17	44,253.80	879.15	404.40	18,930.38	7,635.96	2,419.25	333.05	321,683.12
Chihuahua											
Alta Tarahumara-Barrancas	4,986.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.14	5,030.76
Babícora	6,100.05	0.00	0.00	989.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	351.52	7,441.26
Basaseachi	3,162.67	419.35	0.00	151.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.05	3,766.51
Bavispe-El Tigre	3,352.11	0.00	0.00	162.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	119.88	3,634.33
Cañón de Chínipas	0.00	0.00	0.00	10.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.62
Cuenca del río Chico-Sirupa	526.11	0.00	0.00	222.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	61.80	810.30
Lago Los Mexicanos	47.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	47.80
Yécora-El Reparo	3,423.83	746.77	0.00	69.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.52	4,276.21
Total Chihuahua	21,599.13	1,166.12	0.00	1,605.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	646.97	25,017.79
T o t a l	**104,703.84**	**31,184.36**	**133,704.17**	**45,859.37**	**879.15**	**404.40**	**18,930.38**	**7,635.96**	**2,419.25**	**980.02**	**346,700.91**

B: Bosque, S: Selva, MT: Matorral, PZ: Pastizal, VG: Vegetación de galería, VF: Vegetación hidrófila
MZ: Mezquital, DV: Sin vegetación aparente, AR: Agricultura de riego, AT: Agricultura de temporal

Cuadro 5-18. Necesidades de recuperación forestal por rango de pendiente de las RTP de la RHA II Noroeste

RTP	Rango de pendientes en porcentaje (%)					Superficie total (ha)
	0 - 8	8 - 16	16 - 30	30 - 60	> 60	
Sonora						
Bahía de San Jorge	212.81					212.81
Bavispe-El Tigre	45,584.49	25,122.02	27,717.12	13,634.64	385.10	112,443.37
Cajón del Diablo	229.70	2.03	2.17	0.09		234.00
Cananea-San Pedro	28,843.30	7,446.73	5,195.77	1,784.84	24.77	43,295.41
Cañada Mazocahui	18,013.04	11,061.21	7,711.01	1,876.82	29.69	38,691.76
Cañón de Chínipas			0.27	1.83	0.87	2.97
Delta del río Colorado	7,314.78	248.22	25.32			7,588.32
Gran Desierto de Altar-El Pinacate	8,442.10	313.45	321.25	188.09	0.90	9,265.80
Las Bocas	1,708.83	2.07	1.67			1,712.57
Sahuaripa	3,282.64	1,135.12	1,208.56	708.13	11.70	6,346.14
San Javier-Tepoca	28,882.75	4,603.46	1,988.36	680.69	8.61	36,163.87
Sierra El Bacatete	283.20	33.92	15.33	8.59		341.04
Sierra Libre	13,531.61	597.95	303.47	97.13		14,530.16
Sierra Mazatán	1,108.31	1,308.38	1,863.26	722.67	15.95	5,018.56
Sierra Seri	2,706.91	15.66	0.91			2,723.48
Sierra de San Luis-Janos	5,417.69	2,792.99	3,188.29	1,562.04	27.51	12,988.51
Sierra Álamos-El Cuchujaqui	1,600.98	479.81	352.37	94.85	2.65	2,530.67
Sierras El Maviro-Santo Niño	589.47	529.19	793.36	630.04	27.74	2,569.80
Sierras El Álamo-El Viejo	353.73	0.04	0.02			353.79
Sierras Los Ajos-Buenos Aires-La Púrica	6,373.75	4,663.52	7,171.38	3,245.90	64.33	21,518.88
Yécora-El Reparo	797.98	474.93	978.96	867.26	32.08	3,151.22
Total Sonora	175,278.08	60,830.69	58,838.85	26,103.61	631.89	321,683.12
Chihuahua						
Alta Tarahumara-Barrancas	1,890.38	1,119.44	1,416.45	593.20	11.29	5,030.76
Babícora	4,058.52	1,357.44	1,502.23	512.34	10.74	7,441.26
Basaseachi	658.09	565.39	1,163.18	1,280.64	99.20	3,766.51
Bavispe-El Tigre	1,237.61	515.40	1,058.14	817.76	5.41	3,634.33
Cañón de Chínipas		0.63	2.42	6.94	0.62	10.62
Cuenca del río Chico-Sirupa	377.06	141.90	191.94	99.08	0.32	810.30
Lago Los Mexicanos	19.69	16.38	11.74			47.80
Yécora-El Reparo	484.38	607.96	1,313.99	1,774.45	95.44	4,276.21
Total Chihuahua	8,725.72	4,324.54	6,660.09	5,084.41	223.02	25,017.79
T o t a l	**184,003.80**	**65,155.23**	**65,498.94**	**31,188.02**	**854.92**	**346,700.91**

Los resultados indican que las RTP que presentan mayores áreas donde se detectan necesidades de recuperación forestal son cuatro, ubicadas todas en el Estado de Sonora; éstas son: Bavispe – El Tigre, Cananea – San Pedro, Cañada Mazocahui y San Javier – Tepoca, las que en conjunto concentran el 66% de las necesidades totales detectadas. Estas áreas son primordiales para la recarga de acuíferos que dan agua al estado para usos diversos, todos esenciales en el desarrollo regional.

6 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA PARA LA CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN FORESTAL

6.1 Propuesta de modelos para la recuperación forestal

La Recuperación Forestal se considera en el presente documento, como el restablecimiento de una masa forestal arbórea/arbustiva, en terrenos con diferentes usos de suelo; ya sean estos ecosistemas forestales perturbados, vegetación hidrófila o pastizales dispersos, e incluso la introducción del componente arbóreo en los sistemas productivos agrícolas y pecuarios donde la degradación haya producido perturbaciones en el funcionamiento del ecosistema, así como también en tierras marginales que actualmente están en uso agrícola, cubiertas por pastizales o malezas, o que se encuentran sin cubierta vegetal alguna. Dicha masa forestal puede ser incorporada por medio de especies nativas o introducidas, y la forma de inducción puede ser espontánea, inducida o cultivada. El propósito es mejorar y acelerar el proceso de regeneración forestal, restableciendo así la salud del ecosistema y por consiguiente todos los beneficios que ello implica.

Como puede apreciarse, el enfoque mencionado mantiene una diferenciación cualitativa con el concepto de reforestación tradicional que se ha venido impulsando con los programas sistemáticos del sector forestal en nuestro país donde se dirigen las acciones únicamente a los terrenos forestales o de vocación preferentemente forestal. Esta filosofía de trabajo se basa en el concepto de “los árboles al servicio de los productores y de las cuencas”, lo que implica que debe buscarse el beneficio del poseedor del recurso, sin olvidar los beneficios ambientales.

Para iniciar la restauración de las áreas con necesidades de recuperación forestal, se propone utilizar los programas sustantivos y operativos de la CONAFOR, apoyándose en los modelos para la introducción del componente arbóreo y arbustivo en los diversos usos del suelo que aquí se proponen (ver Capítulo de Anexos). Debe tenerse en mente que la recuperación forestal para que sea eficaz y eficiente deberá ser sustentable, es decir, además de los beneficios ambientales, deberá tener un atractivo económico de interés para los dueños y poseedores de los terrenos, en especial a corto y mediano plazo.

Por otro lado, es también claro que los esquemas de recuperación no se pueden generalizar, ya que influyen muchas variables: factores climáticos, edáficos, biodiversidad, ubicación y tamaño del predio, disponibilidad de mano de obra, interés particular de los dueños o poseedores, mercado, extracción y comercialización de los productos, medios económicos, apoyos, tecnología, asistencia técnica, normatividad y otros. Por tal motivo, no se puede pensar en un solo modelo, sino que deberá disponerse de una serie de alternativas, la mayoría de las cuales giren en torno a la conservación de los sistemas forestales, dadas las condiciones de la Región.

El ***Cuadro 6.1*** muestra una selección de modelos aquí sugeridos y con base en los cuales se realizó una estimación de las necesidades financieras que implicaría llevar a cabo una completa recuperación forestal en la RHA II Noroeste. Estos modelos son presentados con mayor detalle en el Anexo 2, sin que ello implique que son los únicos posibles. Los costos manejados deben ser considerados como promedio y con la aclaración de que puede haber variaciones importantes en función de variables como especies a manejar, dimensiones, sitios, manejo, etc. Las cifras aunque fueron obtenidas con el mayor cuidado, pueden tener imprecisiones y se proporcionan más bien para aportar una idea aproximada de los requerimientos financieros necesarios para su implementación.

Cuadro 6-1. Modelos de recuperación forestal para la RHA II Noroeste

No.	Modelo de recuperación forestal	Clave	Costo Unitario Promedio ($/ha)
1	Exclusión con fines diversos (áreas críticas, degradadas, de alta diversidad, riparias estratégicas, incendiadas y conservación in situ)	EXC IMP	2,090.00
2	Plantación a baja densidad	PP BDN	4,254.00
3	Plantación comercial	PL COM	11,092.50
4	Reforestación en bosque afectado por incendio	RF BQINC	8,500.00
5	Propagación intensiva de *Juniperus sp.*	PROP SPP	12,000.00
6	Reforestación y sanidad contra muérdago	RF SANI	13,150.00
7	Revegetación inducida	RVI SD	3,439.00
8	Control de especies exóticas	CSP EXO	7,200.00
9	Plantación para sombreadero de ganado	SOM GAN	274.00
10	Barreras vivas	BARR V	8,008.00
11	Rehabilitación de riberas de ríos	RHB RIB	19,157.50
12	Recuperación de manglares	REC MG	6,900.00
13	Recuperación de áreas agrícolas abandonadas	RF SAL	5,567.00
14	Cercos vivos	CV ADA	1,182.80
15	Cortinas rompevientos	COR VTO	3,810.00

Estos modelos serán utilizados en función de las particularidades específicas y condiciones de las áreas a recuperar, así como su adecuación a los programas impulsados por la CONAFOR.

Así, con la finalidad de aportar herramientas de apoyo para la planeación y posterior programación de acciones encaminadas a lograr la recuperación forestal, se realizó una distribución de modelos por uso del suelo (***Cuadro-6.2***). Esta distribución se formuló con base en recorridos de campo realizados por el ámbito de la Región Noroeste, utilizando criterios técnicos, socioeconómicos y culturales y apoyados además en la experiencia del personal encargado del desarrollo de esta etapa del proyecto. Se consideró asimismo información generada por diversas instancias y centros de investigación y la implementación de algunos modelos por los gobiernos, así como la experiencia de los propios productores agrícolas y ganaderos.

Respecto a las necesidades de recuperación forestal por uso del suelo, ya se ha visto que es el matorral el que aparece con mayores requerimientos, siguiendo luego el bosque y el mezquital (Capítulo anterior). Los modelos de recuperación forestal propuestos que se sugiere abarquen la mayor superficie del territorio con necesidades de recuperación forestal (76%) son: los diversos tipos de Exclusión (EXC IMP), Plantaciones a baja densidad (PP BDN) y Plantaciones para sombreadero de ganado (SOM GAN).

En el modelo de Exclusión se incluyen: exclusión de áreas degradadas, de áreas de alta diversidad, áreas sobrepastoreadas y áreas incendiadas, entre otras. El enfoque es siempre hacia la conservación y recuperación del área de interés, evitando principalmente las alteraciones causadas por el hombre.

Cuadro 6-2. Propuesta de modelos a emplear para la recuperación forestal de la RHA II (superficie en ha)

Clave Modelo	Claves de uso de suelo										
	B	S	MT	PZ	VG	VF	MZ	DV	AR	AT	Superfície total (ha)
EXC IMP	196,500.00	73,500.00	290,000.00	40,000.00	2,273.78	2,000.00	83,000.00	4,000.00	---	---	**691,273.78**
PP BDN	77,000.00	26,700.00	81,232.42	32,650.40	---	---	48,921.04	1,815.69	---	---	**268,319.56**
PL COM	62,000.00	20,000.00	45,500.00	---	---	---	34,000.00	---	35,000.00	---	**196,500.00**
RF BQINC	1,095.98	---	---	---	---	---	---	---	---	---	**1,095.98**
PROP SPP	1,200.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	**1,200.00**
RF SANI	900.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	**900.00**
RVI SD	---	13,482.81	---	---	---	---	---	---	---	---	**13,482.81**
CSP EXO	---	---	19,500.00	---	---	---	---	---	---	---	**19,500.00**
SOM GAN	---	---	180,000.00	54,000.00	---	---	---	---	---	---	**234,000.00**
BARR V	---	---	33,000.00	26,000.00	---	---	---	1,900.00	---	---	**60,900.00**
RHB RIB	---	---	---	---	2,500.00	---	---	---	---	---	**2,500.00**
REC MG	---	---	---	---	---	1,120.01	---	---	---	---	**1,120.01**
RF SAL	---	---	---	---	---	---	---	1,600.00	26,324.29	1,000.00	**28,924.29**
CV ADA	---	---	---	---	---	---	---	---	17,500.00	3,500.00	**21,000.00**
COR VTO	---	---	---	---	---	---	---	---	8,700.00	1,247.87	**9,947.87**
T o t a l	338,695.98	133,682.81	649,232.42	152,650.40	4,773.78	3,120.01	165,921.04	9,315.69	87,524.29	5,747.87	1,550,664.30

Claves de uso de suelo: B: Bosque, S: Selva, MT: Matorral, PZ: Pastizal, VG: Vegetación de galería, VF: Vegetación hidrófila, MZ: Mezquital, DV: Sin vegetación aparente, AR: Agricultura de riego, AT: Agricultura de temporal.

Claves de modelo: EXC IMP: Exclusión, PP BDN: Plantación a baja densidad, PL COM: Plantación comercial, RF BQINC: Bosque afectado por incendios, PROP SPP: Propagación intensiva de *Juniperus sp*. RF SANI: Reforestación y sanidad con muérdago, RVI SD: Revegetación inducida, CSP EXO: Control de especies exóticas, SOM GAN: Plantación sombreadero ganado, BARR V: Barreras vivas, RHB RIB: Rehabilitación de riberas ríos, REC MG: Recuperación de manglares, RF SAL: Recuperación áreas agrícolas abandonadas, CV ADA: Cercos vivos, COR VTO: Cortinas rompevientos.

Los resultados obtenidos en este apartado deben considerarse como indicativos y no en forma indiscutible. Se presentan fundamentalmente con la intención de mostrar una primera aproximación de la manera que pudiera atenderse el problema y los costos estimados para su implementación a los encargados de la toma de decisiones. La propuesta deberá ser analizada y enriquecida con la experiencia de los actores de la Región para determinar si se ratifican o modifican los modelos sugeridos, tomándose entonces el contenido de este capítulo como un plan para la conservación y recuperación forestal, no como un programa de actividades.

En las páginas siguientes se hace un planteamiento de una distribución de acciones en el tiempo, donde se llega a una estimación de las necesidades financieras en el corto, mediano y largo plazo, así como los posibles impactos socioeconómicos con la implementación de la recuperación forestal.

6.2 Planeación estratégica de inversiones para la conservación y recuperación forestal

6.2.1 *Consideraciones para la planeación de acciones para la conservación y recuperación forestal en la RHA II Noroeste*

El proceso de planeación de las acciones encaminadas a la conservación y recuperación forestal de la Región II Noroeste, consideró diversos aspectos técnicos y socioeconómicos que se enlistan a continuación:

- Nivel de degradación o condición actual de la cobertura vegetal arbórea/arbustiva detectada en el transcurso del presente proyecto, asociada a los diversos tipos de uso del suelo (agricultura, ganadería, forestería) y vegetación, así como a la topografía del terreno.
- Necesidades de recuperación forestal calculadas a partir de la condición actual de la cobertura vegetal observada bajos las condiciones arriba descritas.
- Ubicación de las necesidades de recuperación forestal en municipios de alta marginación, como áreas prioritarias de atención para la CONAFOR.
- Bajos niveles socioeconómicos de la población beneficiaria, de acuerdo a la regionalización socioeconómica de INEGI a nivel municipal.
- Sobreposición de las necesidades de recuperación forestal calculadas con los territorios de influencia de Áreas Naturales Protegidas (ANP) o Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).
- Mayor probabilidad de aceptación de los modelos por parte de la posible población beneficiaria, con base a los costos y facilidad de establecimiento.

Cabe mencionar que la RHA II tiene 40 municipios clasificados como de menor nivel socioeconómico, registrados en la regionalización socioeconómica desarrollada por el INEGI con base a indicadores de bienestar como educación, empleo, ocupación, vivienda y salud principalmente, sintetizando en siete estratos la condición socioeconómica de la población, siendo el nivel más bajo el que corresponde al estrato 1. De los 40 municipios ubicados en la RHA II, 32 se encuentran en el estrato 4 (rango intermedio de la clasificación), le siguen en número el estrato 3 con cinco municipios (4 de Sonora y 1 de Chihuahua), en el estrato 2 se ubican solo 2 municipios que pertenecen a Chihuahua y por último en el estrato más bajo se clasifica al municipio de Uruachi, Chihuahua (***Cuadro 6-3***).

Cuadro 6-3. Municipios por estratos socioeconómicos en la RHA II Noroeste

Sonora		Chihuahua			
Estrato 3	**Estrato 4**	**Estrato 1**	**Estrato 2**	**Estrato 3**	**Estrato 4**
Álamos, Quiriego, Rosario, Yécora	Arivechi, Arizpe, Bacadéhuachi Bacanora, Bacerac, Bacoachi, Bavispe, La Colorada, Cucurpe, Divisaderos, Huachinera, Huásabas, Nácori Chico, Onavas, Opodepe, Oquitoa, Rayón, Sahuaripa, San Javier, San Pedro de la Cueva, Santa Cruz, Sáric, Soyopa, Suaqui Grande, Tepache, Trincheras, Tubutama, Villa Hidalgo, Villa Pesqueira	Uruachi	Moris, Ocampo	Temósachi	Guerrero, Madera, Matachi.

Fuente: Generada a partir de: INEGI, 2007. Regiones Socioeconómicas de México. http:///jweb.inegi.gob.mx/niveles/jsp/consnac

Es pertinente recordar que los usos del suelo en la región de estudio se clasificaron en 14 clases (***Cuadro 6-4***) -información presentada con mayor detalle en el ***Capítulo 5***-, debido a que muchos de los cuadros presentados en este capítulo hacen referencia a ellas.

Cuadro 6-4. Clases de uso del suelo y simbología usada en el estudio

No.	Clase uso suelo	Clave
1	Bosque	B
2	Selva	S
3	Matorral	MT
4	Pastizal	PZ
5	Vegetación de galería	VG
6	Vegetación hidrófila	VF
7	Mezquital	MZ
8	Vegetación de desiertos arenosos y dunas costeras	VD
9	Vegetación halófila	VH
10	Sin vegetación aparente	DV
11	Agricultura de riego	AR
12	Agricultura de temporal	AT
13	Cuerpos de agua	H
14	Zona urbana	U

6.2.2 *Periodos de planeación de las acciones de conservación y recuperación*

La proyección de acciones de conservación y recuperación forestal requiere de una planeación de ejecución en el tiempo, considerando para este proyecto una proyección a corto, mediano y largo plazo.

El corto plazo comprenderá el periodo de 2007 a 2012, coincidente con el cierre del actual gobierno federal, el cual está impulsando fuertemente al sector forestal para propiciar mejores condiciones socioeconómicas y ambientales priorizando zonas de extrema pobreza, motivo por el cual se han seleccionado a los municipios con menor nivel socioeconómico como prioritarios para la intervención y aplicación de las categorías de apoyo de la CONAFOR.

El mediano plazo comprende de 2013 al 2018 y el largo plazo de 2019 a 2025 como año límite al logro de la recuperación forestal y en espera de que el conjunto de acciones detenga, controle o mitigue las actuales consecuencias de la no conservación de los recursos forestales.

6.2.3 *Planeación de acciones de conservación y recuperación forestal*

La superficie propuesta para cada uno de los plazos arriba especificados es la que se observa en el ***Cuadro 6-5.*** En el corto plazo se propone atender una superficie de 119,518 ha/año hasta completar 717,109 en el primer sexenio. Para el mediano plazo se plantean 72,307 ha/año hasta completar 867,694 ha/año en el segundo sexenio y, finalmente, para los últimos siete años planeados se plantea la atención de 57,101 ha/año en promedio, hasta completar las 399,707 ha restantes, que de manera acumulada por los tres periodos asciende a 1´550,664 ha. Con esta distribución se atenderá al 46% de la superficie en el corto plazo, un 28% en el mediano y un 26% en el largo plazo.

En el caso de la propuesta para el corto plazo se le concede un gran peso a los aspectos socioeconómicos y los compromisos nacionales en lo relativo a disminuir los índices de pobreza y marginación en áreas forestales, generar desarrollo a partir de la valoración, conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos forestales e impulsar la productividad forestal para mejorar la calidad de vida de los mexicanos. Por lo anterior, para este período (corto plazo) se propone la intervención en los

40 municipios de mayor marginación o menor ventaja relativa socioeconómica en la Región II Noroeste, comprendiendo una superficie total de 717,109 ha, de las cuales 595,989 ha pertenecen al Estado de Sonora y 121,120 ha al de Chihuahua (***Cuadro 6-6***).

En el ***Cuadro 6-7*** se presenta en forma resumida la superficie propuesta por atender a corto plazo, agrupada por uso de suelo y estrato socioeconómico. La superficie total es de 717,109 hectáreas, de las cuales el 4% se encuentra en los niveles socioeconómicos más bajos (estratos 1 y 2), el 13% en el estrato 3 y el 83% en el estrato 4.

Cuadro 6-5. Superficies a conservar/recuperar y modelo de recuperación por uso de suelo

Uso del suelo	Clave	Superficie (ha)	Costo unitario ($/ha)	Corto Plazo (ha)	Mediano Plazo (ha)	Largo Plazo (ha)
BOSQUE (B)						
Exclusión	EXC IMP	196,500.00	2,090.00	119,923.97	55,000.00	21,576.03
Plantación a baja densidad	PP BDN	77,000.00	4,254.00	43,000.00	20,000.00	14,000.00
Plantación comercial	PL COM	62,000.00	11,092.50	24,800.00	20,000.00	17,200.00
Bosque afectado por incendios	RF BQINC	1,095.98	8,500.00	900.00	100.00	95.98
Propagación intensiva de *Juniperus sp.*	PROP SPP	1,200.00	12,000.00	500.00	400.00	300.00
Reforestación y sanidad C/muérdago	RF SANI	900.00	13,150.00	200.00	350.00	350.00
SELVA (S)						
Exclusión	EXC IMP	73,500.00	2,090.00	70,000.00	3,500.00	0.00
Plantación comercial	PL COM	20,000.00	11,092.50	10,510.10	4,489.90	5,000.00
Revegetación inducida	RVI SD	13,482.82	3,439.00	7,500.00	3,000.00	2,982.82
Plantación a baja densidad	PP BDN	26,700.00	4,254.00	17,000.00	5,700.00	4,000.00
MATORRAL (MT)						
Exclusión	EXC IMP	290,000.00	2,090.00	123,000.00	85,000.00	82,000.00
Control de especies exóticas	CSP EXO	19,500.00	7,200.00	8,500.00	7,500.00	3,500.00
Plantación comercial	PL COM	45,500.00	11,092.50	12,000.00	15,000.00	18,500.00
Plantación a baja densidad	PP BDN	81,232.40	4,254.00	25,000.00	25,000.00	31,232.40
Plantación sombreadero ganado	SOM GAN	180,000.00	274.00	113,770.14	35,000.00	31,229.86
Barreras vivas	BARR V	33,000.00	8,008.00	12,000.00	11,000.00	10,000.00
PASTIZAL (PZ)						
Exclusión	EXC IMP	40,000.00	2,090.00	14,792.04	12,500.00	12,707.96
Plantación a baja densidad	PP BDN	32,650.40	4,254.00	10,000.00	11,050.00	11,600.40
Plantación sombreadero ganado	SOM GAN	54,000.00	274.00	30,000.00	12,000.00	12,000.00
Barreras vivas	BARR V	26,000.00	8,008.00	12,000.00	8,000.00	6,000.00
VEG GAL (VG)						
Exclusión	EXC IMP	2,273.80	2,090.00	700.00	873.00	700.80
Rehabilitación de riberas ríos	RHB RIB	2,500.00	19,157.50	351.91	1,000.00	1,148.09
VEG HIDRÓFILA (VF)						
Exclusión	EXC IMP	2,000.00	2,090.00	0.00	1,200.00	800.00
Recuperación de manglares	REC MG	1,120.01	6,900.00	0.00	800.00	320.01
MEZQUITAL (MZ)						
Exclusión	EXC IMP	83,000.00	2,090.00	18,811.02	25,000.00	39,188.98
Plantación a baja densidad	PP BDN	48,921.05	4,254.00	18,000.00	15,000.00	15,921.05
Plantación comercial	PL COM	34,000.00	11,092.50	8,000.00	13,000.00	13,000.00
SIV VEG AP (DV)						
Exclusión	EXC IMP	4,000.00	2,090.00	300.10	2,500.00	1,199.90
Plantación a baja densidad	PP BDN	1,815.69	4,254.00	31.09	884.00	900.60
Barreras vivas	BARR V	1,900.00	8,008.00	100.00	900.00	900.00
Recuperación áreas agrícolas abandonadas	RF SAL	1,600.00	5,567.00	100.00	900.00	600.00
AG RIEGO (AR)						
Cercos vivos	CV ADA	17,500.00	1,182.80	2,094.56	7,400.00	8,005.44
Plantación comercial	PL COM	35,000.00	11,092.50	5,000.00	15,000.00	15,000.00
Cortinas rompevientos	COR VTO	8,700.00	3,810.00	0.00	4,500.00	4,200.00
Recuperación áreas agrícolas abandonadas	RF SAL	26,324.29	5,567.00	3,000.00	10,000.00	13,324.29
AG TEMP (AT)						
Cercos vivos	CV ADA	3,500.00	1,182.80	3,500.00	0.00	0.00
Cortinas rompevientos	COR VTO	1,247.87	3,810.00	924.65	200.00	123.22
Recuperación áreas agrícolas abandonadas	RF SAL	1,000.00	5,567.00	800.00	100.00	100.00
T o t a l		**1,550,664**		**717,109.58**	**433,846.90**	**399,707.83**

Cuadro 6-6. Superficie por clase de vegetación en municipios con menor ventaja relativa socioeconómica*

Estado	Estrato socioeco-nómico	Clases de vegetación									Superficie total (ha)
		Bosque	Selva	Matorral	Pastizal	Vegetación de Galería	Mezquital	Sin vegetación aparente	Agricultura de riego	Agricultura de temporal	
Chihuahua											
Guerrero	4	33,225.32	0.00	0.00	1,762.47	0.00	0.00	5.56	3,551.32	1,631.32	40,175.99
Madera	4	16,777.90	692.48	21.93	2,140.00	0.00	0.00	0.00	0.00	851.68	20,483.99
Matachi	4	6,741.38	0.00	0.00	288.58	0.00	0.00	0.00	15.03	298.78	7,343.77
Moris	2	8,226.14	2,757.09	0.00	139.65	0.00	0.00	0.00	0.00	43.67	11,166.55
Ocampo	2	3,926.25	391.75	0.00	305.78	0.00	0.00	0.00	0.00	86.25	4,710.03
Temósachi	3	19,012.90	0.00	0.00	883.31	0.00	0.00	0.00	279.32	428.67	20,604.20
Uruachi	1	12,914.86	1,981.77	0.00	1,720.89	0.00	0.00	0.00	0.00	18.14	16,635.66
Total Chihuahua		**100,824.75**	**5,823.09**	**21.93**	**7,240.68**	**0.00**	**0.00**	**5.56**	**3,845.67**	**3,358.51**	**121,120.19**
Sonora											
Álamos	3	2,869.53	10,508.54	3,688.34	4,794.20	0.00	0.01	0.00	332.57	1,285.76	23,478.95
Arivechi	4	1,067.71	3,298.28	0.00	311.39	0.00	0.00	0.00	238.53	3.02	4,918.92
Arizpe	4	21,133.41	0.00	12,495.06	4,046.30	0.00	1,231.15	7.78	443.62	7.46	39,364.78
Bacadéhuachi	4	0.00	0.01	12,788.45	2,172.06	0.00	685.90	0.00	108.25	0.00	15,754.67
Bacanora	4	629.93	2,646.74	0.00	471.56	0.00	0.00	0.00	91.55	8.70	3,848.48
Bacerac	4	1,715.94	0.00	0.03	2,015.71	173.16	0.00	0.00	81.72	7.82	3,994.38
Bacoachi	4	9,581.58	0.00	0.05	4,128.55	41.97	442.76	0.00	165.92	0.54	14,361.37
Bavispe	4	2,117.92	0.00	215.50	2,310.93	264.35	48.26	0.00	250.07	0.00	5,207.03
Cucurpe	4	8,723.38	0.00	3,087.79	2,399.09	43.96	118.37	108.83	313.63	0.84	14,795.89
Divisaderos	4	86.92	0.00	6,614.86	673.41	0.00	632.51	0.00	87.27	5.11	8,100.08
Huachinera	4	1,943.46	0.00	0.01	3,145.94	152.69	0.00	0.00	19.77	8.15	5,270.02
Huásabas	4	308.44	0.00	11,892.00	1,179.91	0.00	1,730.08	0.00	99.81	0.00	15,210.24
La Colorada	4	0.00	4,374.88	57,734.00	3,740.48	256.86	10,650.86	5.36	13.49	30.07	76,806.00
Nácori Chico	4	1,741.91	3,086.16	19,981.37	1,547.65	0.00	7,150.95	0.00	88.29	31.80	33,628.13
Onavas	4	22.64	2,573.30	791.89	45.90	0.00	0.00	0.00	110.94	0.00	3,544.67
Opodepe	4	4,056.22	0.00	17,077.37	2,344.74	0.00	1,243.08	0.00	373.01	1.40	25,095.82
Oquitoa	4	159.73	0.00	4,922.55	17.80	0.00	18.49	0.26	129.17	0.00	5,248.00
Quiriego	3	0.00	13,838.27	2,290.62	4,777.99	0.00	243.17	0.00	178.15	160.94	21,489.14
Rayón	4	1,512.71	0.00	21,232.14	32.01	0.00	1,669.74	0.00	319.21	0.00	24,765.81
Rosario	3	103.00	10,657.63	3,760.63	1,574.83	0.00	0.00	0.00	61.17	68.86	16,226.12
Sahuaripa	4	8,059.20	20,666.88	17,190.26	1,747.24	0.00	2,153.72	17.31	189.19	69.21	50,093.02
San Javier	4	211.26	2,943.75	0.00	67.63	0.00	0.00	0.00	0.00	8.85	3,231.49
San Pedro de la Cueva	4	2,064.27	5,224.87	16,216.99	818.91	0.00	2,569.53	0.39	54.99	19.33	26,969.28
Santa Cruz	4	10,593.45	0.00	0.00	4,410.29	80.15	31.40	0.00	141.77	0.00	15,257.06
Soyopa	4	457.23	3,954.81	10,580.78	256.82	0.00	0.00	0.00	176.20	6.37	15,432.21
Sáric	4	0.00	0.00	5,435.12	2,757.85	0.00	573.05	0.00	189.62	0.05	8,955.69
Suaqui Grande	4	0.00	6,945.91	10,696.88	208.88	0.00	0.03	0.00	0.00	11.71	17,863.41
Tepache	4	958.94	2,289.90	10,750.88	318.87	0.00	3,108.26	0.00	55.78	22.17	17,504.80
Trincheras	4	0.00	0.00	29,098.71	1,940.08	38.77	4,817.20	228.36	1,375.56	0.00	37,498.68
Tubutama	4	1,110.45	0.00	3,047.56	681.01	0.00	2,123.87	108.72	374.69	0.75	7,447.05
Villa Hidalgo	4	233.78	0.00	4,841.96	2,833.96	0.00	310.97	48.62	147.22	0.76	8,417.27
Villa Pesqueira	4	709.06	1,958.43	7,816.41	546.29	0.00	3,257.66	0.00	29.73	37.90	14,355.48
Yécora	3	6,327.15	4,218.65	0.00	1,233.08	0.00	0.00	0.00	8.00	68.57	11,855.45
Total Sonora		**88,499.22**	**99,187.01**	**294,248.21**	**59,551.36**	**1,051.91**	**44,811.02**	**525.63**	**6,248.89**	**1,866.14**	**595,989.39**
TOTAL		189,323.97	105,010.10	294,270.14	66,792.04	1,051.91	44,811.02	531.19	10,094.56	5,224.65	717,109.58

* Menor ventaja relativa económica.- Entendiendo por este concepto aquellos municipios con menor nivel socioeconómico y mayor índice de marginación

Cuadro 6-7. Resumen de superficie propuesta a atender al corto plazo por estrato socioeconómico y uso del suelo (ha)

Estrato económico	B	S	MT	PZ	VG	MZ	DV	AR	AT	Superfície total (ha)
1	12,914.86	1,981.77	0.00	1,720.89	0.00	0.00	0.00	0.00	18.14	**16,635.66**
2	12,152.39	3,148.84	0.00	445.43	0.00	0.00	0.00	0.00	129.92	**15,876.58**
3	28,312.58	39,223.09	9,739.59	13,263.41	0.00	243.18	0.00	859.21	2,012.80	**93,653.86**
4	135,944.14	60,656.40	284,530.55	51,362.31	1,051.91	44,567.84	531.19	9,235.35	3,063.90	**590,943.48**
	189,323.97	105.010.10	294,270.14	66,792.04	1,051.91	44,811.02	531.19	10,094.56	5,224.65	717,109.58

B: Bosque, S: Selva, MT: Matorral, PZ: Pastizal, VG: Vegetación de galería, VF: Vegetación hidrófila
MZ: Mezquital, DV: Sin vegetación aparente, AR: Agricultura de riego, AT: Agricultura de temporal.

Fuente: Elaboración propia de INEGI, 2007. Regiones Socioeconómicas de México

La superficie propuesta para el corto plazo sugiere una mayor atención en la vegetación de matorral, bosque y selva, como áreas prioritarias de recarga hidrológica, en un porcentaje del 41.04%, 26.40% y 14.64% de la superficie planeada, respectivamente. En el mediano plazo, la superficie que se propone intervenir para la clase matorral es del 41.14% relativo a la superficie planeada para ese periodo, mientras que el 22.09% será en bosque y 12.22% en mezquital. Para el largo plazo, se atenderá predominantemente matorral con un 44.15%, el 17.04% de mezquital y el 13.39% de bosque, como clases dominantes (***Cuadro 6-8***).

Cuadro 6-8. Superficie y porcentaje de atención a corto, mediano y largo plazo en las distintas clases de uso del suelo

Clase de uso del suelo	Corto plazo		Mediano plazo		Mediano plazo	
	hectáreas	%	hectáreas	%	hectáreas	%
Bosque (B)	189,323.97	26.40	95,850.00	22.09	53,522.01	13.39
Selva (S)	105,010.10	14.64	16,689.90	3.85	11,982.82	3.00
Matorral (MT)	294,270.14	41.04	178,500.00	41.14	176,462.26	44.15
Pastizal (PZ)	66,792.04	9.31	43,550.00	10.04	42,308.36	10.58
Vegetación de galería (VG)	1,051.91	0.15	1,873.00	0.43	1,848.89	0.46
Vegetación hidrófila (VF)	0.00	0.00	2,000.00	0.46	1,120.01	0.28
Mezquital (MZ)	44,811.02	6.25	53,000.00	12.22	68,110.03	17.04
Sin vegetación aparente (DV)	531.19	0.07	5,184.00	1.19	3,600.50	0.90
Agricultura de riego (AR)	10,094.56	1.41	36,900.00	8.51	40,529.73	10.14
Agricultura de temporal (AT)	5,224.65	0.73	300.00	0.07	223.22	0.06
Total general	717,109.58	100.00	433,846.90	100.00	399,707.83	100.00

En general, de la superficie total de 1.5 millones de hectáreas con necesidades prioritarias de recuperación a cubrir dentro del período 2007-2025, 41.9% corresponde a matorral, 21.8% a bosque, 10.7% a mezquital, 9.8% a pastizal, 8.6% a selva, 5.6% agricultura de riego, 0.6% a sin vegetación aparente, 0.4% a agricultura de temporal, 0.3% a vegetación de galería y 0.2% a vegetación hidrófila.

De los mismos 1.5 millones de hectáreas por atender en el periodo arriba mencionado, el 67% se encuentra en un rango de pendiente de 0 -8% y de manera acumulada de 0 -16% se encuentra el 81% de la superficie, lo que representa condiciones de tierras casi planas. Mientras que de 16 – 30% de pendiente caracteriza al 12% de la superficie, el 5.6% esta en el rango de pendiente de 30 – 60% y solo el 0.2% se encuentra en pendientes mayores de 60%.

6.2.3.1 *Distribución de superficies y modelos para la conservación y recuperación forestal*

La propuesta de atención para el corto, mediano y largo plazo, se distribuye como sigue: 46.24%, 27.98% y 25.78% de la superficie con necesidades de conservación y recuperación, respectivamente. A continuación se menciona la proporción propuesta en que cada modelo se sugiere utilizar en la superficie total de necesidades de recuperación forestal para el periodo de planeación 2006-2025.

