
COORDINACIÓN DE RIEGO Y DRENAJE
SUBCOORDINACIÓN DE INGENIERÍA DE RIEGO

PROYECTO RD-1238

Desarrollo de un portafolio priorizado de medidas de adaptación públicas identificadas para el sector agrícola

INFORME FINAL

giz



Por encargo de:

Ministerio Federal de Medio Ambiente,
Protección de la Naturaleza
y Seguridad Nuclear

Junio de 2013

DIRECTORIO

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FUR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ) GmbH

Lic. Jan Peter Schemmel
Representante

Lea Herberg
Asesor principal de Adaptación

Sofía Muñoz Alarcón
Camilo de la Garza Guevara
Asesores

IMTA

M.I. Víctor Javier Bourguett Ortiz
Director General

Dr. Nahún Hamed García Villanueva
Coordinador de Riego y Drenaje

Dr. Waldo Ojeda Bustamante
Subcoordinador de Ingeniería de Riego

M.C. Juan Manuel Ángeles Hernández
Jefe de Proyecto

Participantes

M.C. Juan Manuel Angeles Hernández
M.I. Mario Alberto Montiel Gutiérrez
MSc. Helene Emmi Karin Unland Weiss
M.C. Juan Carlos Herrera Ponce

Apoyo Externo

L.I. María Fernanda Vargas Rodríguez
T.I.A. José Gilberto Carreón
Ing. Venancio Juárez González

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
ANTECEDENTES	5
1.- VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA	9
1.1.- Variables y fuentes de datos	10
1.2.- Exposición al cambio climático	10
1.3.- Sensibilidad al cambio climático	13
1.4.- Capacidad de adaptación al cambio climático	14
1.5.- Vulnerabilidad de la agricultura	15
1.6.- Mapas de vulnerabilidad	16
1.7.- Mapas de exposición al cambio climático	18
1.8.- Mapas de sensibilidad al cambio climático	22
1.9.- Mapa de capacidad de adaptación al cambio climático	25
1.10.- Mapas de vulnerabilidad de la agricultura de riego	27
2.- SELECCIÓN DE LAS REGIONES/ZONAS CON MAYOR VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	31
2.1.- Escenario de emisiones A2	31
2.2.- Escenario de emisiones A1B.....	33
2.3.- Selección de las regiones/zonas	35
2.3.1.- <i>Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua</i>	36
2.3.1.1.- Clima y amenazas de cambio climático	36
2.3.1.2.- Identificación de impactos en la agricultura de riego (DR 005)	40
2.3.2.- <i>Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas</i>	43
2.3.2.1.- Clima y amenazas de cambio climático	44
2.3.2.2.- Identificación de impactos en la agricultura de riego (DR 034)	46
2.3.3.- <i>Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán</i>	49
2.3.3.1.- Clima y amenazas de cambio climático	49
2.3.3.2.- Identificación de impactos en la agricultura de riego (DR 048)	53
2.3.4.- <i>Región cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas</i>	56
2.3.4.1.- Clima y amenazas de cambio climático	57
2.3.4.2.- Identificación impactos para la agricultura de temporal (Chiapas)	61
2.4.- Descripción de las regiones/zonas seleccionadas	66
2.4.1.- <i>Descripción del Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua</i>	66
2.4.2.- <i>Descripción del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas</i>	69
2.4.3.- <i>Descripción del Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán</i>	71
2.4.4.- <i>Descripción de la región cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas</i>	74
2.4.4.1.- La cafecultura en la Sierra Madre de Chiapas: oportunidades y amenazas	75
2.4.4.2.- El entorno ambiental y social de la Sierra Madre de Chiapas	79
3.- MEDIDAS DE ADAPTACIÓN.....	95
3.1.- Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua	95
3.1.1.- <i>Revestimiento o entubamiento de regaderas</i>	98
3.1.2.- <i>Nivelación de parcelas</i>	104

3.1.3.-	Tecnificación del riego parcelario (goteo)	110
3.1.4.-	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego	117
3.1.5.-	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo	123
3.1.6.-	Riego en surco alterno y trazos de riego	129
3.1.7.-	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo	135
3.1.8.-	Acolchado orgánico sobre el suelo	142
3.2.-	Distrito de riego 034, Estado de Zacatecas	149
3.2.1.-	Agricultura protegida	151
3.2.2.-	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios	158
3.2.3.-	Nivelación de tierras	166
3.2.4.-	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego	173
3.2.5.-	Reconversión de cultivos	181
3.2.6.-	Riego en surco alterno y trazos de riego	188
3.2.7.-	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo	195
3.2.8.-	Incorporación de rastrojos al suelo	204
3.3.-	Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán	212
3.3.1.-	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo	214
3.3.2.-	Asistencia técnica a operadores y usuarios de los sistemas de riego	221
3.3.3.-	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios por gravedad	228
3.3.4.-	Rehabilitación de los sistemas de riego presurizado	235
3.3.5.-	Reestructuración y compactación de las Asociaciones de Usuarios de riego	242
3.3.6.-	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo	248
3.3.7.-	Adquisición de maquinaria y equipo de conservación de infraestructura	256
3.3.8.-	Acolchado orgánico sobre el suelo	262
3.3.9.-	Monitoreo del Agua Subterránea	269
3.4.-	Región Cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas	276
3.4.1.-	Mejoramiento de las prácticas culturales del cafetal mediante la disponibilidad de información climatológica en tiempo real	277
3.4.2.-	Transferencia de tecnologías de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal	285
3.4.3.-	Fomentar la diversificación productiva	294
3.4.4.-	Captación de agua pluvial	302
4.-	PARTICIPACIÓN EN EL TALLER “HACIA EL ANÁLISIS MULTI-CRITERIO DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN LA AGRICULTURA DE RIEGO”	313
4.1.-	Participación en el taller	313
4.1.1.-	Objetivo del taller	313
4.1.2.-	Temas	313
4.1.3.-	Desarrollo del taller	314
4.1.4.-	Resultados	315
4.2.-	Revisión y comentarios al documento “Grupos de criterios, criterios, indicadores y escalas de calificación, MCA4 climate, Sector Agricultura de Riego”	321
5.-	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PRIORIZADAS, A NIVEL DE GRAN VISIÓN DEL PROYECTO QUE PERMITA SU EVALUACIÓN ECONÓMICA	331
5.1.-	Incorporación de rastrojos (labranza de conservación) al suelo, del distrito de riego 034 Zacatecas, Zacatecas	331

5.1.1.- Datos generales	331
5.1.1.1.- Distrito de Riego 034 Zacatecas, Zacatecas	331
5.1.1.2.- Vulnerabilidad	331
5.1.1.3.- El papel de la incorporación de restrojos como medida de adaptación al cambio climático.....	332
5.1.1.4.- Descripción de la medida.....	332
5.1.2.- Especificaciones técnicas	333
5.1.2.1.- Especificaciones técnicas	333
5.1.2.2.- Duración de las acciones	333
5.1.2.3.- Impactos.....	333
5.1.2.4.- Acciones no estructurales	333
5.1.3.- Indicadores económicos.....	334
5.1.3.1.- Superficie de la medida de adaptación.....	334
5.1.3.2.- Costos de producción	334
5.1.3.3.- Costos y valor de la producción para la rotación avena-maíz.....	337
5.2.- Transferencia de tecnologías de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal en Chiapas.....	339
5.2.1.- Datos Generales.....	339
5.2.1.1.- Región Cafetalera de Chiapas	339
5.2.1.2.- Vulnerabilidad	342
5.2.1.3.- Descripción de la medida.....	343
5.2.2.- Especificaciones técnicas	343
5.2.2.1.- Especificaciones técnicas	343
5.2.2.2.- Productores beneficiados	345
5.2.2.3.- Duración de las acciones	345
5.2.2.4.- Impactos.....	345
5.2.3.- Acciones estructurales/no estructurales	345
5.2.4.- Indicadores económicos.....	346
5.2.4.1.- Costos de producción del cultivo	346
5.2.4.2.- Presupuesto para implementar la medida de adaptación	347
5.2.4.3.- Beneficios de la medida de adaptación	348
5.3.- Asistencia técnica a Usuarios de los Sistemas de riego, del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua.....	350
5.3.1.- Datos generales	350
5.3.1.1.- Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua	350
5.3.1.2.- Superficie beneficiada por Módulo de riego	350
5.3.1.3.- Productores beneficiados	351
5.3.1.4.- Vulnerabilidad	352
5.3.1.5.- Descripción de la medida.....	352
5.3.2.- Especificaciones técnicas	352
5.3.2.1.- Especificaciones técnicas	352
5.3.2.2.- Duración de las acciones	353
5.3.2.3.- Impactos.....	353
5.3.3.- Acciones No Estructurales	353
5.3.3.1.- Capacitación requerida	353
5.3.3.2.- Organización de productores agrícolas	354
5.3.3.3.- Requerimientos tecnológicos y de implementación.....	354

5.3.3.4.- Temas de cursos.....	354
5.3.4.- Indicadores económicos.....	356
5.3.4.1.- Costos de producción del cultivo	356
5.4.- Tecnificación de los sistemas de Riego Parcelarios del Distrito de Riego 034 Zacatecas, Zacatecas.....	360
5.4.1.- Datos generales	360
5.4.1.1.- Distrito de Riego 034 Zacatecas, Zacatecas	360
5.4.1.2.- Superficie por Módulo de riego	360
5.4.1.3.- Superficie por cultivo.....	361
5.4.1.4.- Vulnerabilidad	363
5.4.1.5.- Descripción de la medida.....	363
5.4.2.- Especificaciones técnicas	363
5.4.2.1.- Especificaciones técnicas	363
5.4.2.2.- Duración de las acciones	364
5.4.3.- Acciones estructurales	364
5.4.4.- Acciones no estructurales	365
5.4.4.1.- Capacitación requerida	365
5.4.4.2.- Organización de productores agrícolas	365
5.4.4.3.- Requerimientos tecnológicos y de implementación.....	365
5.4.5.- Indicadores económicos.....	365
5.4.5.1.- Costos de producción	365
5.4.5.2.- Beneficios.....	370
5.4.5.3.- Beneficios adicionales con el volumen ahorrado.....	371
5.5.- Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo del Distrito de riego 048 Ticul, Yucatán	374
5.5.1.- Datos generales	374
5.5.1.1.- Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán.....	374
5.5.1.2.- Superficie por Módulo de riego	374
5.5.1.3.- Productores por tipo de tenencia	374
5.5.1.4.- Vulnerabilidad	375
5.5.1.5.- Descripción de la medida de adaptación	376
5.5.2.- Especificaciones técnicas	376
5.5.2.1.- Especificaciones técnicas	376
5.5.2.2.- Duración de las acciones	376
5.5.3.- Acciones estructurales	377
5.5.3.1.- Infraestructura requerida por Módulo de riego	377
5.5.4.- Indicadores económicos.....	378
5.5.4.1.- Inversión requerida	378
5.5.4.2.- Costos de operación	379
5.5.4.3.- Resumen de los costos y beneficios de la medida de adaptación	383
6.- BIBLIOGRAFÍA	385