Para esta regional se propone el uso de quince modelos, de los cuales la exclusión de áreas importantes por estar en riesgo de degradación, por su biodiversidad, por ser zona de recarga o por estar altamente degradadas y con potencial a recuperarse de manera natural con la ayuda de una exclusión, será aplicado en un 44.58% aproximadamente de la superficie total con necesidad de recuperación forestal.

Otro modelo importante es la plantación puntual a baja densidad, el cual se recomienda aplicar en un 17.30% de la superficie en áreas de bosque, selva, matorral, mezquital, pastizal y áreas sin vegetación aparente. Por otro lado por la preferencia de los productores a la ganadería en su sistema de explotación extensivo, en el cual el ganado camina y come al libre albedrío, sin respeto de especies endémicas y/o en riesgo de extinción, se sugiere tratar de mantener al ganado en sitios puntuales que, por las condiciones arbóreas, atraigan su permanencia localizada en zonas sombreadas por árboles que se deberán plantar para servir como sombreaderos, en una superficie aproximada del 15.09% del área con necesidades de recuperación.

La propuesta de plantaciones forestales comerciales ocupa el 12.67% de la superficie en áreas de selva, matorral, mezquital y agricultura de riego. Para el resto de modelos se sugiere una aplicación de entre el 1% y el 4% en cada clase de vegetación con necesidad de recuperación forestal y de acuerdo a la sugerencia registrada en el cuadro de planeación de superficies por clase y periodo de ejecución (***Cuadro 6-9***).

Cuadro 6-9. Planeación de la superficie por modelo a corto, mediano y largo plazo

Modelo	Superficie (ha)			
	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Total
EXC IMP	347,527	185,573	158,174	691,274
PP BDN	113,031	77,634	77,654	268,320
PL COM	60,310	67,490	68,700	196,500
RF BQINC	900	100	96	1,096
PROP SPP	500	400	300	1,200
RF SANI	200	350	350	900
RVI SD	7,500	3,000	2,983	13,483
CSP EXO	8,500	7,500	3,500	19,500
SOM GAN	143,770	47,000	43,230	234,000
BARR V	24,100	19,900	16,900	60,900
RHB RIB	352	1,000	1,148	2,500
RF SAL	3,900	11,000	14,024	28,924
REC MG	-	800	320	1,120
CV ADA	5,595	7,400	8,005	21,000
COR VTO	925	4,700	4,323	9,948
Total	717,109.58	433,846.90	399,707.83	1,550,664

EXC IMP: Exclusión, PP BDN: Plantación a baja densidad, PL COM: Plantación comercial, RF BQINC: Bosque afectado por incendios, PROP SPP: Propagación intensiva de *Juniperus sp*. RF SANI: Reforestación y sanidad con muérdago, RVI SD: Revegetación inducida, CSP EXO: Control de especies exóticas, SOM GAN: Plantación sombreadero ganado, BARR V: Barreras vivas, RHB RIB: Rehabilitación de riberas ríos, REC MG: Recuperación de manglares, RF SAL: Recuperación áreas agrícolas abandonadas, CV ADA: Cercos vivos, COR VTO: Cortinas rompevientos.

Con relación a la distribución de las acciones a aplicar en cada tipo de vegetación identificado dentro de las entidades federativas de la Región II Noroeste en el corto plazo, la superficie a atender de bosque se distribuye en un 46.74% en Sonora y el 53.26% restante en los municipios de Chihuahua, mientras que la selva a atender está en un 94.45% en Sonora y un 5.55% en Chihuahua, el 89.16% de la superficie de pastizal a recuperar o conservar se encuentra en Sonora y el 10.84% restante en Chihuahua, el 61.90% de la agricultura de riego y el 35.72% de agricultura de temporal se encuentra en Sonora y los restantes 38.10% y 64.28% se localizan en los municipios de Chihuahua. Respecto a la vegetación de galería y mezquital le corresponde el 100% en Sonora, así como el 99.99% del matorral rehabilitar, y el 98.95% del área clasificada como sin vegetación aparente. En conclusión el 83.11% de la superficie a recuperar en el corto plazo se localiza en el Estado de Sonora y el 16.89% en los municipios de Chihuahua pertenecientes a esta Regional (***Cuadro 6-10***).

Cuadro 6-10. Comparativo de planeación de superficie por estado y por clase al corto plazo

Estado	B	S	MT	PZ	VG	MZ	DV	AR	AT	Total
Superficie (ha)										
Sonora	88,499.22	99,187.01	294,248.21	59,551.36	1,051.91	44,811.02	525.63	6,248.89	1,866.14	595,989.39
Chihuahua	100,824.75	5,823.09	21.93	7,240.68	00.00	00.00	05.56	3,845.67	3,358.51	121,120.19
Total	189,323.97	105,010.10	294,270.14	66,792.04	1,051.91	44,811.02	531.19	10,094.56	5,224.65	717,109.58
Porcentaje (%)										
Sonora	46.74	94.45	99.99	89.16	100.00	100.00	98.95	61.90	35.72	83.11
Chihuahua	53.26	5.55	00.01	10.84	00.00	00.00	01.05	38.10	64.28	16.89
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

B: Bosque, S: Selva, MT: Matorral, PZ: Pastizal, VG: Vegetación de galería, VF: Vegetación hidrófila
MZ: Mezquital, DV: Sin vegetación aparente, AR: Agricultura de riego, AT: Agricultura de temporal.

6.2.4 *Planeación de inversiones*

La determinación de inversiones requeridas para conservación y recuperación forestal se estimó a partir del cálculo de costos unitarios para cada uno de los modelos propuestos en la Región II, los cuales se aplicaron a las proyecciones de superficie planeada a corto, mediano y largo plazo, según se describió en el ***Cuadro 6-5***.

Si se considera la información mostrada en el ***Cuadro 6-11*** para cada uno de estos periodos, la inversión promedio anual para el corto plazo sería de $375´067,873, para el mediano plazo de $304´352,540 y para el largo plazo de $248’978,901 anual, recordando que los periodos abarcan 6 años para los dos primeros y 7 años para el último.

Cuadro 6-11. Inversiones necesarias en el corto, mediano y largo plazo por modelo

Modelo	Costo unitario ($/ha)	Inversiones ($)		
		Corto plazo	Mediana plazo	Largo plazo
Bosque				
EXC IMP	2,090.00	250,641,097	114,950,000	45,093,903
PP BDN	4,254.00	182,922,000	85,080,000	59,556,000
PL COM	11,092.50	275,094,000	221,850,000	190,791,000
RF BQINC	8,500.00	7,650,000	850,000	815,830
PROP SPP	12,000.00	6,000,000	4,800,000	3,600,000
RF SANI	13,150.00	2,630,000	4,602,500	4,602,500
Selva				
EXC IMP	2,090.00	146,300,000	7,315,000	-
PL COM	11,092.50	116,583,284	49,804,215	55,462,500.00

Modelo	Costo unitario ($/ha)	Inversiones ($)		
		Corto plazo	Mediana plazo	Largo plazo
RVI SD	3,439.00	25,792,500	10,317,000	10,257,918
PP BDN	4,254.00	72,318,000	24,247,800	17,016,000
Matorral				
EXC IMP	2,090.00	257,070,000	177,650,000	171,380,000
CSP EXO	7,200.00	61,200,000	54,000,000	25,200,000
PL COM	11,092.50	133,110,000	166,387,500	205,211,250
PP BDN	4,254.00	106,350,000	106,350,000	132,862,630
SOM GAN	274.00	31,173,018	9,590,000	8,556,982
BARR V	8,008.00	96,096,000	88,088,000	80,080,000
Pastizal				
EXC IMP	2,090.00	30,915,364	26,125,000	26,559,636
PP BDN	4,254.00	42,540,000	47,006,700	49,348,102
SOM GAN	274.00	8,220,000	3,288,000	3,288,000
BARR V	8,008.00	96,096,000	64,064,000	48,048,000
Vegetación de Galería				
EXC IMP	2,090.00	1,463,000	1,824,570	1,464,672
RHB RIB	19,157.50	6,741,716	19,157,500	21,994,534
Vegetación hidrófila				
EXC IMP	2,090.00	-	2,508,000	1,672,000
REC MG	6,900.00	-	5,520,000	2,208,069
Mezquital				
EXC IMP	2,090.00	39,315,032	52,250,000	81,904,968
PP BDN	4,254.00	76,572,000	63,810,000	67,728,147
PL COM	11,092.50	88,740,000	144,202,500	144,202,500
Sin vegetación aparente				
EXC IMP	2,090.00	627,209	5,225,000	2,507,791
PP BDN	4,254.00	132,257	3,760,536	3,831,152
BARR V	8,008.00	800,800	7,207,200	7,207,200
RF SAL	5,567.00	556,700	5,010,300	3,340,200
Agricultura de riego				
CV ADA	1,182.80	2,477,446	8,752,720	9,468,834
PL COM	11,092.50	55,462,500	166,387,500	166,387,500
COR VTO	3,810.00	-	17,145,000	16,002,000
RF SAL	5,567.00	16,701,000	55,670,000	74,176,322
Agricultura de temporal				
CV ADA	1,182.80	4,139,800	-	-
COR VTO	3,810.00	3,522,917	762,000	469,468
RF SAL	5,567.00	4,453,600	556,700	556,700
T o t a l ($)		**2,250,407,240**	**1,826,115,242**	**1,742,852,308**

EXC IMP: Exclusión, PP BDN: Plantación a baja densidad, PL COM: Plantación comercial, RF BQINC: Bosque afectado por incendios, PROP SPP: Propagación intensiva de *Juniperus sp*. RF SANI: Reforestación y sanidad con muérdago, RVI SD: Revegetación inducida, CSP EXO: Control de especies exóticas, SOM GAN: Plantación sombreadero ganado, BARR V: Barreras vivas, RHB RIB: Rehabilitación de riberas ríos, REC MG: Recuperación de manglares, RF SAL: Recuperación áreas agrícolas abandonadas, CV ADA: Cercos vivos, COR VTO: Cortinas rompevientos.

Para cubrir la totalidad de necesidades de recuperación forestal se requiere una inversión de $5,819´374,790 en las 1.5 millones de hectáreas, lo que arroja una inversión promedio de $3,753 por hectárea. En la distribución de las inversiones, las clases de uso de suelo de mayor importancia son el matorral y el bosque, con el 32.83% y 25.11%, respectivamente. Mientras que el 13.04% corresponde a mezquital, el 9.20% a la selva, el 10.12% a la agricultura de riego, el 7.66% a pastizal y en el resto de clases una inversión que oscila con valores menores al 1 por ciento (***Cuadro 6-12***).

Cuadro 6-12. Inversiones totales por clase de uso de suelo y periodo de planeación

Clase de uso del suelo	Inversiones ($)				Porciento del total (%)
	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	Total	
Bosque (B)	724,937,097	432,132,500	304,459,233	1,461,528,830	25.11
Selva (S)	360,993,784	91,684,015	82,736,418	535,414,218	9.20
Matorral (MT)	684,999,018	602,065,500	623,290,861	1,910,355,380	32.83
Pastizal (PZ)	177,771,364	140,483,700	127,243,738	445,498,802	7.66
Vegetación de galería (VG)	8,204,716	20,982,070	23,459,206	52,645,992	0.90
Vegetación hidrófila (VF)	0	8,028,000	3,880,069	11,908,069	0.20
Mezquital (MZ)	204,627,032	260,262,500	293,835,615	758,725,147	13.04
Sin vegetación aparente (DV)	2,116,966	21,203,036	16,886,343	40,206,345	0.69
Agricultura de riego (AR)	74,640,946	247,955,220	266,034,657	588,630,822	10.12
Agricultura de temporal (AT)	12,116,317	1,318,700	1,026,168	14,461,185	0.25
T o t a l	2,250,407,240	1,826,115,242	1,742,852,308	5,819,374,790	100.00

Asimismo, las inversiones al corto plazo ascienden a $2,250´407,240, de los cuales se invierte el mayor porcentaje en bosque y matorral (32.21% y 30.44% respectivamente). En el mediano plazo las mayores inversiones se plantean en matorral y bosque (32.97% y 23.66% respectivamente), y en el largo plazo las mayores inversiones se plantean para matorral y bosque (35.76% y 17.47% respectivamente).

6.2.5 *Impacto socioeconómico*

La planeación de intervención propuesta, además de que propiciará la reducción de la degradación, tendrá una influencia directa en la mejoría de las condiciones socioeconómicas al generar empleo en municipios con bajo nivel socioeconómico, como primer punto tangible del impacto de las inversiones en la conservación y recuperación de los diversos usos del suelo con necesidad de ellas. Además con la propuesta de intervención se plantarán árboles y especies vegetales adecuadas a la Región II, contribuyendo a los compromisos del gobierno federal a nivel nacional e internacional con las metas de forestación y reforestación.

a) Generación de empleo

Los jornales generados son valorados en $140/jornal, costo de un jornal en la zona. Otro impacto posible de calcular es la cantidad de árboles que se plantarían en la Región II, a partir de la ejecución de la propuesta para los plazos corto, mediano y largo.

El modelo que mayor número de jornales genera es la rehabilitación de riberas de ríos, el de propagación de especies y el de reforestación más sanidad; éstos dos últimos en bosques y en específico en coníferas, considerando el control del muérdago.

En total con la puesta en ejecución del PRHF, se espera una generación de 12´714,746 jornales (***Cuadro 6-13***) de los cuales el 40% se requieren en el corto plazo, el 31% en el mediano plazo y el 29% en el largo plazo.

En promedio se espera generar 854,790.42 jornales en promedio anual para el corto plazo, 652,184.22 jornales en promedio anual para el mediano plazo y 524,699.72 jornales en promedio anual para el largo plazo.

Cuadro 6-13. Jornales totales generados por clase de uso de suelo, modelo y período de la planeación

Modelo	Jornales			
	Jornal/ha	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Bosque				
EXC IMP	4	479,696	220,000	86,304
PP BDN	7	301,000	140,000	98,000
PL COM	13	322,400	260,000	223,600
RF BQINC	36	32,400	3,600	3,455
PROP SPP	57	28,500	22,800	17,100
RF SANI	55	11,000	19,250	19,250
Selva				
EXC IMP	4	280,000	14,000	-
PL COM	47	493,975	211,025	235,000
RVI SD	29	217,500	87,000	86,502
PP BDN	7	119,000	39,900	28,000
Matorral				
EXC IMP	4	492,000	340,000	328,000
CSP EXO	20	170,000	150,000	70,000
PL COM	13	156,000	195,000	240,500
PP BDN	7	175,000	175,000	218,627
SOM GAN	1	113,770	35,000	31,230
BARR V	45	540,000	495,000	450,000
Pastizal				
EXC IMP	4	59,168	50,000	50,832
PP BDN	7	70,000	77,350	81,203
SOM GAN	1	30,000	12,000	12,000
BARR V	45	540,000	360,000	270,000
Vegetación de Galería				
EXC IMP	4	2,800	3,492	2,803
RHB RIB	65	22,874	65,000	74,626
Vegetación hidrófila				
EXC IMP	4	-	4,800	3,200
REC MG	17	-	13,600	5,440
Mezquital				
EXC IMP	4	75,244	100,000	156,756
PP BDN	7	126,000	105,000	111,447
PL COM	13	104,000	169,000	169,000
Sin vegetación aparente				
EXC IMP	4	1,200	10,000	4,800
PP BDN	7	218	6,188	6,304
BARR V	45	4,500	40,500	40,500
RF SAL	20	2,000	18,000	12,000
Agricultura de riego				
CV ADA	4.5	9,426	33,300	36,024
PL COM	13	65,000	195,000	195,000
COR VTO	9	-	40,500	37,800
RF SAL	20	60,000	200,000	266,486
Agricultura de temporal				
CV ADA	4.5	15,750	-	-
COR VTO	9	8,322	1,800	1,109
T o t a l j o r n a l e s		**5,128,743**	**3,913,105**	**3,672,898**

EXC IMP: Exclusión, PP BDN: Plantación a baja densidad, PL COM: Plantación comercial, RF BQINC: Bosque afectado por incendios, PROP SPP: Propagación intensiva de *Juniperus sp*. RF SANI: Reforestación y sanidad con muérdago, RVI SD: Revegetación inducida, CSP EXO: Control de especies exóticas, SOM GAN: Plantación sombreadero ganado, BARR V: Barreras vivas, RHB RIB: Rehabilitación de riberas ríos, REC MG: Recuperación de manglares, RF SAL: Recuperación áreas agrícolas abandonadas, CV ADA: Cercos vivos, COR VTO: Cortinas rompevientos.

Se propiciará una derrama económica en los municipios más pobres al corto plazo de $718´023,951 con una generación anual promedio de 854,790 jornales. En el mediano y el largo plazo, una vez cubiertas las áreas más pobres, la incidencia será en municipios con mejor nivel socioeconómico que requieren de intervención (***Cuadro 6-14***). La derrama económica anual por generación de empleo será de $119´670,659 en el corto plazo, $91´305,790 al mediano plazo y $73´457,960 en el largo plazo, equivalente a 40%, 31% y 29%, respectivamente.

Cuadro 6-14. Derrama económica estimada por generación de jornales en la RHA II

Modelo	Derrama económica ($)		
	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Bosque			
EXC IMP	67,157,423	30,800,000	12,082,577
PP BDN	42,140,000	19,600,000	13,720,000
PL COM	45,136,000	36,400,000	31,304,000
RF BQINC	4,536,000	504,000	483,739
PROP SPP	3,990,000	3,192,000	2,394,000
RF SANI	1,540,000	2,695,000	2,695,000
Selva			
EXC IMP	39,200,000	1,960,000	-
PL COM	69,156,458	29,543,542	32,900,000
RVI SD	30,450,000	12,180,000	12,110,249
PP BDN	16,660,000	5,586,000	3,920,000
Matorral			
EXC IMP	68,880,000	47,600,000	45,920,000
CSP EXO	23,800,000	21,000,000	9,800,000
PL COM	21,840,000	27,300,000	33,670,000
PP BDN	24,500,000	24,500,000	30,607,752
SOM GAN	15,927,820	4,900,000	4,372,180
BARR V	75,600,000	69,300,000	63,000,000
Pastizal			
EXC IMP	8,283,542	7,000,000	7,116,458
PP BDN	9,800,000	10,829,000	11,368,392
SOM GAN	4,200,000	1,680,000	1,680,000
BARR V	75,600,000	50,400,000	37,800,000
Vegetación de Galería			
EXC IMP	392,000	488,880	392,448
RHB RIB	3,202,381	9,100,000	10,447,619
Vegetación hidrófila			
EXC IMP	-	672,000	448,000
REC MG	-	1,904,000	761,624
Mezquital			
EXC IMP	10,534,171	14,000,000	21,945,829
PP BDN	17,640,000	14,700,000	15,602,629
PL COM	14,560,000	23,660,000	23,660,000
Sin vegetación aparente			

Modelo	Derrama económica ($)		
	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
EXC IMP	168,056	1,400,000	671,944
PP BDN	30,468	866,320	882,588
BARR V	630,000	5,670,000	5,670,000
RF SAL	280,000	2,520,000	1,680,000
Agricultura de riego			
CV ADA	1,319,573	4,662,000	5,043,427
PL COM	9,100,000	27,300,000	27,300,000
COR VTO	-	5,670,000	5,292,000
RF SAL	8,400,000	28,000,000	37,308,012
Agricultura de temporal			
CV ADA	2,205,000	-	-
COR VTO	1,165,059	252,000	155,257
T o t a l	**718,023,951**	**547,834,742**	**514,205,724**

EXC IMP: Exclusión, PP BDN: Plantación a baja densidad, PL COM: Plantación comercial, RF BQINC: Bosque afectado por incendios, PROP SPP: Propagación intensiva de *Juniperus sp*. RF SANI: Reforestación y sanidad con muérdago, RVI SD: Revegetación inducida, CSP EXO: Control de especies exóticas, SOM GAN: Plantación sombreadero ganado, BARR V: Barreras vivas, RHB RIB: Rehabilitación de riberas ríos, REC MG: Recuperación de manglares, RF SAL: Recuperación áreas agrícolas abandonadas, CV ADA: Cercos vivos, COR VTO: Cortinas rompevientos.

El índice de inversión-generación de empleo es al corto plazo de 0.31, al mediano y largo plazo 0.29 cada uno, lo que equivale a decir que por cada mil pesos invertidos corresponden trescientos diez pesos al pago de jornales al corto plazo, y doscientos noventa pesos al pago de jornales en el mediano y largo plazo.

Al propiciar la generación de jornales considerando la ocupación de 280 días al año se calculó que aproximadamente 3,052 familias serían beneficiadas con la ocupación de un miembro de la familia anualmente en las actividades de conservación y recuperación forestal, con un ingreso de $140/jornal equivalente a una aportación familiar de $39,200 anuales/familia en el corto plazo.

b) Contribución a compromisos del sector forestal

La ejecución de los modelos propuestos en cada clase de acuerdo a la planeación propuesta, requerirá de la plantación de especies vegetales recomendadas para cada uno de ellos, de tal modo que al corto plazo se plantea la plantación de 289,105,819, para el mediano plazo la plantación de 206,022,181 y para largo plazo la plantación de 194,930,196 unidades planta; de tal modo que al ejecutarse la totalidad del PRHF se plantarán aproximadamente 690,058,196 árboles en la RHA II (***Cuadro 6.15***).

Cuadro 6-15. Árboles a plantar por clase de uso de suelos, modelo y periodo del PRHF en la RHA II Noroeste

Modelo	Árboles			
	Árboles/ha	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Bosque				
EXC IMP	448	53,725,939	24,640,000	9,666,061
PP BDN	25	1,075,000	500,000	350,000
PL COM	1100	27,280,000	22,000,000	18,920,000
RF BQINC	1000	900,000	100,000	95,980
PROP SPP	1000	500,000	400,000	300,000
RF SANI	350	70,000	122,500	122,500
Selva				
EXC IMP	448	31,360,000	1,568,000	-
PL COM	3330	34,998,633	14,951,367	16,650,000
RVI SD	1200	9,000,000	3,600,000	3,579,384
PP BDN	25	425,000	142,500	100,000
Matorral				
EXC IMP	448	55,104,000	38,080,000	36,736,000
CSP EXO	0	-	-	-
PL COM	1100	13,200,000	16,500,000	20,350,000
PP BDN	25	625,000	625,000	780,810
SOM GAN	20	2,275,403	700,000	624,597
BARR V	1000	12,000,000	11,000,000	10,000,000
Pastizal				
EXC IMP	448	6,626,834	5,600,000	5,693,166
PP BDN	25	250,000	276,250	290,010
SOM GAN	20	600,000	240,000	240,000
BARR V	1000	12,000,000	8,000,000	6,000,000
Vegetación de Galería				
EXC IMP	448	313,600	391,104	313,958
RHB RIB	3500	1,231,685	3,500,000	4,018,315
Vegetación hidrófila				
EXC IMP	448	-----	537,600	358,400
REC MG	1000	-	800,000	320,010
Mezquital				
EXC IMP	448	8,427,337	11,200,000	17,556,663
PP BDN	25	450,000	375,000	398,026
PL COM	1100	8,800,000	14,300,000	14,300,000
Sin vegetación aparente				
EXC IMP	448	134,445	1,120,000	537,555
PP BDN	25	777	22,100	22,515
BARR V	1000	100,000	900,000	900,000
RF SAL	625	62,500	562,500	375,000
Agricultura de riego				
CV ADA	22.4	46,918	165,760	179,322
PL COM	1100	5,500,000	16,500,000	16,500,000
COR VTO	75	-----	337,500	315,000
RF SAL	625	1,875,000	6,250,000	8,327,681
Agricultura de temporal				
CV ADA	22.4	78,400	-----	-----
COR VTO	75	69,349	15,000	9,242
Total árboles		**289,105,819**	**206,022,181**	**194,930,196**

EXC IMP: Exclusión, PP BDN: Plantación a baja densidad, PL COM: Plantación comercial, RF BQINC: Bosque afectado por incendios, PROP SPP: Propagación intensiva de *Juniperus sp*. RF SANI: Reforestación y sanidad con muérdago, RVI SD: Revegetación inducida, CSP EXO: Control de especies exóticas, SOM GAN: Plantación sombreadero ganado, BARR V: Barreras vivas, RHB RIB: Rehabilitación de riberas ríos, REC MG: Recuperación de manglares, RF SAL: Recuperación áreas agrícolas abandonadas, CV ADA: Cercos vivos, COR VTO: Cortinas rompevientos.

La cantidad anual de 36´318,852 como número promedio de árboles a plantar, puede ser superada o disminuida si se realizan ajustes en la planeación conforme a la capacidad regional. De los modelos que mayor número de árboles requieren son la plantación forestal comercial y rehabilitación de riberas.

México adquirió en el año 2007 ante la Organización de las Naciones Unidas el compromiso de plantar 250 millones de árboles., meta que con la puesta en marcha del PRHF para la Región II, será cubierta en un 14.5% en promedio.

c) Otros Indicadores relacionales directos

De acuerdo a lo proyectado, la relación de número de árboles por hectárea en promedio será de 228, generándose 4 jornales por hectárea en promedio y una derrama económica a la región de $592/ha (***Cuadro 6-16***).

Cuadro 6-16. Indicadores relacionales directos

Índice	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Relación árbol-ha (árbol/ha)	201.58	237.44	243.84
Generación de mano de obra (jornales/ha)	3.58	4.51	4.59
Generación de recursos económicos/mano de obra ($/ha)	500.64	631.37	643.23

7 IMPACTOS ESPERADOS DE LA RECUPERACIÓN FORESTAL SOBRE EL RECURSO HÍDRICO Y LA EROSIÓN DEL SUELO

7.1 Cambios posibles en la disponibilidad del recurso agua por la recuperación forestal

En general puede decirse que el recurso agua es todavía la parte inexplorada de la explotación forestal. No hay ningún recurso forestal de cuya administración se sepa menos que del agua. De esta forma, aunque es bien conocido que las corrientes de agua abundantes y de mejor calidad se presentan en la áreas arboladas; que los suelos forestales, debido a su estructura y porosidad favorecen la infiltración y almacenamiento del agua y desfavorecen la erosión; y se sabe también que la explotación irracional del bosque altera la estructura del suelo y termina por degradar los recursos suelo y agua hasta transformar las tierras alguna vez arboladas en verdaderos desiertos, en la práctica se desconocen en detalle los efectos que tienen los árboles sobre el rendimiento del agua, lo que hace difícil su cuantificación.

Ante esta situación, la simulación de escurrimientos en cuencas hidrográficas, a partir de valores reales de lluvia, cobertura vegetal, fisiografía, suelo y clima, proporciona algunos datos básicos que permiten comprender mejor la función de la vegetación en la regulación de las aguas y en la conservación de este recurso. Por esta razón, en el presente apartado, se emplea este procedimiento para hacer una estimación cuantitativa del impacto de los cambios de la cubierta vegetal y la recuperación forestal sobre el recurso hídrico, al comparar el comportamiento en distintos períodos de tiempo y por ende bajo distintas condiciones de cobertura vegetal, de los escurrimientos y la infiltración en dos cuencas de la Región II Noroeste. Los resultados obtenidos son estimaciones que tienen la mayor aproximación posible, sin embargo no son datos validados, pues como es sabido, una de las principales razones de desconocimiento de la relación entre el uso del suelo y los procesos hidrológicos es la no existencia de datos experimentales.

El cálculo del escurrimiento se basa en el método de las Curvas Numéricas (Número Hidrológico o Número de Curva; ***Cuadro 7-1***) desarrollado por el Servicio de Conservación de los Recursos Naturales de Estados Unidos de América (NRCS por sus siglas en inglés), anteriormente conocido como el Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (*U.S. Soil Conservation Service*). Se parte de atribuir valores a las diferentes unidades de suelo en función de sus características hidrológicas (Grupo Hidrológico de Suelos), las clases de uso del suelo, sus características físicas, humedad antecedente y condición de la cobertura vegetal, y combina las pérdidas por infiltración y por retención potencial de humedad en el suelo para estimar así la lluvia en exceso.

Esta metodología generalmente es empleada en el país en todos los estudios que se realizan referidos a la predicción de escurrimientos en cuencas y su relación con el uso del suelo. La forma práctica de hacer los cálculos es el empleo de modelos hidrológicos y para este caso se utilizó el modelo HEC-HMS, el cual es un Sistema de Modelación Hidrológica desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC-HMS por sus siglas en inglés) del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos.

Cuadro 7-1. Ecuación de la U.S. SCS, base de la estimación de escurrimientos

Fórmula del escurrimiento potencial : $$Qpot = \frac{[P - \frac{508}{N} + 5.08]^2}{P + \frac{2032}{N} - 20.32}$$

donde :

Qpot	=	Escurrimiento potencial (mm)
P	=	Lámina de lluvia (mm)
N	=	Curva Numérica (o valor de N)
A,B,C,D		Grupo Hidrológico de Suelo (Cuadro de abajo)

Criterios utilizados:

USO DEL SUELO	VALOR DE N			
	A	B	C	D
Bosque	45	66	77	83
Selva	36	60	70	77
Matorral	55	72	81	86
Pastizal	45	62	74	85
Mezquital	55	72	81	86
Vegetación de Galería	43	65	76	82
Vegetación Hidrófila	95	95	95	95
Veg. Desiertos Arenosos	30	35	47	55
Vegetación Halófila	30	34	45	51
Sin Vegetación Aparente	77	86	91	94
Agricultura de Riego	62	71	78	81
Agricultura de Temporal	67	78	85	89
Cuerpos de agua	98	98	98	98
Zona urbana	83	89	92	93

Con el propósito de conocer los cambios en el escurrimiento como consecuencia de los cambios de uso del suelo en el tiempo, se consideraron cuatro escenarios en la aplicación del modelo:

a) Uso del suelo (cobertura vegetal) 1973 - Fuente: INEGI-1973- Agrupado por el INE, escala 1:250,000.
b) Uso del suelo (cobertura vegetal) 2000 - Fuente: UNAM para INFP 2000 Agrupado por el INE, escala 1:250,000.
c) Proyección de cobertura vegetal a 2025 sin recuperación forestal
d) Proyección de cobertura vegetal a 2025 con recuperación forestal

No se consideraron variaciones fisiográficas de pendiente pues se asume que estas no cambian significativamente durante el período de análisis (27 años). La información pluviográfica utilizada fue también constante para los cuatro escenarios.

El procedimiento empleado para hacer las proyecciones de cobertura vegetal al año 2025 fue el siguiente:

a) Para el escenario que considera se ha logrado la recuperación forestal aquí propuesta para la fecha señalada, se asume existe mayor cobertura forestal a la situación actual y se asignan valores de “N” para la situación supuesta. Esto implica valores bajos de “N”, y por lo tanto menores escurrimientos.
b) Para el escenario en que se supone no se consigue la recuperación forestal, sino que en cambio se continua con la misma tendencia registrada en los últimos años (pérdida aproximada de 360 mil ha

anuales en el país), se realizó una proyección para poder tener el valor esperado al año 2025. Para ello, tomando datos obtenidos de la revisión de literatura referentes a la deforestación anual registrada, y por otro lado, calculando algunos valores a futuro asumiendo la tasa de deforestación antes citada, se empleó la función Pronostico (herramienta estadística del paquete Excel) que mediante regresión lineal estima valores a futuro, obteniéndose así los valores de "N" para la condición estimada de cobertura forestal al 2025. En este caso se obtienen valores altos de "N", por lo que al aplicar el modelo (HEC-HMS) resultan valores bajos de infiltración y altos de escurrimiento.

El análisis se realiza en dos cuencas: ***RH09D*** Río Sonora y ***RH09A*** Río Mayo, que son dos de las cuencas más importantes en la región de estudio. El río Sonora nace en las cercanías de Cananea, Sonora y sigue un rumbo norte-sur hasta la capital del estado. Su afluente principal es el río Bacanuchi. El análisis considera sólo el río Sonora hasta el punto de su confluencia con el río San Miguel de Horcasitas, a las afueras de la ciudad de Hermosillo. Para el caso del río Mayo, cuyos orígenes son en el estado de Chihuahua, el análisis considera únicamente hasta su llegada a la presa Adolfo Ruiz Cortínez. La localización de las cuencas puede apreciarse en las ***Figuras 7-1*** y ***7-2***, donde aparecen también las subcuencas en que se dividió el área total de la cuenca para el análisis realizado.

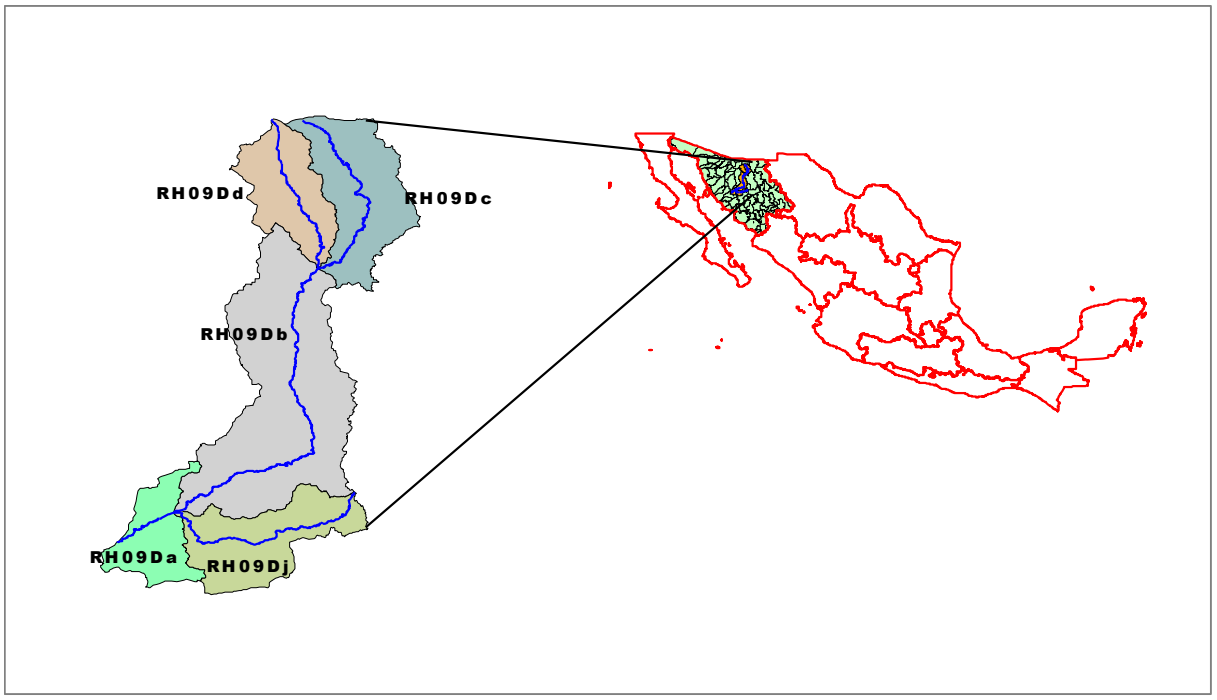


Figura 7-1. Ubicación de la cuenca RH09D, Río Sonora, en la Región II Noroeste.

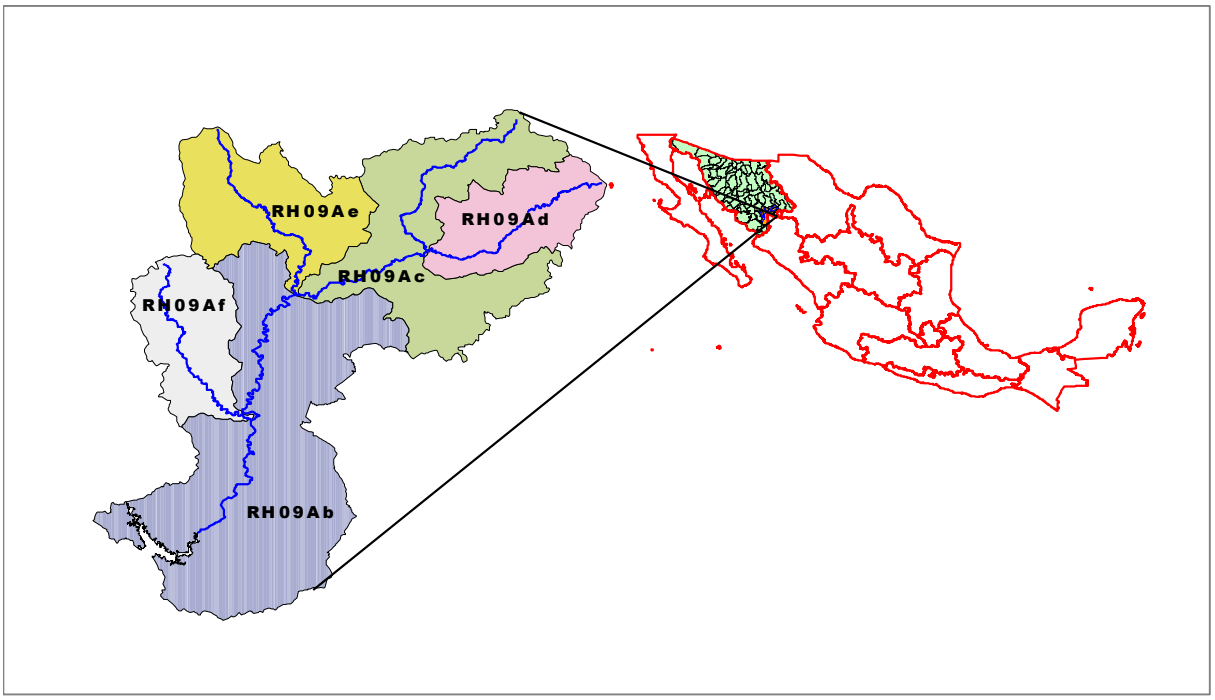


Figura 7-2. Ubicación de la cuenca RH09A, Río Mayo, en la Región II Noroeste.