Contenido de figuras

Figura 1 Relación de la productividad en \$/ha entre la agricultura de riego y temporal. Fuente Palacios 2010.	5
Figura 2 Distritos y Unidades de Riego en México. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México ante el cambio climático. (IMTA, 2011).	6
Figura 3 Comportamiento histórico de la superficie cosechada en los Distritos de Riego en México. Fuente CONAGUA. Gerencia de Distritos de Riego. 2011.	7
Figura 4 Distribución porcentual de los subciclos agrícolas calculado para la superficie sembrada del ciclo agrícola 2008-2009. Fuente: Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego 2008-2009. CONAGUA.	8
Figura 1.1 Componentes para evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático. (Gbetibou y Ringler, 2009 citados por IMTA, 2011).	9
Figura 1.2 Mapa climatología período base 1/2 de la República Mexicana. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	11
Figura 1.3 Mapa climatología período base 2/2 de la República Mexicana. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	11
Figura 1.4 Indicadores de exposición al cambio climático escenario: A1B. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	19
Figura 1.5 Indicadores de exposición al cambio climático escenario: A2 Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	19
Figura 1.6 Indicadores de exposición al cambio climático escenario: A1B. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	20
Figura 1.7 Indicadores de exposición al cambio climático escenario: A2. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	20
Figura 1.8 Indicadores de exposición al cambio climático. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	21
Figura 1.9 Vulnerabilidad por exposición al cambio climático. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	22
Figura 1.10 Indicadores de sensibilidad 1/2. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	23
Figura 1.11 Indicadores de sensibilidad 2/2. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	24
Figura 1.12 Indicadores de sensibilidad al cambio climático. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	24
Figura 1.13 Indicadores de capacidad de adaptación 1/2. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	25
Figura 1.14 Indicadores de capacidad de adaptación 2/2 Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	26
Figura 1.15 Indicador global de capacidad de adaptación Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	26
Figura 1.16 Vulnerabilidad global estimada para las zonas de riego, en el escenario A1B, durante el subciclo agrícola Otoño-Invierno (OI). Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	27
Figura 1.17 Vulnerabilidad global estimada para las zonas de riego, en el escenario A1B, durante el subciclo agrícola Primavera-Verano (PV) Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	28

Figura 1.18 Vulnerabilidad global estimada para las zonas de riego, en el escenario A2, durante el subciclo agrícola Otoño Invierno (OI). Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	28
Figura 1.19 Vulnerabilidad global estimada para las zonas de riego, en el escenario A2, durante el subciclo agrícola Primavera Verano (PV). Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.	29
Figura 2.1 Sobre posición gráfica aproximada para el ciclo OI y el escenario de emisiones A2 de la ubicación geográfica de los Distritos de Riego y su vulnerabilidad global porcentaje.	31
Figura 2.2 Sobre posición gráfica aproximada para el ciclo OI y el escenario de emisiones A1B de la ubicación geográfica de los Distritos de Riego y su vulnerabilidad global porcentaje.	33
Figura 2.3 Precipitación anual de 1971 al 2003 en el Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua. .	37
Figura 2.4 Precipitación anual (mm) y temperatura media anual (oC) en el Estado de Chihuahua.	38
Figura 2.5 Proyección de variación de la precipitación de acuerdo con los diferentes escenarios de emisión, Estado de Chihuahua. Fuente Instituto Nacional de Ecología (INE, 2012).	39
Figura 2.6 Proyección de incremento de temperatura media anual de acuerdo con los diferentes escenarios de emisión, Estado de Chihuahua. Fuente Instituto Nacional de Ecología (INE, 2012).	39
Figura 2.7 Precipitación anual en mm y temperatura media anual (oC) para el estado de Zacatecas. Fuente Instituto Nacional de Ecología (INE), 2012.	44
Figura 2.8 Proyección de variación de la precipitación en el Estado de Zacatecas de acuerdo con los diferentes escenarios de emisión. Fuente: Instituto Nacional de Ecología (INE), 2012.	45
Figura 2.9 Proyección de incremento de temperatura media anual en el Estado de Zacatecas de acuerdo con los diferentes escenarios de emisión Fuente Instituto Nacional de Ecología (INE), 2012.	45
Figura 2.10 Precipitación media anual (mm) y temperatura media anual (oC) en el estado de Yucatán. Fuente INE (2012).	50
Figura 2.11 Precipitación total y evapotranspiración de referencia para el área del Distrito de Riego 048, Ticúl, Yucatán. Fuente IMTA (2007).	50
Figura 2.12 Proyección de variación de la precipitación de acuerdo con los diferentes escenarios de emisión, Estado de Yucatán. Fuente INE, 2012.	51
Figura 2.13 Proyección de incremento de temperatura media anual de acuerdo con los diferentes escenarios de emisión, Estado de Yucatán. Fuente INE 2012.	52
Figura 2.14 Cuencas hidrológicas en el estado de Yucatán.	54
Figura 2.15 Precipitación anual en mm (izquierda) y temperatura media anual (oC) (derecha) para el estado de Chiapas. Fuente Instituto Nacional de Ecología (INE), 2012.	57
Figura 2.16 Proyección de variación de la precipitación en el Estado de Chiapas de acuerdo con los diferentes escenarios de emisión. Fuente: Instituto Nacional de Ecología (INE), 2012.	58
Figura 2.17 Proyección de incremento de temperatura media anual en el Estado de Chiapas de acuerdo con los diferentes escenarios de emisión Fuente Instituto Nacional de Ecología (INE), 2012.	58
Figura 2.18 Anomalías de temperatura (°c) para el estado de Chiapas, para las climatologías 2020, 2050 y 2080 bajo escenario A1B. Fuente: PACCCH, 2011.	59
Figura 2.19 Anomalías de precipitación (%) para el estado de Chiapas, para las climatologías 2020, 2050 y 2080 bajo escenario A1B. Fuente: PACCCH, 2011.	59
Figura 2.20 Cambios en el comportamiento mensual de lluvias y temperaturas en valores presentes y estimados para 2050 para la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: (CIAT, 2011).	61

Figura 2.21 Cambio altitudinal en la disponibilidad de sitios favorables del Coffea arábica en la Sierra Madre de Chiapas, México, como resultado del cambio climático entre el presente y el 2050 predicho por MAXENT. El clima presente es definido como el clima promedio entre 1950 y 2000; y el clima del 2051 como el clima promedio entre 2040 y 2069. Fuente: Schroth et al., 2009	62
Figura 2.22 Situación actual de áreas óptimas para cafés arábigos en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: (CIAT, 2011).....	63
Figura 2.23 Situación esperada de áreas óptimas para cafés arábigos en la Sierra Madre de Chiapas para 2050. Fuente: (CIAT, 2011).	63
Figura 2.24 Ubicación geográfica del Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua.....	66
Figura 2.25 Distrito de riego 005 Delicias, Chihuahua.....	67
Figura 2.26 Superficie sembrada histórica en el DR.....	68
Figura 2.27 Ubicación geográfica del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas.....	69
Figura 2.28 Distribución promedio de la superficie por cultivos frutales, hortalizas, granos y forrajes en el Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. Fuente IMTA, 2006.	70
Figura 2.29 Ubicación del Distrito de Riego 048 Ticúl, Yucatán.	71
Figura 2.30 Principales cultivos del Distrito de Riego 048 "Ticúl". Fuente Plan Director del Distrito de Riego 048 Ticúl, Yucatán.	74
Figura 2.31 Municipios con plantaciones de café en México. Fuente: SAGARPA, 2010.....	75
Figura 2.32 Municipios con plantaciones de café en el estado de Chiapas. Fuente: SAGARPA, 2010.....	77
Figura 2.33 Macro localización de la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: INEGI, 2009.	80
Figura 2.34 Topografía de la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: INEGI, 2011.	80
Figura 2.35 Rangos de pendiente en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: elaborado por Juan Ángel Tinoco-CRUO.....	81
Figura 2.36 Climas de la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: elaborado por Juan Angel Tinoco-CRUO.	83
Figura 2.37 Temperatura media anual en la Sierra Madre de Chiapas Fuente: elaborado por Juan Angel Tinoco-CRUO.....	83
Figura 2.38 Precipitación media anual en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: elaborado por Juan Angel Tinoco-CRUO.....	84
Figura 2.39 Unidades de suelo en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: INEGI, 2001.	85
Figura 2.40 Tipos de vegetación en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: INEGI, 2010.....	86
Figura 2.41 Áreas naturales protegidas presentes en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: CI, 2011.	87
Figura 2.42 Zonas de riesgo por deslizamientos y formación de barrancos en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: INE, 2009.	88
Figura 2.43 Riesgo por deslizamientos en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: elaborado por Juan Angel Tinoco, CRUO.....	88
Figura 2.44 Riesgo por incendios en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: elaborado por Juan Angel Tinoco- CRUO.....	89
Figura 2.45 Epicentros y magnitud de sismos presentes en la Sierra Madre de Chiapas durante el periodo 1998-2011. Fuente: SSN, 2011.	90
Figura 2.46 Trayectorias de los ciclones tropicales que han impactado directamente la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: CENAPRED, 2009.	91
Figura 5.1. Tenencia de la tierra por usuarios en los Módulos de Riego.	351
Figura 5.2. Distribución del número de usuarios por tipo de tenencia de la tierra.....	361
Figura 5.3. Distribución de la pequeña propiedad ejidal en el DR 048.....	375

Figura 5.4. Distribución de las potencias en los motores eléctricos del DR 048. 379

Contenido de cuadros

Cuadro 1.1 Indicadores utilizados y fuente de datos para estimar la exposición climática como componente de la vulnerabilidad al cambio climático. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México, IMTA, 2011.....	12
Cuadro 1.2 Indicadores utilizados y fuente de datos para estimar la sensibilidad como componente de la vulnerabilidad al cambio climático. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México. (IMTA, 2011).....	13
Cuadro 1.3 Indicadores utilizados y fuente de datos para estimar la capacidad de adaptación como componente de la vulnerabilidad al cambio climático. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México, IMTA, 2011.....	14
Cuadro 1.4 Pesos estimados (P_i) de los indicadores utilizados (cuadro 1.1) para estimar la exposición al cambio climático, escenarios A1B y A2 y ciclos agrícolas OI y PV. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México, IMTA, 2011.	17
Cuadro 1.5 Pesos estimados (P_i) de los indicadores usados (cuadro 5.2) para estimar la sensibilidad al cambio climático.	18
Cuadro 1.6 Pesos estimados (P_i) de los indicadores usados (cuadro 2.3) para estimar la capacidad de adaptación al cambio climático.	18
Cuadro 2.1 Distritos de Riego con vulnerabilidad global de alta a muy alta en México y su superficie cosechada (ha) en el ciclo agrícola 2008-2009. Escenario de emisiones A2. Ciclo OI.....	32
Cuadro 2.2 Distritos de Riego con vulnerabilidad global de media a Alta en México y su superficie cosechada (ha) en el ciclo agrícola 2008-2009. Escenario de emisiones A1B.	34
Cuadro 2.3 Distribución de usuarios, superficie regable, secciones, zonas y Módulos de riego por unidad de riego transferida en el DR 034 Estado de Zacatecas. Fuente IMTA, 2006.	70
Cuadro 2.4 Distribución de superficie y usuarios por Módulo de riego en el Distrito de Riego 048 Ticúl, Yucatán.....	72
Cuadro 2.5 Superficie ocupada por categorías de riesgo por deslizamientos	89
Cuadro 2.6 Municipios del área Selva Maya-Zoque y Sierra Madre del Sur en el Corredor Biológico Mesoamericano, México.	93
Cuadro 5.1. Principales beneficios medioambientales de la Agricultura de Conservación.	333
Cuadro 5.2. Superficie regable, y superficie para implementar el sistema de labranza de conservación por Módulo de Riego.....	334
Cuadro 5.3. Costos de producción del cultivo de avena, ciclo otoño-invierno. DR 034, Estado de Zacatecas.	335
Cuadro 5.5. Costos de Producción del cultivo de maíz con el Sistema de Labranza de Conservación. Ciclo: Segundos Cultivos. DR 034, Estado de Zacatecas.	336
Cuadro 5.6. Presupuesto para implementar la medida de adaptación, costos y valor de la producción de los cultivos avena-maíz. DR 034, Estado de Zacatecas.	337
Cuadro 5.7. Superficie sembrada y cosechada, producción, rendimiento, precio medio rural y valor de la producción del cultivo de café cereza por municipio del estado de Chiapas.....	340
Cuadro 5.8. Superficie sembrada, cosechada y producción, precio medio rural y valor de la producción del cultivo de café cereza (orgánico) por municipio del estado de Chiapas.	342
Cuadro 5.9 Actividades de adaptación para la región cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas.	344

Cuadro 5.10. Costo de producción promedio para 1 ha con 2,000 plantas de café convencional con fertilización en Chiapas para el año 2007.	346
Cuadro 5.11. Presupuesto para implementar la medida de adaptación.	347
Cuadro 5.12. Beneficios esperados con la implementación de la medida de adaptación.	348
Cuadro 5.13. Resumen de los costos de implementación y valor de la producción a generar con la medida de adaptación.	349
Cuadro 5.14. Relación de superficies física y regable por Módulo, Unidad y Distrito de Riego.	350
Cuadro 5.15. Volumen de agua ahorrado mediante la mejora de la eficiencia de aplicación por los productores agrícolas que recibiría capacitación en riego.	356
Cuadro 5.16. Costo de producción del cultivo de maíz con riego de alta tecnología, del ciclo Primavera-Verano, Estado de Chihuahua.	356
Cuadro 5.17. Rendimiento, Precio Medio Rural y Valor de la producción del cultivo del maíz.	358
Cuadro 5.18. Costo de producción del cultivo de chile con riego, Estado de Chihuahua.	358
Cuadro 5.19. Rendimiento, Precio Medio Rural y Valor de la producción del cultivo del chile seco.	359
Cuadro 5.20. Presupuesto para implementar la medida de adaptación. Costos, valor de la producción y beneficios de los cultivos en la superficie adicional.	359
Cuadro 5.21. Resumen de los costos y beneficios para implementarse la capacitación.	360
Cuadro 5.22. Distribución de usuarios, superficie regable, secciones, zonas y Módulos de riego por unidad de riego transferida en el DR 034 Estado de Zacatecas. Fuente IMTA, 2006.	361
Cuadro 5.23. Valor de la superficie sembrada, cosechada y siniestrada, producción, rendimiento, precio medio rural y valor de la producción de los cultivos en el Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas.	362
Cuadro 5.24. Volumen de agua ahorrado con los trabajos de tecnificación de los sistemas de riego parcelario.	364
Cuadro 5.25. Costos de producción del cultivo de maíz con riego (D.R. 034, Estado de Zacatecas).	366
Cuadro 5.26. Valor de la producción para el cultivo de maíz.	367
Cuadro 5.28. Valor de la producción para el cultivo de frijol.	368
Cuadro 5.29. Costos de producción del cultivo de chile seco con riego (DR 034, Estado de Zacatecas).	369
Cuadro 5.30. Valor de la producción para el cultivo de chile seco.	370
Cuadro 5.31. Resumen de los costos y valor de la producción de la medida de adaptación: Tecnificación de los sistemas de riego parcelario. Distrito de riego 034, Estado de Zacatecas. ...	370
Cuadro 5.32. Resumen de los costos y valor de la producción de la superficie adicional en una segunda etapa con el volumen ahorrado (DR 034, Estado de Zacatecas).	372
Cuadro 5.33. Resumen de los costos de implementación y valor de producción para 3,233 ha y 1,448 hectáreas.	373
Cuadro 5.34. Distribución de superficie y usuarios por Módulo de riego.	374
Cuadro 5.35. Niveles para la superficie promedio.	375
Cuadro 5.36. Planeación de las inversiones a un periodo de cinco años.	377
Cuadro 5.37. Necesidades de modernización y rehabilitación de equipos de bombeo y casetas de control por Módulo de Riego.	377
Cuadro 5.38. Calendarización para la Rehabilitación y Modernización de la infraestructura, a un periodo de cinco años.	378
Cuadro 5.39. Inversión para modernización y rehabilitación de equipos electromecánicos por Módulo.	378

Cuadro 5.40 Calendarización de las acciones e inversiones de Modernización y rehabilitación...	379
Cuadro 5.41. Costo de energía eléctrica por millar de m ³ para un equipo con motor de 150 HP..	380
Cuadro 5.42. Volumen bruto considerando requerimiento de riego del cultivo y la eficiencia global de riego.....	380
Cuadro 5.43. Costos de energía por cultivo en función del volumen bruto, considerando las eficiencias electromecánicas actuales y proyectadas.....	382
Cuadro 5.44. Costos de implementación de la medida de adaptación.....	383

RESUMEN EJECUTIVO

Con el objetivo de apoyar a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en sus necesidades y contribuir al desarrollo de la Estrategia Nacional de Adaptación (ENA), la Agencia Alemana de Cooperación al Desarrollo (GIZ), a través de los Proyectos “Alianza Mexicana-Alemana de Cambio Climático” y “Cambio Climático y Gestión de Áreas Naturales Protegidas”, se encuentra desarrollando una herramienta para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático en México, en tres sectores estratégicos: recurso hídrico, agricultura y ecosistemas forestales. El objetivo de dicha herramienta es que todos los actores públicos responsables de implementar políticas públicas y medidas de adaptación al cambio climático en México, cuenten con una herramienta útil y accesible de priorización que contemple criterios técnicos, sociales, políticos y económicos en los sectores bajo estudio. Para lograrlo se contempla el desarrollo de cuatro fases: (i) identificación de un portafolios de medidas de adaptación por sector, (ii) definición de criterios “no económicos” y aplicación de una metodología para identificación de un portafolio priorizado, (iii) realización de análisis costo-beneficio a las medidas identificadas en el portafolio priorizado, y (iv) construcción de una herramienta para la priorización de medidas de adaptación.

En este contexto, a solicitud de la Agencia Alemana de Cooperación al Desarrollo (GIZ), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), desarrolló un portafolio priorizado de medidas de adaptación públicas identificadas para el sector agrícola. Los principales resultados alcanzados en el presente documento son: (1) reporte técnico con la selección de cuatro regiones/zonas agrícolas del país con la descripción de las amenazas al cambio climático; (2) identificación y descripción de 29 medidas de adaptación de la agricultura de riego y de temporal, utilizando un formato de captura proporcionado por GIZ, identificadas en cuatro regiones/zonas del país; y (3) descripción detallada de cinco medidas de adaptación de la agricultura de riego y de temporal, de manera que esta información facilite su evaluación económica.

El reporte técnico con la selección de cuatro regiones/zonas agrícolas del país con la descripción de las amenazas al cambio climático, se elaboró mediante la previa revisión de estudios existentes en relación a la vulnerabilidad de la agricultura de riego ante el cambio climático. Para definir las zonas de riego, se revisó información de las estadísticas hidroagrícolas oficiales de los últimos años, específicamente las correspondientes al ciclo agrícola otoño-invierno (OI). Se identificaron tres regiones/zonas de riego de México con una alta vulnerabilidad en la agricultura de riego, analizados bajo los escenarios de emisiones A2 y A1B para el ciclo agrícola OI, considerando los mapas de vulnerabilidad contenidos en el Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático (IMTA, 2011).

Se seleccionaron los siguientes distritos de riego: 005, Delicias, Chihuahua; 034, Estado de Zacatecas; y 048, Ticúl, Yucatán. En estos distritos se identificaron los siguientes impactos principales: disminución de los volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento superficiales; problemas con las necesidades de horas frío para ciertos cultivos; incremento de los requerimientos de riego y demandas de agua; incremento de plagas y enfermedades (por condiciones más benignas en invierno); intrusión salina en los mantos freáticos; y abatimiento de los niveles estático y dinámico en los pozos agrícolas. Para la agricultura de temporal se seleccionó la región cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas.