El modelo considera como balance general la ecuación básica: **PP = E + I + ET**

Donde:

PP = Precipitación
E = Escurrimiento superficial
I = Infiltración
ET = Evapotranspiración

La decisión de hacer los cálculos únicamente en las cuencas mencionadas, se fundamenta en el hecho de que al demostrarse los efectos del cambio de la cobertura forestal sobre los escurrimientos y la infiltración en ellas, se presupone que por analogía se tendrá la misma tendencia en todas las demás cuencas que conforman el área de estudio. Es claro que los efectos se tendrán en diferentes proporciones, pero se acepta que en general seguirán el patrón observado en los casos estudiados.

En la aplicación del modelo se utilizan como datos de precipitación valores reales obtenidos de estaciones meteorológicas ubicadas dentro y cerca de la cuenca de captación de cada cauce analizado. En este caso coincidió que para ambas cuencas se utilizaron datos del 09 al 20 de agosto de 1983. Las fechas utilizadas son en general épocas de precipitación en la región. Lo que se buscó fue que se tuviera precipitación en toda la red de estaciones pluviográficas consideradas (23 estaciones para el caso del Río Sonora y 30 para el Río Mayo), de tal forma que pudiera generarse algún escurrimiento pues la precipitación es escasa en la zona de estudio. Otra razón fue procurar que en la fecha considerada se tuviesen precipitaciones anteriores en el área, de tal forma que el suelo tenga altos contenidos de humedad, pues el factor de humedad del suelo es difícil de medir en la totalidad de una cuenca y puede influir drásticamente en los resultados. La precipitación promedio en cada una de las subcuencas analizadas se calculó considerando todas las estaciones dentro o cercanas a los límites territoriales de cada una de ellas y empleando la metodología de la distancia inversa (US Army Corp of Engineers, 2001).

La lluvia considerada fue la misma para los cuatro escenarios en cada cuenca, pues el análisis toma como única variable el cambio de cobertura vegetal del suelo. Para la estimación del tiempo de concentración de los escurrimientos se utilizó el método de Kirpich (Aparicio M., F.J. 2001).

Como punto de partida en la realización del análisis, se presenta el cambio del uso del suelo en cada una de las cuencas en que se "corre" el modelo. El ***Cuadro 7-2*** muestra los usos del suelo para la cuenca del Río Sonora para los años 1973 y 2000 y el ***Cuadro 7-3*** muestra lo correspondiente a la cuenca del Río Mayo.

En el ***Cuadro 7-2*** referido a la cuenca del Río Sonora (***RH09D***) llama la atención que se muestra un incremento en la superficie de bosques. Este dato, aunque muy positivo, es discordante con la situación que se observa en la realidad. Esto se cree que es consecuencia de la utilización de distintos criterios de clasificación en la interpretación de imágenes de satélite fuente de la información. Es posible que lo que en el año 2000 se llamó "bosque", en el año 1973 se le dio otra clasificación. Otra posibilidad sería que sea consecuencia de trabajos de reforestación, pero esta alternativa, aunque es la más deseable, se considera poco probable. La vegetación de matorral y la de mezquital en cambio se ven disminuidas, situación que es más acorde con la realidad. Entre los usos del suelo que se incrementan se tiene los de pastizal y sin vegetación aparente, que están creciendo a costa de los mezquitales y matorrales de la zona. Así entonces, mientras que un incremento en la vegetación boscosa reduce los escurrimientos, los pastizales y los terrenos desnudos los incrementan; el resultado final sobre los procesos hidrológicos en la cuenca se analiza en páginas subsecuentes.

El ***Cuadro 7-3*** como se mencionó, presenta los resultados para la cuenca del Río Mayo (***RH09A***), donde en este caso si se aprecia una disminución de la vegetación de bosque y de selva en magnitudes de alrededor del 9% en el período considerado. Otro uso del suelo que también se reduce significativamente es el de agricultura de temporal, al pasar de casi 33 mil ha a 11 mil ha. El uso del suelo que en cambio sufre un incremento en su superficie es el clasificado como pastizal. El aumento es de 18 mil ha a más de 99 mil ha. Esto deja ver que la ganadería está creciendo a costa de los otros tipos de vegetación (bosque, selva y matorral) y que incluso la agricultura de temporal está siendo cambiada por la ganadería. Igual que en el caso anterior, en el análisis que a continuación se presenta, se verán los efectos que estos cambios pueden ocasionar a los procesos de escurrimiento e infiltración del agua de lluvia.

Se aclara que el modelo utilizado (HEC-HMS) es recomendado para el cálculo de escurrimientos. El modelo no especifica que porcentaje de la lluvia que no escurre se infiltra. Entonces lo que en este trabajo se hace es que a la fracción de la precipitación que no escurre (expresada en mm), se le resta 2.0 mm por día para el caso de las dos cuencas, asumiendo que estos valores corresponden: un mm a la intercepción de lluvia por el follaje de la vegetación y el otro mm a la tasa de evapotranspiración diaria. La cifra restante se considera como lluvia infiltrada, siendo éstos los datos que se presentan. Los valores de evapotranspiración asumidos toman en cuenta la localización de las cuencas, rugosidad de la superficie y albedo, principalmente. Otros aspectos también considerados son el tipo de vegetación y el hecho de que en días lluviosos se tiene ambiente húmedo por los que los flujos de calor no son muy altos, además de recurrir también a información bibliográfica relacionada con el tema (Billi and Caparrini, 2006).

Cuadro 7-2. Cambios en el uso del suelo en la cuenca y subcuencas del Río Sonora, años 1973 y 2000 (ha)

Uso de suelo	RH09Da		RH09Db		RH09Dc		RH09Dd		RH09Dj		RESUMEN CUENCA	
	1973	2000	1973	2000	1973	2000	1973	2000	1973	2000	1973	2000
Bosque	0.00	295.51	79,578.36	89,992.49	69,224.72	72,861.71	58,090.35	64,613.12	4,112.49	3,982.49	211,005.92	231,745.32
Selva	0.00	0.00	164.37	116.04	0.00	0.00	0.00	0.00	1,473.93	1,620.38	1,638.30	1,736.42
Matorral	46,726.51	45,418.05	374,703.67	365,548.13	63,183.12	63,326.97	52,383.63	38,729.18	111,296.61	110,827.31	648,293.54	623,849.64
Pastizal	2,367.68	11,342.28	15,981.98	18,007.22	90,100.64	85,327.92	42,370.43	50,466.73	4,269.27	13,825.00	155,090.00	178,969.15
Mezquital	59,663.20	47,427.26	66,655.01	61,026.33	3,248.14	1,517.69	6,458.17	4,827.80	81,144.87	71,939.50	217,169.39	186,738.58
Veg, de Galería	0.00	1,136.48	1,343.13	3,483.91	427.22	0.00	179.89	0.00	387.09	354.40	2,337.33	4,974.79
Sin Veg. Aparente	0.00	329.00	463.69	0.00	822.37	2,089.75	504.86	860.52	0.00	0.00	1,790.92	3,279.27
Agric. Riego	8,950.20	9,220.72	12,175.81	11,855.11	2,522.59	3,459.47	791.87	1,470.66	1,900.72	2,222.80	26,341.19	28,228.76
Agric. Temporal	161.64	0.00	484.93	450.80	87.60	0.00	337.30	148.49	1,404.44	658.74	2,475.91	1,258.03
Cuerpos de Agua	543.32	1,895.66	0.00	251.17	0.00	447.03	0.00	0.00	0.00	404.70	543.32	2,998.56
Z. Urbana		1,347.59	0.00	819.75	246.47	832.33	0.00	0.00	0.00	154.10	246.47	3,153.77
T o t a l	118,412.55	118,412.55	551,550.95	551,550.95	229,862.87	229,862.87	161,116.50	161,116.50	205,989.42	205,989.42	1,266,932.29	1,266,932.29

Cuadro 7-3. Cambios en el uso del suelo en la cuenca y subcuencas del Río Mayo, años 1973 y 2000 (ha)

Uso de suelo	RH09Ab		RH09Ac		RH09Ad		RH09Ae		RH09Af		RESUMEN CUENCA	
	1973	2000	1973	2000	1973	2000	1973	2000	1973	2000	1973	2000
Bosque	95,057.48	87,967.19	131,807.81	121,383.96	71,864.32	68,397.21	109,101.15	99,528.46	58,265.20	52,724.08	466,095.96	430,000.90
Selva	223,492.56	208,982.27	53,713.05	48,381.14	16,660.68	16,515.33	13,106.78	10,592.69	32,418.93	32,555.78	339,392.00	317,027.21
Pastizal	7,798.19	51,916.68	6,841.41	21,670.65	785.12	3,981.43	1,071.70	14,496.19	1,729.91	7,181.46	18,226.33	99,246.41
Sin vegetación aparente	81.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.32	0.00
Agricultura de riego	131.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	131.23	0.00
Agricultura de temporal	26,219.25	4,694.26	1,136.79	2,063.31	2,097.66	2,513.81	3,141.31	1,803.60	315.86	268.58	32,910.87	11,343.56
Cuerpos de Agua	960.83	53.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	960.83	53.44
Zona Urbana	0.00	127.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	127.02
T o t a l	353,740.86	353,740.86	193,499.06	193,499.06	91,407.78	91,407.78	126,420.94	126,420.94	92,729.90	92,729.90	857,798.54	857,798.54

7.1.1 *Impacto sobre el escurrimiento*

En el ***Cuadro 7-4*** se presentan los resultados para la cuenca del Río Sonora y el ***Cuadro 7-5*** hace lo propio para la cuenca del Río Mayo. Esta misma información se muestra en forma gráfica en las ***Figura 7-3*** *y* ***7-4*** para una mejor apreciación visual de los cambios.

Cuadro 7-4. Lámina escurrida en las subcuencas y cuenca del Río Sonora, bajo las condiciones simuladas

Subcuenca	Lámina Total (mm)	Lámina Escurrida (mm)							
		1973		2000		2025 nrf		2025 rf	
		%	mm	%	mm	%	mm	%	mm
RH09Dd	54.43	14.57	7.93	15.49	8.43	16.72	9.10	13.50	7.35
RH09Dc	48.39	12.19	5.90	12.28	5.94	13.33	6.45	11.92	5.77
RH09Db	82.42	24.29	20.02	24.48	20.18	24.95	20.56	23.90	19.70
RH09Dj	53.70	11.94	6.41	12.16	6.53	12.76	6.85	11.58	6.22
RH09Da	41.45	7.77	3.22	8.66	3.59	10.71	4.44	6.85	2.84
Cuenca	64.19	18.91	12.14	19.21	12.33	19.95	12.81	18.44	11.83

Nota: ***nrf*** = *no recuperación forestal* ***rf*** = *con recuperación forestal*

Cuadro 7-5. Lámina escurrida en las subcuencas y cuenca del Río Mayo, bajo las condiciones simuladas

Subcuenca	Lámina Total (mm)	Lámina Escurrida (mm)							
		1973		2000		2025 nrf		2025 rf	
		%	mm	%	mm	%	mm	%	mm
RH09Ad	49.06	6.26	3.07	6.46	3.17	7.07	3.47	5.91	2.90
RH09Ac	50.43	6.25	3.15	6.78	3.42	7.52	3.79	5.63	2.84
RH09Ae	57.13	8.79	5.02	9.31	5.32	10.57	6.04	8.16	4.66
RH09Af	44.54	3.59	1.60	3.79	1.69	4.09	1.82	3.32	1.48
RH09Ab	64.93	10.33	6.71	10.66	6.92	11.10	7.21	9.90	6.43
Cuenca	56.61	8.33	4.72	8.71	4.93	9.33	5.28	7.86	4.45

Nota: ***nrf*** = *no recuperación forestal* ***rf*** = *con recuperación forestal*

En ambos cuadros se observa que los escurrimientos aumentan al comparar el año 1973 con el de 2000. Para el año 2025, de no hacer nada para revertir la tendencia de deforestación, el escurrimiento seguiría aumentando. De lograrse en cambio la recuperación forestal el escurrimiento se vería reducido, lo que implica mayor retención de agua en la cuenca. Los cambios mostrados son aparentemente insignificantes, pues por ejemplo en la subcuenca *RH09Ad*; de 49.06 mm de lluvia se dice que escurrieron apenas 3.07 de ellos en 1973 y para el año 2000 esta cifra fue de 3.17 mm, lo que implica una diferencia mínima. Estas mismas pequeñas diferencias en cuanto a lámina se observan en las otras subcuencas que conforman la cuenca en su totalidad. Sin embargo, debe verse que aunque los cambios parecen ser intrascendentes, debe verse la tendencia. Otro factor a considerar es que al multiplicar esa lámina de lluvia por miles de hectáreas que constituyen la cuenca, esos décimos de milímetro se convierten en miles de metros cúbicos de agua que de no escurrir, se podrían utilizar de mejor manera en actividades productivas.

Algo que es importante mencionar y tal vez de mayor trascendencia que lo antes anotado es el factor escala. Aunque en el balance final aparentemente no hay cambios, al hacer el análisis por subcuenca, la situación cambia, pues los cambios de uso del suelo tienen mayor impacto en los procesos hidrológicos en el contexto local. Al ser demasiado grande la cuenca o área de análisis, los cambios se equilibran y dan la apariencia de que no hay consecuencias de los cambios en el uso del suelo, cosa que no es así.

Es también posible apreciar que los índices de escurrimiento son menores en la cuenca del Río Mayo que en la del Río Sonora. Esto se explica por el tipo de vegetación en una cuenca y otra; al observar que los usos del suelo dominantes en la cuenca del Mayo son bosque y selva, se entiende el por qué los porcentajes de escurrimiento son tan reducidos, pues es bien sabido que estos tipos de vegetación tienen altas retenciones del agua de lluvia, tanto en la parte aérea como en la subsuperficial.

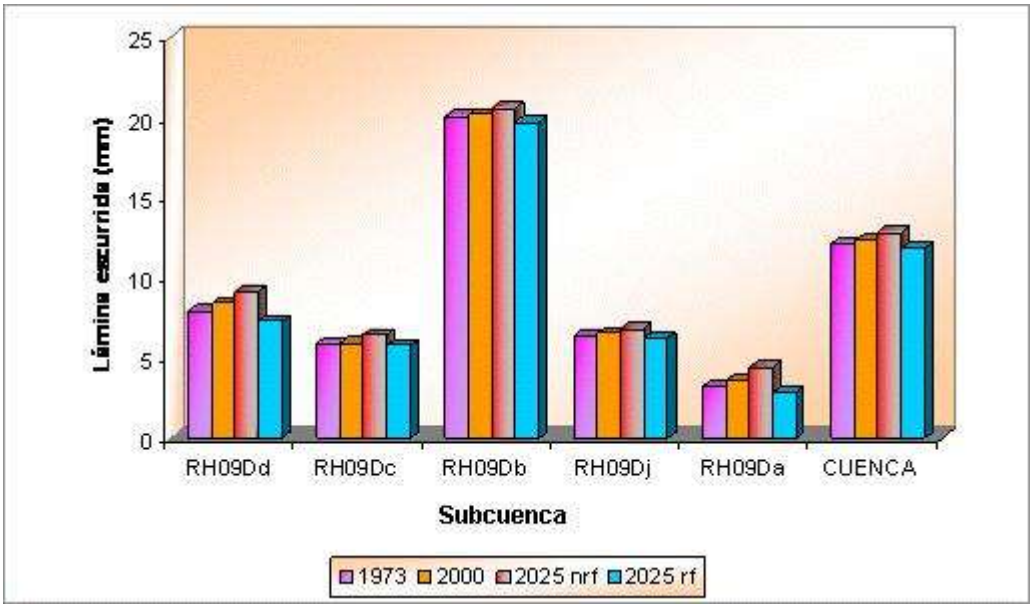


Figura 7-3. Lámina escurrida por subcuenca en la cuenca del Río Sonora

Puede verse que los cambios aunque muy reducidos presentan una tendencia: de seguir la pérdida de vegetación arbórea y disminuir su densidad, se aumentan los escurrimientos. La subcuenca *RH09Db* presenta una diferencia significativa en relación con las otras subcuencas; esto es debido a que durante el período analizado, existió una mayor precipitación en esta subcuenca que en las otras. En la subcuenca que hubo menos precipitación fue la RH09Da, lo que se refleja en que es en esta cuenca donde existe la menor lámina escurrida. Los valores asignados a la cuenca completa corresponden a la lámina infiltrada promedio, al ponderar la lámina infiltrada y superficie de cada una de las subcuencas.

En la gráfica correspondiente a la cuenca del Río Mayo se observa que la subcuenca *RH09Af* presenta los mínimos escurrimientos, esto más que al uso del suelo (en todas las subcuencas la vegetación dominante es bosque y selva) es atribuido a que en comparación con las otras subcuencas, en esta ocurrió la precipitación más baja.

Las gráficas presentadas muestran que los cambios observados en cuanto a lámina escurrida son mínimos si se analizan como en este caso a la escala de cuenca, máxime si ésta es del tamaño de las aquí consideradas. Sin embargo no se olvide que al convertir estas “pequeñas” cantidades de lámina de lluvia a volumen (multiplicando por el área de la cuenca), equivale a diferencias de miles de metros cúbicos. Recuérdese también el factor escala, aunque sí ocurren cambios en los procesos hidrológicos aquí estudiados, éstos son más fácilmente observables de manera local, pero se diluyen al ampliar la escala de análisis.

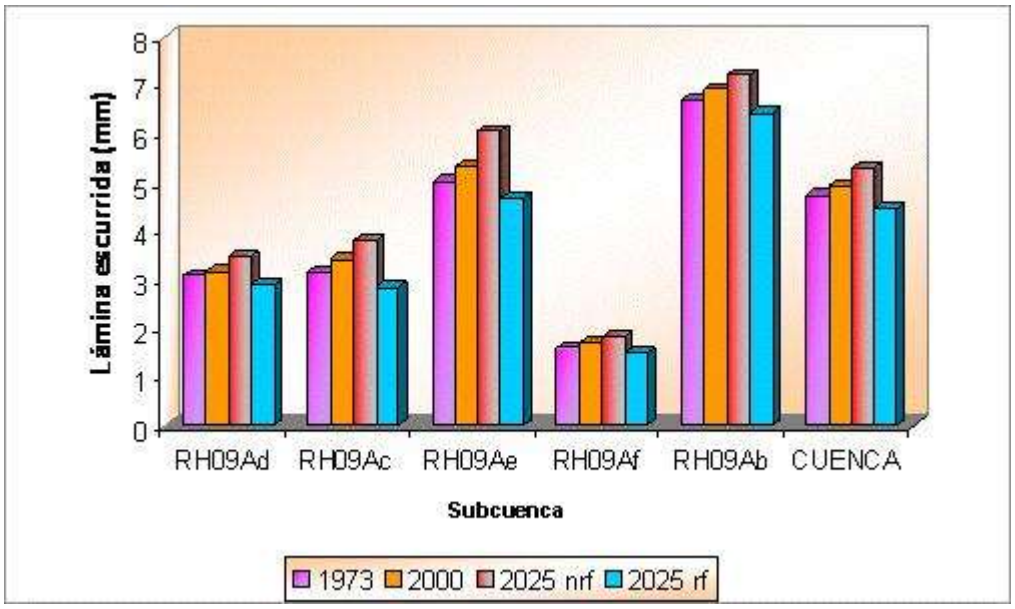


Figura 7-4. Lámina escurrida por subcuenca en la cuenca del Río Mayo

Información muy ligada a la antes mostrada es la que se exhibe en los ***Cuadro 7-6*** *y* ***7-7***, donde se presentan los valores del escurrimiento pico o gasto máximo (*Qp*) expresado en metros cúbicos por segundo (*m³/s*) y los volúmenes totales escurridos (*Vtot*), expresados en miles de metros cúbicos (*Mm³*) para cada una de las cuencas analizadas.

Cuadro 7-6. Estimación de valores de gasto máximo y volumen total escurrido en la cuenca Río Sonora, bajo las condiciones simuladas

Sub-cuenca	Lámina Total (mm)	Gastos Máximo (Qp) m³/seg y Volumen Total Escurrido (Vtot) Miles de m³							
		1973		2000		2025 nrf		2025 rf	
		Qp m³/seg)	Vtot (Mm³)	Qp (m³/seg)	Vtot (Mm³)	Qp (m³/seg)	Vtot (Mm³)	Qp (m³/seg)	Vtot (Mm³)
RH09Dd	54.43	62.30	12,772.70	64.80	13,586.70	68.00	14,654.10	59.30	11,841.90
RH09Dc	48.39	73.90	13,559.30	74.30	13,657.30	78.40	14,819.80	72.80	13,254.20
Rh09Db	82.42	458.50	110,401.60	462.90	111,279.00	473.40	113,385.50	449.80	108,657.40
RH09Dj	53.70	138.10	13,212.60	140.60	13,450.70	147.40	14,111.00	133.80	12,807.80
RH09Da	41.45	78.00	3,818.70	85.80	4,249.70	103.20	5,252.50	69.40	3,360.70
Cuenca	64.19	546.80	152,852.20	555.50	155,289.90	610.00	155,984.40	533.60	149,039.30

Nota: nrf = no recuperación forestal rf = con recuperación forestal

Cuadro 7-7. Estimación de valores de gasto máximo y volumen total escurrido en la cuenca Río Mayo, bajo las condiciones simuladas

Sub-cuenca	Lámina Total (mm)	Gastos Máximo (Qp) m³/seg y Volumen Total Escurrido (Vtot) Miles de m³							
		1973		2000		2025 nrf		2025 rf	
		Qp (m³/seg)	Vtot (Mm³)	Qp (m³/seg)	Vtot (Mm³)	Qp (m³/seg)	Vtot (Mm³)	Qp (m³/seg)	Vtot (Mm³)
RH09Ad	49.06	30.20	2,801.80	31.20	2,896.20	33.80	3,172.40	28.70	2,652.00
RH09Ac	50.43	57.30	6,089.90	62.00	6,613.90	68.20	7,335.30	51.90	5,492.30
Rh09Ae	57.13	43.20	6,348.50	45.10	6,723.40	49.80	7,632.10	40.70	5,888.90
RH09Af	44.54	8.20	1,485.30	8.80	1,563.90	9.80	1,691.80	7.40	1,373.80
RH09Ab	64.93	166.90	23,744.00	171.60	24,489.60	178.00	25,518.20	160.40	22,728.80
Cuenca	56.61	184.70	38,684.90	191.30	40,435.40	201.80	43,350.40	176.00	36,435.00

Nota: nrf = no recuperación forestal rf = con recuperación forestal

Para una mayor apreciación visual de los resultados, las ***Figuras 7-5*** y ***7-6*** muestran de manera gráfica lo correspondiente al volumen total escurrido para ambas cuencas.

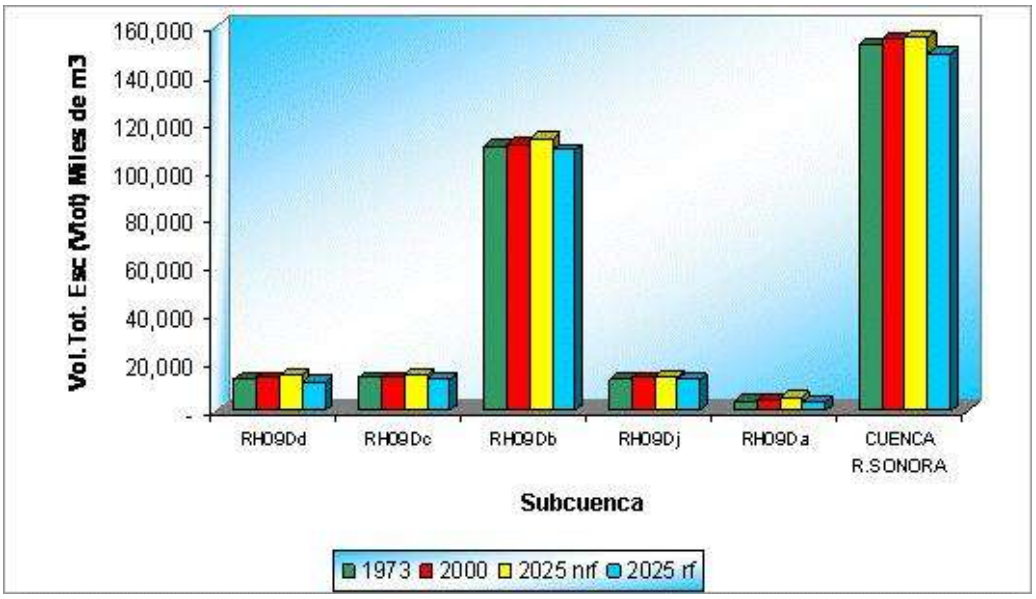


Figura 7-5. Volumen total escurrido en la cuenca del Río Sonora

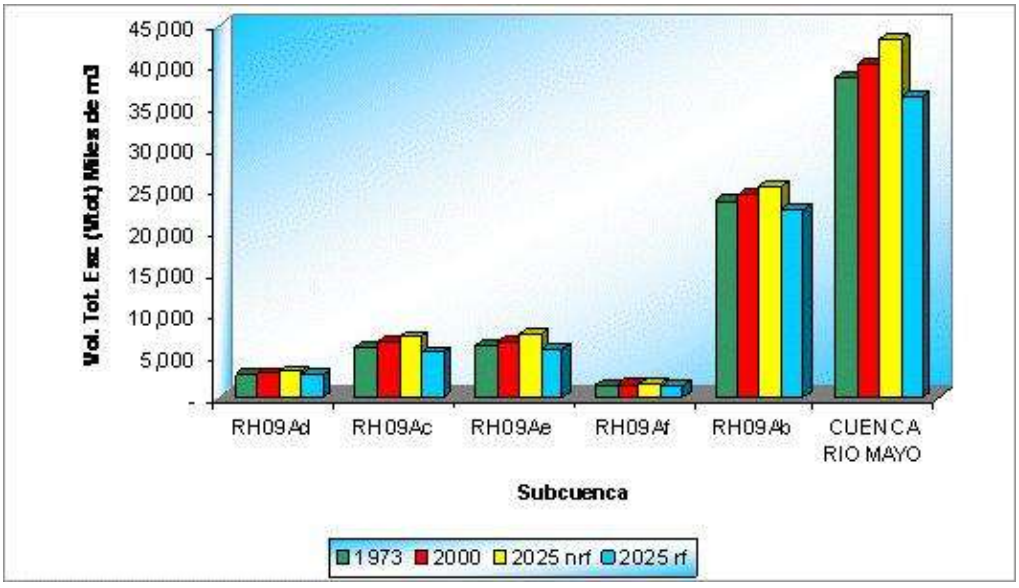


Figura 7-6. Volumen total escurrido en la cuenca del Río Mayo

Los resultados muestran que, coincidentemente con lo antes visto, los volúmenes totales escurridos van en aumento conforme se reduce la cubierta forestal y de igual manera, el gasto pico, se incrementa a medida que se tiene una reducción de vegetación arbórea que disminuya la velocidad del flujo, propiciando la infiltración. Se observa que para el año 2025, de llevarse a cabo la recuperación forestal, tanto el escurrimiento total como el gasto pico se reducen para todas las subcuencas estudiadas. La disminución de los escurrimientos inmediatos implica menores riesgos de inundaciones y también una mayor disponibilidad del recurso hídrico para la vegetación, ambos de importancia fundamental en la Región II Noroeste. El hecho de que en la subcuenca *RH09Db* se tengan valores mucho más altos que

en las otras subcuencas es debido a que además de haber ocurrido más precipitación en esta subcuenca, ésta es de mucho mayor tamaño que las otras.

La misma situación vista en la gráfica anterior se repite para el caso del Río Mayo. La gran diferencia en valores entre la subcuenca *RH09Ab* y las otras es reflejo de que esta subcuenca es de mayor tamaño y a que durante el período de lluvias analizado, ocurrió más precipitación es ésta que en las otras. El último bloque de barras presenta los valores obtenidos a la salida de la cuenca.

7.1.2 *Impacto sobre la infiltración*

Muy relacionado con el punto anterior y que constituye prácticamente el complemento de los valores antes citados es la lámina infiltrada, parámetro también influido por la cobertura forestal en las cuencas.

El ***Cuadro 7-8*** presenta las cifras obtenidas para los cuatro escenarios considerados (cuenca del río Sonora –*RH09D*-), donde se observa que, inversamente con el punto antes tratado, la infiltración disminuye, conforme se va reduciendo la cubierta forestal. Así, puede verse que en general la infiltración es menor en el año de 2000 que en 1973 y de seguir la tendencia en el tiempo, se tiene que para el 2025 la infiltración será aun menor. La misma información para el caso de la cuenca del río Mayo (RH09A) es mostrado en el ***Cuadro 7-9***.

Cuadro 7-8. Estimación de la infiltración en la cuenca Río Sonora, bajo las condiciones simuladas

Cuenca	Lámina Total (mm)	Lámina Infiltrada (mm)							
		1973		2000		2025 nrf		2025 rf	
		%	mm	%	mm	%	mm	%	Mm
RH09Dd	54.43	55.54	30.23	54.93	29.90	54.14	29.47	56.22	30.60
RH09Dc	48.39	57.08	27.62	57.02	27.59	56.33	27.26	57.24	27.70
Rh09Db	82.42	49.21	40.56	49.09	40.46	48.79	40.21	49.47	40.77
RH09Dj	53.70	57.24	30.74	57.09	30.66	56.70	30.45	57.47	30.86
RH09Da	41.45	59.95	24.85	59.37	24.61	58.05	24.06	60.55	25.10
Cuenca	64.19	52.71	33.83	52.51	33.71	52.03	33.40	53.02	34.03

Nota: nrf = no recuperación forestal rf = con recuperación forestal

Cuadro 7-9. Estimación de la infiltración en la cuenca Río Mayo, bajo las condiciones simuladas

Cuenca	Lámina Total (mm)	Lámina Infiltrada (mm)							
		1973		2000		2025 nrf		2025 rf	
		%	Mm	%	Mm	%	mm	%	mm
RH09Ad	49.06	65.63	32.20	65.47	32.12	65.04	31.91	65.86	32.31
RH09Ac	50.43	65.64	33.10	65.26	32.91	64.74	32.65	66.07	33.32
Rh09Ae	57.13	62.96	35.97	62.56	35.74	61.61	35.20	63.43	36.24
RH09Af	44.54	67.44	30.04	67.33	29.99	67.11	29.89	87.97	39.18
RH09Ab	64.93	62.76	40.75	62.54	40.61	62.22	40.40	63.08	40.96
Cuenca	56.61	64.03	36.25	63.77	36.10	63.31	35.84	66.11	37.43

Nota: nrf = no recuperación forestal rf = con recuperación forestal

Puede notarse que, coincidentemente con lo hasta ahora visto, las diferencias obtenidas son mínimas, no obstante, es importante mencionar que se observa una tendencia en las diferencias. Debe decirse también que las diferencias encontradas no son estadísticamente significativas, en todos los casos los cambios son inferiores al 1%. Esto lleva a concluir entonces que a la escala de análisis, no se observa impacto del cambio del uso del suelo sobre el escurrimiento y la infiltración.

Para una mejor apreciación de los resultados, las ***Figuras 7-7*** y ***7-8*** presentan de manera gráfica los resultados mencionados.

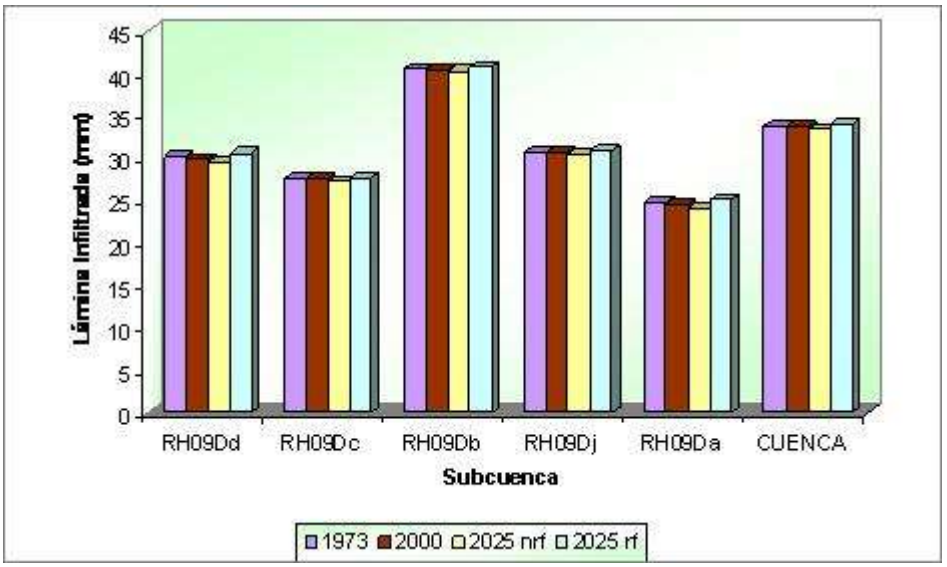


Figura 7-7. Lámina infiltrada en los diferentes escenarios, cuenca Río Sonora

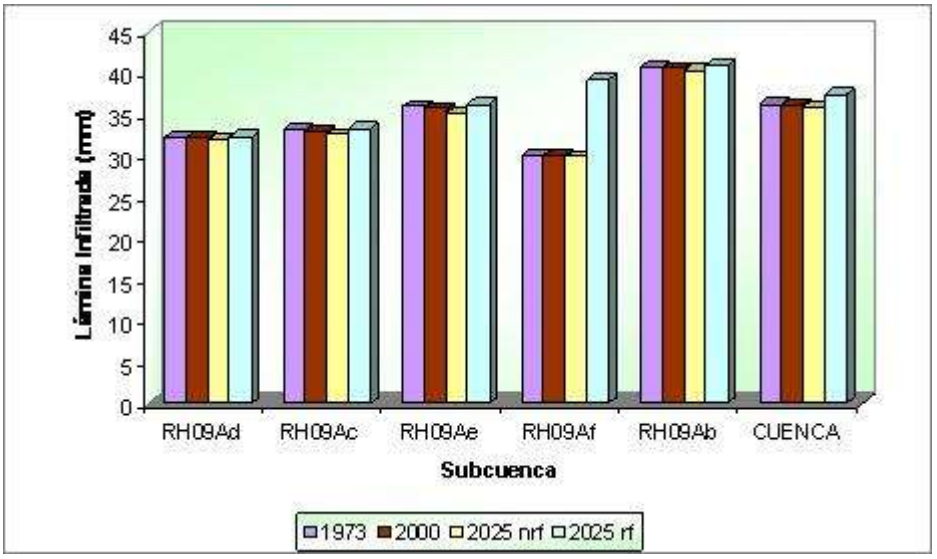


Figura 7-8. Lámina infiltrada en los diferentes escenarios, cuenca Río Mayo

Al hacer una interpretación de los datos mostrados, debe decirse entonces que los impactos encontrados son en general de escasa magnitud. No obstante, es importante tomar en cuenta que se presenta una tendencia y, aunque esta es leve, debe considerarse que dado que son aspectos que afectan variables tan importantes como escurrimiento y retención de agua en el subsuelo, no deben pasarse por alto. La parte alentadora sin embargo es que, al ser los valores reducidos, se puede hacer algo al respecto para detener y revertir dicha tendencia. Otra verdad es que probablemente existan otros factores que afecten en el futuro más gravemente la sobrevivencia de los ecosistemas forestales, piénsese por ejemplo en las consecuencias fisiológicas que en la vegetación y la fauna puede ocasionar el cambio climático, tema también muy actual.

Finalmente se dirá que existen algunas posibles explicaciones de por qué se encuentra poca influencia del cambio de la cobertura forestal sobre la relación lluvia – escurrimiento. Una es que debido a la escala de trabajo el modelo utilizado no pueda reflejar los cambios de uso del suelo ocurridos. Aunque hay que decir que en otras regiones del país (con clima templado y tropical) se ha empleado el modelo, dando resultados que definitivamente marcan una diferencia en la relación lluvia-escurrimiento con los cambios de uso del suelo. Otra posibilidad que también cabe considerar es que la vegetación que mayormente retiene la lluvia son los bosques y selvas, tipos de vegetación que se encuentran en muy reducidas proporciones en la región de estudio (aunque no es así en la cuenca del río Mayo). Debe también decirse que en estas regiones del semiárido mexicano cuando se abren terrenos a la agricultura no se propicia tal vez de gran manera el escurrimiento y pérdida de suelo, dado que mayormente las áreas agrícolas se localizan en zonas planas (y de escasa precipitación, por lo que es necesario el riego) y no transmiten grandes cambios en los parámetros del escurrimiento.