Se identificaron y describieron 29 medidas de adaptación de la agricultura de riego y de temporal, utilizando un formato para su captura/descripción proporcionado por GIZ, para cuatro regiones/zonas del país. Las medidas de adaptación para el Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua son las siguientes: (1) Revestimiento o entubamiento de regaderas; (2) Nivelación de tierras; (3) Tecnificación del riego parcelario (goteo); (4) Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego; (5) Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo; (6) Riego en surco alterno y trazos de riego; (7) Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo; y (8) Acolchado orgánico sobre el suelo. Las medidas de adaptación para el Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas son las siguientes: (1) Agricultura protegida; (2) Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios; (3) Nivelación de tierras; (4) Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego; (5) Reconversión de cultivos; (6) Riego en surco alterno y trazos de riego; (7) Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo; y (8) Incorporación de rastrojos al suelo. Las medidas de adaptación para el Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán son las siguientes: (1) Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo; (2) Asistencia técnica (capacitación) a operadores y usuarios de los sistemas de riego; (3) Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios por gravedad; (4) Rehabilitación de los sistemas de riego presurizados; (5) Reestructuración y compactación de las Asociaciones de Usuarios de riego; (6) Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo; (7) Adquisición de maquinaria y equipo de conservación de infraestructura; (8) Acolchado orgánico sobre el suelo; y (9) Monitoreo del agua subterránea. Las medidas de adaptación de la región cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas son las siguientes: (1) Mejoramiento de las prácticas culturales del cafetal mediante la disponibilidad de información climatológica en tiempo real; (2) Transferencia de tecnología de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal; (3) Fomentar la diversificación productiva; y (4) Captación de agua pluvial.

Se realizó una descripción de cinco (de las 29) medidas de adaptación a nivel de gran visión de manera que la información contenida permita su evaluación económica. Estas medidas de adaptación desarrolladas a nivel de gran visión fueron las siguientes: (1) Incorporación de rastrojos al suelo; y (2) Tecnificación del riego parcelario, del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas; (3) Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego, Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua; (4) Rehabilitación y modernización de

equipos de bombeo, Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán; y (5) Transferencia de tecnología de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal en Chiapas. Cabe mencionar que la información descrita se refiere a los costos para implementar en campo cada una de las cinco medidas de adaptación, el impacto que se tendrá en el ahorro de los volúmenes de agua utilizados al incrementarse las eficiencias en la aplicación del riego, o en su caso, a la disminución de los costos de producción de los cultivos al disminuir la utilización de fertilizantes y de remoción del suelo, en el incremento potencial del rendimiento de los cultivos, y su repercusión en el valor económico de la producción agrícola.

ANTECEDENTES

México cuenta con treinta millones de hectáreas potencialmente cultivables para uso agrícola, que representan 15% de su superficie total (INEGI, 2009). En los últimos treinta años, la superficie promedio cosechada promedio fue de 18.6 millones de has de las cuales, 27% corresponden a la modalidad de riego y 73% a la modalidad de temporal. La productividad de las áreas de riego es, en promedio, 3.7 veces mayor que las de temporal (figura 1) y a pesar de su superficie sustancialmente menor, la agricultura de riego genera más de la mitad de la producción agrícola nacional.

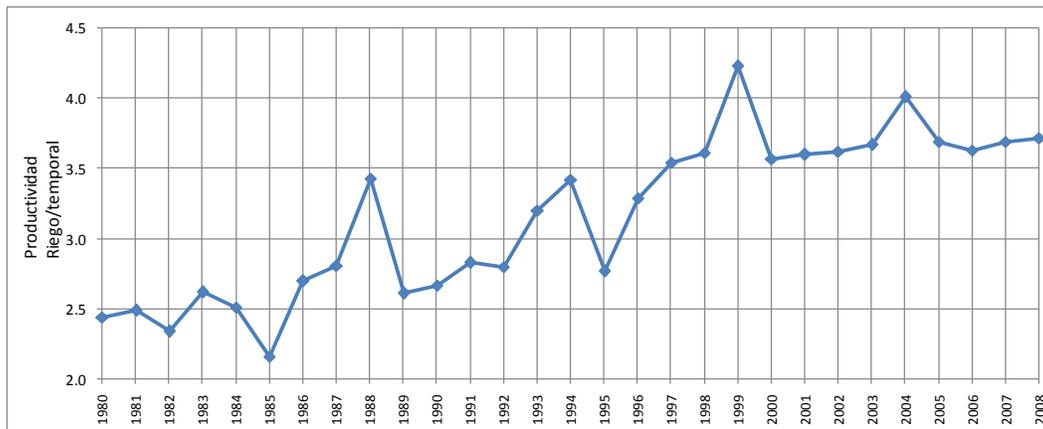


Figura 1 Relación de la productividad en \$/ha entre la agricultura de riego y temporal. Fuente Palacios 2010.

De los 6.5 millones de hectáreas con infraestructura de riego, 3.5 millones (54%) corresponden a 85 Distritos de Riego (de los cuales 82 ya se han transferido a los usuarios) y 3.0 millones de ha (46%) están agrupadas en aproximadamente 40,000 Unidades de Riego. Por lo que se refiere a la superficie de temporal, 2.7 de los 14.5 millones de hectáreas, corresponden a 22 Distritos de Temporal Tecnificado. La agricultura de riego ha sido un factor importante para el desarrollo del país.

Para el año 2008, de acuerdo a estadísticas de la SAGARPA, la superficie cosechada, el valor de la producción y la productividad de la tierra en las áreas agrícolas de temporal y de riego se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1 Superficies cosechadas, valor de la producción y productividad de la tierra en el año agrícola 2008 en riego y temporal. Fuente Palacios, (2010).

Concepto	Cosechada (Miles ha)	Valor de la producción (Millones \$)	Productividad (\$/ha)
Temporal	15,090	130,667	8,659
Riego	5,415	175,283	32,370
Total	20,505	305,950	14,921

Es importante señalar que el 77% del volumen de agua que se utiliza en nuestro país se emplea en la agricultura, que la disponibilidad es escasa en amplias zonas del territorio y que las eficiencias en el uso del agua en el riego en general son bajas. Esta situación se torna más crítica si consideramos que el crecimiento poblacional que se presenta en nuestro país requiere una mayor producción agrícola para cubrir las crecientes necesidades alimentarias.

En promedio se utilizan para riego en Distritos y Unidades de Riego, del orden de los 60,000 millones de m³, volumen que se ha incrementado a una tasa promedio anual del 0.42% en el periodo 1988-2008. En los Distritos de Riego, del agua utilizada, el 88% proviene de fuentes superficiales, que se almacena en presas o se deriva de los ríos y el 12% restante corresponde a aguas subterráneas que se extraen de los acuíferos a través de pozos profundos. En lo relativo a las Unidades de Riego, el 57% del agua que utiliza es de fuentes subterráneas y el 43% superficial; tanto en los distritos como en las unidades, el agua se conduce a las parcelas a través de una importante infraestructura, como canales y tuberías.



Figura 2 Distritos y Unidades de Riego en México. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México ante el cambio climático. (IMTA, 2011).

El siguiente gráfico de la figura 3 muestra el comportamiento de la superficie histórica cosechada en los Distritos de riego.

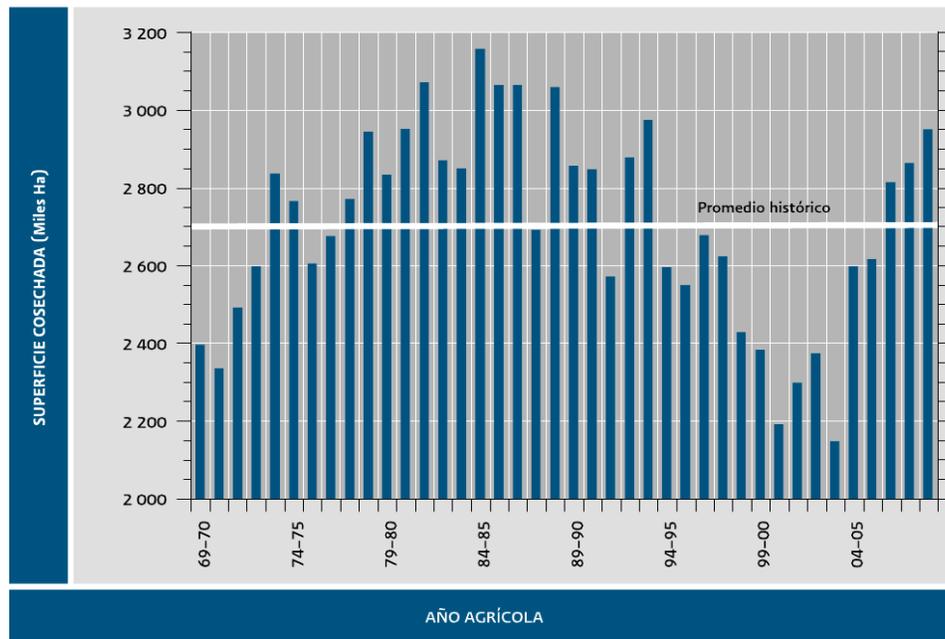


Figura 3 Comportamiento histórico de la superficie cosechada en los Distritos de Riego en México.
 Fuente CONAGUA. Gerencia de Distritos de Riego. 2011.

De acuerdo con la figura 3, en los Distritos de Riego en los últimos treinta años, en promedio se cultivan 2.7 millones de hectáreas que incluye segundos cultivos. El año agrícola 2008/09 fue el mejor año en los últimos 15 años agrícolas, por arriba de la media del periodo 1970-2009, en términos de superficie cosechada. Se observa que el año con menor superficie fue el año agrícola 2003/04, año con menor disponibilidad hídrica de dicho periodo histórico. El cuadro 1.1 del Anexo 1 “Distritos de Riego”, muestra las 3.497 millones de hectáreas de superficie física que comprenden los 85 Distritos de Riego de nuestro país.

En términos de superficie cosechada del ciclo agrícola 2008-2009, el subciclo otoño-invierno es el subciclo principal, concentrando el 48.9% de la superficie total, seguido por el subciclo primavera-verano con el 22.0%, después los perennes con el 20.6% y, por último, los segundos cultivos con el 8.5%, la figura 4 siguiente muestra la distribución porcentual en los Distritos de Riego.

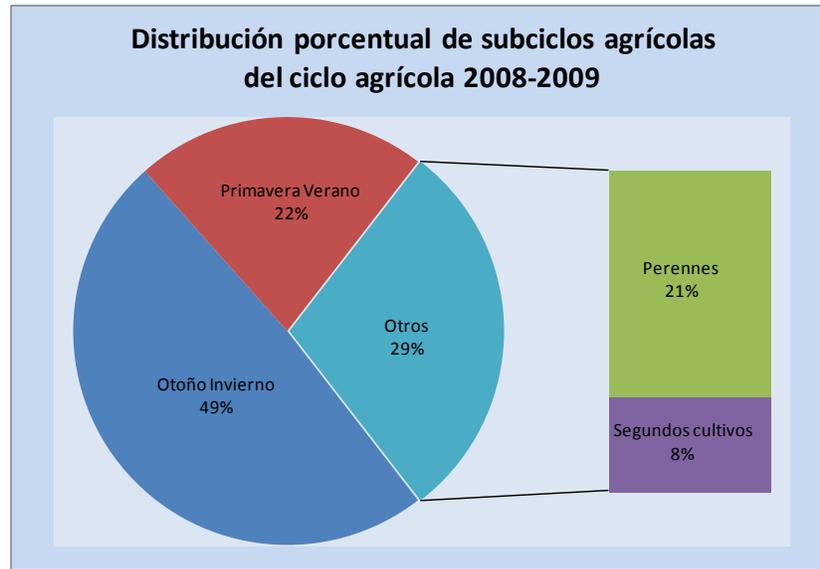


Figura 4 Distribución porcentual de los subciclos agrícolas calculado para la superficie sembrada del ciclo agrícola 2008-2009. Fuente: Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego 2008-2009. CONAGUA.

Los resultados de la figura 4 indican que sólo se tiene a nivel nacional, un índice de repetición de cultivos del 1.08, (8% de segundos cultivos) lo cual refleja una problemática al interior de los Distritos de Riego, al no sembrarse más de un cultivo por año en la gran mayoría de las zonas de riego. Esto es debido en gran parte a la poca disponibilidad de agua en las zonas áridas y semiáridas, que no alcanza para sembrar dos ciclos y por otro lado, el factor plagas y enfermedades en los segundos cultivos, además de los problemas de comercialización y mercado que siempre son una barrera en la toma de decisiones de los usuarios.

La importancia social y económica de los Distritos de Riego es que se beneficia a 525,421 usuarios a nivel nacional, que producen aproximadamente 45 millones de toneladas de granos, hortalizas, forrajes, frutales y otros cultivos que se convierten en parte de la canasta básica y el principal proveedor de la ganadería y la agroindustria nacional. El cuadro 1.2 del Anexo 1 “Distritos de Riego”, muestra el valor de la producción con las estadísticas agrícolas del año agrícola 2008-2009, presentadas por entidad federativa y con el total de superficie sembrada y cosechada.

El valor directo de la producción agrícola en los Distritos de Riego, sin contar los derivados y cadenas de producción agroindustrial en el ciclo agrícola 2008-2009, es del orden de los \$82,440.89 millones, el cual equivale al 0.697% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional en el año 2009. El PIB agrícola considerando sólo la superficie total de riego (Distritos y Unidades de riego) es de 1.482% con un valor de la producción de \$175,283 millones, y por otra parte, el total agrícola incluyendo la agricultura de temporal es 2.587% con un valor de la producción de \$305,950 millones.

1.- VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA

El IPCC (2001) señala que la vulnerabilidad es una función de tres componentes: Exposición (E), Sensibilidad (S) y Capacidad de Adaptación (CA). La exposición se define como la posibilidad de un sistema de quedar expuesto a un cambio ante una posible situación desestabilizadora positiva o negativa. La sensibilidad se refiere al grado en que un sistema responde a fluctuaciones del entorno. La capacidad de adaptación o resiliencia se refiere a la capacidad de un sistema para recuperar su estado inicial ante un cambio permanente o temporal de su entorno (IMTA, 2011). Los estudios de vulnerabilidad son la base para definir acciones de adaptación y mitigación al cambio climático en regiones críticas detectadas por interrelaciones de los componentes de vulnerabilidad (figura 1.1).

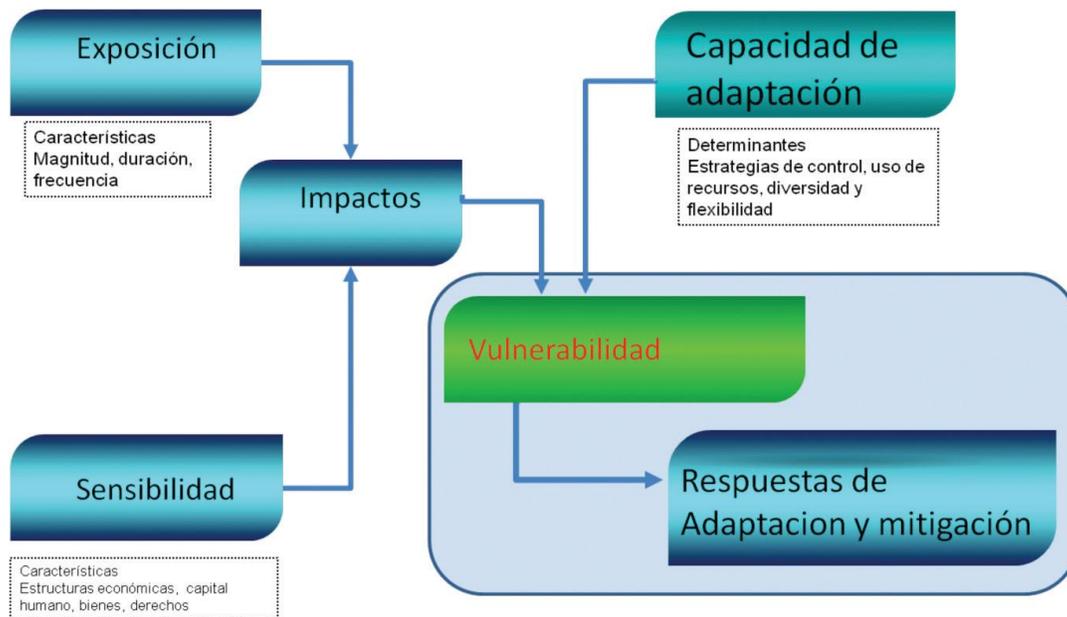


Figura 1.1 Componentes para evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático. (Gbetibouo y Ringler, 2009 citados por IMTA, 2011).

La vulnerabilidad (V) de un sistema al cambio climático se expresa a través de los componentes (figura 1.1): los Impactos potenciales (I) que representan la magnitud del daño natural esperado cuando se conjugan determinadas condiciones climáticas y la CA que representa la habilidad del sistema para soportar los impactos, recuperarse o adaptarse al cambio climático. La vulnerabilidad es función de I y CA; I es función de E y S, esta relación puede ser expresada mediante la siguiente ecuación.

$$V = f(I - CA) = f(E + S - CA) \quad (1.1)$$

De acuerdo a la ecuación 1.1, a mayor impacto mayor es la vulnerabilidad; mientras que, a mayor capacidad de adaptación menor es la vulnerabilidad.

1.1.- Variables y fuentes de datos

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) tiene establecido para propósitos de gestión del agua, que un año agrícola comprende del 1 de octubre de un año cualquiera al 31 de septiembre del año siguiente; el año agrícola comprende dos ciclos anuales, el ciclo otoño-invierno (OI) y el ciclo primavera-verano (PV).

En el *Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México (IMTA, 2011)*, la caracterización de la vulnerabilidad de la agricultura de riego se realizó por ciclo agrícola; el ciclo OI cubre el período de octubre a marzo del siguiente año y el ciclo PV de abril a septiembre. Durante el ciclo OI la precipitación es baja en la mayor parte del país (mapas de la figura 1.2), por lo que la agricultura requiere de riego para suministrar los requerimientos hídricos de los cultivos. Para el caso de la temperatura, el ciclo OI, a diferencia del PV, presenta valores de temperatura cercanos al rango deseable para los cultivos (mapas de de las figura 1.2) en regiones bajo agricultura de riego.

Los datos de las variables climáticas históricas y proyectadas corresponden para una malla regular de 50 x 50 km (2,500 km²), mientras que las variables socioeconómicas y productivas se describen a nivel de municipios; de manera que, los estados con mayor número de municipios como Oaxaca, Puebla, Veracruz, y estado de México, presentan mejor resolución espacial que estados con menor número de municipios como Baja California y Baja California Sur.

Las figuras 1.2 y 1.3 se describen la climatología para el período base, utilizado en el análisis de la vulnerabilidad de las zonas de riego.

1.2.- Exposición al cambio climático

En este estudio, para el período de análisis 2071- 2098 con los escenarios A1B y A2, se utilizaron proyecciones mensuales promedio de la temperatura y la precipitación con una malla regular de 50 x 50 km, obtenida por técnicas estadísticas de reducción de escala a partir de proyecciones de modelos MCGA.