La otra posibilidad es que, como han sugerido algunos autores en estudios referidos a la relación uso del suelo – escurrimiento (Hewlett and Helvey, 1970; Bosch and Hewlett, 1982; Helwett and Bosch, 1984; Gilmour et al. 1987; Hamilton, 1987; FAO, 2005; Pizarro-Tapia, *et al*., 2005); el impacto de la cobertura forestal sobre los procesos hidrológicos son menores a lo que tradicionalmente se creía, especialmente en zonas áridas y semiáridas. Estos autores en general dicen que la recuperación forestal tiene muchos beneficios ambientales (captura de carbono, regulación climática, formación de suelo, protección contra deslizamientos de terrenos, protección y hábitat para flora y fauna silvestre, además de la regulación del balance hidrológico en cuencas) pero el de la regulación de los procesos hidrológicos no es el principal.

Otros investigadores, entre los que se encuentra Kiersch (2001) plantean que el efecto de la cubierta forestal sobre los procesos hidrológicos se percibe solo a pequeñas escalas y que este efecto se hace difuso cuando se quiere ver en grandes extensiones. El citado autor refiere por ejemplo que la cobertura vegetal mostrará efectos en: escurrimiento promedio, gasto pico, flujo base, recarga de acuíferos, arrastre de sedimentos, nutrientes, materia orgánica, salinidad, pesticidas, metales pesados y régimen de temperatura solo en cuencas menores de 10,000 ha. De este tamaño en adelante difícilmente se pueden apreciar impactos en los mencionados factores.

Esta última consideración es posible que sea lo que esté ocurriendo en el análisis que se está presentando, lo que explica la aparente poca sensibilidad de los procesos de escurrimiento e infiltración del agua de lluvia a los cambios de uso del suelo en cuencas.

A continuación se trata lo relacionado al impacto del cambio de la cobertura vegetal sobre la erosión hídrica en cuencas, proceso que además de perjudicar la productividad de los suelos, genera problemas de acumulación de sedimentos en los cuerpos de agua y dañando incluso en ocasiones a la infraestructura hidroagrícola en las partes bajas de la cuenca.

7.2 Impacto de la recuperación forestal sobre la erosión hídrica en la Región II - Noroeste

En un apartado anterior se mencionó sobre el estado actual de la erosión hídrica en la Región II - Noroeste. En este caso, se describirá el estado esperado de la erosión hídrica en la Región, suponiendo que se incrementará la superficie con cubierta forestal y la calidad de las comunidades vegetales existentes. Para realizar este estudio, los parámetros de la ecuación universal de pérdida de suelo R, K, L y S se mantienen ya que se trata de factores que el hombre no puede modificar (se trata de la lluvia, el suelo y la longitud y grado de la pendiente, respectivamente), sin embargo, el factor C que corresponde a la cubierta o cobertura vegetal si puede modificarse porque pueden establecerse cultivos de cobertera a diferentes densidades de siembra, reforestar, establecer pastizales bien manejados, entre otro tipo de acciones. La existencia de una cobertura vegetal densa implica valores bajos del factor C en la ecuación traduciéndose finalmente en bajas tasas de erosión.

Para el caso, las áreas tanto agrícolas como de pastizales y forestales en las que se tiene actualmente una escasa cubierta vegetal y que se encuentran en pendientes superiores a 30%, se consideró que en un futuro cercano (al 2025) deben estar conservadas, rehabilitadas o manejadas con una cobertura vegetal con alguna de las especies forestales adaptadas a la región (que sería la situación ideal). Con ello, se lograría que las tasas de erosión hídrica a nivel de parcela y la producción de sedimentos se vean afectadas ya que disminuirían considerablemente traduciéndose ello en un gran beneficio en los cuerpos de agua, arroyos, mantos freáticos y manantiales debido a que se obtendría agua de mejor calidad y en mayor cantidad. A continuación se realiza el análisis de los resultados obtenidos producto de la estimación de los impactos que se esperan sobre la erosión hídrica por efecto del mejoramiento de la cubierta vegetal.

7.2.1 *Erosión hídrica 2006 y esperada al 2025 para la Región II Noroeste*

En el ***Cuadro 7-10*** se presenta la distribución de la superficie por cada rango y clase de erosión para el 2006 y la esperada en el 2025. A su vez, en la ***Figura 7-9*** se presenta la distribución de la erosión hídrica esperada al 2025 para la Región II Noroeste.

Cuadro 7-10. Erosión hídrica 2006 y esperada al año 2025 en la Región II Noroeste

No.	Clase de erosión	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica ($t\ ha^{-1}\ año^{-1}$)	Erosión 2006		Erosión 2025	
			Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
1	Nula	Menor de 5	12,778,969.24	62.03	12,807,339.61	62.17
2	Ligera	5 a 10	1,859,191.26	9.02	2,020,052.90	9.81
3	Moderada	10 a 50	3,010,247.88	14.61	3,538,830.72	17.18
4	Alta	50 a 200	2,256,061.18	10.95	1,912,573.86	9.28
5	Muy alta	Mayor de 200	696,188.86	3.38	321,861.33	1.56
T o t a l			20,600,658.42	100.00	20,600,658.42	100.00

De acuerdo con el ***Cuadro 7-10***, las tasas de erosión se ubican en un mayor porcentaje (62.17%) en tasas de erosión nulas, lográndose reducciones importantes en tasas muy altas y altas. Los porcentajes de reducción en superficie afectada por erosión parecieran ser bajos, sin embargo hay que considerar que estas reducciones se darían en áreas con pendientes mayores a 30% que corresponden en su mayoría a las cuencas altas, donde el uso de suelo es forestal. Asimismo, debe tomarse en cuenta también que gran parte de la superficie presenta pendientes menores a 30%, concentrándose en ella las actividades productivas.

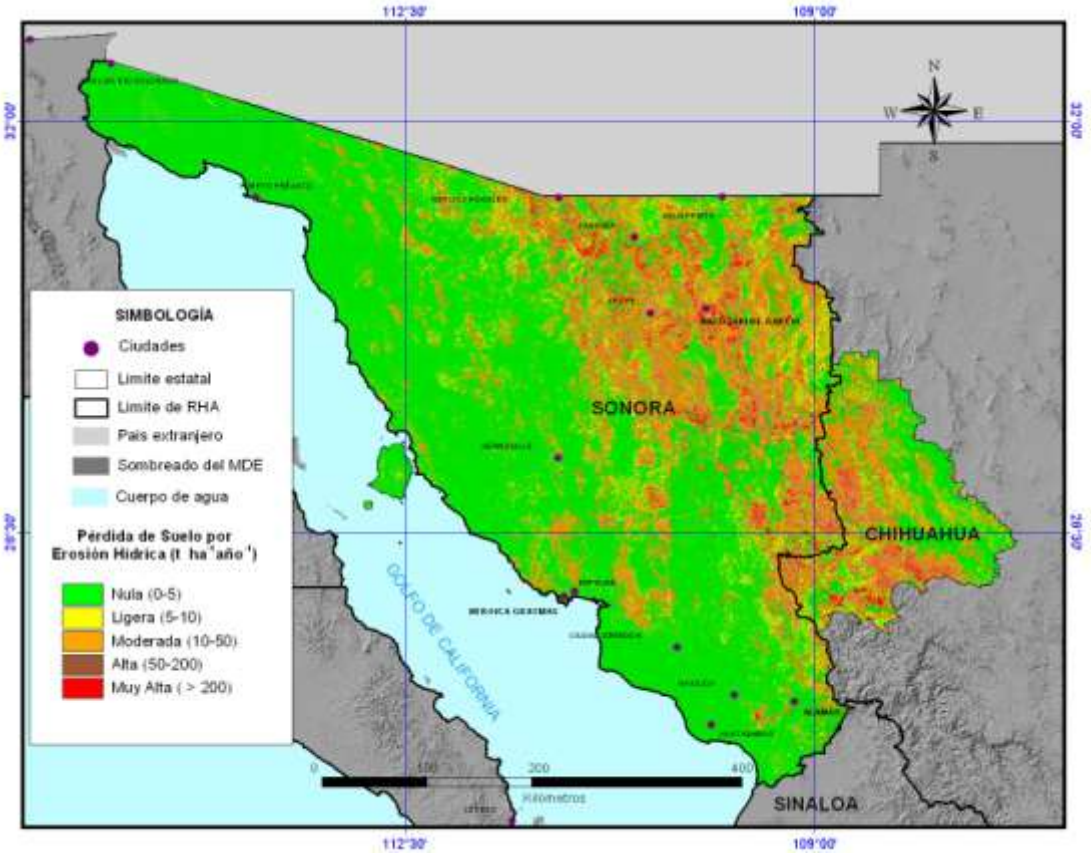


Figura 7-9. Mapa de erosión hídrica esperada para el 2025 en la Región II Noroeste

7.2.2 *Erosión hídrica 2006 y esperada al 2025 por estados*

También se llevó a cabo un análisis de la distribución de la superficie afectada por erosión hídrica para cada uno de los estados que integran la Región II - Noroeste que son Sonora y Chihuahua. En el ***Cuadro 7-11*** se presenta la distribución de superficie por rango de erosión hídrica para cada estado para el 2006 y la esperada en el 2025, mientras que la distribución gráfica de dichas clases de erosión puede verse en la ***Figura 7-9*** ya presentada.

Cuadro 7-11. Erosión hídrica 2006 y esperada al año 2025 por estado para la Región II Noroeste

Clase de erosión hídrica	Estados y Superficie (ha)							
	Sonora Erosión 2006		Sonora Erosión 2025		Chihuahua Erosión 2006		Chihuahua Erosión 2025	
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Nula	11,752,377.50	65.22	11,769,936.17	65.32	985,402.02	38.16	985,790.60	38.18
Ligera	1,521,601.22	8.44	1,672,585.05	9.28	339,438.66	13.15	350,613.21	13.58
Moderada	2,567,439.03	14.25	2,847,604.93	15.80	462,274.21	17.90	714,508.10	27.67
Alta	1,772,705.43	9.84	1,486,887.68	8.25	498,535.82	19.31	448,681.18	17.38
Muy alta	404,552.37	2.25	241,661.72	1.34	296,332.16	11.48	82,389.78	3.19
T o t a l	18,018,675.55	100.00	18,018,675.55	100.00	2,581,982.87	100.00	2,581,982.87	100.00

Para el 2025 se aprecia en el resultado de las estimaciones que en el estado de Sonora las tasas de erosión se reducen en la superficie que presenta tasas superiores a 50 t ha^{-1} $año^{-1}$, alcanzando un total de 65.32% de la superficie total con tasas de erosión nula.

En el Estado de Chihuahua, la reducción de superficie con tasas de erosión altas y muy altas tiene una reducción importante, permaneciendo solo el 3.19% con tasas superiores a las 200 t ha^{-1} $año^{-1}$. No obstante, que el porcentaje en la reducción de la superficie con erosión hídrica es pequeño, dada la magnitud de la Región, estos valores representan superficies importantes.

7.2.3 *Erosión hídrica 2006 y esperada al 2025 en las cuencas de embalses de la Región II - Noroeste*

Como se mencionó anteriormente, los embalses de mayor importancia encontrados dentro de la Región II - Noroeste son: Presa Cuauhtémoc, Presa Abelardo L. Rodríguez, Presa Rodolfo Félix Valdez, Presa Álvaro Obregón, Presa Plutarco Elías Calles, Presa Gral. Lázaro Cárdenas y Presa Adolfo Ruiz Cortínez.

En el capítulo 3 del presente documento se describió la metodología utilizada para la delimitación de la cuenca de captación de cada embalse, y se determinó la distribución espacial de la erosión hídrica calculada para el año 2006, mediante la aplicación de la EUPS adaptada por *Figueroa et. al.* (1991) a las condiciones del país. De forma similar, para este apartado se realizó la estimación de la producción potencial de sedimentos esperada para el año 2025 asumiéndose los valores correspondientes de los factores de cobertura vegetal alcanzados por las acciones de recuperación forestal propuestas en este documento para la Región II - Noroeste, presentándose a continuación, en forma detallada para cada embalse y su cuenca, los resultados del análisis de la información encontrada en relación con la erosión hídrica.

Cuenca de la Presa Cuauhtémoc (Santa Teresa)

Esta presa se encuentra en los Municipios de Tubutama y Atil, su cuenca de captación esta delimitada por las Sierras de Cicuta y Joroba en su extremo este y noreste. El poblado más importante es la cabecera municipal de Tubutama, aunque hay pequeñas comunidades dispersas por toda la cuenca. El ***Cuadro 7-12*** presenta la distribución de la superficie por clase de erosión hídrica para el 2006 y la esperada al año 2025 en caso de tenerse una recuperación forestal. La ***Figura 7-10*** muestra la ubicación de la presa y su cuenca de captación, así como la distribución de las clases de erosión.

Cuadro 7-12. Erosión hídrica y producción potencial de sedimentos al año 2025 en la Presa Cuauhtémoc

Clase de erosión	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha^{-1} $año^{-1}$)	Erosión 2006		Proyección al año 2025		
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Producción potencial de sedimentos (Mm^3)
Nula	Menor de 5	71,421.75	34.46	71,442.81	34.47	0.0357
Ligera	5 a 10	43,158.42	20.82	43,446.78	20.96	0.0652
Moderada	10 a 50	54,346.95	26.22	59,436.99	28.68	0.3566
Alta	50 a 200	30,630.96	14.78	26,031.78	12.56	0.6508
Muy alta	Mayor de 200	7,707.15	3.72	6,906.87	3.33	0.2763
T o t a l		207,265.23	100.00	207,265.23	100.00	1.3846

La cuenca de captación del embalse cuenta con una superficie de 207,265.23 ha. De ésta superficie, para el 2025 el 15.89% presentara tasas superiores a 50 t ha^{-1} $año^{-1}$.

Se estimó para el 2006 una producción de sedimentos de la cuenca que ascendía a 5.002 Mm^3. Considerando una pérdida de suelo media para cada rango de erosión y una densidad aparente de 1.5 t m^{-3}, se estima que para el 2025 la producción de sedimentos de la cuenca será de 4.6143 Mm^3. Sin embargo, no todo el sedimento que "sale" de la parcela llega al embalse porque por diversos factores puede sedimentarse o depositarse en canales, áreas planas, bordos, etc., se ha determinado que aproximadamente el 30% de éstos sedimentos llegan al embalse, de tal manera que para este caso se estima que al embalse estarán entrando aproximadamente 1.3846 Mm^3 de suelo (**Cuadro 7-12**). Es decir, con la cubierta vegetal forestal se propiciaría que el 72.32% de los sedimentos permanezcan *in situ* y no se transportarían pues disminuirían los escurrimientos superficiales.

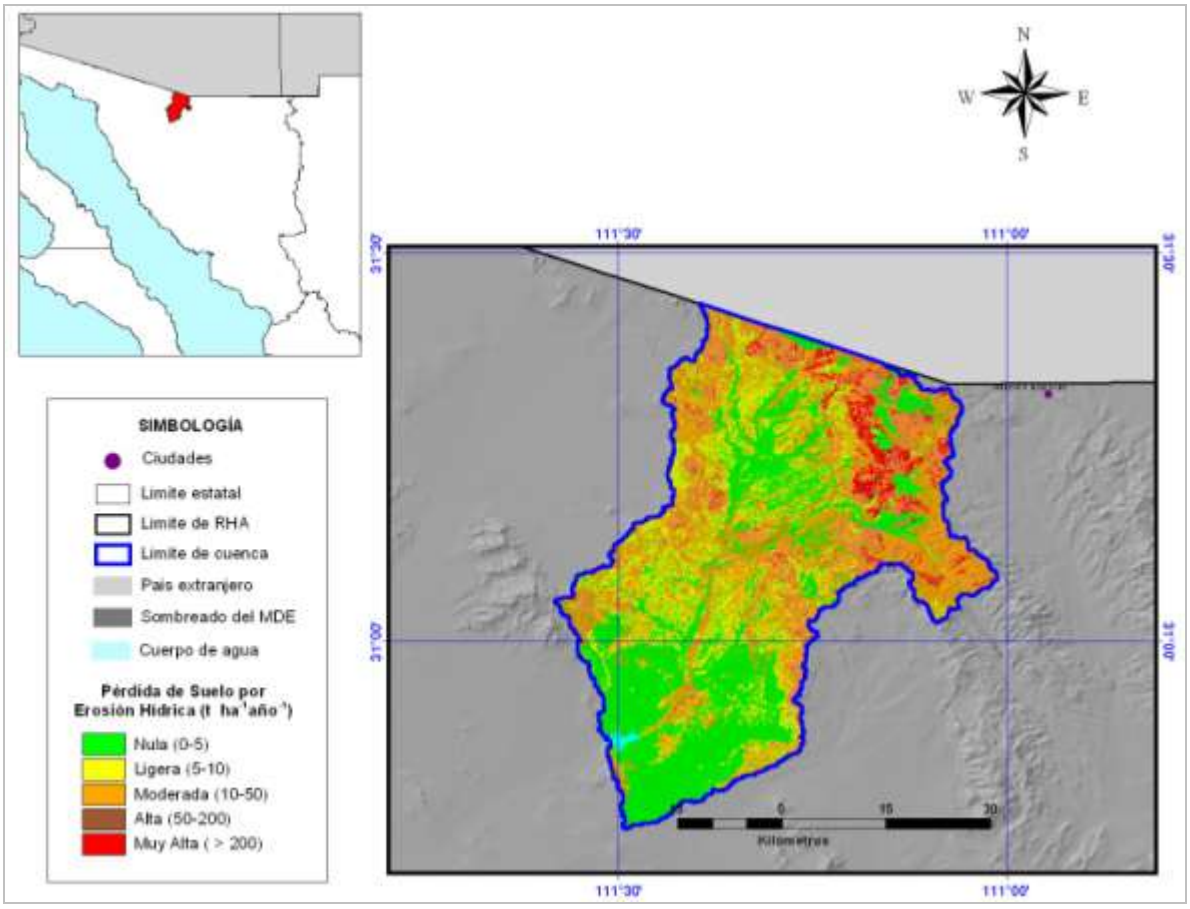


Figura 7-10. Presa Cuauhtémoc y erosión hídrica esperada al 2025 en su cuenca de captación

Cuenca Presa Abelardo L. Rodríguez (Hermosillo)

Esta presa se encuentra en el municipio de Hermosillo, su cuenca de captación esta delimitada por las Sierras de Aconchi y Cucurpe en el extremo este y noreste; los poblados importantes que se encuentran en la cuenca son las cabeceras municipales de San Miguel de Horcasitas, Rayón, Opodepe y Carbó. En el ***Cuadro 7-13*** se muestra la superficie por rango de erosión para el 2006 y la esperada al 2025 en caso de tenerse una recuperación forestal y la ***Figura 7-11*** presenta la ubicación de la presa y su cuenca de captación, así como la distribución de las clases de erosión.

Cuadro 7-13. Erosión hídrica y producción de sedimentos al año 2025 en la Presa Abelardo L. Rodríguez

Clase de erosión	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha^{-1} año^{-1})	Erosión 2006		Proyección al año 2025		
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Producción potencial de sedimentos (Mm^3)
Nula	Menor de 5	548,234.73	58.33	548,335.98	58.34	0.2742
Ligera	5 a 10	84,522.69	8.99	89,975.61	9.57	0.1350
Moderada	10 a 50	188,177.58	20.02	193,284.63	20.56	1.1597
Alta	50 a 200	108,766.80	11.57	99,117.27	10.55	2.4779
Muy alta	Mayor de 200	10,177.65	1.08	9,165.96	0.98	0.3666
T o t a l		939,879.45	100.00	939,879.45	100.00	4.4134

La superficie de la cuenca de captación de la presa asciende a 939,897.45 ha. Solamente un porcentaje menor al 1% de la superficie de la cuenca presentará tasas superiores a 200 t ha^{-1} año^{-1}, en el 2025. El grueso de la superficie (88.47%) mantendrá tasas menores 50 t ha^{-1} año^{-1}.

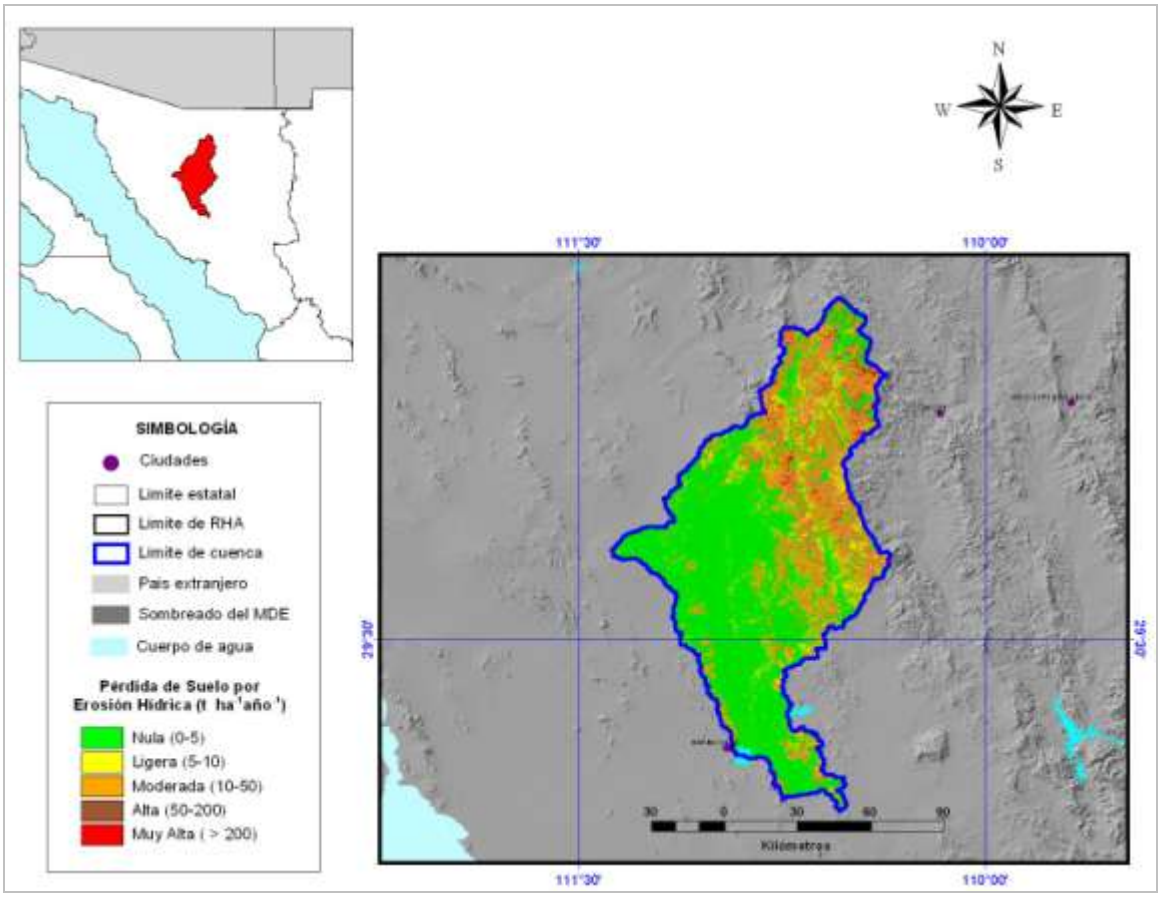


Figura 7-11. Presa Abelardo L. Rodríguez y erosión hídrica esperada al 2025 en su cuenca de captación

Para el 2006 se estimó una producción de sedimentos de la cuenca de 15.5208 Mm^3 anuales. Considerando una pérdida de suelo media para cada rango de erosión y una densidad aparente de 1.5 t m^{-3}, se estima que la producción de sedimentos de la cuenca para el 2025 ascendería a 14.7114 Mm^3. Tomando en cuenta que aproximadamente el 30% de los sedimentos podrían llegar al embalse, entonces, se estima que estarían entrando al mismo aproximadamente 4.4134 Mm^3 de suelo (***Cuadro 7-13***). Es decir, con la cubierta vegetal forestal se propiciaría que el 71.56% de los sedimentos

permanezcan *in situ* y no se transportarían ya que además de haber menos suelo desprendido, hay menos escurrimientos superficiales.

Cuenca Presa Rodolfo Félix Valdez (El Molinito)

Esta presa se encuentra en el municipio de Hermosillo, su cuenca de captación esta delimitada por las sierras de Aconchi, San Antonio, Los Ajos, Buenos Aires y El Bellotal; los poblados importantes que se encuentran en la cuenca son las cabeceras municipales de Ures, San Felipe de Jesús, Baviácora, Aconchi, Huépac, Banámichi, Arizpe, Cananea y Bacoachi. El ***Cuadro 7-14*** presenta la distribución de la superficie por clase de erosión para el 2006 y la esperada al 2025 en caso de tenerse una recuperación forestal y la ***Figura 7-12*** muestra la ubicación de la presa y su cuenca de captación, así como la distribución de las clases de erosión.

Cuadro 7-14. Erosión hídrica y producción de sedimentos al año 2025 en la Presa Rodolfo Félix Valdez

Clase de erosión	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha^{-1} año^{-1})	Erosión 2006		Proyección al año 2025		
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Producción potencial de sedimentos (Mm^3)
Nula	Menor de 5	375,108.57	31.88	376,411.97	31.99	0.1882
Ligera	5 a 10	138,442.77	11.76	148,370.13	12.61	0.2226
Moderada	10 a 50	340,963.83	28.97	369,381.76	31.39	2.2163
Alta	50 a 200	290,234.34	24.66	253,446.57	21.54	6.3362
Muy alta	Mayor de 200	32,029.02	2.72	29,168.10	2.48	1.1667
T o t a l		1,176,778.53	100.00	1,176,778.53	100.00	10.1300

La superficie total de la cuenca, cuya red de drenaje descarga a la presa asciende a 1’176,778.53 ha, aproximadamente. Se espera que para el 2025, la superficie afectada por erosión con tasas superiores a 200 t ha^{-1} año^{-1} sea del 2.48% y que la superficie con tasas entre 50 y 200 t ha^{-1} año^{-1}, se reduzca considerablemente para mantener el resto de la superficie con tasas menores a 50 t ha^{-1} año^{-1}.

La producción de sedimentos que se estimaba en el 2006 era de 36.5934 Mm^3. Se estima que para el 2025 (si consideramos una pérdida de suelo media para cada rango de erosión y una densidad aparente de 1.5 t m^{-3}), se tendrá una producción de sedimentos de 33.7665 Mm^3. Considerando que aproximadamente el 30% de éstos sedimentos llegan al embalse, entonces serían 10.13 Mm^3 de azolves los que “entrarían” al embalse (***Cuadro 7-14***).

Con esta información se puede argumentar que el 72.32% de azolves dejarían de llegar al embalse por efecto de la cubierta vegetal forestal establecida.

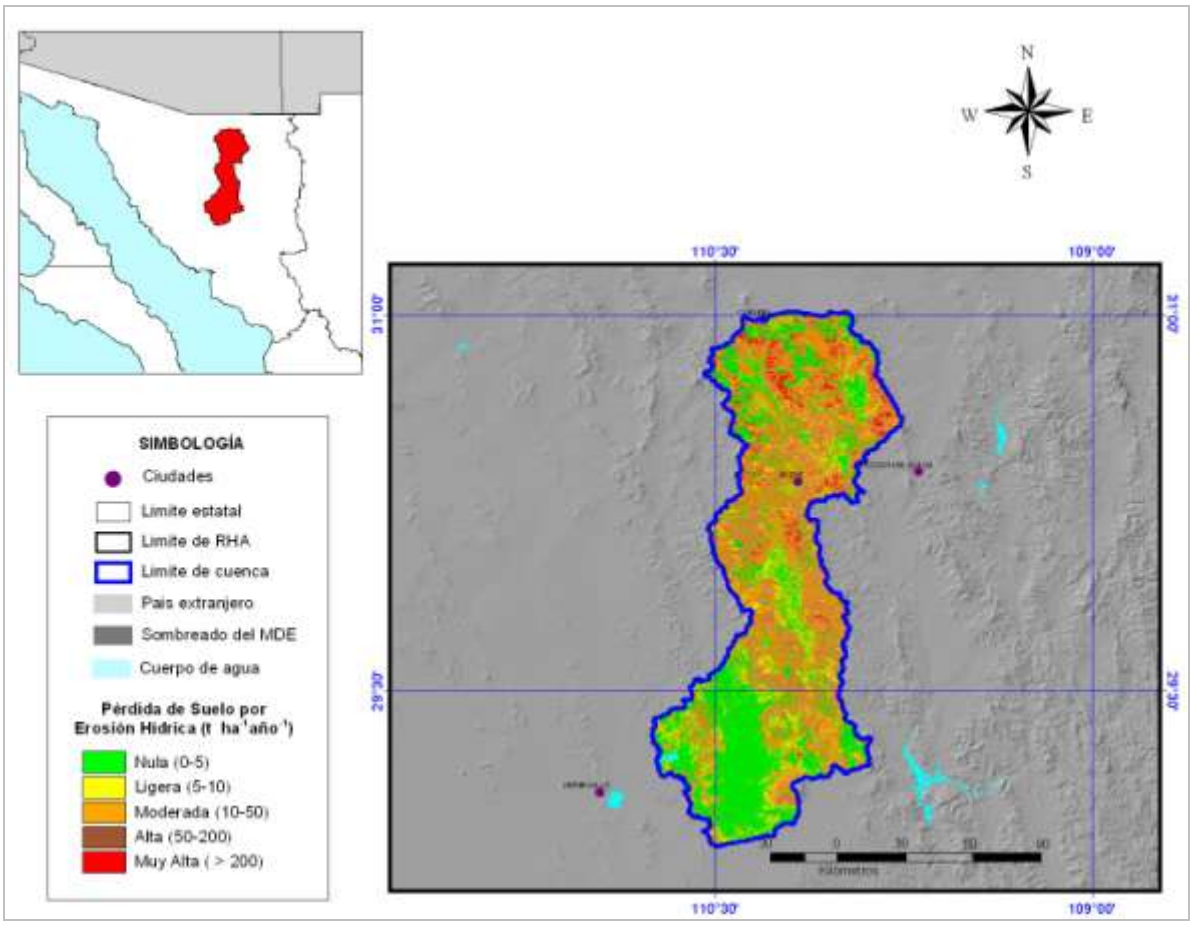


Figura 7-12. Presa Rodolfo Félix Valdez y erosión hídrica esperada al 2025 en su cuenca de captación

Cuenca de la Presa Álvaro Obregón (Oviachic)

Esta presa se encuentra en el municipio de Cajeme (Ciudad Obregón), su cuenca de captación esta delimitada por las sierras de Bacatete, El Encinal y San Luis; los poblados importantes que se encuentran en la cuenca son las cabeceras municipales de Suaqui Grande, Soyopa, Onavas y San Javier. El ***Cuadro 7-15*** presenta la distribución de la superficie por clase de erosión para el 2006 y la esperada al 2025 en caso de tenerse una recuperación forestal y la ***Figura 7-13*** muestra la ubicación de la presa y su cuenca de captación, así como la distribución de las clases de erosión.

Cuadro 7-15. Erosión hídrica y producción de sedimentos al año 2025 en la Presa Álvaro Obregón

Clase de erosión	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha^{-1} año^{-1})	Erosión 2006		Proyección al año 2025		
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Producción potencial de sedimentos (Mm^3)
Nula	Menor de 5	869,539.86	74.05	871,326.02	74.20	0.4357
Ligera	5 a 10	115,862.40	9.87	116,103.78	9.89	0.1742
Moderada	10 a 50	85,437.18	7.28	112,998.24	9.62	0.6780
Alta	50 a 200	72,548.46	6.18	62,134.18	5.29	1.5534
Muy alta	Mayor de 200	30,929.04	2.63	11,754.72	1.00	0.4702
T o t a l		1,174,316.94	100.00	1,174,316.94	100.00	3.3115

La cuenca de captación que drena directamente a la presa cubre una superficie de aproximadamente 1’174,316.94 ha. Del total de la superficie, se espera que en el 2025 solamente el 1.0% del total llegue a presentar tasas de erosión hídrica superiores a 200 t ha^{-1} $año^{-1}$ y que el 5.29% presente tasas entre 50 y 200 t ha^{-1} $año^{-1}$, ubicándose el 74.20% de la superficie con tasas menores a 5 t ha^{-1} $año^{-1}$.

Para esta cuenca, en el 2006 se estimó que la producción de sedimentos era de 13.9069 Mm^3, y para el 2025 se espera que sean 3.3114 Mm^3 de sedimentos los que entren al embalse (considerando una pérdida de suelo media por cada rango de erosión y una densidad aparente de 1.5 t m^{-3}). Se ha mencionado en párrafos anteriores que se ha estimado que aproximadamente el 30% de los sedimentos que se originan en la cuenca alta llegan al embalse, entonces 3.3115 Mm^3 de sedimentos de ésta cuenca estarían entrando a la presa (***Cuadro 7-15***). Lo anterior quiere decir que 76.19% de los sedimentos ya no llegarían al embalse debido a la cubierta forestal que se establecería.

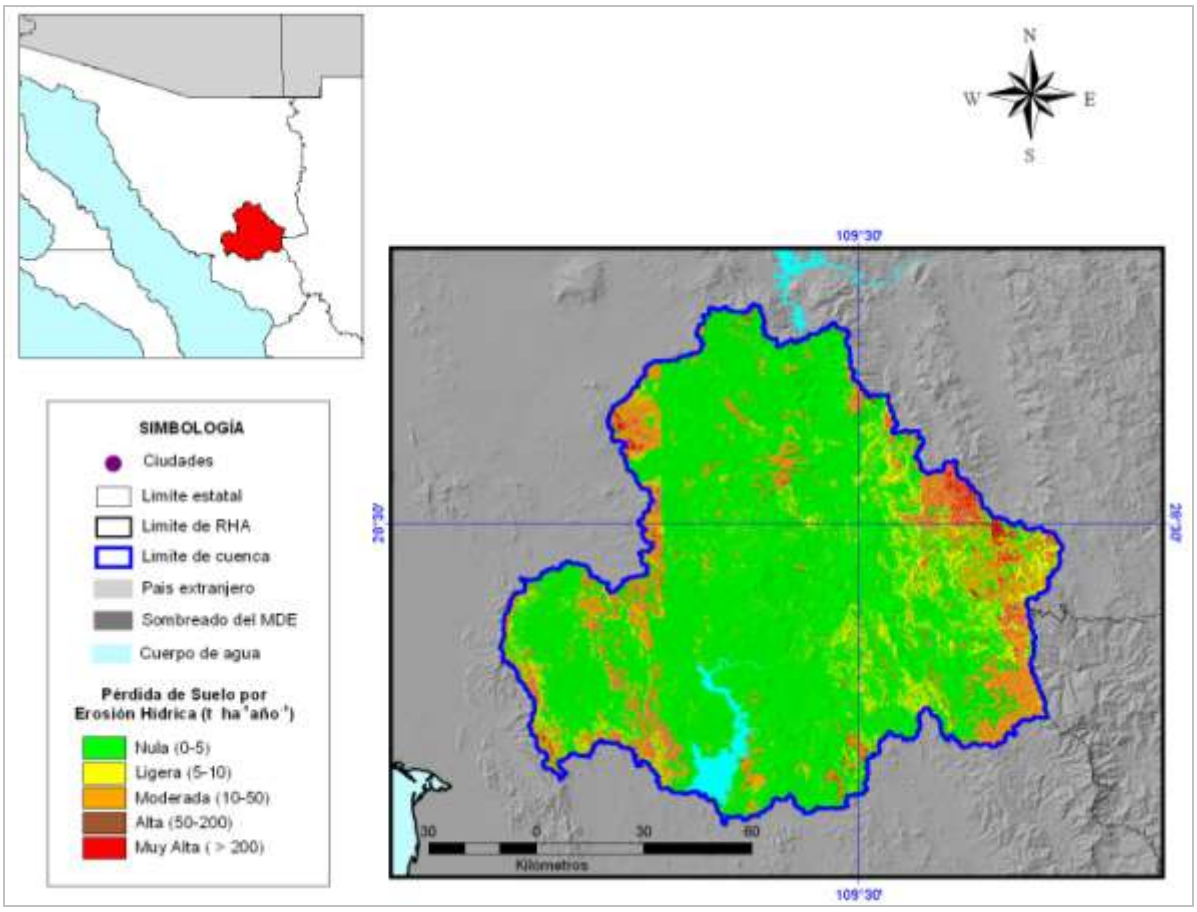


Figura 7-13. Presa Álvaro Obregón y erosión hídrica esperada al 2025 en su cuenca de captación

Cuenca de la Presa Plutarco Elías Calles (El Novillo)

Esta presa se encuentra en el municipio de San Pedro de la Cueva, su cuenca de captación está delimitada por las Sierras El Bellotal y la Sierra Madre Occidental, en el Estado de Sonora y en el Estado de Chihuahua por la sierra de las Huertas. Los poblados importantes que se encuentran en la cuenca son las cabeceras municipales de San Pedro de la Cueva, Moctezuma, Cumpas, Nacozari de García, Villa Hidalgo, Huásabas, Granados, Bacadéhuachi, Nácori Chico, Divisaderos. Tepache, Sahuaripa y Bacanora en el Estado de Sonora, en el Estado de Chihuahua se encuentran las cabeceras municipales

de Villa Guerrero y Maderas. El ***Cuadro 7-16*** presenta la distribución de la superficie por clase de erosión para el 2006 y la esperada al 2025 en caso de tenerse una recuperación forestal y la ***Figura 7-14*** muestra la ubicación de la presa y su cuenca de captación, así como la distribución de las clases de erosión.

Cuadro 7-16. Erosión hídrica y producción de sedimentos al año 2025 en la Presa Plutarco Elías Calles

Clase de erosión	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha^{-1} año^{-1})	Erosión 2006		Proyección al año 2025		
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Producción potencial de sedimentos (Mm³)
Nula	Menor de 5	1,373,094.99	34.66	1,373,438.08	34.67	0.6867
Ligera	5 a 10	370,535.31	9.35	431,214.84	10.88	0.6468
Moderada	10 a 50	829,853.10	20.95	1,149,066.00	29.01	6.8944
Alta	50 a 200	1,053,320.76	26.59	862,667.36	21.78	21.5667
Muy alta	Mayor de 200	334,773.81	8.45	145,191.69	3.66	5.8077
T o t a l		3,961,577.97	100.00	3,961,577.97	100.00	35.6023

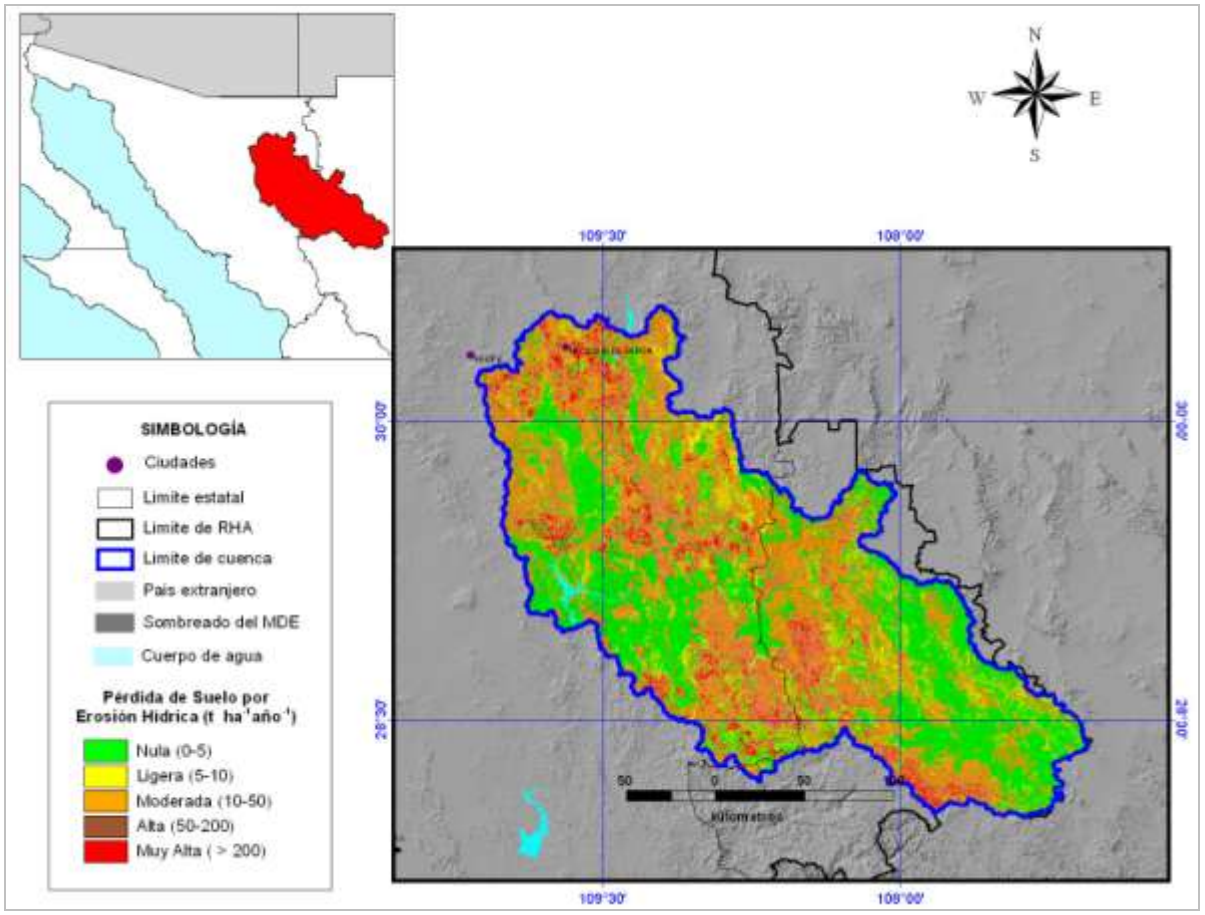


Figura 7-14. Presa Plutarco Elías Calles y erosión hídrica esperada al 2025 en su cuenca de captación

El embalse tiene una cuenca de captación con una superficie de 3'961,577.97 ha. De ésta superficie, el 3.66% presentará para el 2025 tasas muy altas de erosión (superiores a 200 t ha^{-1} año^{-1}), el 21.78% alcanzará valores de 50 a 200 t ha^{-1} año^{-1}, mientras que la superficie restante (74.56%) tendrá tasas de erosión menores a 50 t ha^{-1} año^{-1}. No obstante, el 45.55% de la superficie mostrará tasas de erosión permisibles, es decir, menores a 10 t ha^{-1} año^{-1}.

Aplicando la metodología utilizada en las cuencas anteriores, se estimó que para el 2006 la producción de sedimentos en la cuenca es de 153.1515 Mm^3, y con base en la proyección de erosión hídrica al 2025 y considerando una pérdida de suelo media para cada rango de erosión y una densidad aparente de 1.5 t m^{-3}, se estimó que la producción de sedimentos de la cuenca ascendería a 118.6743 Mm^3. Tomando en cuenta que el 30% éstos sedimentos son los que llegarían al embalse, el valor final de producción de azolves queda en 35.6023 Mm^3 (***Cuadro 7-16***). Es decir, con la cubierta vegetal forestal que se establecería se abatiría en el 76.75% la producción de azolves de la cuenca.

Cuenca de la Presa General Lázaro Cárdenas (La Angostura)

Esta presa se encuentra en el municipio de Nacozari de García, su cuenca de captación esta delimitada por la Sierra Madre Occidental, las Sierras de Serruchitos, los Azules, San Luis, Los Ajos y Buenos Aires. Los poblados importantes que se encuentran en la cuenca son las cabeceras municipales de Agua Prieta, Naco, Fronteras, Huachinera, Bacerac y Bavispe. El ***Cuadro 7-17*** presenta la distribución de la superficie por clase de erosión para el 2006 y la esperada al 2025 en caso de tenerse una recuperación forestal y la ***Figura 7-15*** muestra la ubicación de la presa y su cuenca de captación, así como la distribución de las clases de erosión.

Cuadro 7-17. Erosión hídrica y producción de sedimentos al año 2025 en la Presa Gral. Lázaro Cárdenas

Clase de erosión	Rango de pérdida de suelo por erosión hídrica (t ha^{-1} $año^{-1}$)	Erosión 2006		Proyección al año 2025		
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Producción potencial de sedimentos (Mm^3)
Nula	Menor de 5	448,433.01	32.78	449,252.84	32.84	0.2246
Ligera	5 a 10	168,284.79	12.30	241,214.76	17.63	0.3618
Moderada	10 a 50	450,406.98	32.93	466,148.41	34.08	2.7969
Alta	50 a 200	262,904.13	19.22	181,862.82	13.29	4.5466
Muy alta	Mayor de 200	37,933.92	2.77	29,484.00	2.16	1.1794
T o t a l		1,367,962.83	100.00	1,367,962.83	100.00	9.1093

La cuenca de captación de la presa General Lázaro Cárdenas oscila por 1'367,962.83 ha. Del total de la superficie de la cuenca se espera que para el 2025 se tenga una porcentaje de 2.16% de la superficie con tasas de erosión superiores a 200 t ha^{-1} $año^{-1}$, y el 13.29% tendrán tasas de erosión de 50 a 200 t ha^{-1} $año^{-1}$. Por lo tanto, el 84.55% restante corresponderá a la superficie con tasas de erosión menores a 50 t ha^{-1} $año^{-1}$ y de éstas el 50.47% presentarían tasas menores a 10 t ha^{-1} $año^{-1}$, la cual se encuentra dentro de los límites permisibles.

Considerando una pérdida de suelo media para cada clase de erosión y con una densidad aparente promedio de 1.5 t m^{-3}, se estimó una producción de sedimentos de 37.5635 Mm^3 para el 2006, mientras que con el establecimiento de la cubierta vegetal esperada para el 2025 se ha estimado que la producción de sedimentos descendería a 30.3642 Mm^3. Como se ha mencionado en los casos anteriores, aproximadamente el 30% de estos sedimentos son los que llegan a los embalses, por lo tanto serían 9.1093 Mm^3 de sedimentos los que ingresarían al embalse (***Cuadro 7-17***). Es decir, con la cubierta vegetal forestal que se establecería se abatiría la producción de azolves de la cuenca en un 75.75%, lo cual representa una reducción significativa de la pérdida de suelo existente actualmente.

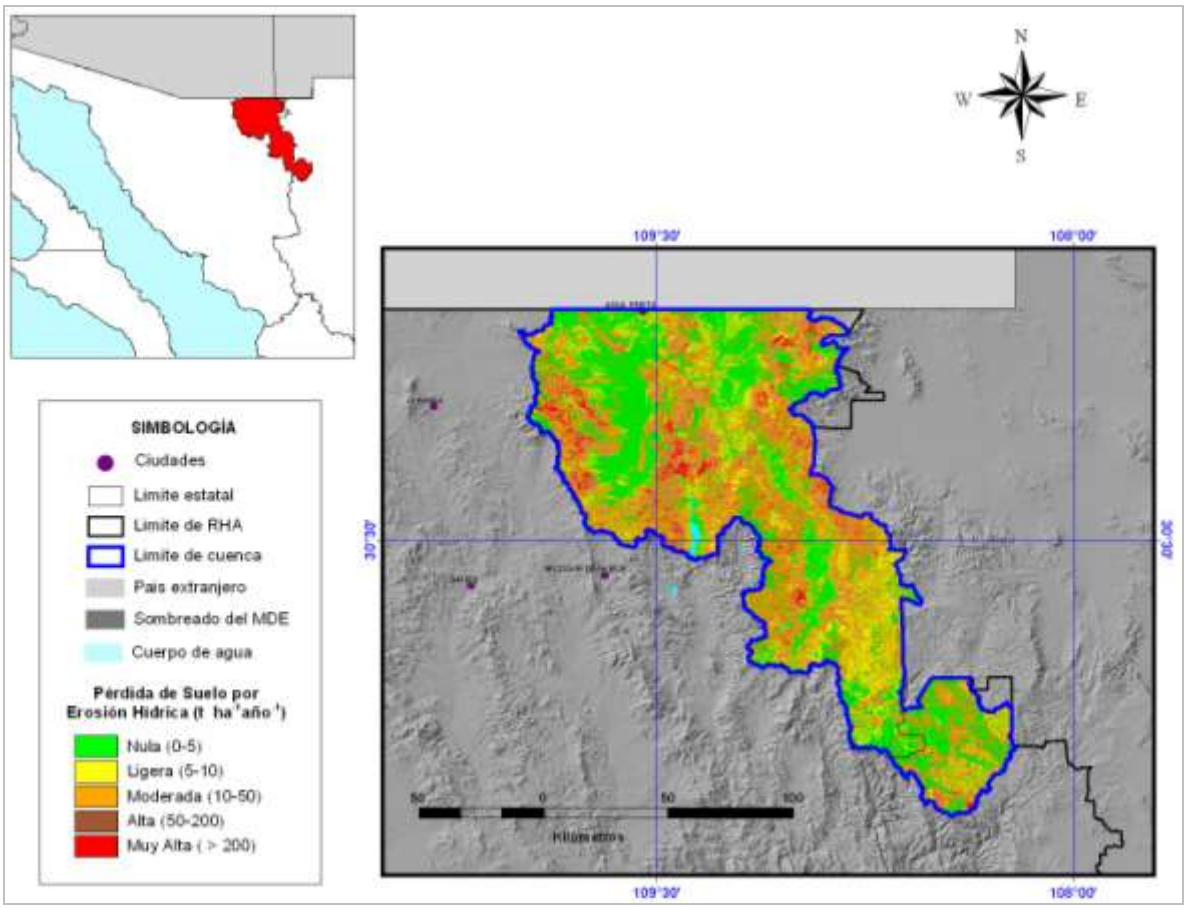


Figura 7-15. Presa Gral. Lázaro Cárdenas y erosión hídrica esperada al 2025 en su cuenca de captación

Cuenca de la Presa Adolfo Ruiz Cortínez (Mocuzari)

Esta presa se encuentra en el municipio de Álamos, su cuenca de captación esta delimitada por las Sierras de Bayoreca, San Ignacio, Sahuaribo, Calabazas, en el estado de Sonora, y en el estado de Chihuahua por la Sierra Monte Verde. Los poblados importantes que se encuentran en la cuenca son las cabeceras municipales de Quiriego en el estado de Sonora, y en el estado de Chihuahua las cabeceras municipales de Moris y Uruachi. El ***Cuadro 7-18*** presenta la distribución de la superficie por clase de erosión para el 2006 y la esperada al 2025 en caso de tenerse una recuperación forestal y la ***Figura 7-16*** muestra la ubicación de la presa y su cuenca de captación, así como la distribución de las clases de erosión.

Se tiene una cuenca de captación de 1’062,733.77 ha que drenan directamente a la presa. De este total, se tiene 3.91% de la superficie que llegarían a presentar superficies con tasas de erosión superiores a 200 t ha^{-1} $año^{-1}$, y 17.91% presentarían tasas entre 50 y 200 t ha^{-1} $año^{-1}$. El resto de la superficie, 78.19% presentaría tasas menores a 50 t ha^{-1} $año^{-1}$.

Para el 2006 se estimó una producción de sedimentos de 37.8624 Mm^3 (considerando una tasa promedio de erosión para cada clase y con una densidad aparente media de 1.5 t m^{-3}), y de llegar a tener establecida una cubierta vegetal para el 2025 en pendientes mayores a 30% se tendría una producción de sedimentos de 27.3502 Mm^3; considerando que el 30% de la producción de sedimentos son los que llegan a los embalses, entonces, finalmente se tendría una producción de 8.2051 Mm^3 de sedimentos que

llegarían a la presa (Cuadro 7-18). Por tanto con la cubierta vegetal forestal a establecer se abatiría en el 78.33% la producción de azolves de la cuenca.

Cuadro 7-18. Erosión hídrica y producción de sedimentos al año 2025 en la Presa Adolfo Ruiz Cortínez

Clase de erosión	Rango de pérdida de suelo por de erosión hídrica (t ha^{-1} año^{-1})	Erosión 2006		Proyección al año 2025		
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Producción potencial de sedimentos (Mm³)
Nula	Menor de 5	402,800.04	37.90	402,948.27	37.92	0.2015
Ligera	5 a 10	218,218.86	20.53	218,401.11	20.55	0.3276
Moderada	10 a 50	143,005.50	13.46	209,550.24	19.72	1.2573
Alta	50 a 200	131,760.27	12.40	190,311.93	17.91	4.7578
Muy alta	Mayor de 200	166,949.10	15.71	41,522.22	3.91	1.6609
T o t a l		1,062,733.77	100.00	1,062,733.77	100.00	8.2051

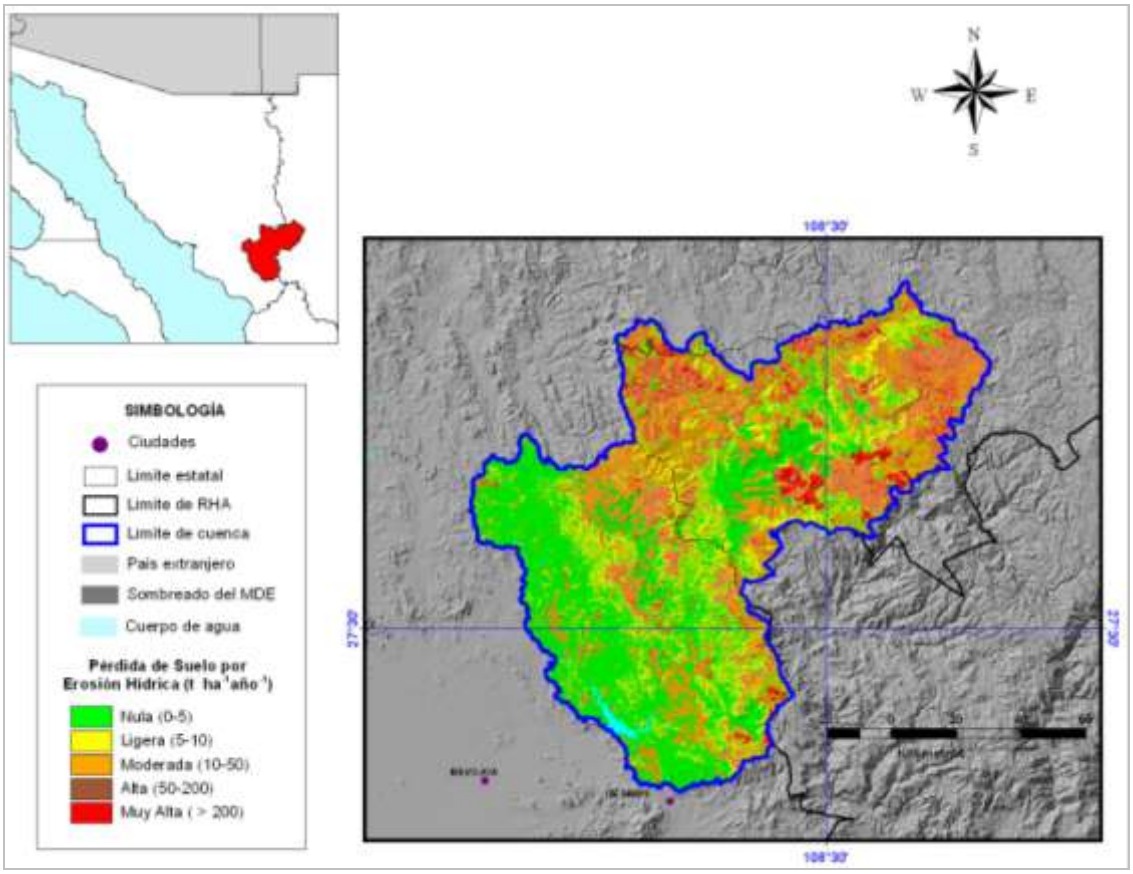


Figura 7-16. Presa Adolfo Ruiz Cortínez y erosión hídrica esperada al 2025 en su cuenca de captación

8 PARTICIPACIÓN SOCIAL Y PLANEACIÓN REGIONAL EN MATERIA FORESTAL

La política nacional en materia forestal promueve la planeación del desarrollo forestal sustentable. Para lograrlo, considera criterios e indicadores de carácter ambiental, silvícola, económico y social que sean útiles para alcanzar una mayor productividad de los recursos forestales, a la vez que mantiene el equilibrio de los ecosistemas y mejora el ingreso y la calidad de vida de las personas que participan en la actividad.

Para tal efecto, la legislación vigente plantea la necesidad de elaborar programas regionales, atendiendo la geografía de las cuencas, subcuencas y microcuencas, considerando particularmente la situación que guarden los ecosistemas presentes en ellas y la interacción que guardan con la población que vive en las regiones donde se ubican los recursos. De esta manera, el aspecto forestal queda vinculado con los recursos asociados, fundamentalmente agua y suelo, que conforman una unidad tanto en los procesos de degradación como en los de su rehabilitación.

En la Región II Noroeste, la planeación regional y la participación social se rige por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), leyes estatales forestales y reglamentos de carácter regional, estatal y municipal vigentes en el Estado de Sonora.

8.1 Participación social

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en sus artículos 7, 23, 112, 155 y 157 establece la necesidad de estructurar la organización forestal en forma piramidal, partiendo de las Unidades de Manejo Forestal (UMAFOR) hasta el Consejo Nacional Forestal (CONAF), esto, con el propósito de ordenar y fortalecer la planeación de actividades, el manejo eficiente de los recursos forestales y la autogestión de los silvicultores.

Las Unidades de Manejo Forestal fueron diseñadas agrupando zonas que comparten rasgos hidrológico – forestales similares, de tal forma que en la RHA II Noroeste se tiene la representación de 17 UMAFOR, 11 ubicadas en el Estado de Sonora y 6 en el de Chihuahua, aunque en el último caso, la mayoría de ellas incluidas dentro de la región de estudio sólo de manera parcial. De las once UMAFOR pertenecientes al Estado de Sonora, se tienen algunas muy activas, cumpliendo sobradamente sus funciones; una de ellas es la UMAFOR 08, denominada Región Costera de Sonora, donde se integran los municipios de Hermosillo, Pitiquito y Caborca, cubriendo una superficie superior a los 3.6 millones de hectáreas y zona en que coinciden productores visionarios y emprendedores que constantemente están buscando la superación del sector en la región.

La participación social de los productores forestales se materializa en las asociaciones regionales o uniones (de productores forestales) que integra a sus agremiados. Entre las principales funciones y actividades de estas asociaciones pueden citarse la integración de información forestal a nivel predial, estudios regionales de actualización de información, realización de prácticas para la conservación y restauración del recurso forestal, agua y suelo; producción de planta para apoyar actividades con fines de producción, protección y conservación/restauración de los terrenos de sus agremiados, así como la elaboración de programas de actividades y mantener informados a sus socios.

En la Región II Noroeste, en lo que corresponde al Estado de Sonora, existen once asociaciones de productores forestales a saber: Asociación de Productores de la Región Costera de Sonora, Unión de Silvicultores de la Región Yaqui-Mayo, Unión para el Manejo de Ecosistemas Forestales de la Región Rosario, Quiriego y Álamos, Unidad de Producción Regional del Río Sonora, Asociación Regional de Silvicultores Región Río Concepción, A.C., Asociación Regional de Silvicultores Río Mátape, Asociación Regional de Silvicultores de Yécora, Arivechi y Sahuaripa, A.C., Asociación Regional de Silvicultores de Sierra Alta, A.C., Asociación Regional de Silvicultores de la Unidad de Manejo Forestal Frontera, Asociación Regional de Silvicultores La Madera y Asociación Regional de Silvicultores de la Unidad de Manejo Forestal El Pinacate.

Para realizar su tarea, las asociaciones promueven la organización e integración de productores. Éstos, en forma individual o mediante formación de grupos presentan sus solicitudes de apoyo para aquellos proyectos de su interés. Las solicitudes son analizadas por una junta directiva, donde evalúan y priorizan la relevancia del proyecto y los beneficios individuales y sociales que su aprobación implicaría. De esta forma, aunque aun con posibilidades de mejora, las asociaciones de productores y las UMAFOR están cumpliendo su función dentro de la estructura que les ha sido asignada por los reglamentos y autoridades del sector forestal.

Finalmente, debe decirse que aunque las UMAFOR apoyan a la Gerencia Regional en el proceso de promoción de convocatorias y recepción de solicitudes de apoyo, están en la realidad en proceso de maduración. A la fecha la CONAFOR las apoya para solventar gastos administrativos y mantenimiento de oficinas y desde su formación, ésta se dio básicamente gracias a la CONAFOR, con prácticamente un nulo apoyo del estado. Debe también decirse que la participación social aparece más en la elaboración de los Estudios Regionales, donde se tiene que validar la información.

8.2 Planeación regional

En el tema de planeación forestal, a nivel nacional se creo el Consejo Nacional Forestal, el cual funge como órgano de asesoría, supervisión, vigilancia, evaluación y seguimiento en la aplicación de criterios e instrumentos de política forestal y tiene la absoluta autoridad de opinar en materia de planeación forestal, así como en la formulación de sus normas y reglamentos.

A nivel regional, como resultado de la promoción de la SEMARNAT y la CONAFOR se ha integrado el Consejo Forestal Estatal, compuesto por diversas instituciones de los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal), además de la participación de asociaciones civiles, académicas y científicas. Esta instancia tiene entre sus atribuciones la de fungir como órgano consultivo, asesoramiento y concertación en materia de planeación, supervisión y evaluación de las políticas de aprovechamiento, conservación y restauración de los recursos forestales. Tiene además la capacidad para opinar en materia de normas oficiales mexicanas relacionadas con el sector, así como de hacer planteamientos y análisis de problemas forestales y propuestas de solución.

Las asociaciones y uniones de productores, como se ha dicho, tienen también participación en dicho organismo, donde, al intervenir en las decisiones y directrices emanadas de los acuerdos tomados en dicha instancia, están apoyando a sus agremiados.

Se tiene también paralelamente a lo mencionado, que la CONAFOR, las UMAFOR y las asociaciones de productores promueven la creación de empresas para el aprovechamiento forestal sustentable y la conservación de las cuencas y restauración de suelos, esto, de manera coordinada con las dependencias de la administración pública federal y los municipios, de tal forma que se tengan beneficios ambientales, económicos y sociales en el territorio regional.

8.3 Las Unidades de Manejo Forestal en la RHA II Noroeste

Las UMAFOR permiten pasar del activismo operativo a la planeación del desarrollo forestal regional. Con esta entidad se busca que el manejo forestal se haga con orden, con base en los programas regionales y generar las estructuras de los silvicultores a nivel local con carácter autogestivo, para que sean receptores de los apoyos otorgados por la CONAFOR.

Para el año 2006, la CONAFOR registró en la Región II Noroeste un total 11 UMAFOR's en el Estado de Sonora y seis (aunque cuatro de ellas de manera parcial) en el Estado de Chihuahua. Por ser de interés para la Región II, a continuación se presenta el listado de UMFOR's que integran los 72 municipios del Estado de Sonora, anotando antes los indicadores que sirvieron de base para su delimitación:

a) Regiones forestales existentes por Estado
b) Localización de Cuencas Hidrológico-Forestales
c) Localización municipal de los Distritos de Desarrollo Rural y de los Centros de Atención al Desarrollo Rural Sustentable (CADERS)
d) Total de núcleos Agrarios y Forestales por Estado
e) Superficie Forestal Estatal Maderable
f) Superficie Forestal Estatal de otra clasificación
g) Superficie Potencial Forestal Comercial Estatal
h) Municipios con Potencial de Plantaciones Forestales Comerciales
i) 60 Montañas prioritarias del país
j) Áreas Naturales Protegidas
k) Municipios de Interés Forestal
l) Localización de las Promotorías de Desarrollo Forestal

Cuadro 8-1 Unidades de Manejo Forestal en la Región II CONAFOR

Clave de la UMAFOR	Municipios	Superficie (ha)
2601;UMAFOR 1	Rosario, Quiriego, Álamos	1'362,426.87
2602; UMAFOR 2	Cajeme, Bácum, San Ignacio Río Muerto, Navojoa, Etchojoa, Benito Juárez, Huatabampo	1'390,254.21
2603; UMAFOR 3	San Pedro de la Cueva, Villa Pesqueira, Bacanora, Mazatán, Soyopa, La Colorada, San Javier, Guaymas, Suaqui Grande, Onavas, Empalme	2,142,806.51
2604; UMAFOR 4	Arivechi, Sahuaripa, Yécora	837,710.15
2605; UMAFOR 5	Villa Hidalgo, Cumpas, Huasabas, Moctezuma, Granados, Divisaderos, Tepache	774,692.41
2606; UMAFOR 6	Bavispe, Bacerac, Huachinera, Bacadehuachi, Nácori Chico	868,871.53
2607; UMAFOR 7	Bacoachi, Arizpe, Cucurpe, Opodepe, Banámichi, Carbó, Huépac, Rayón, San Felipe de Jesús, Aconchi, Baviácora, Ures, San Miguel de Horcasitas	1,839,687.73
2608; UMAFOR 8	Caborca, Pitiquito, Hermosillo	3,627,490.09
2609; UMAFOR 9	Altar, Sáric, Tubutama, Oquitoa, Magdalena, Atil, Santa Ana, Trincheras, Benjamín Hill	1,600,155.26
2610; UMAFOR 10	Nogales, Santa Cruz, Naco, Agua Prieta, Cananea, Imuris, Fronteras, Nacozari de García	1,636,779.80
2611; UMAFOR 11	San Luis Río Colorado, Puerto Peñasco, General Plutarco Elías Calles	413,275.38
Total Región II CONAFOR (Estado De Sonora)		**16,494,149.93**

Fuente: Modificado de: CONAFOR 2006. Base de Datos de las Unidades de Manejo Forestal.
Coordinación General de Gerencias Regionales. http://www.conafor.gob.mx.

9 FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA IMPLEMENTAR EL PRHF EN LA RHA II NOROESTE

La constante degradación de los recursos naturales es un problema que atañe al país y al mundo entero. Debido al reconocimiento de esta situación y la necesidad de detener y revertir esta tendencia, es también prioridad nacional y mundial el apoyo a planes, programas y proyectos enfocados hacia la conservación, restauración y/o recuperación mínima de las condiciones sustentables de los recursos suelo, agua y vegetación y en general al medio ambiente.

A nivel mundial existen diversas fuentes de inversión bajo esquemas de financiamientos directos, fondos, fideicomisos tanto de carácter nacional como internacional, algunas con intervención directa y otras como intermediarias. A continuación se presentan con detalle las principales fuentes tanto del país como del extranjero, no sin antes mencionar que entre los incentivos nacionales se cuenta también con los fondos de capital de riesgo y los estímulos fiscales.

El crédito directo, es otra forma de financiamiento que los proveedores (nacionales o extranjeros) conceden a los consumidores finales, ya sea con recursos propios o bien apoyados por mecanismos oficiales de promoción y fomento a las exportaciones, como son los casos de Línea del Rey de España, la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional, la Organización Intereclesiástica para Cooperación al Desarrollo, la Fundación Interamericana, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y la Fundación Mc. Arthur.

9.1 Ámbito Nacional

Las fuentes nacionales están constituidas por organizaciones privadas, así como por fondos a cargo de Gobierno Federal, correspondiendo a las primeras, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. y el Fondo Forestal Mexicano.

Existen además estímulos fiscales y fondos de capital de riesgo. Los principales estímulos fiscales identificados a nivel nacional son aquellos que favorecen aspectos de pago de impuestos (reducción del ISR y tasa cero del IVA), de depreciación de activos fijos y devolución de impuestos.

9.1.1 *Estímulos fiscales*

a) Reducción de hasta un 50% en los impuestos sobre la renta y al activo
b) Depreciación inmediata del 100% de la inversión de bienes nuevos del activo fijo, al considerar como salida el valor total de la compra
c) Acreditación de las inversiones de activo fijo contra el impuesto al activo
d) Tasa cero al impuesto al valor agregado (IVA), para algunos insumos de la actividad silvícola que se establecen en el artículo 2o-A de la Ley del Impuesto al Valor Agregado
e) Período de amortización de pérdidas fiscales de hasta 10 años
f) Devolución del Impuesto Especial Sobre Producción y Servicios (IESP) o acreditamiento del mismo contra el Impuesto Sobre la Renta (ISR) a personas dedicadas a actividades silvícolas
g) Reducción de los impuestos sobre la renta y del activo, equivalente a 20 salarios mínimos
h) Autofacturación de erogaciones pagadas a personas del medio rural que no reúnan los requisitos de comprobación fiscal, siempre y cuando haya emitido la SHCP la resolución correspondiente

i) Autofacturación de desperdicios o subproductos forestales susceptibles de procesamiento
j) Facilidades para la deducción por adquisición de materias primas forestales, facilidades de comprobación por concepto de fletes y gastos menores.

9.1.2 *Capital de riesgo*

El FOCIR (Fondo de Capitalización e Inversión al Sector Rural), tiene dentro de sus funciones la participación accionaria en empresas del Sector Forestal, en actividades como: plantaciones, procesos de transformación, aserraderos, estufas de secado, dimensionadoras, desflemadoras, equipo de transporte y otros. La participación es de hasta un 25% del Capital Contable de la empresa y permanece en la misma el período necesario para la maduración del proyecto. Preferentemente participa cuando se beneficia de manera directa al Sector Social.

El FOCIR cuenta con un Fondo Financiero para la Identificación y Preparación de Proyectos Rurales (FIPRU), cuyo objetivo es canalizar, coordinar y supervisar la aplicación de recursos financieros, destinados a la contratación de servicios de consultoría especializada, para la identificación y elaboración de estudios técnicos, financieros y socioeconómicos, que permitan evaluar y desarrollar proyectos productivos en el sector rural. FIPRU financia estudios de identificación, factibilidad y diseño de proyectos de inversión, bajo las siguientes condicionantes: cubre con la participación de las entidades de los Gobiernos Federales, Estatal o Municipal hasta un 50% del valor de estudio.

9.1.3 *Instancias y estrategias financieras nacionales*

Los recursos nacionales para proyectos ambientales, normalmente se integran por fondos que el Gobierno Federal dispone para tales propósitos. Se identifica a la SAGARPA, CONAFOR, CONAZA, Secretaría de Economía, NAFIN, SEMARNAT, FIRCO, FIRA, INE, etc., como principales organismos que manejan dichos fondos y se integran a programas y proyectos de apoyo:

- El FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura) dependiente del Banco de México, participa como banca de segundo piso, apoyando con créditos hasta del 90% de los requerimientos de la inversión total para proyectos de plantaciones comerciales, incluyendo su establecimiento, mantenimiento, cosecha e industrialización. Asimismo, se otorgan otros servicios de apoyo para capacitación y transferencia tecnológica y garantías de recuperación de los créditos. El FIRA ha apoyado con financiamiento a proyectos de plantaciones forestales con fines comerciales. Para obtener información se puede consultar la página de Internet **http://www.fira.gob.mx** o comunicarse a la agencia de FIRA mas cercana a su localidad.

- BANRURAL/FINANCIERA RURAL (Banco de Crédito Rural), puede apoyar con financiamiento proyectos viables de productos forestales en los que concurran capitales, tecnología, capacitación y la asistencia técnica necesaria, de tal forma que tengan marcadas ventajas competitivas en el mercado nacional e internacional. A este respecto debe decirse que debido a la liquidación de Banrural y creación de la Financiera Rural puede haber algunos cambios y/o retrasos en la consecución de apoyos de esta nueva institución, la cual aunque ya construyó su andamiaje operativo e inició operaciones, está aun en proceso de transición, por lo que los créditos irán fluyendo poco a poco. BANRURAL (Financiera Rural) ha apoyado financieramente a proyectos de plantaciones forestales comerciales. Para mayor información al respecto se recomienda consultar la

página de Internet **http://www.banrural.gob.mx**, o la nueva que corresponda a la Financiera Rural, o bien acudir a la sucursal de Financiera Rural mas cercana a su localidad.

- NAFIN (Nacional Financiera) apoya con aportación accionaria de capital, en forma directa e indirecta, selectiva, minoritariamente y de forma temporal, a proyectos de empresas pequeñas y medianas, principalmente manufactureras con alto potencial de exportación o que contribuyan a la sustitución de importaciones. La participación accionaria directa de NAFIN se conforma cuando se convierte en socio de los empresarios en el desarrollo de un proyecto de inversión específico; indirectamente se asocia a través de Fondos de Inversión o Sociedades de Inversión de Capitales, conjuntamente con otros socios inversionistas. La participación se realiza mediante suscripción de acciones hasta por el 25% del capital, por un plazo máximo de cinco años y con derechos corporativos concretos. Para mayor información al respecto se recomienda consultar la página de Internet **http://www.nafin.gob.mx** o comunicarse a la Dirección de Proyectos de Inversión de México, D.F. Correo electrónico: **info@nafin.gob.mx** o a la oficina de NAFIN más cercana a su localidad.

9.1.3.1 *Del Gobierno Federal*

Una de las principales dependencias a través de la cual se canalizan los apoyos financieros para el sector forestal es la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Los recursos provienen del Gobierno Federal (a través de la CONAFOR); los gobiernos estatales y/o municipales y de personas físicas o morales de los sectores social o privado.

La CONAFOR maneja una cartera de programas que cubren todos los aspectos relacionados con el sector forestal, con el propósito de que los apoyos sean bien dirigidos y eficientemente aprovechados creó fondos y fideicomisos en los que participa como fideicomitante. Los beneficiarios de estos apoyos son los ejidatarios, comuneros, pequeños propietarios de terrenos forestales y/o asociaciones de éstos que desarrollen sus actividades dentro del ámbito forestal.