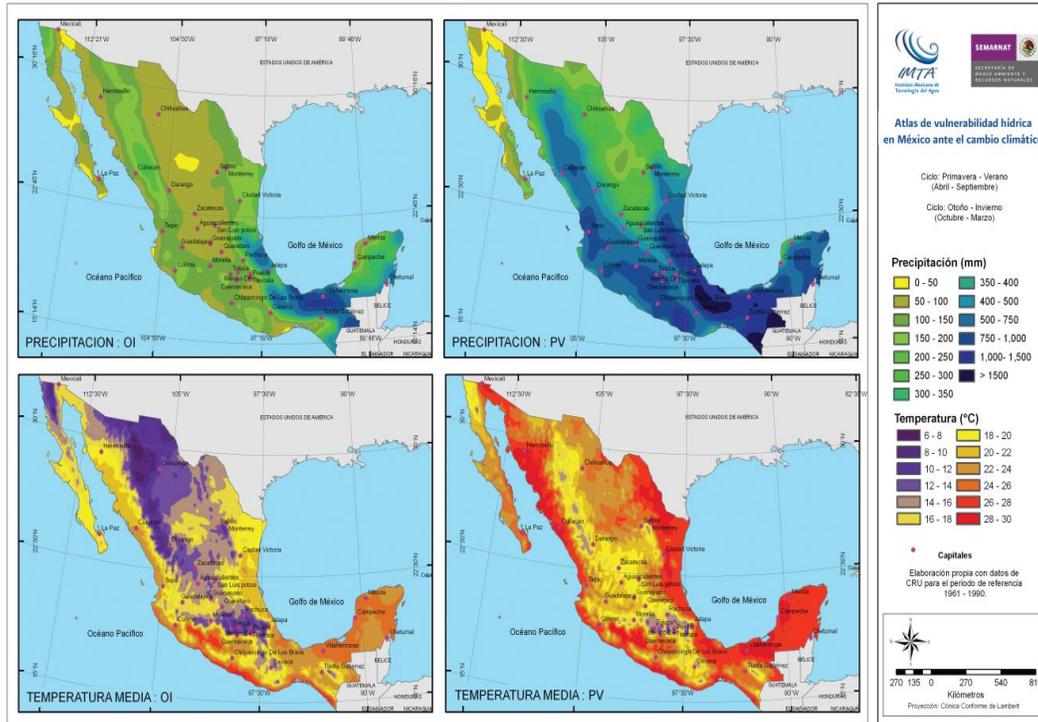


Figura 1.2 Mapa climatología período base 1/2 de la República Mexicana. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

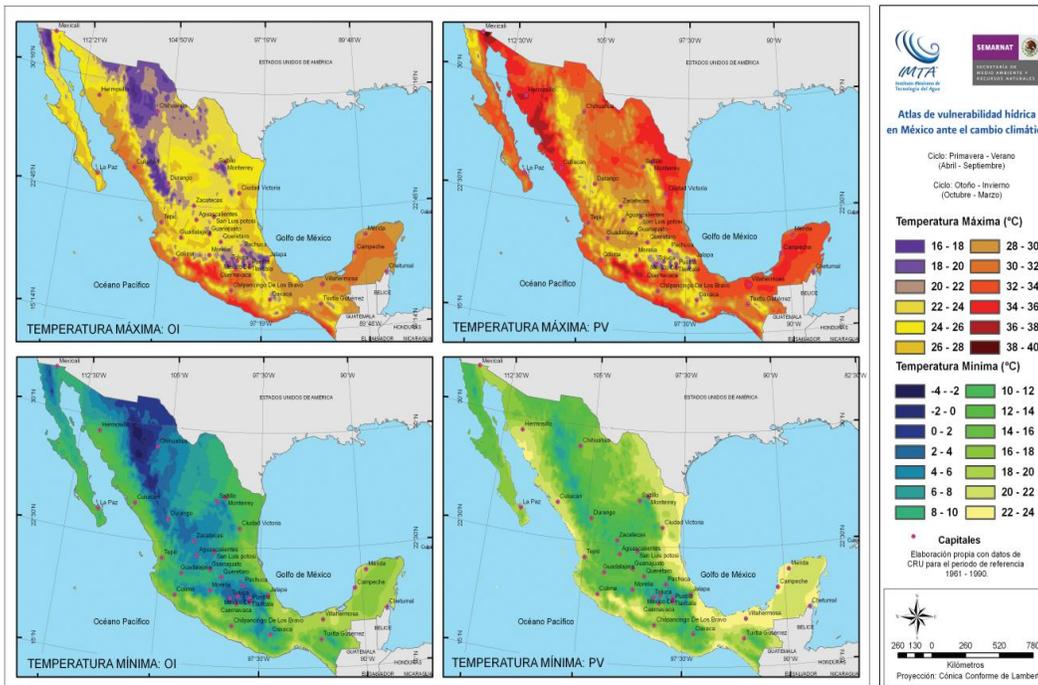


Figura 1.3 Mapa climatología período base 2/2 de la República Mexicana. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

La base de datos de precipitación y temperatura fue obtenida a través de promedios ponderados de las proyecciones de 23 MCGA disponibles en el centro de distribución de datos del IPCC (www.ipcc-data.org) para los escenarios A1B y A2, de acuerdo a la metodología de confiabilidad de promedios de ensamble (Reliability Ensemble Averaging) aplicada por Montero y Pérez (2008).

El período de referencia considerado es de treinta años (1961-1990) y los valores históricos de las variables climáticas para México fueron extraídos de la base de datos TS3.0 de la Unidad de Investigación Climática de la Universidad de East Anglia de Inglaterra, conocida por CRU por sus iniciales en inglés (Climate Research Unit) que presenta series de datos mensuales en el período 1901-2006 a una resolución aproximada 50 x 50 km (Brohan, *et al.*, 2006; Jones, 1994).

En el cuadro 1.1 se resumen los indicadores aplicados para estimar el grado de exposición al cambio climático, los primeros cuatro indicadores son las anomalías de las variables climáticas del período 2071-2098 con respecto al período base 1961-1990. Los dos últimos indicadores definen el impacto potencial de la frecuencia de ciclones y el área inundable por incremento del nivel del mar.

Cuadro 1.1 Indicadores utilizados y fuente de datos para estimar la exposición climática como componente de la vulnerabilidad al cambio climático. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México, IMTA, 2011.

Indicador	Clave	Unidad	Relación del indicador con la vulnerabilidad	Fuente de datos
Anomalía de la temperatura media diaria en el ciclo agrícola	ΔT_{med}	Anomalía proyectada en °C en el ciclo agrícola para el período 2071-2098 con respecto al período base	$\Delta T_{med} \uparrow \Rightarrow Vul \uparrow$	REA-IMTA (Montero y Pérez, 2008) Base de datos histórica de CRU (Brohan, et al 2006)
Anomalía de la temperatura máxima diaria en el ciclo agrícola	Δ_{max}	Anomalía proyectada en °C en el ciclo agrícola para el período 2071-2098 con respecto al período base	$\Delta T_{máx} \uparrow \Rightarrow Vul \uparrow$	
Anomalía de la precipitación acumulada en el ciclo agrícola	$\Delta Precip$	Cambio proyectado en % del decremento de la precipitación acumulada en el ciclo agrícola para el período 2071-2098 con respecto al base	$\Delta Precip \uparrow \Rightarrow Vul \uparrow$	
Probabilidad de sequías	$\Delta sequía$	Anomalía proyectada del índice estandarizado de precipitación (SP16) para seis meses para los ciclos OI (marzo) y PV (septiembre) para el período 2071-2098 con respecto al período base	$\Delta Sequia \uparrow \Rightarrow Vul \uparrow$	

Indicador	Clave	Unidad	Relación del indicador con la vulnerabilidad	Fuente de datos
Frecuencia de ciclones	ciclones	Probabilidad de ocurrencia de ciclones de 1960-2006	ciclones \uparrow =>Vul \uparrow	Peduzzi, Dao and Herold (2005)
Nivel mar 5 m	Mar	Área inundable asumiendo un incremento del nivel de mar de 5 m	NMar \uparrow =Vul \uparrow	CRISIS, 2010 University Of Kansas, USA

1.3.- Sensibilidad al cambio climático

La sensibilidad al cambio climático se refiere al grado en que un sistema agrícola responde, positiva o negativamente, a cambios en los patrones climáticos. En el cuadro 1.2 se presentan los indicadores usados para estimar la componente de sensibilidad para evaluar la vulnerabilidad al cambio climático.

Cuadro 1.2 Indicadores utilizados y fuente de datos para estimar la sensibilidad como componente de la vulnerabilidad al cambio climático. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México. (IMTA, 2011).

Indicador	Clave	Unidad	Relación del indicador con la vulnerabilidad	Fuente de datos
Diversidad de cultivos	Diversa	Índice adimensional estimado con la ecuación 5.2 que relaciona la suma de cuadrados de las superficies por cultivo con respecto al cuadrado de la suma total de la superficie cosechada por ciclo	Diversa \uparrow => Vul \downarrow	SIAP, 2009
Tamaño parcela	Sup	Superficie de la parcela media de riego	Sup \uparrow => Vul \downarrow	Censo Agropecuario 2007 (INEGI, 2009)
Población rural	Rural	% población con menos de 5000 hab	Sup \uparrow => Vul \uparrow	Conapo (2005)
Uso de fertilizantes	Fertiliza	Uso de fertilizantes	Fertiliza \uparrow => Vul \downarrow	Censo Agropecuario 2007 (INEGI, 2009)
Variabilidad en la precipitación	Precip	Desviación estándar de la precipitación anual acumulada período base (1961-1990)	Desv \uparrow => Vul \uparrow	Base de datos histórica de CRU (Brohan, et al., 2006)
Variabilidad en el rendimiento	Rend	Rendimiento máximo del maíz de riego a nivel municipal para los años agrícolas 2002-2008	Rend \uparrow => Vul \downarrow	SIAP, 2009
Evapotranspiración	ET _o	Evapotranspiración anual de referencia acumulada	ET _o \uparrow => Vul \uparrow	Trabucco y Zomer, 2009
Degradación de suelos y acuíferos	Degrada	Suelos con problemas de sales solubles y/o sodio intercambiable y acuíferos con problemas de salinización, intrusión salina o sobreexplotación	Degrada \uparrow =>Vul \uparrow	INEGI (1998) CONAGUA (2009b)

En el cuadro 1.2 se incluye el índice de diversificación de cultivos (I_d) que está relacionado con el grado de sensibilidad de un sistema agrícola al cambio climático. A mayor diversificación de un sistema agrícola menor es su sensibilidad.

Este índice se estimó adaptando el índice de diversidad de Simpson usado en Ecología (Magurran, 1988) de acuerdo con la siguiente expresión:

$$I_d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N_c} A_i^2}{A_t^2} \quad (1.2)$$

Donde, A_i es el área cosechada del cultivo i en ha; A_t es el área total cosechada en la zona agrícola de interés en ha; y N_c es el número total del cultivos reportados.

1.4.- Capacidad de adaptación al cambio climático

La capacidad de adaptación al cambio climático se define como el grado en que un ajuste en prácticas, procesos o estructuras puede moderar o reducir el daño potencial, o ser una oportunidad de acciones derivadas del cambio climático (Yusuf y Francisco, 2009). La capacidad de adaptación depende de factores socioeconómicos, tecnológicos, institucionales y estructurales de la agricultura.