Cuadro 9-1. Fondos y fideicomisos vigentes al 2006 de la Comisión Nacional Forestal

Denominación	Clave de registro	Objetivo
Fideicomiso para el desarrollo forestal Fiduciario: BANRURAL	800016310508	Administración y aplicación de recursos para destinarlos a promover la inversión productiva en el sector forestal, induciendo la integración y competitividad de las cadenas productivas y la formación de unidades de producción eficiente con sujeción a lo que al respecto establezcan los Comités Operativos Estatales del Programa de Desarrollo Forestal
Fideicomiso para plantaciones forestales comerciales Fiduciario: Nacional Financiera SNC	700016RHQ	Administración y aplicación de recursos para destinarlos a fomentar e impulsar la inversión productiva en el establecimiento, mantenimiento y desarrollo de proyectos de plantaciones forestales comerciales con sujeción a lo que al respecto establezca el Comité de Operación del Programa.
Fondo Forestal Mexicano (FFM) Fiduciario: Nacional Financiera SN	200316RHQ01340	Administración y aplicación de recursos para destinarlos a promover la conservación, incremento, aprovechamiento sustentable y restauración de los recursos forestales y sus recursos asociados facilitando el acceso a los servicios financieros en el mercado, impulsando proyectos que contribuyen a la integración y competitividad de la cadena productiva y desarrollo de los mecanismos de pago de servicios ambientales.

9.1.3.1.1 *Portal Financiero CONAFOR*

La Comisión Nacional Forestal por medio de la Unidad de Cooperación y Financiamiento pone a disposición de cualquier usuario la información en un portafolio financiero, listado de algunos de los subsidios o créditos a los que empresarios del sector forestal pueden acceder. Es básicamente una guía, por tanto corresponde al usuario hacer la investigación final con las instituciones sobre la vigencia de los créditos o apoyos listados en este sitio. En coherencia con el PEF 2025, se desarrollo el **Portafolio Forestal Financiero**. Sistema de información en línea que presenta información de manera sencilla, clasificada y permanente sobre las oportunidades de financiamiento a la actividad forestal por parte de las instituciones de crédito, las instancias gubernamentales y demás organismos nacionales e internacionales.

Presenta opciones de financiamiento de acuerdo a la siguiente clasificación:

Tipo de empresario:

- Micro y pequeña empresa
- Mediana y gran empresa
- Ejidatario y comunidad
- Pequeños propietarios

Tipo de financiamiento:

- Subsidios
- Financiamiento
- Capital de Riesgo

Objetivo del financiamiento:

- Crédito refaccionario
- Desarrollo empresarial
- Desarrollo forestal
- Asistencia técnica y capacitación
- Programas agrícolas

9.1.3.1.2 *Fondo Forestal Mexicano (FFM)*

El Fondo fue constituido como un Mandato de CONAFOR en NAFIN (Nacional Financiera, SNC) y tiene cuatro cuentas perfectamente identificadas (Recursos Públicos Federales, Recursos Públicos Estatales, Recursos de Terceros y recursos para la administración), lo que garantiza su transparencia y adecuada ejecución.

Actualmente el FFM es el depositario de prácticamente todos los recursos Federales que se canalizan al sector; así como los asignados por muchas de las entidades federativas, para programas específicos. Por otro lado también ha captado recursos por concepto del pago de derechos por concepto de cambio de uso de suelo, con el objetivo que dichos derechos se destinen directamente a la compensación ambiental en la misma región que se afecto; así el FFM esta cumpliendo con el PEF 2025 al convertirse en un instrumento que promueve la concurrencia de recursos. El Fondo Forestal Mexicano operará a través de un Comité Mixto, en él habrá una representación equilibrada y proporcionada del sector público federal, así como de las organizaciones privadas y sociales de productores forestales.

Actualmente (2006), la Unidad de Cooperación y Financiamiento, se encuentra desarrollando el mecanismo para establecer dentro del FFM un Fondo de Garantía, que coadyuve a detonar el financiamiento comercial en el sector.

9.1.3.1.3 *Proyecto con el Banco Mundial*

Tiene por objetivo apoyar a CONAFOR, en el desarrollo de mercado de servicios ambientales, con el propósito de mejorar las condiciones de los propietarios de los ecosistemas forestales, creando incentivos económicos para promover la conservación y el manejo sustentable de los recursos forestales. Su operación esta compuesta por: crédito internacional con el Banco Mundial, aportación del Gobierno Mexicano y donación del Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF).

Cuadro 9-2. Componentes del proyecto con el Banco Mundial

Componente	Millones de USD			
	GdM	IBRD	GEF	Total
I. Promoción de Mercado para Servicios Ambientales: Desarrollo institucional, Marco regulatorio y arreglo institucional, y Certificación	1.12	2.08	2.5	5.7
II. FFM: Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos	25.76	47.84	-	73.6
III. Pago por servicios ambientales por Biodiversidad: belleza escénica y Ecoturismo.	-	-	7.5	7.5
IV. Proyectos piloto de Servicios Ambientales Integrados.	-	-	5.0	5.0
V. Coordinación del proyecto, monitoreo y evaluación.	1.12	2.08	-	3.2
T o t a l	28.0	52.0	15.0	95.0

Nota: GdM: Gobierno de México; IBRD: International Bank for Reconstruction and Development (Banco Mundial)
GEF: Fondo Mundial del Medio Ambiente

9.1.3.1.4 *Proyecto con FIRA*

Proyecto de Desarrollo sustentable para las Comunidades Rurales e Indígenas del Noroeste Semiárido de México que se gestiona con el FIDA (Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola), que tiene como objetivo elevar la calidad de vida de los habitantes de las Microcuencas rurales más pobres de los Estados de Baja California, Sonora, Chihuahua y Coahuila; estableciendo procesos de autogestión de mediano y largo plazo para generar oportunidades de desarrollo social y económico, de forma equitativa, comprensiva, inclusiva y ambientalmente sustentable. El monto total del proyecto es de 23 millones de dólares, de los cuales 17 millones serán aportados por FIDA, 5 millones más por el gobierno de México a través de la CONAFOR y 1 millón por parte de los beneficiarios.

Se espera que a lo largo del proyecto de beneficie a más de 57 mil personas (entre directos e indirectos), en cuatro componentes:

1 Rehabilitación y conservación de Recursos Naturales
2 Fortalecimiento de las capacidades de desarrollo local.
3 Desarrollo de microempresas rurales y de turismo de naturaleza.
4 Fortalecimiento institucional (CONAFOR) para la ejecución del proyecto

9.1.3.2 *Temas prioritarios para la CONAFOR*

La Comisión Nacional Forestal mejora los esquemas de asignación y evaluación de los apoyos que otorga a los silvicultores, para simplificar sus procedimientos y hacerlos más sencillos, ordenados y eficientes. Crea en 2006 las nuevas Reglas de Operación de los Programas de Desarrollo Forestal, que sustituyen a las reglas de los programas siguientes:

- Desarrollo Forestal
- Plantaciones Forestales
- Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales
- Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos
- Pago por Servicios Ambientales para la Protección de la Biodiversidad, Captura de Carbono y derivados del establecimiento y mejoramiento de Sistemas Agroforestales.

Estas reglas son sustituidas un año más tarde por las Reglas de Operación del Programa Pro-Árbol (2007), que tienen por objeto impulsar la planeación y organización forestal, incrementar la producción y productividad de los recursos forestales, su conservación y restauración, así como elevar el nivel de competitividad del sector, a través de cuatro categorías principales y 15 subcategorías de apoyo que se muestran en el ***Cuadro 9-3***.

Cuadro 9-3. Categorías y subcategorías de apoyo del Programa Pro-Árbol de la CONAFOR

Categoría	Subcategorías
1 Planeación y Organización Forestal	a) Estudios regionales Forestales
	b) Programas de Manejo Forestal
	c) Ordenamiento y organización forestal
2 Producción y Productividad	d) Cultivo forestal
	e) Diversificación del uso de terrenos forestales
	f) Plantaciones forestales comerciales
3 Conservación y Restauración forestal	g) Reforestación
	h) Restauración de suelos
	i) Prevención y combate de incendios forestales
	j) Sanidad Forestal
	k) Servicios Ambientales
4 Elevar el Nivel de la Competitividad	l) Equipamiento e infraestructura
	m) Desarrollo de la cadena productiva forestal
	n) Auditoria técnica preventiva y certificación forestal
	o) Capacitación y adiestramiento

Fuente: http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php?s1=2. (2007)

A continuación se presentan los aspectos más generales de cada una de las categorías y subcategorías mencionadas, como son los montos de apoyo y superficies beneficiadas en cada caso, así como algunas anotaciones de mayor relevancia.

9.1.3.2.1 *Planeación y Organización Forestal*

a) Estudios regionales forestales: Destinados a la elaboración del instrumento técnico de planeación y seguimiento que describe las acciones y procedimientos de manejo forestal relativos a las unidades de manejo forestal, para apoyar el manejo de los predios que las integran (***Cuadro 9-4***).

Se autorizará la elaboración de estudios regionales forestales a aquellas asociaciones regionales de silvicultores, ubicadas en las Unidades de Manejo Forestal, legalmente constituidas.

Cuadro 9-4. Montos y superficies de apoyo para la subcategoría Estudios regionales forestales

Monto en smvdf*	Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
12,210	Mayor a 200,000 en bosques y selvas y mayor a 800,000 en zonas áridas.	El apoyo se otorga por una sola ocasión: 70% al inicio del estudio y el 30% restante al término del estudio y se entregue copia a la CONAFOR.
8,650	Menor de 200,000 en bosques y selvas y menor de 800,000 en zonas áridas.	

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.

Fuente: DOF. 2007.

b) Programas de manejo forestal: Destinados a la elaboración del instrumento técnico de planeación y seguimiento que describe las acciones y procedimientos de manejo forestal sustentable, considerando el apoyo exclusivamente para la superficie propuesta para el manejo forestal (***Cuadro 9-5***).

La elaboración de programas de manejo forestal para aprovechamientos maderables y no maderables en bosques y selvas, serán elaborados conforme a lo señalado en la Ley General de Desarrollo Forestal y su Reglamento; así como en lo señalado en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

Cuadro 9-5. Conceptos y montos de apoyo la subcategoría Programas de manejo forestal

Concepto de apoyo	Monto en smvdf*	Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
I) Para bosques y selvas: a. Maderables b. No maderables c. Vida silvestre	a. 1.5 por ha b. y c. 1.0 por ha	a. y b. Mínimo de 100 sin rebasar 5,000 por programa.	I), II) y III) 50% al inicio y 50% cuando el beneficiario presente a la CONAFOR copia del oficio de autorización del programa por parte de la Secretaría. II) deberá solicitarse conjuntamente con el apoyo para el programa de manejo.
II) Manifestación de impacto ambiental	640 por beneficiario		
III) Para plantaciones forestales comerciales	a. 215 de 5 a 50 ha b. 430 mayor de 50 ha a 800 ha c. 640 mayor de 800 ha	Mínimo 5, sin rebasar 1,500 por programa	

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.

Fuente: DOF. 2007.

c) Ordenamiento y organización forestal: Destinados a promover el ordenamiento de las superficies forestales y la organización de sus habitantes. Los conceptos y montos de apoyo para este caso se presentan en el ***Cuadro 9-6***.

Cuadro 9-6. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Ordenamiento y organización forestal

Concepto de apoyo	Monto en smvdf*	Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
I. Ordenamientos territoriales comunitarios	a. 2,604 b. 3,261 c. 3,987	a. De 1,000 a 4,999 b. De 5,000 a 9,999 c. 10,000 o más En superficies mayores a 15,000 ha los estudios podrán desarrollarse en dos etapas durante dos años consecutivos.	50% a la firma del convenio de adhesión y 50% a la conclusión del trabajo, con la aprobación de la asamblea del núcleo agrario.
II. Elaboración o modificación de estatutos o reglamentos comunitarios	Hasta 930 smvdf	No aplica	El 50% al inicio y 50% a la entrega de la constancia de recepción en el Registro Agrario Nacional.
III. Ejecución de proyectos nacionales, estatales o regionales que favorezcan la organización y el aprovechamiento integral forestal.	a. Para nacionales hasta 12,000 b. Para estatales hasta 8,000 c. Para regionales hasta 4,000	No aplica	El 50% al inicio y 50% al concretarse el proyecto.

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.
Fuente: DOF. 2007.

Para el concepto III) inscrito en el cuadro anterior, se otorgará el apoyo a las solicitudes presentadas solamente por las asociaciones de silvicultores.

9.1.3.2.2 *Producción y Productividad*

a) Cultivo forestal: Destinados a la realización de prácticas de manejo silvícola para incrementar la productividad de los recursos forestales, tales como preaclareos, podas y el cultivo de acahuales. Los conceptos y montos de apoyo para esta subcategoría se presentan en el ***Cuadro 9-7***.

Cuadro 9-7. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Cultivo forestal

Concepto de apoyo	Monto de apoyo en inversión smvdf*	Asistencia técnica smvdf*	Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
I) Preaclareos y podas	20 por ha	3 por ha	De 25 a 500	70% al inicio y el 30% restante al terminar la actividad, previa entrega del aviso de conclusión del proyecto, del informe de las actividades y del acta de finiquito. Las acciones deben estar señaladas en el programa de manejo forestal autorizado.
II) Cultivo de acahuales	20 por ha	3 por ha	De 10 a 500	70% al inicio y el 30% restante al terminar la actividad, previa entrega del aviso de conclusión del proyecto, el informe de actividades y el acta de finiquito.

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.
Fuente: DOF. 2007.

Los apoyos para el II) Cultivo de acahuales se otorgarán para aquellos terrenos que han sido afectados por las actividades agrícolas, pecuarias y otras, donde dichas superficies estén clasificadas dentro de los programas de manejo forestal. Se requiere copia del oficio de autorización de la SEMARNAT y croquis de las áreas en las que se realizarán las actividades. Las acciones deben estar señaladas en el programa de manejo forestal autorizado.

b) Diversificación del uso de terrenos forestales: Destinados al uso, manejo y aprovechamiento de los recursos asociados a los ecosistemas forestales y los subproductos de los recursos forestales.

Aplica para proyectos de turismo de naturaleza, proyectos afines al manejo forestal orientados al aprovechamiento de productos no tradicionales y subproductos forestales, a la recolección y propagación de especies forestales maderables y no maderables con fines medicinales, de protección y autoconsumo, así como para la ejecución de programas de unidades de manejo ambiental extensivas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat. El ***Cuadro 9-8*** resume los conceptos y montos de apoyo para esta subcategoría.

Cuadro 9-8. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Diversificación del uso de terrenos forestales

Concepto de apoyo	Monto en smvdf*	Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
I) Ejecución de programas de manejo forestal.	a. 6,472 b. 4,000 c. 2,000 d. 1,000 e. 500	a. Mayor a 101 b. 51-100 c. 26-50 d. 12-25 e. Menor a 12	70% al inicio y el 30% restante a la terminación de las actividades, previa entrega del aviso de conclusión del proyecto, del informe de las actividades y del acta de finiquito. III) se otorga por única ocasión.
II) Ejecución de proyectos de turismo de naturaleza.	10,680 (Sujeto a la validación de la Coordinación General de Producción y Productividad de la CONAFOR)	No aplica	
III) Ejecución del programa de la Unidad de Manejo de Vida Silvestre extensiva.	a. 6,472 b. 4,000 c. 2,000 d. 1,000 e. 500	a. Mayor a 5,001 b. 3,001-5,000 c. 1,501-3,000 d. 501-1,500 e. Menor a 500 y mayor a 20	
IV) Ejecución de proyectos productivos afines al manejo forestal.	2,560		

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.
Fuente: DOF. 2007.

c) Plantaciones forestales comerciales: Destinados a establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales.

Se considera plantación forestal comercial, el establecimiento, cultivo y manejo de vegetación forestal maderable y no maderable, en terrenos preferentemente forestales o temporalmente forestales, cuyo objetivo principal es la producción de materias primas forestales, destinadas a su industrialización y comercialización; por lo anterior los rebrotes derivados de plantaciones

establecidas con anterioridad no podrán ser objeto de los apoyos destinados a plantaciones forestales comerciales.

Las plantaciones forestales comerciales no podrán establecerse en sustitución de la vegetación primaria nativa actual de los terrenos forestales y sólo se podrán establecer en terrenos de uso preferentemente forestal o temporalmente forestales.

Los beneficiarios que obtengan apoyos para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, para recibir los pagos correspondientes, deberán registrar su plantación y exhibir el comprobante respectivo ante la CONAFOR.

Los conceptos y montos de apoyo proporcionados para esta subcategoría se muestran en el ***Cuadro 9-9***.

Cuadro 9-9. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Plantaciones forestales comerciales

Concepto de apoyo	Monto de apoyo en inversión smvdf*	Asistencia técnica smvdf*	Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
I) Establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales	a. 120 por ha para no maderables y agroforestales b. 155 por ha para celulósicos c. 160 por ha para maderables y árboles de Navidad	a. 18.0 b. 23.25 c. 24	Desde 5 hasta 1,500.	Para I) 50% al inicio, al presentar copia del aviso o de la autorización de la Secretaría y entregar a la CONAFOR la póliza de fianza que garantice el apoyo del 50% otorgado. 20% al terminar la plantación, previa verificación. 30% restante a los 12 meses de establecida la plantación, cuando se demuestre una sobrevivencia de al menos 70%.
II) Proyecto para el financiamiento de plantaciones forestales comerciales.	200 por beneficiario.		Mínimo 5 máximo 1,500	50% al inicio y el otro 50% a la aprobación del crédito.

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.
Fuente: DOF. 2007.

9.1.3.2.3 *Conservación y Restauración*

Destinados a realizar prácticas y obras para controlar los procesos de degradación de suelos y mantener su productividad.

a) Reforestación: Destinados a promover el establecimiento de vegetación forestal, para su restauración y conservación.

Se apoyarán las actividades dirigidas en cuatro vertientes: reforestación, reforestación con obras para la conservación de suelos, mantenimiento y protección de áreas reforestadas, considerando para ello la contratación de técnicos registrados ante la CONAFOR para realizar el dictamen de factibilidad, la asistencia técnica y el aviso de conclusión de la obra.

- ***Reforestación***: Las densidades promedio por hectárea a utilizar se encuentran determinadas en las Reglas de Operación del Programa Pro-Árbol, de acuerdo a la modalidad de siembra y al ecosistema en cuestión, así como las actividades a realizar por los beneficiarios de estos apoyos, de acuerdo a la modalidad elegida.

- ***Reforestación con obras de suelos:*** Se apoyan acciones de reforestación y obras de conservación de suelos de manera conjunta, en terrenos con presencia de degradación ligera, moderada y severa, preferentemente, enfocándose inicialmente a contrarrestar la pérdida del suelo en las zonas de ladera y posteriormente a revertir la erosión hídrica en las cárcavas.

- ***Mantenimiento de Áreas Reforestadas***: Se apoyarán áreas reforestadas en años anteriores con sobrevivencia superior al 50%. Los beneficiarios por este concepto, realizarán actividades para que las plantas crezcan en condiciones favorables, tales como control de maleza, obras de captación e infiltración de agua, fertilización, control de plagas y enfermedades. También se considera la reparación del cerco perimetral, limpia de brechas cortafuegos y la reposición de planta muerta.

- ***Protección de Áreas Reforestadas:*** Se apoyarán reforestaciones del mismo año exclusivamente en áreas de alto y muy alto índice de marginalidad. Asimismo, se apoyarán las reforestaciones de años anteriores con supervivencia mínima del 50%. Los beneficiarios por este concepto, realizarán el cercado para proteger la reforestación del pastoreo.

Los conceptos y montos de apoyo para esta subcategoría se presentan en el ***Cuadro 9-10***.

Cuadro 9-10. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Reforestación

Concepto de apoyo	Monto de apoyo en smvdf* por ha		Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
	Para actividades	Para asistencia técnica		
I) Reforestación a. con planta de vivero b. Propagación vegetativa c. Siembra directa	 a. 19 b. 19 c. 10	 a. 2 b. 1 c. No aplica	 De 3 a 150.	70% al inicio y el 30% restante a su terminación, previa entrega del aviso de conclusión del proyecto, del informe de las actividades y del acta de finiquito.
II) Reforestación con obras de suelos a. Con planta de vivero b. Propagación vegetativa c. Siembra directa	 a. 47 b. 46 c. 36	 a., b. y c. es 2	 De 3 a 150.	
III) Mantenimiento de áreas reforestadas	18	2	De 3 a 50.	
IV) Protección de áreas reforestadas	38	2	De 20 a 50.	

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.
Fuente: DOF. 2007.

b) Restauración de suelos: Destinados a ejecutar prácticas y obras para controlar los procesos de degradación y mantener la productividad potencial de los suelos. Los conceptos y montos de apoyo para esta subcategoría se muestran en el ***Cuadro 9-11***.

Cuadro 9-11. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Restauración de suelos.

Concepto de apoyo	Monto de apoyo en smvdf* por ha		Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
	Para actividades	Para asistencia técnica		
Obras y prácticas de restauración de suelos.	26	2	De 3 a 150.	70% al inicio y el 30% restante a su terminación, previa entrega del aviso de conclusión del proyecto, del informe de las actividades y del acta de finiquito.

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.
Fuente: DOF. 2007.

c) Prevención y combate de incendios forestales: Destinados para fortalecer las actividades de prevención y combate de incendios forestales.

Se apoyarán actividades para la apertura y rehabilitación de brechas cortafuego, así como el establecimiento de líneas negras. Adicionalmente, se proporcionará el equipamiento de brigadas para el combate de incendios forestales, mediante la adquisición de vestuario, prendas de protección y herramientas. Los conceptos y montos de apoyo para esta subcategoría se enlistan en el Cuadro ***9-12***.

Cuadro 9-12. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Prevención y combate de incendios forestales

Concepto de apoyo	Monto de apoyo en smvdf* por ha		Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
	Para actividades	Para asistencia técnica		
I) Prevención a. Apertura de brechas cortafuego b. Rehabilitación de brechas corta fuego c. Línea negra	a. 38 por km en selvas y 24 por km en otros ecosistemas b. 18 por km en selvas y 12 por km en otros ecosistemas c. 36 por ha	a. 2 por km b. 2 por kilómetro c. 4 por ha	a. Mínimo 10 km. y máximo 100 km b. Mínimo 20 km. y máximo 200 km c. 20 ha mínimo 200 ha máximo	Para a., b. y c. 70% al inicio y 30% al concluir las actividades, previa entrega del aviso de conclusión del proyecto, del informe de las actividades y del acta de finiquito
II) Equipamiento para combate de incendios	620 por brigada	No aplica	Mínimo 1,000 ha	100% en una sola exhibición

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.
Fuente: DOF. 2007.

d) Sanidad forestal: Destinados a prevenir y combatir las plagas y enfermedades en los ecosistemas forestales.

Para las acciones a realizar bajo este concepto deberán aplicarse las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas al tema y atender las medidas de seguridad indicadas en las etiquetas de los productos a aplicar. Las operaciones estarán bajo la responsabilidad de un técnico registrado ante la CONAFOR, contratado por el beneficiario de este apoyo, quien deberá presentar la autorización

o notificación de obligación de saneamiento expedido por la SEMARNAT. Los conceptos y montos de apoyo proporcionados para esta subcategoría se muestran en el ***Cuadro 9-13***.

Cuadro 9-13. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Sanidad forestal.

Concepto de apoyo	Monto de apoyo en smvdf* por ha		Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
	Para actividades	Para asistencia técnica		
Tratamientos fitosanitarios	10 por ha	1 por ha	No aplica.	70% al inicio de las acciones y 30% a la terminación, previa entrega del aviso de conclusión del proyecto, del informe de las actividades y del acta de finiquito.

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.
Fuente: DOF. 2007.

e) Servicios ambientales: Destinados a promover y desarrollar el mercado de servicios ambientales forestales.

Los recursos disponibles para el ejercicio presupuestal de este concepto se destinarán a la elaboración y a la ejecución de proyectos, de los conceptos específicos relacionados con servicios ambientales hidrológicos, por captura de carbono, los derivados de la protección de la biodiversidad y los sistemas agroforestales con cultivos bajo sombra, de acuerdo a las especificaciones existentes en cada caso en las reglas de Operación del Programa Pro-Árbol. Los conceptos y montos de apoyo para esta subcategoría se muestran en el ***Cuadro 9-14***.

Cuadro 9-14. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Servicios ambientales.

Concepto de apoyo	Monto en smvdf*	Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
I) Hidrológicos	8.5 por ha por año en mesófilo y 6.5 por ha por año en otros bosques y selvas	De 20 a 3,000	Se asignarán apoyos asta por 5 años consecutivos.
II) Captura de carbono	80 por ha.	Mínimo 500 ha y máximo 3,000.	Los beneficiarios recibirán apoyos hasta por 5 años consecutivos por superficie establecida con forestación o reforestación.
III) Protección a la biodiversidad	6.5 por ha por año	Mínimo 20 y máximo 2000	Se asignarán apoyos anuales hasta por 5 años consecutivos.
IV) Sistemas agroforestales con cultivos bajo sombra	6.5 por ha por año Incluye el costo de la verificación.	Mínimo 200, máximo 1,000	Se asignarán apoyos hasta por 5 años consecutivos.
V) Elaboración y promoción de los proyectos relativos a las fracciones I), II) o III)	Hasta 4,200 por proyecto	Conforme a los mínimos establecidos en los criterios de ejecución de los conceptos de apoyo I), II) o III)	El apoyo se otorga por única ocasión, 50% al iniciar y 50% cuando el Comité apruebe el proyecto. Un 30% del apoyo otorgado deberá estar destinado para la promoción a fin de propiciar el desarrollo de mecanismos de pago o compensación por los servicios ambientales considerados basados en esquemas de mercado, así como para el establecimiento de mecanismos de monitoreo adecuados.
VI) Fondo Patrimonial para la Conservación de la Biodiversidad	4 por ha por año	Mínimo 20 y máximo 2000	El apoyo se derivará de los intereses generados en el Fondo Patrimonial para la Conservación de la Biodiversidad, según el Proyecto de Servicios Ambientales para el préstamo del Banco Mundial No. 7375-ME. Se destinará solamente a los polígonos identificados con presencia de biodiversidad de importancia global.

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.
Fuente: DOF. 2007.

9.1.3.2.4 Incremento del Nivel de Competitividad

a) Equipamiento e infraestructura: Destinados a la adquisición de equipo y herramienta así como desarrollo de infraestructura para elevar el nivel de competitividad de los silvicultores y dar un mayor valor agregado a los productos forestales

Se apoyará la adquisición de equipo, maquinaria y herramientas que se utilicen directamente por los beneficiarios en actividades de aprovechamiento, extracción y protección de los recursos forestales; así como en la transformación de materias primas forestales. Los conceptos y montos de apoyo para esta subcategoría se muestran en el ***Cuadro 9-15***.

Cuadro 9-15. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Equipamiento e infraestructura.

Concepto de apoyo	Monto en smvdf*	Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
I) Adquisición de equipo, maquinaria y herramientas.	12,000 o 16,000 en el caso asociaciones de silvicultores y/o sociedades cuyo objeto social sea el desarrollo de la cadena productiva forestal	No aplica.	Para I) y II) se otorgará en una sola exhibición y por única vez. Para I) es necesario presentar cotización.
II) Infraestructura Productiva.	30,000		

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.
Fuente: DOF. 2007.

b) Desarrollo de la cadena productiva forestal: Destinados a impulsar el desarrollo de la cadena productiva forestal, a través de tres vertientes:

- ***Comercialización de productos forestales*:** Los apoyos para la comercialización de productos forestales, se destinarán al pago de honorarios de un especialista que desarrolle nichos de mercado para los productos de la cadena y al pago de infraestructura para la promoción, distribución y venta de productos, asistencia a ferias y exposiciones de las especialidades, tanto nacionales como internacionales.

- ***Asistencia técnica y elaboración de proyectos ejecutivos, de inversión y de mercado***: Este concepto destinará los apoyos a la contratación de un especialista en la materia, con la finalidad de elevar la competitividad de la cadena con productos de mayor valor agregado, incluidas la investigación, diseño y tendencia de productos, viajes de intercambio de experiencias exitosas.

- ***Integración de cadenas productivas a nivel local o regional***: Estos apoyos se destinarán al equipamiento para la conformación de la sede de la cadena: local, mobiliario, equipo de cómputo.

A continuación se presentan los conceptos y montos de apoyo para esta subcategoría (***Cuadro 9-16***).

Cuadro 9-16. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Desarrollo de la cadena productiva forestal

Concepto de apoyo	Monto en smvdf*	Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
I) Comercialización de productos forestales.	2,000 por año	No aplica	I) El apoyo se otorgará en una sola exhibición. Para II) y III), el apoyo se otorga 50% al inicio de las actividades y el 50% restante a su terminación.
II) Asistencia técnica y elaboración de proyectos ejecutivos, de inversión y de mercados.	2,400 por año		
III) Integración de cadenas productivas a nivel local y regional.	Para locales 5,000 y para regionales 10,000		

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.
Fuente: DOF. 2007.

c) Auditoría técnica preventiva y certificación forestal: Destinados a impulsar, promover y acreditar el adecuado cumplimiento del programa de manejo forestal y el buen manejo forestal, mejorar la protección de los ecosistemas forestales y facilitar el acceso a mercados nacionales e internacionales.

Los apoyos deberán solicitarse por los titulares de los terrenos que cuenten con un programa de manejo forestal maderable o no maderable autorizado por la SEMARNAT y en ejecución.

Los auditores técnicos preventivos que pretendan prestar sus servicios técnicos deberán estar inscritos en el Registro Forestal Nacional y estar autorizados por la CONAFOR, en los términos señalados para tal efecto por la legislación aplicable.

Para la certificación del manejo forestal, el proyecto correspondiente deberá formularse de acuerdo con los principios y lineamientos que para ello tienen los organismos certificadores reconocidos por la Entidad Mexicana de Acreditación.

Los conceptos y montos de apoyo para esta subcategoría se aprecian en el ***Cuadro 9-17***.

Cuadro 9-17. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Auditoría técnica preventiva y certificación forestal

Concepto de apoyo	Monto en smvdf*	Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
I) Para la realización de la auditoría técnica preventiva.	4 por ha	De 20 a 250	I) y II) 70% al inicio y 30% al final. Para I) el pago final se otorgará a la entrega del plan de correcciones y firma del convenio de cumplimiento del plan. Para II) el pago inicial se otorgará al presentar el documento que señale las no conformidades de la evaluación realizada por un organismo de tercera parte debidamente acreditado y la carta compromiso con alguna institución certificadora. Para II) el pago final a la entrega de la copia del certificado de manejo forestal sustentable expedido por la entidad certificadora. Estos apoyos se otorgan por una sola ocasión, a quienes cuenten con el programa de manejo forestal autorizado.
II) Certificación forestal	5 por ha El apoyo no podrá exceder de 2,564.	Mayor de 250	

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.
Fuente: DOF. 2007.

d) Capacitación y adiestramiento: Destinados a desarrollar la cultura silvícola, impulsar la organización para la producción, promover la diversificación de actividades productivas y fomentar el desarrollo de actividades orientadas a aportar valor agregado a las materias primas que generan los recursos forestales. Considera cuatro vertientes:

- ***Eventos de capacitación y adiestramiento***: Serán eventos teórico-prácticos sobre temas de alto impacto como son: actividades productivas forestales; manejo forestal y servicios ambientales; conservación y restauración forestal; organización, liderazgo y manejo gerencial de la empresa forestal; y, aprovechamiento e industrialización forestal.

- ***Programas regionales de capacitación y adiestramiento***: Deberán responder a las necesidades derivados del estudio regional forestal de la unidad de manejo forestal y comprender al menos tres cursos teórico-prácticos.

- ***Transferencia y adopción de tecnologías***: Comprende la adaptación de tecnologías a las condiciones locales para lograr un aprovechamiento eficaz y eficiente de los recursos forestales.

- ***Seminarios de comunidad a comunidad:*** Actividad dirigida por un técnico certificado en la Norma Técnica de Competencia Laboral para el diseño e impartición de cursos de capacitación, con reconocida experiencia en la temática. Incorporarán actividades prácticas para la transferencia del conocimiento y las experiencias de comunidad a comunidad, que impulse el desarrollo forestal comunitario y contribuya a la solución de problemas concretos.

- ***Desarrollo de técnicos comunitarios***: Dirigido a la formación de técnicos forestales comunitarios, como una necesidad del núcleo agrario solicitante.

Los conceptos y montos destinados a esta subcategoría se observan en el ***Cuadro 9-18***.

Cuadro 9-18. Conceptos y montos de apoyo para la subcategoría Capacitación y adiestramiento.

Concepto de apoyo	Monto en smvdf*	Superficie (ha)	Forma de otorgar el apoyo
I) Ejecución de eventos de capacitación y/o adiestramiento.	15 por hora de capacitación y/o adiestramiento.	No aplica	Para todos los casos el 50 % al inicio y 50 % al término del proyecto. Para I) Los eventos deben de tener por lo menos 6 horas de duración. I) Por una sola ocasión. Para IV) los eventos deben de tener por lo menos 20 horas de duración. V) Máximo tres personas por comunidad o ejido y conforme las fechas de los eventos.
II) Ejecución de programas regionales de capacitación y adiestramiento.	2,035 por año por proyecto.		
III) Transferencia y adopción de tecnologías.	3,050 por año por proyecto.		
IV) Seminarios de comunidad a comunidad	Máximo 1,440 por seminario.		
V) Desarrollo de técnicos comunitarios	310 por técnico.		

*** smvdf:** Salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal.
Fuente: DOF. 2007.

9.1.3.3 *De la participación de otras instancias al sector forestal*

Además de la CONAFOR, existen otras dependencias federales que apoyan con recursos para programas y proyectos a la conservación de los recursos suelo, agua y bosque en el país. Las principales se mencionan a continuación:

- La Secretaría de la Defensa Nacional (***SEDENA***). Participa ampliamente en los trabajos de reforestación: producción de planta, transporte, plantación, mantenimiento y protección de plantaciones.

- La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (***SAGARPA)***. Considera varios apoyos a proyectos y planes de desarrollo integral, con la aplicación del Programa denominado Alianza para el Campo. El Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO), consiste en la entrega de recursos monetarios por cada hectárea o fracción de esta, que se efectúa cuando el productor siembra la superficie registrada (elegible) en el Programa, o bien, la mantiene en explotación pecuaria, forestal o la destina a algún proyecto ecológico, y cumple con lo establecido en la normatividad operativa.

- La Comisión Nacional de Zonas Áridas (***CONAZA***). Destina recursos con el objeto de atender las necesidades de los habitantes en pobreza extrema de las zonas áridas y semiáridas, para la ejecución de líneas de acción, como el Fomento al Control de la Desertificación, cuyo objetivo es ejecutar obras para la conservación del suelo y agua, así como acciones de reforestación para la prevención y control de la desertificación.

- El Fondo Nacional de Apoyo para las Empresas de Solidaridad (***FONAES***). Apoya diversas vertientes productivas, entre las que destacan: Pecuaria, Agrícola, Artesanal, Forestal, Industrial, Servicios, Pesquera, Extractiva y Comercialización.

- La Secretaría de Economía (**SE**) apoya con financiamientos a las empresas micro, pequeñas y medianas en las líneas de industria comercio y servicios, proporciona **crédito refaccionario** para la adquisición o compra, construcción e instalación de activos fijos y bienes de consumo duradero, así como para la formulación de proyectos, obras de infraestructura, equipamiento, insumos y otros activos y conceptos, con el beneficio de que este tipo de financiamiento los intereses no generan IVA. Podrá otorgarse crédito refaccionario para la formulación de estudios de preinversión y factibilidad, ingeniería de detalle y gastos pre-operativos necesarios para la operación de todo proyecto que propicie la producción, transformación, comercialización y distribución del sector rural. Además ofrece la posibilidad del **crédito de avío**, crédito no rotativo destinado a financiar las actividades de corto plazo de los sectores Agropecuario y Agroindustrial, dentro de las que se encuentran compra de insumos y materiales, materia prima, mano de obra, gastos directos de producción y otros, dentro de la fase de producción de los bienes. El plazo otorgado y la forma de pago: coinciden con la temporada de producción del producto financiado. En ésta modalidad de financiamiento los productos a obtenerse se prendan o dejan en garantía a favor del Banco. El beneficio de este tipo de crédito es que se realizan pagos parciales de acuerdo a las necesidades del cliente y de las actividades a desarrollar de acuerdo al plan de trabajo establecido para la temporada. Otro tipo es **El préstamo prendario** es un crédito en el que el cliente otorga en garantía o prenda, bienes o mercancías, que se deberán tomar a un porcentaje no mayor del 70% de su valor comercial; estos bienes cedidos en prenda deben ser de fácil realización, no perecederos, ser propiedad del acreditado o solicitante del crédito y estar depositados en almacenes generales de depósitos

autorizados. Proporciona recursos para capital de trabajo, bajo un procedimiento de formalización sencillo. Plazo: un año máximo., al cubrirse al 100% se recupera la prenda. Y finalmente dispone del **crédito revolvente** que puede ser dispuesto y cubierto en múltiples ocasiones, es normalmente garantizada por cuentas por cobrar o cuentas por cobrar e inventarios. Este tipo de crédito esta diseñado para optimizar la disponibilidad de capital de trabajo a partir de los activos circulantes.