En el cuadro 1.3 se presentan los indicadores usados para estimar la componente de vulnerabilidad derivada de la capacidad de adaptación de las zonas agrícolas, con información disponible a nivel de municipios.

Cuadro 1.3 Indicadores utilizados y fuente de datos para estimar la capacidad de adaptación como componente de la vulnerabilidad al cambio climático. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México, IMTA, 2011.

Indicador	Clave	Descripción	Relación del indicador con la vulnerabilidad	Fuente de datos
Marginación	Margina	Grado de marginación	Margina↑=>Vul↑	Conapo (2005)
Analfabetismo	Analf	% población analfabeta mayor de 15 años	Analf↑=>Vul↑	Conapo (2005)
Cobertura de servicios	Servicios	% cobertura servicios en domicilios de productor (agua, drenaje y electricidad)	Servicios↑=>Vul↓	Censo Agropecuario 2007 (INEGI, 2009)
Dependientes	Depend	Número de dependientes económicos por productor agrícola	Depen↑=>Vul↑	Censo Agropecuario 2007 (INEGI, 2009)
Acceso a centros urbanos	Tiempo	Tiempo de acceso a centros urbanos	Tiempo↑=>Vul↑	Cimmy (Hodson, et. Al., 2002)
Ingreso agrícola	Agrícola	Porcentaje de ingresos del productor relacionados con la agricultura	Agrícola↑=>Vul↑	Censo Agropecuario

Indicador	Clave	Descripción	Relación del indicador con la vulnerabilidad	Fuente de datos
Intensidad en el uso de la tierra	IUT	Porcentaje de repetición de cultivos promedio en los años agrícolas 2002-2008 solo incluye agricultura de riego	IUT↑=>Vul↓	SIAP, 2009
Mecanización agrícola	Mecánica	Porcentaje de agricultores que usan mecanización agrícola	Mecánica↑=>Vul↓	Censo Agropecuario 2007 (INEGI, 2009)
Cobertura de crédito/Seguro	Crédito	Porcentaje de cobertura de crédito y seguro	Crédito↑=>Vul↓	Censo Agropecuario 2007 (INEGI, 2009)

1.5.- Vulnerabilidad de la agricultura

Las regiones agrícolas del país son vulnerables a la variabilidad climática actual ocasionada por la recurrencia de sequías y lluvias torrenciales que impactan en el desarrollo de los cultivos. El incremento de la temperatura puede reducir la productividad de los cultivos debido a la reducción de sus periodos de crecimiento y ocurrencia de temperaturas fuera del rango óptimo de su desarrollo. En forma global, la mayoría de los cultivos podrían ser afectados por cambios en los patrones climáticos; particularmente, en regiones que ya muestran valores de estrés hídrico y térmico en forma recurrente (Gadgil, 1995).

La agricultura es una actividad que depende fuertemente de las condiciones ambientales. El mejoramiento de paquetes tecnológicos, basados en el uso de variedades mejoradas e híbridos que dependen de la aplicación óptima de insumos, ha incrementado notablemente la producción agrícola en los últimos años. Estos incrementos pueden disminuir e incluso nulificarse por efectos del cambio climático.

Por otro lado, el proceso de apertura económica y liberación de los mercados debido a la globalización de las economías de los países, ha modificado las estructuras y los sistemas de producción agrícola. En México el sector rural ha resentido dichos impactos e incrementado no solo en sus niveles de marginación y baja rentabilidad; sino también en la degradación de sus recursos naturales. El carácter multifuncional de la agricultura ha sido reconocida por la FAO en los siguientes aspectos: alimentario, ambiental, económico, y social (FAO, 1999). El sector agrícola será también impactado por efectos del cambio climático, por lo que varias zonas productivas podrían experimentar situaciones de crisis. A continuación se describe el proceso para estimar la vulnerabilidad de las zonas agrícolas del país.

1.6.- Mapas de vulnerabilidad

La vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícola se representa con el apoyo de instrumentos cualitativos (mapas) y su cuantificación se estimó mediante el siguiente procedimiento:

- 1) Se seleccionaron las variables que capturan algún componente de la vulnerabilidad del sistema y que se contaba con información disponible a escala nacional (cuadros 1.1, 1.2, y 1.3).
- 2) Los indicadores de las variables seleccionadas se normalizaron en el intervalo [0,100] para facilitar su comparación (Vincent, 2004) mediante la siguiente expresión:

$$X_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} 100 \quad (2.3)$$

Donde X_i es el valor normalizado de los valores de la variable x_i ; X_{min} y X_{max} , son los valores mínimos y máximo del conjunto de datos x_i , respectivamente. Se asume que a mayor valor del indicador, mayor es la vulnerabilidad.

Los indicadores normalizados de la componente exposición (E) se presentan en los mapas 2.4 al 2.8. Los indicadores normalizados de la componente sensibilidad (S) se presentan en los mapas 2.10 y 2.11. Mientras que los indicadores normalizados de la componente capacidad de adaptación (CA) se presentan en los mapas 2.14 y 2.15.

- 3) Se estimaron las componentes de vulnerabilidad (E, S, y CA) mediante la siguiente expresión:

$$E, S, CA = \sum_{j=1}^n P_j X_j \quad (2.4)$$

Donde P_j es el factor de ponderación y X_j es el valor normalizado del indicador j para estimar los componentes de vulnerabilidad. El índice de vulnerabilidad varía entre 0 y 100; esto es, de menor a mayor vulnerabilidad. Un valor de 100 indica la mayor vulnerabilidad.

Los pesos (P_i) fueron estimados con el método propuesto por lyengar y Sudarshan (1982) con la siguiente ecuación:

$$P_i = \frac{C}{1/\sqrt{\text{var}_i(X_{i,j})}} \quad (2.5)$$

Donde P_i es el peso para el indicador normalizado i ; c es la constante de normalización estimada como la suma total de las inversas de las desviaciones estándar, de los n indicadores seleccionados.

$$C = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{\text{var}_i(X_{i,j})}} \quad (2.6)$$

El método de Lyengar y Sudarshan asegura que grandes variaciones de uno o más indicadores no dominen la contribución del resto de los demás indicadores.

Los pesos estimados de las variables seleccionadas para estimar la exposición al cambio climático se presentan en el cuadro 1.4; para estimar la sensibilidad en el cuadro 1.5; y para estimar el componente de capacidad de adaptación en el cuadro 1.6.

Cuadro 1.4 Pesos estimados (P_i) de los indicadores utilizados (cuadro 1.1) para estimar la exposición al cambio climático, escenarios A1B y A2 y ciclos agrícolas OI y PV. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México, IMTA, 2011.

Indicador	A1B		A2	
	OI	PV	OI	PV
ΔT_{med}	0.136	0.149	0.124	0.149
$\Delta T_{\text{máx}}$	0.122	0.140	0.112	0.144
ΔPrecip	0.135	0.137	0.188	0.139
$\Delta \text{Sequía}$	0.203	0.157	0.199	0.145
Ciclones	0.201	0.208	0.188	0.211
Mar	0.202	0.209	0.189	0.212
Suma	1.0	1.0	1.0	1.0

Por ejemplo para calcular la componente E, usando los indicadores del cuadro 1.1 y los respectivos pesos del cuadro 1.4 para el escenario A1B y el ciclo OI, se obtiene la ecuación 2.7 para estimar la componente E de la vulnerabilidad a partir de la ecuación 2.4.

$$E = 0.134\Delta T_{\text{med}} + 0.122\Delta T_{\text{máx}} + 0.135\Delta \text{Precip} + 0.203\Delta \text{sequia} + 0.201\text{ciclones} + 0.201\text{mar} \quad (2.7)$$

Cuadro 1.5 Pesos estimados (P_i) de los indicadores usados (cuadro 5.2) para estimar la sensibilidad al cambio climático.

Indicador	Diversa	Sup	Rural	Fertiliza	Precip	Rend	ETo	Degrada	Diversa	Suma
Peso	0.122	0.145	0.133	0.176	0.051	0.115	0.060	0.062	0.134	1.0

Cuadro 1.6 Pesos estimados (P_i) de los indicadores usados (cuadro 2.3) para estimar la capacidad de adaptación al cambio climático.

Indicador	Margina	Analf	Servicios	Depende	Tiempo	Agrícola	IUT	Mecánica	Suma
Peso	0.078	0.144	0.070	0.085	0.145	0.210	0.169	0.097	1.0

4) La vulnerabilidad global V es estimada con la ecuación (2.8) que asume un peso P_i de 0.3333 ($1/3$) para cada uno de los componentes de la vulnerabilidad. La capacidad de adaptación fue ajustada para invertirla de signo (ecuación 2.1) e indicar que a mayor capacidad de adaptación menor es la vulnerabilidad.

$$V = P_1E + P_1S + P_1CA = \frac{E}{3} + \frac{S}{3} + \frac{CA}{3} \quad (2.8)$$

5) Generación del mapa global de vulnerabilidad (V) para la zona de estudio de acuerdo al cálculo espacial dada por la ecuación 2.8.

1.7.- Mapas de exposición al cambio climático

La componente E está relacionada con el grado de estrés climático que se ejerce sobre una unidad de estudio. Se asume que las regiones con mayores cambios climáticos previstos tendrán más problemas para adaptarse. Para estimar el grado de exposición se generaron cuatro mapas de exposición climática con seis indicadores cada uno (cuadro 1.1).

Se estimaron las anomalías de las variables climáticas: ΔT_{med} , ΔT_{max} , $\Delta Precip$ y $\Delta sequía$, y luego se normalizaron de acuerdo a la ecuación 2.3. Estas anomalías normalizadas para el ciclo OI se presentan en los mapas de las figura 2.4 y 2.5 para los escenarios A1B (Emisiones Media-Alta. Rápido crecimiento económico regional con la introducción de tecnologías nuevas y eficientes. Existe un balance entre el uso de fuentes de energía fósil y no fósil) y A2 (Emisiones Altas. Existe crecimiento constante de la población, el desarrollo económico está regionalmente orientado y el cambio tecnológico es muy fragmentado y más lento que en otros escenarios), respectivamente. Para el ciclo PV, se elaboraron los mapas de las figuras 1.6 y 1.7 para los escenarios A1B y A2, respectivamente.