9.1.3.4 *De otros apoyos gubernamentales, Asociaciones Civiles y ONG's*

Las fuentes de financiamiento identificadas en el nivel nacional y que se presentan a continuación (***Cuadro 9-19***) pueden ser enriquecidas por otro sinnúmero de fundaciones, organizaciones o países que buscan la conservación del suelo, agua y bosque.

Es importante mencionar que el funcionamiento de los recursos federales tiene tendencia a la descentralización y su consiguiente administración a nivel estatal o municipal.

Cuadro 9-19. Fuentes de financiamiento nacionales, acciones y participación

Fuente	Principales acciones	Participación principal
Secretaría del Medio Ambiente y recursos Naturales (SEMARNAT)	La protección de los recursos naturales	Económica, capacitación técnica
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)	Protección y vigilancia de los recursos naturales	Económica, sistema de protección y vigilancia
Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA)	Obras de conservación de agua y suelo, reforestación	Económica, investigación y ejecución de proyectos
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	Establecer practicas mecánicas y vegetativas para la conservación del suelo y el agua	Económica, maquinaria
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)	Desarrollar investigación, transferencia de metodologías y capacitación en el manejo y conservación del recurso agua y suelo	Tecnología, capacitación, planes y proyectos
Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA)	La conservación de los recursos naturales que integran las áreas boscosas	Mano de obra, planta desarrollada, viveros
Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)	Reforestar en áreas deforestadas, recuperar áreas forestales, plantaciones forestales comerciales, desarrollo de cadenas productivas	Económica, planes y proyectos forestales, capacitación, apoyo a comercialización
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)	Promover el desarrollo social en las zonas marginadas	Económica, proyectos productivos
Fideicomiso de Riego Compartido (FIRCO)	Apoyar proyectos de reforestación y conservación-rehabilitación de microcuencas	Económica –gestión
Consejo Nacional de la Vivienda (CONAPO)	Mejorar la calidad de vida de los habitantes de las zonas boscosas	Políticas de vivienda y recursos económicos
Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	Incrementar la calidad de vida de los habitantes de las zonas boscosas: ASERCA (Programa de apoyos a la comercialización y desarrollo de mercados regionales), PROCAMPO VERDE (forestal)[2] y Programas para apoyos a investigaciones y desarrollos forestales.	Económica: Establecer proyectos productivos, Programa Alianza para el Campo

[2] Programa que atiende las iniciativas de recuperación, conservación y mejoramiento de los bosques, suelo y agua en proyectos como: Reforestación y revegetación; Reforestación con especies maderables en clima templado-frío; Plantaciones dendroenergéticas; Bancos de forraje; revegetación con

Fuente	Principales acciones	Participación principal
Fondo Nacional de Apoyo para las Empresas de Solidaridad (FONAES)	Empresas de producción comercial forestal	Económica
Instituto de Ecología (IE)	Incrementar, proteger y mejorar las áreas boscosas mediante acciones de reforestación en las Áreas Naturales Protegidas. Incrementar la cultura forestal en las zonas boscosas	Recursos económicos, asesoría técnica, dirección de los trabajos en las ANP´S, programa de educación ambiental
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y Fundación PRODUCE	Implementar proyectos de estudio e investigación en las zonas boscosas	Proyectos, asistencia técnica y capacitación
Secretaria de Turismo (SECTUR)	Promover proyectos ecoturísticos en las zonas con alto valor escénico dentro de las áreas boscosas	Recursos económicos y asistencia técnica
Gobierno del estado y Municipios	Incrementar y conservar los recursos forestales	Recursos económicos. Desarrollo y ejecución de estudios y Planes Rectores de Producción y Conservación.
Grupos empresariales industriales (Coca-Cola, Pepsi, Bimbo, Kimberly-Clark de México, Chevrolet, Nissan, Sabritas, Pemex, etc.)	Contribuir a mitigar los efectos que causan en el ambiente la contaminación derivada de sus actividades productivas (Smog, líquidos, productos desechables, etc.)	Recursos económicos
Asociaciones civiles de las Áreas Naturales Protegidas (ANP´S) Comisión Nacional de Áreas Protegidas (CONANP)	Mejorar sus zonas boscosas con el fin de hacerlas sustentables Áreas naturales protegidas	Recursos económicos, mano de obra, ejecución de proyectos
Dueños y poseedores de las áreas boscosas	Mejorar sus zonas boscosas	Áreas para reforestar
Habitantes de las zonas boscosas	Mejorar sus zonas boscosas	Mano de obra
Sociedad en general	Mejorar el medio ambiente	Recursos económicos, mano de obra
Organismos no gubernamentales	Mejorar el medio ambiente	Recursos económicos
Iniciativa privada	Recursos naturales para fomentar el empleo	Prestación de servicios técnicos forestales, producción de planta, elaboración y ejecución de proyectos forestales
Otras instituciones educativas y de investigación	Desarrollar estudios y proyectos de investigación	Servicio social, dirección y ejecución de proyectos de investigación
Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL)	Programa de capital de riesgo para empresas sociales, Programa de superación de la pobreza urbana, Cajas solidarias para empresas sociales.	Económica: Aportaciones para crear, reactivar o consolidar un proyecto productivo a través de la modalidad de una asociación en participación, subsidio para los productores y destinado a la constitución del patrimonio inicial de las cajas para empresas sociales.

nopal; Plantación de sábila y maguey; Sistema agroforestal; y Descanso o suspensión de cultivos. No es un crédito, sino que es un subsidio para la economía de los productores.

Fuente	Principales acciones	Participación principal
Convenio Sectorial CONACYT-CONAFOR	a) Investigación científica y Tecnológica, b) Innovación y Desarrollo Tecnológico para nuevos productos, procesos y servicios, promover la creación de empresas y nuevos negocios de alto valor agregado, a partir del conocimiento científico y tecnológico de carácter estratégico para el Sector Forestal, y c) Creación y consolidación de grupos de investigación científica y tecnológica en las instituciones de educación superior, centros de investigación y empresas con formación de recursos humanos, incorporación de científicos y tecnólogos, y el intercambio de estudiantes, científicos y tecnólogos	Económica: Hasta el 50% del total de los estudios e investigaciones, no genera interés.
Conservación de la Biodiversidad en Comunidades Indígenas (COINBIO)	Apoyo no reembolsable del GEF por 7.5 mdd. Préstamo a nivel país, operado a través de NAFIN para los estados de Oaxaca, Michoacán y Guerrero, descrito en fuentes internacionales	Económica: Los montos de los subproyectos varían desde $10,000 hasta $300,000 pesos, del cual se financia entre el 50 y el 80%, no genera intereses.
Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SMA-GDF)	Fondos Comunitarios para el Desarrollo Equitativo y Sustentable (FOCOMDES)	Económica: Fondos destinados al incremento de la productividad, la capitalización del campo y el fomento del empleo permanente, a través de líneas de acción agrícolas, pecuarias, forestales, acuícolas, ecoturísticas y de restauración.
Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología en la Pequeña y Mediana Empresa, A.C. (FUNTEC)	Programa de integración industrial: busca mejorar la competitividad de la pequeña y mediana empresa	Económica: Hasta el 33% de los costos de proyectos donde los primeros 3 años de operación no se consideren inversiones de activos fijos
Fondo para Proyectos de prevención de la contaminación (FIPREV)	Proyectos de prevención y combate de la contaminación	Económica: Hasta el 80% del costo total de los proyectos, con un máximo de $120,000 pesos por los estudios de evaluación ambiental y $300,000 pesos para los proyectos de prevención
Fundación Ford	Pago de servicios ambientales a comunidades indígenas a través de ONG´s, e Investigación de la organización de las comunidades rurales sobre ecosistemas frágiles	Económica: $200,000 dólares por total del programa
Fundación PRODUCE	Investigación aplicada y desarrollo científico y tecnológico del sector agropecuario, forestal y de la fauna mediante el impulso a la generación y transferencia de tecnología, así como a la formación de recursos humanos de alto nivel, para fortalecer las actividades de investigación y desarrollo tecnológico	Económica
Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. (FMCN)	Promover, a mediano y largo plazo, el mantenimiento y/o recuperación de las poblaciones de especies amenazadas y revertir la presión sobre los ecosistemas de alta riqueza biológica, mediante su manejo sustentable por parte de las comunidades locales. Programa de Prevención de Incendios y Restauración (PPIRA): Desarrollar e instrumentar un plan de acción para la prevención de incendios y restauración Alternare, A.C.: Consolidación de la formación de instructores campesinos locales. Segunda fase: Promoción de técnicas agroecológicas para la conservación de los recursos naturales	Económica
Fomento Social BANAMEX, A.C.	Obras de infraestructura y dotación de servicios básicos a la comunidad, fomentar la productividad y el empleo, con objeto de que tanto individuos como grupos puedan acceder, en el mediano plazo a mejores niveles de bienestar	Económica

Fuente	Principales acciones	Participación principal
Fondo Acción	Los proyectos deben de combinar rentabilidad económica e impacto social a los beneficiarios finales y sus comunidades, así como generar arraigo y ocupación permanente en sus localidades de origen	Económica: Monto máximo por proyecto de $500,000 dólares en préstamos reembolsables o Fondos de Garantía; Hasta el 40% del monto total de los recursos incrementables aportados por el acreedor para avales o fianzas; hasta el 100% de los estudios y proyectos; y variable en los casos de Capacitación y Asistencia Técnica

Además de las instancias, fondos y fundaciones mencionados en el cuadro que antecede, existen otras que participan indirectamente en la conservación de los recursos naturales, entre las que se encuentran los apoyos financieros de la banca comercial y la de desarrollo.

9.2 Ámbito Internacional

Existen fuentes de financiamiento internacional como el Banco Mundial, su Agencia de Financiamiento Internacional (CFI), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), el Fondo de América del Norte para la Cooperación Ambiental y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Eximbank de Japón, entre otros. De los anteriores el FMAM[3] es una organización internacional integrada por 176 países miembros que buscan con sus acciones mejorar el medio ambiente mundial apoyando a países en desarrollo y economías en transición con proyectos relacionados con la biodiversidad, el cambio climático, las aguas internacionales, la degradación de la tierra, la capa de ozono y los contaminantes orgánicos persistentes. Participan algunos organismos como Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente (PNUMA), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Banco Mundial (BM).

En el ámbito de la cooperación internacional con el Gobierno de México, existen mecanismos de transferencia tecnológica para la productividad forestal, establecidos en el marco de la Comisión Forestal para América del Norte (COFAN), la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), la Comisión Forestal para América Latina y el Caribe (COFLAC) de la FAO, así como los convenios bilaterales con Alemania, Finlandia, Gran Bretaña y Japón, para facilitar el acceso de los productores nacionales al uso de técnicas silvícolas más avanzadas.

Además del Banco Mundial, de la FAO y convenios bilaterales entre países, se identifica una gran gama de organizaciones preocupadas por el medio ambiente y su conservación y/o recuperación, razón por la cual se presenta (**Cuadro 9-20**) a las identificadas como potenciales, sin obviar que pueden existir otras más a las registradas.

[3] Fuente: www.theGEF.org

Cuadro 9-20. Fuentes de financiamiento internacionales, acciones y participación

Fuente	Acciones	Participación
Centro de desarrollo Sostenible de las Américas	Fomento de mecanismos financieros innovadores para el desarrollo sustentable	Económica
Angélica Foundation	Apoyar a comunidades locales a ser más sustentables para evitar la destrucción del medio ambiente natural	Económica
Beneficia Foundation	Incentivos económicos a proyectos innovadores que promueven el uso sustentable de los recursos naturales	Económica
Biodiversity Collective Heritage Institute	Es un consorcio del Fondo Mundial para la Naturaleza, su interés es apoyar proyectos innovadores	Económica
C.S. Found	Prevenir amenazas globales que ponen en peligro la supervivencia humana, fomentar la biodiversidad	Económica
Damien Foundation	Apoyo a proyectos de apoyo a la mujer, recursos y tradiciones indígenas y reforestación, al abastecimiento de agua y a la agricultura sustentable	Económica
Natural Resoucers Defense Council	Salvaguardar la tierra: las plantas, animales y sistemas naturales	Económica
Flora and Fauna Internacional	Salvaguardar especies de plantas y animales en peligro de extinción: Proyectos de inventarios de flora y fauna en peligro de extinción y propuestas de manejo de áreas de investigación sobre el tráfico ilegal de flora y fauna	Económica
Global Enviroment Facility	Otorgar donaciones y conceder fondos a proyectos y programas destinados a la protección del medio ambiente y promover el desarrollo sustentable	Económica
International Center for Research in Agroforestry (ICRAF)	Reponer la fertilidad de los suelos, incrementar la biodiversidad, secuestro de carbono y reducción de gases de invernadero	Proyectos de investigación, económica
Fondo EcoEmpresas	Inversión y asistencia técnica en empresas comercialmente viables para proyectos de agricultura sustentable (orgánica, apicultura, acuacultura) explotación de productos forestales no maderables, silvicultura y ecoturismo	Financiamiento de proyectos
Population & Habitat Program	Educar al público en general sobre la relación entre la población y medio ambiente	Educativa
Center for Conservation Biology Network	Desarrollar los medios para la protección, mantenimiento y restauración de la vida en el planeta	Transferencia de tecnología y recursos económicos
Center for Enviromental Research and Conservation (CERC)	Su misión es preparar una nueva generación de lideres en medio ambiente	Proyectos de investigación
Conservation Internacional	Conservar la biodiversidad global	Proyectos de investigación
Proyectos de investigación agrícola	Promover el desarrollo de la agricultura sustentables en áreas rocosas	Proyectos de Investigación agrícola
The Counterpart International, Inc.	Rehabilitación de ecosistemas terrestres y marinos degradados, reforestación , forestería comunitaria, Agroforestería	Asistencia Técnica
The Forest Management, Inc.	Promover programas para el manejo del bosque que involucren a organizaciones comunitarias, grupos indígenas, propietarios y concesionarios	Asistencia Técnica
Internacional Model Forest Network	Promover la cooperación en manejo, conservación y desarrollo sustentable de los recursos forestales mediante una red global de bosques modelo	Asistencia técnica, transferencia de tecnología
The International Ecoturism Society (TIES)	Promover el ecoturismo como una herramienta para la conservación del uso sustentable	Proyectos de inversión

Fuente	Acciones	Participación
Lightawk	Proporcionar servicios aéreos de monitoreo y rastreo, en apoyo a proyectos de investigación y conservación, atender asuntos críticos en bosques y humedales, desiertos, matorrales y pastizales, trabajar con organizaciones en México para monitorear áreas naturales protegidas	Proyectos de investigación
Silva Forest foundation	Desarrollar y enseñar principios básicos de manejo a responsables de bosques, incluyendo alternativas al manejo tradicional que se denominan "Manejo Holístico de Bosques"	Asistencia técnica, transferencia de tecnología
Tree for the Future	Reforestación y uso sustentable de tierras en cooperación con grupos e individuos locales en todo el mundo	Asistencia técnica, semillas
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Reforzamiento institucional; Investigación y estudios; manejo forestal; sistemas de agroforestería; conservación forestal; servicios relacionados. Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN) y Fondo de agronegocios. Apoya proyectos de prioridad nacional, evaluación de impactos ambientales, productos agroindustriales de alto valor agregado para exportación.	Económica y recursos no reembolsables en asistencia para el desarrollo del sector privado
WWF GLOBAL NETWORK (Fondo para el Medio Ambiente Mundial)	Programa de Bosques y Selvas México. Actúa como mecanismo de compensación por la conservación del bosque y manejo de recursos naturales a través de proyectos piloto.	Compensación a las comunidades indígenas por (Cuencas de los ríos Copalita y Zimatán en Oax; Sierra Norte de Oax; Cuenca del Río los Conchos; Mariposa Monarca en Mich; Bosques Chimalapas en Oax).
Banco Mundial (BM)	Financiamiento a nivel país y a las instituciones y/u organismos oficiales en líneas generales de importancia nacional y mundial. Interés variable de acuerdo al plazo y al riesgo del proyecto (aproximadamente 4 puntos + LIBOR)	Económica: mínimo 10'000,000 de dólares o hasta el 50% del monto del proyecto
Fondo Canadiense de Iniciativas Locales	Apoya proyectos pequeños de iniciativas locales, con prioridad a comunidades indígenas, derechos humanos, e integración de la mujer en el desarrollo	Económica. Trámites a través de la embajada de Canadá en México
Banco de Desarrollo de América del Norte (NADBANK)	El proyectos localizados en un área de 100 km entre la frontera de EUA. y México, deben ser proyectos de infraestructura ambiental (agua potable, contaminación de agua, tratamiento de aguas de desecho y desecho sólidos) y aprobados por la Comisión de Cooperación Ambiental (www.cec.org)	Económica: Financiamiento directo para proyectos de infraestructura que aseguren un repago en un período de tiempo razonable de acuerdo a la naturaleza del proyecto. Clase I = proyecto con grado de inversión; Clase II = proyecto sin grado de inversión
Organización de Naciones Unidas (ONU)	Programa de desarrollo forestal para el Caribe: patrocina proyectos que fomenten las capacidades humanas e institucionales necesarias para desarrollar y administrar recursos ambientales. El costo de Gestión se determina antes de firmar un acuerdo de participación en el financiamiento de los gastos. El costo suele manejarse con una tasa fija con un cobro de servicios Administrativos y Operativos por un 10%.	Económica: Tasa fija del 3% sobre el costo del presupuesto
Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA)	Agencia de la Naciones Unidas para financiar proyectos y programas que mejoren o apliquen los sistemas de producción de alimentos en los países con menor desarrollo.	Proyectos de desarrollo sustentable para comunidades rurales e indígenas del noroeste semiárido de México. Crédito FIDA administrado por CONAFOR.

10 ESTRATEGIAS PARA HACER OPERATIVO EL PRHF

Para implantar en forma exitosa el Programa Regional Hidrológico Forestal, es necesario considerar por parte de la CONAFOR la incorporación de otras componentes que acompañen de forma simultánea y coordinadamente las acciones de las diferentes instancias en los niveles federal, estatal, municipal y de las ONG's para garantizar el éxito del mismo.

Dichas componentes deben ser ejecutadas por las Gerencias Regionales de la CONAFOR, ya sea dentro de la operación misma de sus actividades sustantivas, o considerarlas dentro de un programa especial. A continuación se mencionan las componentes recomendadas, sin que esto implique que son las únicas posibles.

10.1 Planeación a escalas mayores

En virtud que la escala de trabajo utilizada para identificar las necesidades de recuperación forestal en los Programas Regionales Hidrológico Forestales, fue de 1:250,000, se considera a ésta como una escala adecuada para identificar dichas acciones de recuperación forestal a nivel de cuenca, estado o región, pero será necesario realizar estudios, diagnósticos y planes de forma más detallada a nivel de subcuencas, microcuencas y predios o fincas, en escalas de trabajo que pueden variar de 1:50,000 hasta 1:10,000 o 1:5,000, y que permitan identificar la problemática y potencialidades para ajustar los programas operativos anuales de la Gerencia Regional, organizando a partir de este conocimiento más detallado, la intervención de la CONAFOR con sus distintos programas que permitan la programación de metas e inversiones.

Para implementar esta componente de forma exitosa en la Gerencia Regional, será necesario contar con una infraestructura mínima la cual incluye una buena capacidad de cómputo (hardware), programas y paquetes para el manejo de información digital y cartográfica (software), cartografía digital en escala mínima de 1:50,000, modelos de elevación digital en escala 1:50,000, dispositivos para digitalización de información, plotter, impresoras, así como personal técnico entrenado y capacitado en los rubros de sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica.

Sería también muy conveniente que se reforzara y consolidara dentro de la Gerencia Regional, el área de Planeación para lograr así un mejor cumplimiento de sus funciones, entre las cuales sobresalen: establecer vínculos directos con otras entidades de la administración pública federal, los gobiernos estatales, municipales, organizaciones no gubernamentales y organizaciones de productores forestales, para incorporar de forma sistemática los diferentes planes, programas y proyectos que se generan y ejecutan en estas instancias, hacia los programas operativos de la regional, en un proceso de adecuación y ajuste de las acciones forestales en la Gerencia Regional.

Una forma de proceder operativamente para realizar una planeación y programación operativa de forma más detallada, sería la de adquirir la cartografía digital en escalas 1:50,000, 1:10,000 o 1:5,000 para elaborar el marco cartográfico, procediendo a realizar el vaciado a estas nuevas escalas de la información digital que se generó con la elaboración del Programa Regional Hidrológico Forestal y de esta forma continuar ingresando la información que se vaya generando con el trabajo sistemático de la Gerencia Regional, para ir contando con información más detallada. En tal sentido, será también necesario que el personal operativo de los diferentes programas de la Gerencia estén equipados con

geoposicionadores para que se vaya registrando y documentando en este sistema los aspectos e información más relevante del trabajo operativo y cotidiano del personal técnico.

10.2 Investigación especializada

Un análisis de la situación que se guarda dentro del sector forestal a nivel nacional y que ubican a nuestro país con las tasas de deforestación más altas del continente, muestra entre otras realidades, que dicho sector ha recibido muy poca o insuficiente atención por parte de las diferentes administraciones y gobiernos, canalizándose muy pocos recursos económicos para realizar investigación intensa, sostenida y constante sobre la comprensión de los procesos que ocurren alrededor del bosque y su interacción con los otros recursos naturales como el suelo pero sobre todo con el agua. Es decir, se ha limitado de forma muy considerable la adquisición de nuevo conocimiento sobre estas interacciones que ocurren en la naturaleza, propiciando con ello una situación de desconocimiento que lleva a percepciones incompletas o equivocadas sobre los diferentes fenómenos que ocurren y que no están de ninguna manera comprendidos en su totalidad.

Por ello es muy necesario que como parte del Programa Regional Hidrológico Forestal, se consolide la componente que atiende la Investigación y el desarrollo tecnológico que permita avanzar para generar y aplicar nuevo conocimiento sobre diferentes aspectos que se han venido identificando como relevantes y de los cuales no existe suficiente comprensión ni aspectos concluyentes. Entre estos temas podría incluirse la relación vegetación-lluvia, el impacto de la preparación del suelo sobre el “prendimiento” de las reforestaciones, el impacto de la pérdida de la cubierta vegetal en general y selvática y de bosque en particular sobre la cantidad y calidad del recurso agua a nivel de cuencas, subcuencas y microcuencas entre muchos otros temas.

En términos operativos esta componente podría vincularse al fondo sectorial CONACYT-CONAFOR, pero también sería recomendable que la propia Gerencia Regional pueda programar presupuesto y destinar recursos para profundizar en aquella problemática muy específica que demande un desarrollo tecnológico para resolución de dicha problemática y que tiene que pasar por la comprensión plena de los procesos en los cuales está inmersa dicha problemática.

En tal sentido, se podría conformar un Comité Técnico dentro de la propia Gerencia para revisar y evaluar las diferentes propuestas que se reciban, otorgando prioridad y seleccionando a aquellas propuestas que atiendan problemas muy importantes y trascendentes para la Región.

10.3 Formación de recursos humanos

La experiencia operativa de trabajo de la CONAFOR ha permitido constatar que no existe una alta oferta de profesionales entrenados y formados en los aspectos de conservación, manejo y restauración de los recursos forestales, sino más bien prevalece un fuerte atraso en este tema. Por tal motivo y en virtud de la gran necesidad de contar con una buena plantilla de personal técnico capaz, es muy importante preparar y formar a dicho personal para que operen a nivel regional, estatal y municipal para conducir y aplicar el Programa Regional Hidrológico Forestal a través de los programas sustantivos y operativos de la CONAFOR. Dicho personal técnico será el responsable de establecer la vinculación operativa con las distintas dependencias de la administración pública federal que tienen injerencia en el sector, así como

con los niveles estatal y municipal, procurando establecer una concurrencia de presupuestos, responsabilidades y tareas.

El entrenamiento y capacitación de este personal podría realizarse mediante cursos y talleres formales con diferentes períodos de duración, procurando no interrumpir demasiado las tareas operativas, así como mediante capacitación en servicio (directamente y acompañando la realización del trabajo cotidiano) donde los capacitadores se integran a los trabajos constantes de los técnicos, tanto en gabinete como en campo.

10.4 Centros reproductores de materiales vegetativos

El enfoque de recuperación forestal que se emplea en este Programa Regional incluye realizar acciones en terrenos de uso agrícola y pecuario y no exclusivamente en los terrenos de uso forestal actual y potencial como tradicionalmente se desarrollan. Por tal razón y dadas las recomendaciones técnicas contenidas en los "modelos para la recuperación forestal" que serán impulsados dentro de dicho Programa, y que consideran la utilización de diversas especies que no son tradicionalmente reproducidas en los actuales viveros, es muy importante y necesario el asegurar la disponibilidad de una infinidad de especies vegetativas arbóreas, arbustivas y herbáceas (incluidos los pastos) que serán necesarias para apoyar las actividades de recuperación forestal, principalmente, como ya se mencionó, en los terrenos con uso agrícola y pecuario.

Algunas de dichas especies se pueden conseguir directamente en el entorno de los ranchos, campos o predios y en las cuencas, tales como estacas de árboles o semillas de varias especies, pero para poder responder a una potencial y creciente demanda por parte de los productores, es necesario asegurar la oferta institucional de dicho material vegetativo, cuya característica principal radica en ser especies de uso múltiple las cuales pueden aportar frutos, leña, madera, forraje para el ganado, follaje para reciclado de nutrimentos, sombra, fijación de nitrógeno, flores para apicultura, entre los principales usos, y que constituyen en sí mismas un excedente activo que actualmente no existe en las fincas o predios.

En esencia se propone aprovechar la infraestructura existente de los viveros para expandir las actividades de reproducción y multiplicación de especies no tradicionales maderables y de otros usos, tales como *Leucaena sp., Gliricidia sp., Eritrina sp*., pasto vetiver, entre muchas otras especies que serán utilizadas en los modelos de recuperación forestal recomendados en este documento.

10.5 Comunicación y participación

En el contexto de múltiples experiencias realizadas tanto en nuestro país como en muchos otros alrededor del mundo, se conoce a plenitud que el éxito de los procesos de transferencia- adopción de tecnología y nuevas formas de manejo y conservación de los recursos naturales, se sustentan en lograr el cambio de actitud de los usuarios de dichos recursos y que son participantes en infinidad de programas que buscan dichos fines.

Dicho cambio de actitud es posible lograrlo de una forma más eficaz utilizando materiales, equipos y procedimientos de comunicación social y rural adecuados a las diferentes situaciones y niveles culturales. Por lo anterior se recomienda instalar un área de comunicación, participación e información que pueda desarrollar materiales para implementar ciclos intensivos de comunicación, campañas permanentes y

cíclicas en apoyo a convocar y transferir los diferentes mensajes de los programas sustantivos y operativos de la Gerencia Regional. Será necesario integrar un equipo reducido de especialistas que de forma conjunta con los técnicos operativos impulsen el cambio de actitud hacia la conservación de los recursos naturales en general y forestales en particular, de tal forma de ir logrando una "nueva cultura forestal" en nuestro país.

10.6 Monitoreo y evaluación

Con el propósito principal de retroalimentar y corregir acciones y resultados del Programa, es necesario consolidar esta componente que permita dar seguimiento a nivel de predios, ranchos o campos, ecoregiones homogéneas, municipios, estado y región. Las acciones de esta componente se realizarán en forma periódica y sistemática para evaluar el estado que guardan los recursos forestales y la efectividad del Programa en todos sus niveles.

Como parte de las acciones de esta componente será necesario desarrollar un marco de referencia de los indicadores más apropiados y factibles de medir en el tiempo y el espacio. Tales indicadores pueden ser de la índole siguiente: desarrollo institucional y comunitario, económicos y sociales, educación y cultura ambiental, aprovechamiento de los recursos naturales, mejoramiento forestal, mejoramiento hidrológico, disminución de daños e impactos ambientales de las explotaciones forestales, principalmente.

Con el propósito principal de retroalimentar y corregir acciones y resultados del Programa, es necesario consolidar esta componente que permita dar seguimiento a nivel de predios o fincas, microcuencas, municipios, subcuencas, estado y región. Las acciones de esta componente se realizarán en forma periódica y sistemática para evaluar el estado que guardan los recursos forestales y la efectividad del Programa en todos sus niveles.

Esta componente tendrá los objetivos inmediatos de seguimiento y monitoreo de la superficie forestal y de todas las categorías de apoyo ejecutadas en la Región, así como la actualización permanente de la base de datos o información disponible. Y a largo plazo, la formulación de políticas que permitan cumplir con la conservación, restauración, ordenación y manejo sustentable de los recursos forestales.

Otra parte de las acciones de esta componente serán las de desarrollar un marco de referencia de los indicadores más apropiados y factibles de medir en el tiempo y el espacio. Tales indicadores pueden ser de la índole siguiente: desarrollo institucional y comunitario, económicos y sociales, educación y cultura ambiental, aprovechamiento de los recursos naturales, mejoramiento forestal, mejoramiento hidrológico, y disminución de daños e impactos ambientales de las explotaciones forestales, principalmente.

Para efectos de evaluación y seguimiento del PRHF, la Gerencia Regional de la CONAFOR, hará las gestiones necesarias para disponer e integrar de forma periódica los avances y resultados de las acciones en el sector forestal de las instancias federales, estatales, municipales y ONG's y localizarlas espacialmente para evaluar los impactos de las acciones sobre la recuperación forestal. Asimismo, será conveniente que la Gerencia Regional considere como prioritarias las áreas con "necesidades de conservación y/o recuperación forestal" identificadas en el Programa Regional Hidrológico Forestal para incorporarlas como primera opción a los programas operativos anuales de la CONAFOR. En la gestión con las instancias, niveles de gobierno y ONG´s, también se procurará que las zonas prioritarias sean reconocidas y compartidas por las instancias señaladas y las incorporen en sus programas operativos. En

el momento en el cual tanto la CONAFOR como las demás instancias compartan la intervención de sus acciones en las zonas señaladas como prioritarias se coadyuvará la recuperación forestal y por ende la regulación del recurso hídrico en la Región.

10.7 Otras componentes

Otros aspectos que tampoco deben pasarse por alto son los referidos a:

a) ***Gestión de Crédito***

Actualmente en el país el crédito forestal no es de fácil disposición ya que no se cuenta con un esquema crediticio forestal validado para operar. Es necesario implementar y validar experiencias de crédito en la Región II y buscar mecanismos de generalización de esquemas para este tipo de apoyos. El proceso deberá acompañarse con capacitación y toma de conciencia de los productores par que manejen responsablemente los créditos y se integren en cadenas productivas, tanto para promover la producción como la transformación de sus productos y el pago de sus créditos.

b) ***Infraestructura de caminos***

La red de caminos en el medio rural es escasa, lo que limita los accesos a las áreas forestales, dificultando la extracción de productos y otras actividades de apoyo y protección del recurso forestal como la prevención de incendios, reforestación y restauración de suelos. Para mejorar esta situación, la CONAFOR deberá establecer mecanismos de concertación con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a nivel federal y con el apoyo estatal y municipal para en el mediano y largo plazo contar con una red de caminos estratégica en la Región.

c) ***Programa de Riesgos***

En el país existen ya mecanismos para el manejo de riesgo compartido entre gobierno y productores o entre empresarios y productores; o tripartitas, pero están enfocados a los sectores agrícola, pecuario y frutícola (Programa de Apoyo a los Proyectos de Inversión Rural (PAPIR), Fondo de Riesgo Compartido para el Fomento de Agronegocios (FOMAGRO) y el Programa de Fortalecimiento de Empresas y Organizaciones Rurales (PROMEFOR), por ejemplo). Es necesario “importar” estas experiencias hacia el sector forestal e incluir en estos programas de protección, desde la etapa de producción hasta los últimos procesos de elaboración y asegurar la comercialización. Es importante mencionar que en las primeras etapas de la producción es donde se hace más necesario este tipo de apoyo.

Finalmente, debe reconocerse que el gobierno no es el único responsable de alcanzar el desarrollo forestal sustentable, por lo que no debe olvidarse que es imprescindible la participación organizada de la sociedad para trabajar juntos en la búsqueda de soluciones tendientes a realizar acciones coherentes que lleven a detener el deterioro de los recursos naturales a la par que se mejora el nivel de vida de los habitantes del medio rural, principalmente aquellos en pobreza extrema.

11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 Conclusiones

El diagnóstico forestal realizado confirma que en la escala nacional, una gran superficie del territorio corresponde a terrenos forestales o preferentemente forestales. Su riqueza biológica es también mundialmente reconocida ocupando los primeros lugares en la escala internacional. En lo que respecta a la producción forestal, los estados con mayores aprovechamientos forestales maderables son Durango, Chihuahua y Michoacán que en conjunto concentran más del 60% de la producción nacional.

En cuanto a los aprovechamientos de productos forestales no maderables, estacan los estados de Michoacán, Zacatecas, Tamaulipas, Veracruz y Baja California, acumulando entre ellos alrededor del 75% de la producción total nacional. Este tipo de de productos forestales recientemente han tenido un fuerte impulso, merced al reconocimiento de la importancia que estos bienes representan para las comunidades habitantes de las zonas productoras.

Respecto a la pérdida de la cubierta forestal, pese a los grandes esfuerzos que año con año se llevan a cabo para solucionar este problema, aun se tiene una gran diferencia entre la superficie que se pierde y la que se recupera gracias a los programas gubernamentales encaminados a este fin. Dentro de las principales causas que ocasionan la reducción de la vegetación se tiene en primer lugar el cambio de uso del suelo: de forestal a agrícola o pecuario, seguido después por la tala ilegal y finalmente los incendios, las plagas y enfermedades, que también contribuyen al deterioro del recurso. Esta situación tiene como una de sus causas el que al no concederles a los terrenos forestales su valor real, a los poseedores del recurso les resulta más rentable dedicar sus áreas forestales a otros usos, convirtiéndolos en milpas o terrenos de pastoreo.

Lo antes mencionado, lejos de desmerecer los esfuerzos, planes y programas realizados con el propósito de encausar el aprovechamiento de los recursos forestales hacia un desarrollo sustentable, permite reconocer la difícil problemática a que se enfrenta la CONAFOR, así como las demás instituciones dedicadas al aprovechamiento, manejo y conservación de los recursos naturales, haciendo posible también apreciar que se está en un campo donde existe mucho por hacer y las oportunidades de mejora son diversas, en beneficio del sector forestal en particular y del país en general.

En el tema de plantaciones forestales se tiene que en los años recientes los estados donde mayores plantaciones comerciales se han realizado son Tabasco, Oaxaca y Veracruz. Las especies más utilizadas son eucalipto, pino, cedro, caoba y teca.

Al analizar en cambio la eficiencia y productividad del sector forestal, se concluye que ha sido más bien pobre, de donde se desprende por consecuencia la gran cantidad de productos y derivados de madera que son importados al país para satisfacer la demanda nacional, dando como resultado una balanza comercial totalmente desfavorable.

En lo que a la situación regional se refiere, puede decirse que en cuanto a riqueza biológica, lo que se presenta a escala nacional es un reflejo de lo que se encuentra a nivel regional. La Región Hidrológico Administrativa II Noroeste, tiene un lugar preponderante en el país por la diversidad biológica tanto del reino vegetal como del animal que concurre en su área. Debido a sus características biofísicas, especialmente en los ambientes áridos y semiáridos, se tiene la presencia de ejemplares únicos en el

territorio nacional, muchos de ellos endémicos. La desventaja sin embargo de esta riqueza y variabilidad biológica es que la zona es muy codiciable y padece del aprovechamiento ilícito de sus recursos por falta de control y manejo de los mismos, colocando a muchas de sus especies tanto vegetales como animales en peligro de extinción.

Se reconoce también que la Región II Noroeste no es una región con tradición forestal, su principal aportación es en el rubro de los productos no maderables (primer productor de carbón vegetal elaborado del mezquite). La actividad forestal no tiene un fuerte impacto en el producto interno bruto (PIB) regional, el cual tiene en cambio una gran dependencia del sector agropecuario; el Estado de Sonora es un fuerte productor de carne de ganado vacuno y un líder nacional en exportación de productos agrícolas. La industria forestal entonces, con una infraestructura casi obsoleta, tiene mucho camino por recorrer para lograr un aprovechamiento eficiente de sus recursos, aunque se tienen algunos aprovechamientos aceptables que reportan buenos resultados en el lado este del Estado de Sonora y la parte de Chihuahua que le corresponde a la RHA II Noroeste.

Al hablar de la degradación de los recursos forestales se tiene que este es un fenómeno dinámico y acentuado por el crecimiento de la frontera agropecuaria a costa de matorrales, selvas y bosques, además de la incidencia de tala clandestina y la ocurrencia de incendios. En lo que toca al manejo forestal, se dirá que se tienen las mejores experiencias en la zona serrana del Estado de Sonora y especialmente en los municipios del Estado de Chihuahua que quedan dentro de la RHA II Noroeste.

En lo que a plantaciones forestales concierne, debe decirse que este rubro ha sido pobre en la región, siendo que las mayores áreas beneficiadas han sido con propósitos de reforestación, con el enfoque de recuperación del recurso, más que con fines comerciales. Un rubro al que se le ha dado también un fuerte apoyo en la región es el concerniente a las obras y prácticas de conservación de suelos, lo que empieza a tener aceptación por parte de los productores dedicados a la ganadería. Esto es importante pues este uso es visto localmente como la “vocación” de los terrenos regionales. Si los ganaderos reciben beneficios de las prácticas conservacionistas y aceptan la introducción del componente arbóreo/arbustivo en sus terrenos, esto es positivo, pues una mayor presencia forestal en las zonas ganaderas equilibra el sistema agua-suelo-vegetación y refleja claramente el concepto de “el árbol al servicio del productor y de las cuencas”.

En cuanto a las necesidades de recuperación forestal, los resultados indican que de las 20.6 millones de hectáreas que conforman la superficie de la RHA II, 3,317,656 hectáreas presentan condiciones de vegetación abierta en diversos grados. De esta superficie, 1,550,664 hectáreas requieren de una intervención para lograr la recuperación forestal. Los usos del suelo que presentan mayor afectación son los de matorral y bosque, que en conjunto engloban el 63.7% de las necesidades totales. Esto refleja el hecho de que los usos de suelo agropecuario están avanzando a costa de los matorrales y bosques. Otros usos que también muestran altas necesidades de recuperación son los de mezquital, pastizal y selva. En todos los casos debe procurarse detener y en lo posible revertir la tendencia de pérdida de estos importantes recursos forestales.

Al hacer una comparación de la situación por estados, puede decirse que se encuentran en la misma situación, pues Sonora ocupa el 90% del territorio que conforma la RHA II Noroeste y presenta el 92% de las necesidades regionales, observándose una concordancia entre ambos valores. Los municipios con mayores necesidades de recuperación forestal son: Hermosillo, La Colorada, Cajeme, Ures y Sahuaripa. En cuanto a las cuencas, sobresalen las del Río Yaqui, Río Asunción y Río Mátape – Empalme. Al hacer

el análisis por Programas de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS), se encuentra que las mayores necesidades se tienen en los de Navojoa, Álamos y Quiriego.

Las acciones de recuperación forestal deben enfocarse para atender aspectos estratégicos propios de la RHA II Noroeste. Para ello se propone atender de forma prioritaria aquellas áreas con evidentes problemas de degradación actual y riesgo de degradación acelerada como son las áreas que han sufrido daños por incendios y cambios de uso del suelo. Igualmente es muy necesario atender otros aspectos relevantes y de importancia actual preponderante, como lo es el Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos y aquellas áreas que tienen prioridad para la protección y conservación de las principales presas.

Para la recuperación forestal se hacen diferentes propuestas de modelos, los cuales tienen el propósito de restablecer la masa arbórea o arbustiva en terrenos preponderantemente de vocación forestal, pero también en aquellos terrenos con otros usos de suelo, incluidos el uso agrícola y pecuario, donde se requiera aumentar la cobertura vegetal.

Con la intención de tener una estimación de los recursos financieros requeridos para llevar a cabo las acciones directas que permitirían lograr una recuperación forestal en la región, se determinó el costo aproximado de cada uno de los modelos sugeridos, obteniéndose así el monto total que sería necesario invertir para llevar a la práctica las acciones propuestas. Así, se tiene que los recursos totales requeridos son del orden de **$6'006'044,788**; recursos que se propone pueden distribuirse en tres períodos (corto (2006-2012), mediano (2013-2018) y largo plazo (2019-2025)), de tal forma que para el año 2025 se pudiese tener solucionado el problema de las necesidades de recuperación forestal. La inversión ponderada de la conservación y recuperación de la vegetación a intervenir en el corto plazo es de $ 3,275/ha, en el mediano plazo de $4,306/ha y de $4,477/ha en el largo plazo. Al hacer la propuesta de atención en los plazos considerados, se tomó en cuenta, además de las condiciones físicas y posibilidad de adaptabilidad de los modelos de recuperación, el nivel socioeconómico por municipio, haciéndose una estimación del impacto de la implementación de la recuperación forestal en la economía familiar rural.

La recuperación forestal de la RHA tendrá impactos sustantivos en el medio biofísico de la Región. Los más directamente relacionados son el recurso agua, la protección y formación de suelo y la conservación de la biodiversidad. Los efectos de la relación agua-vegetación son más fáciles de apreciar en la pequeña escala. Al hacer la evaluación a gran escala, los beneficios en el proceso hidrológico son difíciles de observar. No obstante se realizó como parte del estudio la estimación del efecto de la recuperación forestal sobre el escurrimiento y la infiltración utilizando el modelo hidrológico HEC-HMS en las cuencas de los ríos Sonora y Mayo. Los resultados muestran diferencias muy pequeñas, concluyéndose que probablemente el principal beneficio de la recuperación forestal en la región no es precisamente la regulación del proceso hidrológico y el efecto sobre el mismo es más bien detectado en la pequeña escala. Otros impactos positivos de la masa arbórea son la captura de carbono, regulación de la temperatura, conservación de la biodiversidad, alimento y protección a fauna silvestre, belleza escénica, reducción de la velocidad de los vientos, entre otras.

Lo antes mencionado reafirma el porqué el recurso forestal es un asunto de prioridad nacional, pues además de los beneficios monetarios directos que se generan con su aprovechamiento y manejo adecuado, existe una gran cantidad de bienes ambientales que se derivan de la existencia y conservación de las zonas forestales; de ahí la importancia del Programa Regional Hidrológico Forestal en la Región II Noroeste.

11.2 Recomendaciones

De la elaboración del presente estudio, puede mencionarse lo siguiente a manera de recomendaciones generales. En lo que respecta al PRHF:

Para la implementación de la recuperación forestal es necesario realizar estudios a mayor detalle para conocer la condición específica de cada zona y poder programar acciones concretas. Dada la escala de trabajo, las áreas aquí señaladas como con necesidades de recuperación forestal deben considerarse orientativas o de gran visión, por lo que sería difícil aterrizar de manera directa las propuestas resultantes del estudio.

Para hacer realidad operativa el Programa Regional Hidrológico Forestal (PRHF) será necesario desarrollar una gestión intensa con los diferentes niveles de gobierno, organizaciones de usuarios, ONG's y todos los actores del sector forestal, para que sus acciones conlleven a lograr la recuperación forestal alcanzando así la maximización del recurso hídrico en el territorio de la Región II y los beneficios colaterales que ello implica.

Para lograr una eficaz vinculación de los programas sustantivos de la CONAFOR con los PRHF sería importante considerar una componente de evaluación de los impactos de dichos programas, para ir monitoreando el éxito de la recuperación forestal en la escala regional y nacional.

Para que las actividades derivadas de la implementación del PRHF, sean en apoyo de la disminución de la pobreza extrema y marginación en áreas forestales, deberán iniciarse los trabajos primeramente en los municipios catalogados dentro de esta clasificación. En el planteamiento de estrategias de atención que se plantea en este documento se tomó en cuenta esta situación.

En lo referente a la situación del sector en general, con base en el diagnóstico forestal realizado puede decirse:

La solución de la problemática forestal no es sencilla ni es sólo responsabilidad del sector gubernamental, sin embargo, es necesaria una reorientación de las políticas públicas en los tres órdenes de gobierno, que realmente reconozcan la importancia de los recursos forestales y su simbiosis con el agua, pero que esto no sólo quede en el papel, sino que se refleje en un fortalecimiento de las instituciones del ramo y sus recursos, pero sobre todo, en la coordinación en su operación.

Es indispensable proceder a la ordenación del uso del suelo, que permita dedicar los terrenos a las actividades de acuerdo a su mayor potencial agrícola, ganadero o forestal en sus diferentes modalidades y a manejarlos en el concepto de ecosistema, que permita la sostenibilidad de su uso.

Se sugiere hacer un análisis a fondo de los temas prioritarios, así como las reglas de operación de los mismos, de tal forma que dé cabida a las diferencias regionales tan marcadas que existen en el país. Se considera que la manera en que actualmente se opera resulta ser como una camisa de fuerza que impide el aterrizaje de apoyos para algunas zonas que requieren del mismo y que efectivamente se traducirían en un impulso a la conservación y recuperación de los recursos forestales y sus bienes asociados. En la Región Noroeste por ejemplo, es difícil cumplir con los requisitos establecidos para las categorías y subcategorías que apoyan la captura de carbono y las plantaciones comerciales. Si debido a las condiciones ambientales de ciertas regiones, éstas no pueden competir en algunas líneas de apoyo de acuerdo a las reglas de operación, se vea la posibilidad de flexibilizar las reglas, o se les incentive más en aquellos programas en los que si pueden participar. Existen también algunos puntos de conflicto; puede citarse como ejemplo el caso de la

reforestación, probablemente sería más adecuado reducir las metas cuantitativas para privilegiar la calidad de la planta, la diversidad de especies y el mantenimiento de las reforestaciones.

Es también conveniente realizar una mejor evaluación del potencial de éxito de las diferentes solicitudes de apoyo, monitorear y evaluar sistemáticamente los avances y resultados de los diferentes proyectos a fin de corregir o fortalecer las diferentes acciones.

Probablemente las decisiones sobre lo antes citado escapan del ámbito regional, sin embargo, es necesario que dentro de sus posibilidades, las autoridades locales traten de influir y se involucren más activamente en estos temas y definan políticas de acuerdo a las particularidades de cada lugar.

Para alcanzar el desarrollo forestal sustentable, es necesario atender la principal causa de degradación de los recursos forestales en la Región Noroeste: avance de la frontera agropecuaria a costa de matorrales y bosques. A este respecto, es necesario operar en dos líneas; por un lado el mejoramiento de la productividad de los sistemas agropecuarios, mientras que por el otro lado ofrecer alternativas más rentables (manejo forestal, capacitación, comercialización, etc.) para la explotación forestal. Existe ya muchos avances a este respecto, sin embargo ha faltado difusión para su conocimiento e implementación.

En cuanto al manejo sustentable de los recursos forestales, para que éste se dé, es indispensable que el dueño o poseedor de los mismos, obtenga beneficios económicos atractivos del aprovechamiento de estos ecosistemas. Para lograrlo deberán impulsarse un conjunto de acciones, entre ellas:

- **a)** Diversificación de actividades y productos (más especies y diámetros menores, no maderables, ecoturismo, apicultura, manejo de flora y fauna silvestre);
- **b)** Fortalecimiento de la cadena productiva (aprovechamiento, industrialización, comercialización);
- **c)** Fortalecimiento de la organización y gestión ejidal; y
- **d)** Asistencia técnica y acompañamiento del proceso.

Para ello, es necesario incrementar y capacitar los cuadros técnicos, para lo que es conveniente promover su capacitación a nivel operativo y de planeación. En este sentido, se requiere cumplir con lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de permitir a otro tipo de profesionales, previa evaluación de la capacidad, para la prestación de servicios técnicos forestales, hasta ahora exclusivos de carreras o especialidades del ramo.

Las plantaciones forestales comerciales tienen potencial en la Región, sin embargo, deben ser cuidadosamente seleccionados los terrenos y las condiciones óptimas para su establecimiento, tomando en consideración la creciente competencia internacional.

En cuanto a la industria forestal se deberá buscar la ubicación estratégica de las pequeñas empresas y procurar el valor agregado; promover la competitividad en las industrias medianas; avanzar en el establecimiento de un complejo industrial; fomentar la aplicación de clasificación y medición, así como la certificación de la calidad y el origen; promover nuevas especies y productos; mejorar el proceso de transformación (secado, control de proceso, tecnología mejorada); la integración horizontal y vertical de cadenas productivas.

Finalmente y en virtud de que los recursos disponibles son limitados, se deberá por un lado buscar el uso eficiente de los existentes y por el otro promover opciones de financiamiento, con esquemas para integrar subsidios, créditos y el autofinanciamiento, en el que los gobiernos se constituyan como avales parciales de los créditos.

12 BIBLIOGRAFÍA

Andow, 1982; Effect of Agricultural Diversity on Insect Population; in: Lockerts, 1982; Environmentally Sound Agriculture; Selected Papers from the 4. International Conference of International Fed. Of Organic Agr. Movement, Cambridge, Mass. U.S.A.

Aparicio M., F. J. 2001. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Editorial Limusa, Décima Edición. México.

Becerra, M. A. 1999. Erosión, escurrimientos y conservación de suelos. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo. Méx.

***Bennett, H. H. 1939*.** Soil Conservation. Mc Graw Hill Book Company, Inc., New York.

Billi, P. and F. Caparrini. 2006. Estimating land cover effects on evapotranspiration with remote sensing: a case study in Ethiopian Rift Valley. In: Hydrological Sciences-Journal: 51(4):655-669.

Bordas M.P. and G.E. Canally. 1980. The influence of land use and topography on the hydrogeological and sedimentological behavior of basins in the basaltic region of south Brazil. Symposium. The influence of man on the hydrological regime with special reference on representative and experimental basins, pp: 55-60.

Bosch, J. M. and Hewlett, J. D. 1982. A review of catchment experiments to determine the effects of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. Journal of Hydrology. 55:3-23.

Bryan, R.B: 1968. The development, use and efficiency of indices of soil erodability. Geoderma. 2: 5 – 26.

CATIE, 1986; Sistemas Agroforestales; Principios y Aplicaciones en los Trópicos; Organización y Enseñanza, CATIE: San José, Costa Rica.

Cheng J., D., L. L. Lin and S. Lu H. 2002. Influences of forests on water flows from headwater watersheds in Taiwan. Forest Ecology and Management. Vol. 165:11-28.

Cognard-Plancq, A.L., L. Marc, J.F. Didon-Lescot y M. Normand. 2001. The role of forest cover on streamflow down Sub-Mediterranean mountain watersheds: a modeling approach. Journal of Hydrology. Vol 254:229-243.

Comisión Nacional del Agua. S/F-a. Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua. Calidad del agua a nivel regional con base a la DBO, 2004. Página electrónica: http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Programas/Subdirecciones/SGTCA/DBO-REGIONALES/web-noroeste-dbo.jpg.

Comisión Nacional del Agua. S/F-b. Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua. Calidad del agua a nivel regional con base a la DBO, 2004. Página electrónica: http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Programas/Subdirecciones/SGTCA/DBO-REGIONALES/web-noroeste-dbo.jpg.

Comisión Nacional del Agua. S/F-c. Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua. Calidad del agua a nivel regional con base a la DQO, 2004. Página electrónica: http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Programas/Subdirecciones/SGTCA/DQO-REGIONALES/gr_no_dqo.jpg.

Comisión Nacional del Agua. 2001. Plan Nacional Hidráulico 2000-2006. México.

Comisión Nacional del Agua. 2002a. El agua, un recurso estratégico y de seguridad nacional. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región I Península de Baja California.

Comisión Nacional del Agua. 2002b. Programa Hidráulico de Gran Visión 2001-2025 de la Región I Península de Baja California.

Comisión Nacional del Agua. 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región II Noroeste. Gerencia Regional II Noroeste. Comisión Nacional del Agua.- México.

Comisión Nacional del Agua. 2005. Síntesis de las Estadísticas del Agua en México, 2005. Comisión Nacional del Agua.- México.

CONABIO 1998. Taller de identificación de regiones prioritarias para la conservación en México. Comisión Nacional para el Estudio y Conocimiento de la Biodiversidad. Página electrónica: http://www.conabio.gob.mx

CONAFOR-SEMARNAT. 2002. Avance de los Programas Forestales 2002. Prodeplan, Prodefor, Pronare. CONAFOR-SEMARNAT. Boletín Informativo. Julio 2002.

CONAFOR. 2004. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. CONAFOR-SEMARNAT. México.

CONAFOR. 2006. Gerencia Regional II: Sonora. Programa de Incendios Forestales. Hermosillo, Sonora. México.

CONAFOR. 2006b. Gerencia Regional II. Sonora. Programa Nacional de Reforestación (PRONARE). Hermosillo, Sonora. México.

CONAFOR. 2006c. Solicitudes con Dictamen de factibilidad aprobado por el Comité y que resultó beneficiario de apoyos. Resultados publicados vía Internet

CONAFOR. 2006d. Coordinación General de Gerencias Regionales. Unidades de Manejo Forestal. 24/08/2006. CONAFOR. Página electrónica: http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php?s1=3&s2=10&s3=1

CONAFOR. 2006e. Lineamientos para la Operación de Bancos de Germoplasma Forestal. 10/08/2006.

CONAFOR. 2006f. Resultados del Comité Técnico del Estado de Sonora. Solicitudes con dictamen de factibilidad aprobado por el Comité y que resultó beneficiario de apoyos.

CONAFOR. 2005. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. México., D.F.

CONAFOR. 2001. Programa Estratégico Forestal 2025. Informe Final Versión 2.1 del 18 de agosto de 2001.

CONAGUA, 2006a. Comisión Nacional del Agua. Subdirección General de Programación. El Agua en México. México.

CONAGUA, 2006b. Comisión Nacional del Agua. Subdirección General Técnica. Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos. México.

CONAGUA, 2006c. Subdirección General Técnica. Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua. Subgerencia de Estudios de calidad del agua e Impacto ambiental. Jefatura de proyecto de calidad del agua. Escala de clasificación de calidad del agua de la DBO_5 (5 días). Página electrónica: http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Programas/Subdirecciones/SGTCA/DBO.pdf.

CONAGUA, 2006d. Subdirección General Técnica. Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua. Subgerencia de Estudios de calidad del agua e Impacto ambiental. Jefatura de proyecto de calidad del agua. Escala de clasificación de calidad del agua de la DBO_5 (5 días). Página electrónica: http://www.cna.gob.mx/eCNA/Espaniol/Programas/Subdirecciones/SGTCA/DQO.pdf.

CONAGUA. 2006e. Programa hídrico por organismo de cuenca visión 2030. Región Hidrológico-Administrativa II Noroeste. Cuaderno base de información regional. México.

CONAGUA, 2006f. *Sistema Nacional de Información sobre cantidad, calidad, usos y conservación del Agua,* SINA. Página electrónica: http://www.cna.gob.mx/SINA/

CONAGUA. 2006. Programa Regional de Monitoreo de la Calidad del Agua 2006. Gerencia Regional Noroeste. Subgerencia Técnica. Jefatura de Proyecto de Saneamiento y Calidad del Agua. Hermosillo, Sonora. México.

Congreso del Estado de Sonora. 2005. Ley de fomento para el desarrollo forestal sustentable del estado de sonora. LEY No. 166, B. O. No.48, sección I, de fecha 15 de diciembre de 2005.

Cortés T. H. G. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Mex. 168p.

Cox, Atkins. 1979. Agricultural Ecology: An Analysis of World Food Production Systems. Ed. Freeman & Co., San Francisco, Cal. U.S.A.

Croke, J. P. Hairsine and P. Fogarty. 1999. Runoff generation and re-distribution in logged eucalyptus forest, south-eastern Australia. Journal of Hydrology. Vol. 216:56-77.

Dambach. 1948. A Study of the Ecology and Economic Value of Crop Field Borders. Ohio State Univ. Press. Columbus, Ohio. U.S.A.

D.O.F. 2001. SEMARNAT. Acuerdo por el que se establece y da a conocer al público en general la denominación única de los acuíferos reconocidos en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, por la Comisión Nacional del Agua, y la homologación de los nombres de los acuíferos que fueron utilizados para la emisión de los títulos de concesión, asignación o permisos otorgados por este órgano desconcentrado. DOF del 5 de Diciembre de 2001. Anexo Único. pp. 108, 156 – 161.

D.O.F. 2003. SEMARNAT. Decreto por el que se expide la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y se reforman y adicionan la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y la Ley de Premios, Estímulos y Recompensas Civiles.

D.O.F. 2006. Acuerdo por el que se expiden las Reglas de Operación de los Programas de Desarrollo Forestal de la Comisión Nacional Forestal. Jueves 16 de febrero de 2006.

D.O.F. 2007. Acuerdo por el que se expiden las Reglas de Operación del Programa Pro-Árbol de la Comisión Nacional Forestal. Segunda Sección. Martes 20 de febrero de 2007.

Elizarrarás R. J. L. 2004. Comparación de cuatro metodologías para la estimación del factor LS de la EUPS en la cuenca del Río Texcoco utilizando Sistemas de Información Geográfica. Tesis de Licenciatura. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. 105 p.

Elwell, H. A. 1984. Soil loss estimation: a modeling technique. In: Erosion and sediment yield: some methods of measurement and modeling. Ed. Hadley y Walling.

Environmental Systems Research Institute, Inc. **1994, 1996.** Manuales del usuario ArcView y ArcInfo. Varias ediciones. ESRI. Redlands, California. EE. UU.

FAO. 1970. La erosión hídrica del suelo. FAO. Roma, Italia.

FAO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma, Italia.

FAO. 2005a. Forest and floods. Drowning in fiction or thriving on facts? RAP Publication 2005/03. Forest Perspectives 2. FAO-CIFOR. Thailand.

FAO.2005b. Situación de los bosques del mundo 2005. Roma, Italia.

Figueroa, S. B., Amante O. A., Cortés T. H. G., Pimentel L. J., Osuna C. E. S., Rodríguez O. J. M. y Morales F. F. J. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. Colegio de Postgraduados: Centro Regional de Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas y Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Colegio de Postgraduados. México.

Foster, G. R.; W.C. Moldenhauer and W.H. Wischmeier. 1982. Technology for prediction and control of erosion in the tropics. In: Kussow, W.; El Swaify S. A. and Mannering J. (eds). Soil erosion and conservation in the tropics. ASA Special Publication No. 43. ASA. SSSA. Madison, Wisconsin. pp. 135 – 149.

Fournier, F. 1960. Climate erosion. Ed. Presses Universitaires de France. Paris, France.

Gandullo, J. M. (1991). (ed). Estudio ecológico de la Laurisilva Canaria. ICONA, MAPA. Madrid, España.

García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Kôppen. Universidad Autónoma de México, D. F. 176 p.

Garczynski, F. 1980. Effect of percentage of Forest cover on the hydrogeological regime in three regions of the USA. Symposium. The influence of man on the hydrological regime with special reference on representative and experimental basins, pp:67-74.

Gilmour, D. A., Bonell, M. and Cassells, D. S. 1987. The effects of forestation on soil hydraulic properties in the middle hills of Nepal: a preliminary assessment. Mountain Research and Development. 7:239-249.

Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Presidencia de la República. 2001. Plan Nacional de desarrollo 2001-2006. Página electrónica: http://www.inegi.gob.mx/difusión/español/acercamiento/plenade/presen.html

Grijpma P. (1982). Producción Forestal. Ed. Trillas. México.

Grupo Mesófilo A.C. 2001. Taller de "Comercialización de productos forestales no maderables (PFNM): factores de éxito y fracaso".Oaxaca, México.

Hall, Ehler, 1980*;* Rate of Success in Classical Biological Control of Arthropods; Bull. Entomol. Soc. Am. 26: 111 – 114.

Hamilton, L. S. 1987. What are the impacts of deforestation in the Hymalayas on the Ganges-Brahmaputra lowlands and delta? Relations between assumption and facts. Mountain Research and Development. 7:256-263.

Harris, D. P., and B. J. Skinnel, (1982). The assessment of long term supplies of minerals, en Exploration in Natural Resource economics (eds)V. K. Smith y V. J. Krutilla (eds), Baltimore, U.S.A. Johns Hopkins University Press for resources for the future.

Hayward, B. 2005. From de mountain to the tap: how land use and water management can work for the rural poor. United Kingdom Department for International Development (DFID). Forestry Research Programme (FRP). United Kingdom.

Hewlett, J. D. and Bosch, J. M. 1984. The dependence of store flows on rainfall intensity and vegetal cover. South Africa. Journal of Hydrology. 75:365-381.

Hewlett, J. D. and Helvey, J. D. 1970. Effects of forest clearfalling on the storm hydrograph. Water Resources Research 6(3):768-782.

Hudson, N. 1982. Conservación del suelo. Editorial Reverté, S. A. Barcelona, España.

Hursh, C. R. (sin fecha). Estudios de Hidrología Forestal. En: Depósitos de Documentos de la FAO. Página electrónica: http://www.fao.org/docrep/x5358s/x5358s02.htm

IMADES – SIUE - SEMARNAP. 1998. Proyecto de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Sonora. POET-SON. Hermosillo, Sonora. México.

IMADES, SIUE, SEMARNAT. 2001. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Sonora. Actualización de la fase de diagnóstico. Subsistema Socioeconómico. Sección 2.2. Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Sonora. SANPES.

INE. 2002. Actualización del Inventario Nacional Forestal 2001-2002. México.

INEGI. 1980a. Carta de precipitación total anual, escala 1:1 000 000. México, D.F. México.

INEGI. 1980b. Carta de temperatura media anual, escala 1:1 000 000. México, D.F. México.

INEGI. 1980c. Carta de uso de suelo y vegetación, escala 1:1 000 000. México, D.F. México.

INEGI. 1981. Carta edafológica, escala 1:1 000 000. México, D.F. México.

INEGI. 1986. Geomodelos de Altimetría del territorio Nacional. (GEMA) Aguascalientes, Ags. México.

INEGI. 1990. Guías para la Interpretación de Cartografía. Uso del Suelo. Aguascalientes, Ags. México.

INEGI. 1991. Superficie insular y peninsular de la Republica Mexicana. Aguascalientes, Ags. México.

INEGI. 1998, 1999, 2000. Diversas cartas temáticas: (Geología, Uso de Suelo y Vegetación, Hidrología, Edafología) escala 1:250,000 correspondientes a los Estados de Sonora. Aguascalientes, Ags., México.

INEGI. 2000. XII Censo General de Población y Vivienda. INEGI. Aguascalientes, Ags., México.

INEGI. 2000a. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Sonora. Aguascalientes, Ags. México.

INEGI. 2001a. Clases de vegetación y usos de suelo de la Serie II. Aguascalientes, México.

INEGI. 2001b. Síntesis Geográfica de los Estados de Baja California y Baja California Sur. México.

INEGI. 2005. Carta de uso del suelo y vegetación. Serie III. Versión Digital. Aguascalientes, México.

Joachim, Grunert, Schrödl, Hoffmann, 1979*;* Flurholzanbau; Reihe Wiss. Techn. Fortschritt; Landwirtschaftsausstellung Markkleeberg, Leipzig. München, Deutschland.

Kiersch, B. 2001. Land use impacts on water resources: a literature review. Discussion Paper No. 1. Land-water linkages in rural watersheds. Electronic Workshop. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.

Kirkby M. J. and R.P.C. Morgan 1984. Erosión de Suelos Editorial Limusa. México.

Kreznor, W.R.; R. Olson, K and L. Johnson, D.L. 1992. Field evaluation of methods to estimate soil erosion. Soil Science, Vol. 153. No. 1

Lal, R. (ed.) 1988. Soil erosion research methods. Soil and Water Conservation Society. Ankeny, Iowa, U.S.A.

Martínez, M. 1979. Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos. Fondo de Cultura Económica. México D.F. México.

Martínez, M. M. 2000. Apuntes de manejo de cuencas hidrográficas. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. México.

Mc Cool, D. K.; L. C. Brown; G. R. Fuster; C. K. Mutchler, and L.D. Meyer. 1987 Revised slop steepness factor for the universal soil loss equation. Tran. ASAE. 20(4): 683 –687.

Mc Donald G. J. et Sartorio L. (eds) (1990) Global Climate and Ecosystem Change. Plenum Press New York, U.S.A..

Mita, P. 1980. The effect of forest on runoff generation. Symposium. The influence of man on the hydrological regime with special reference on representative and experimental basins, pp:65-118.

Nagli, Kreutz 1989. in Dietz, 1989; Vermeiden von Erosionsschäden, AID, e.V., Bonn, Deutschland.

Nair, 1980. Agroforesty Species- A Crop Sheeds Manual, ICRAF, 003a. Nairobi, Kenia.

Nair, 1982*;* The Integration of Trees on Farmlands for Sustained Productivity of Smallholdings; in: Lokerts, 1982; Environmentally Sound Agriculture; Selected Papers from the 4th International Conference or International Fed. of Organic Agr. Movement, Cambridge, Mass. U. S. A.

Parde, J. (1978). El microclima del bosque en ecología forestal. Mundi Prensa. Madrid, España.

Pérez V., A. y M. A. Ortiz P. 2002. Cambio en la cubierta vegetal y vulnerabilidad a la inundación en el curso bajo del Río Papaloapan, Veracruz. Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. UNAM. No. 48:90-105. México.

Pizarro-Tapia, R., A. Benítez-Girón, C. Farías-Daza y C. Jordán Díaz. 2005. Influencia de las masas boscosas en la producción de agua de una cuenca subhúmeda, Chile. En: Ingeniería hidráulica en México. Vol. XX (3):7-20. México.

PROFEPA. 2006. Informe de la situación actual en Sonora en materia de protección al ambiente y de los ecosistemas forestales. Hermosillo, Sonora. México.

PVEM. 2001. Lista de especies en Sonora Amenazadas o en peligro de extinción. Partido Verde Ecologista de México. Comisión Ejecutiva Estatal de Sonora. Tomado de la Norma Oficial Mexicana NOM-ECOL-059-1994 publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de mayo de 1994. Página electrónica: http://mx.geocities.com/pvem_sonora/especies010.html

Renard, K. G.; G.R. Foster; G. A. Weesies and J.R. Ponter. 1991. RUSLE revised universal soil loss equation. J. Soil and water conservation . Vol. 46. 30 – 33p.

Rivas Torres Daniel, (2003). Beneficios de los Bosques y Árboles Urbanos. EUROSUR. Org Medioambiente Nota # 7.

Romkens, M. J. M., C. B. Roth and D. W. Nelson. 1977. Erodability of selected clay subsoil in relation to physical and chemical proprieties. Soil Sci. Soc. Am. J. 41: 954 –960.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Bot. Méx. 14:3-21.

Sancho, C; Benito, G y Gutiérrez, M. 1991. Agujas de erosión y perfiladores microtopográficos. Cuadernos Técnicas de la S. E. G. España.

SARH. 1994. Inventario Nacional Forestal Periódico 1992-1994. Subsecretaría Forestal y de la Fauna Silvestre. México, D. F. México.

SEDESOL.-1994.-NOM-059-ECOL-1994.- Norma oficial mexicana que determina las especies de flora y fauna silvestres, terrestres y acuáticas, raras, endémicas, amenazadas, en peligro de extinción y sujetas a protección especial. México.

SEMARNAP. 1997a. Estadísticas del Medio Ambiente México. México, D. F. México.

SEMARNAP. 1997b.- Ley forestal (1997).- México, D.F. México.

SEMARNAP. 1999a. Anuarios Estadístico de la Producción Forestal 1998. México D.F. México.

SEMARNAP. 1999b. Atlas Forestal de México. México, D.F. México.

SEMARNAP. 2000a. Avance del Programa Forestal 1995-2000. México, D. F. México.

SEMARNAP. 2000b. Producción Forestal e Incentivos para el Bosque Natural y Plantaciones Comerciales. México, D. F. México.

SEMARNAP. 2000c. Programa Nacional de Protección contra los Incendios Forestales Resultados 1995-2000. Primera Edición. México, D. F. México.

SEMARNAP. 2000d. Texto guía forestal. 4ta. Edición. SEMARNAP. México.

SEMARNAT. 2000. Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2001 –2006). Página electrónica: http://www.semarnat.gob.mx/comunicaciónsocial/informe2.html.

SEMARNAT – CONAFOR. 2001. Programa Estratégico Forestal para México 2025. México. 152p+anexos.

SEMARNAT – CP 2001. Evaluación de la Degradación de suelos causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:1 000 000. SEMARNAP – CP. México.

SEMARNAT- CP – INEGI. 2001. Carta de suelos dominantes, escala 1: 4 000 000. México.

SEMARNAT-CONAFOR-CONACYT-IMTA. 2004a. Formulación del Programa Regional Hidrológico Forestal para la Región V Pacífico Sur. Memoria técnica. Convenio. México 2004.

SEMARNAT-CONAFOR-CONACYT-IMTA. 2004b. Formulación del Programa Regional Hidrológico Forestal para la Región VII Cuencas Centrales. Memoria técnica. Convenio. México 2004.

SEMARNAT. 2001. Programa Nacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006. SEMARNAT. 170P + Epilogo. México, D.F. México.

SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT. 2001. México.

SEMARNAT-UACh. 2002. Evolución de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica en la República Mexicana, escala 1:1, 000,000. Departamento de Suelos. 145p.

SEMARNAT. 2003a. Tercer informe de labores 2003. SEMARNAT. México. 2003.

SEMARNAT. 2003b. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. SEMARNAT. Guadalajara Jalisco, México.

SEMARNAT. 2003C. Mapa del Programa de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS). México.

SEMARNAT. 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. SEMARNAT. México.

SEMARNAT. 2006. Cruzada por los Bosques y el Agua. Página electrónica: http://cruzadabosquesagua.semarnat.gob.mx/i.html

SEMARNAT. 2006a. Coordinación General de Comunicación Social. Comunicado de prensa Núm. 1861/06. Página electrónica: http://portal.semarnat.gob.mx/comunicacionsocial/boletines_2006_186.shtml

SEMARNAT. 2006b. Coordinación General de Comunicación Social. Comunicado de prensa Núm. 001/06. Página electrónica: http://portal.semarnat.gob.mx/comunicacionsocial/boletines_2006_001.shtml

SEMARNAT. 2006c. Relación de autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales maderables vigentes al 8 de agosto de 2006. Subdelegación de gestión para la protección ambiental. Página electrónica: http://www.semarnat.gob.mx/sonora/archivos/Maderables%20Agto2006.pdf

SEMARNAT-CNA-PND. 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Pacífico Sur. Región V. México.

SEMARNAT. S/F. Página electrónica: http://www.semarnat.gob.mx/sonora/rec_for_situacion_actual.shtml

SEMARNAT. S/F. b. Página electrónica: http://www.semarnat.gob.mx/sonora/rec_for_no_maderables.shtml

SEMARNAT. S/F. c. Página electrónica:
http://www.semarnat.gob.mx/sonora/rec_for_caract_dela_industria.shtml

SEMARNAT-COLEGIO DE POSTGRADUADOS. 2001. Evaluación de la degradación de suelos causada por el hombre en la República Mexicana. Escala 1: 1 000 000. SEMARNAT-CP. México.

SEMARNAT-CONAFOR. 2001. Programa Estratégico Forestal para México 2025. 152p + Anexos. México, D.F. México.

Singh, V. P.; F. Krstanovic, P.F. and J. Lane L. 1988. Sthochastic models of sediment yield. In: modeling geomorphological systems ed. M.G. Anderson, John Wiley & Sons. U.S.A.

SPP. INEGI. 1983. Anuario Estadístico de México. México.

Torres, B. E. 2000. Comparación de los modelos de simulación hidrológica SWRRB y SWAT en la cuenca "El Tejocote", Atlacomulco, Estado de México. Tesis de maestría en ciencias. Montecillos. México.

TRAGSA (1994). Restauración Hidrológico Forestal de Cuencas y Control de la Erosión. (TRAGSATEC). Ediciones Mundiprensa. Madrid, España.

Trossero, M. A. 2002. Dendroenergía: perspectivas de futuro Unasylva 211, Vol. 53, 2002.

U S Army Corps of Engineers. 2001. Hydrologic Modeling System HEC-HMS. User's Manual. V.2.1. Davis, CA. U.S.A.

Wilson, K. 1981; Developing Stable and Productive Biological Cropping Systems for the Humid Tropics; in: Biological Husbandry: A Cientific Approach to Organic Farming, p. 193 - 203; ed. Stonehouse, London. United Kingdom.

Wischmeier, W.H. and D.D. Smith 1978. Predicting rainfall erosion losses. Agr. Handbook 537. U.S. Dept. Agr. Washington D.C.

Wruck, 1992; La Importancia de Franjas Silvestres Arbóreas- Arbustivas en Zonas Extensivas Agrícolas; Conferencia Internacional "Agroforestería para el Desarrollo Sostenible- Logros y Perspectivas" 24 - 28 de agosto 1992, Chapingo, Edo. Méx. México.

Wruck S. W. y A. Gómez G. 1994; Desarrollo de una Red de Cortinas Rompevientos en la Zona Platanera del Proyecto La Sierra, Tabasco. México.

Zachar, D. 1982. Soil erosion. Developments in Soil Science 10 Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, Holland.

Sitios de Internet:

- http://infoteca.semarnat.gob.mx/descarga_v2.htm
- (http://www.semarnat.gob.mx/produccion/re-forestales/inv3.shtml)
- http://smn.cna.gob.mx
- http://www.cee.org.mx/cespedes/publicaciones/otras/deforestacion/contenido.html
- http://www.cna.gob.mx
- http://www.conabio.gob.mx
- http://www.conabio.gob.mx/biodiversidad/coah.htm
- http://www.conabio.mx/institucion/conabio_español/doctos/-recursos_forestales.html
- http://www.conafor.gob.mx
- http://conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/bosquedes/umafor/Base_datos_UMAFOR.pdf
- http://www.conanp.gob.mx
- http://www.conaza.gob.html
- http://www.inegi.gob.mx
- http://www.inegi.gob.mx/difusión/español/acercamiento/plenade/presen.html
- http://www.mesoamerica.org.mx/manejocomunit/docdiscusion/Gestion.html
- .http://www.mexicoforestal.gob.mx
- http://www.profepa.html
- http://www.sagarpa.gob.mx.html
- http://www.semarnat.gob.mx
- http://www.utexas.edu/depts/
- http://www.sonora.gob.mx/