Se observa que las anomalías de precipitación para el ciclo OI resultan más contrastantes que las correspondientes para el ciclo PV (comparando mapas de precipitación de las figuras 1.4 y 1.5 con los mapas de las figuras 1.6 y 1.7). Las regiones sur y sureste del país son las regiones de menor vulnerabilidad por exposición a cambios en los patrones

de precipitación durante el ciclo OI. La península de Baja California muestra alta vulnerabilidad a anomalías en la precipitación para ambos ciclos agrícolas y ambos escenarios A1B y A2. La región norte centro presenta alta vulnerabilidad a cambios en la precipitación durante el ciclo OI pero para el ciclo PV su vulnerabilidad es baja.

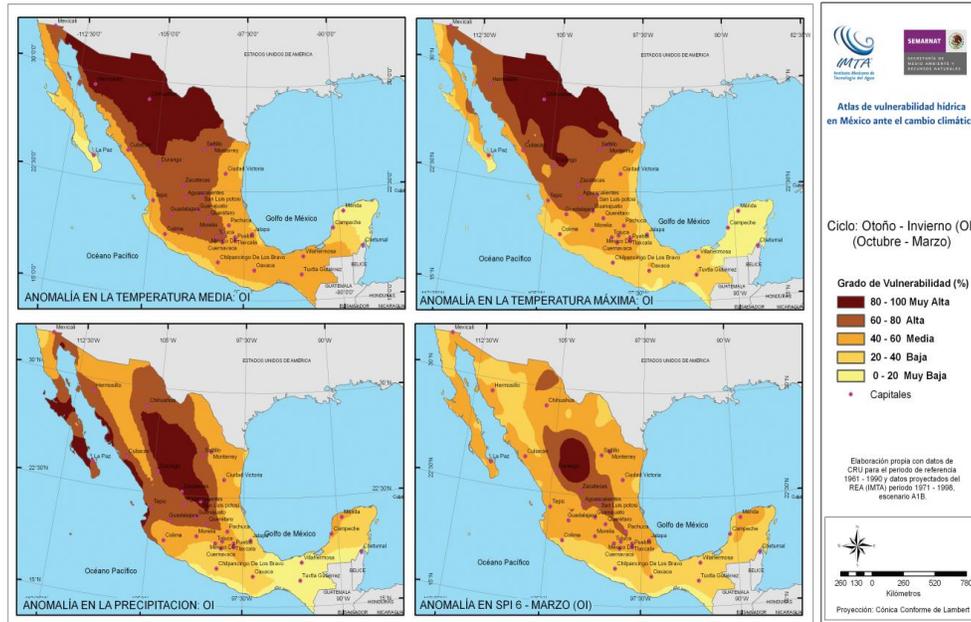


Figura 1.4 Indicadores de exposición al cambio climático escenario: A1B. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

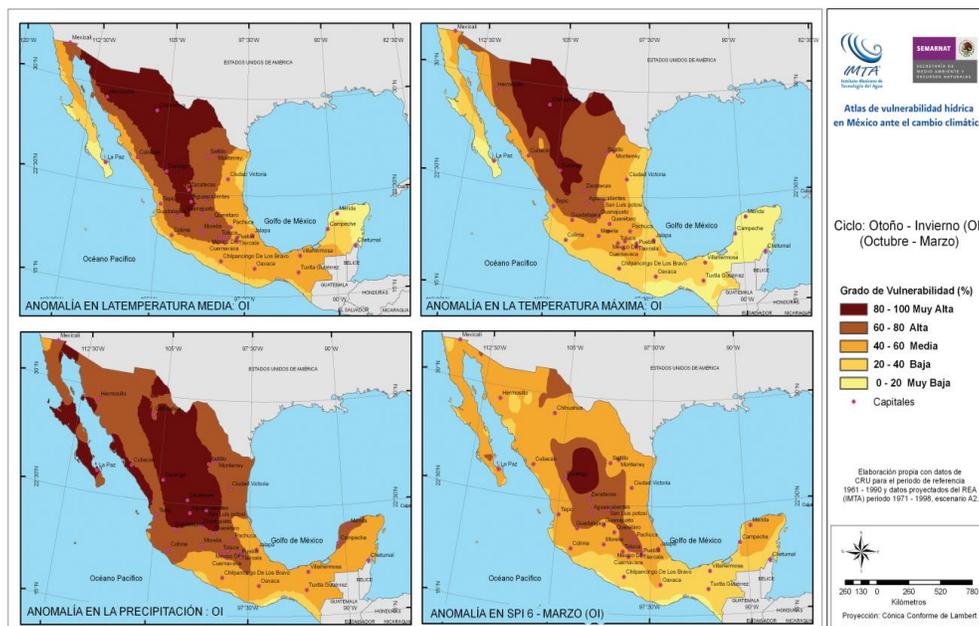


Figura 1.5 Indicadores de exposición al cambio climático escenario: A2 Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

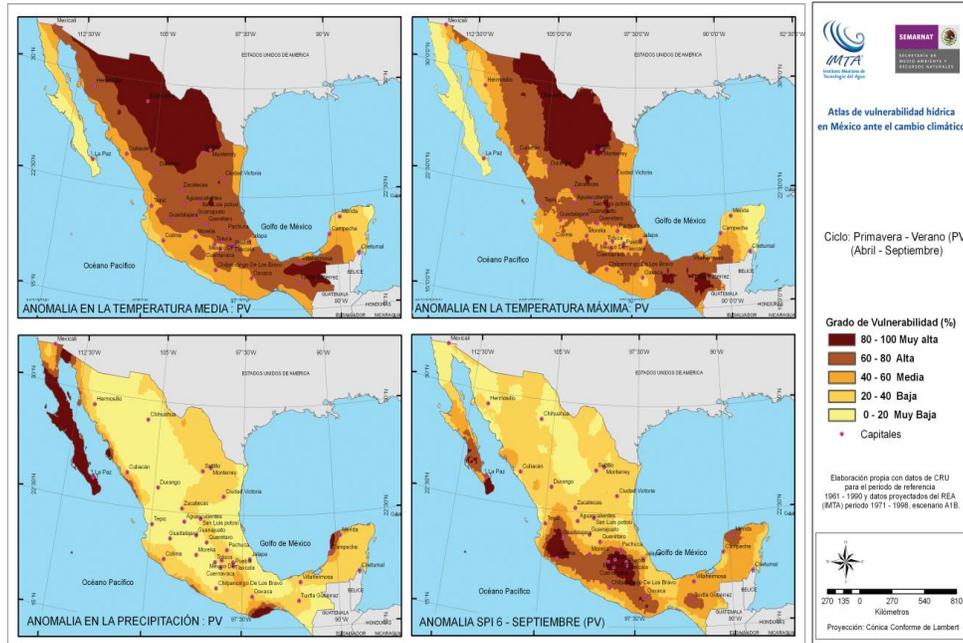


Figura 1.6 Indicadores de exposición al cambio climático escenario: A1B. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

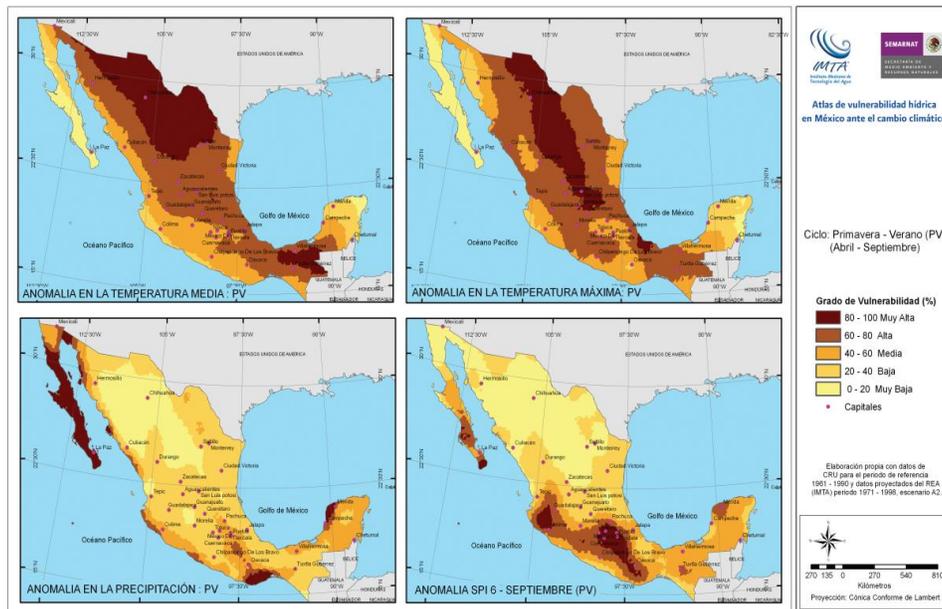


Figura 1.7 Indicadores de exposición al cambio climático escenario: A2. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

Las mayores anomalías en las temperaturas (media y máxima), y en consecuencia mayor vulnerabilidad, se presentan para ambos ciclos en los estados del norte del país que

colindan con los Estados Unidos como se muestra en los mapas de las figuras 1.4, 1.5, 1.6 y 1.7. Se presenta una superficie con mayor vulnerabilidad por exposición a altas temperaturas en el ciclo PV que para el ciclo otoño-invierno.

Para el caso de los indicadores de ciclones y nivel del mar se elaboró el mapa de la figura 1.8. El cambio climático puede incrementar la intensidad de los eventos ciclónicos que impactan los estados costeros del país. En consecuencia las zonas agrícolas cercanas al mar presentan la mayor vulnerabilidad por exposición a eventos ciclónicos, principalmente las localizadas en el norte de Tamaulipas, la península de Yucatán, y el sur de la península de Baja California (mapa de la figura 1.8). Otro de las repercusiones del cambio climático es el ascenso del nivel del mar, el mapa de la figura 1.8 muestra la alta vulnerabilidad de algunas zonas costeras del país por incremento potencial en el nivel del mar.

Se generaron cuatro mapas de exposición al cambio climático (figura 1.9), para los dos ciclos agrícolas con dos escenarios de emisiones. Se observa un incremento en superficie total para las zonas de alta vulnerabilidad para el ciclo OI con respecto al ciclo PV, y en el escenario A2 con respecto al A1B. El norte del país y varias zonas costeras del país muestran alta vulnerabilidad por exposición al cambio climático para el ciclo OI. Las zonas de alta y muy alta vulnerabilidad son menores en el ciclo PV que para el ciclo otoño-invierno.

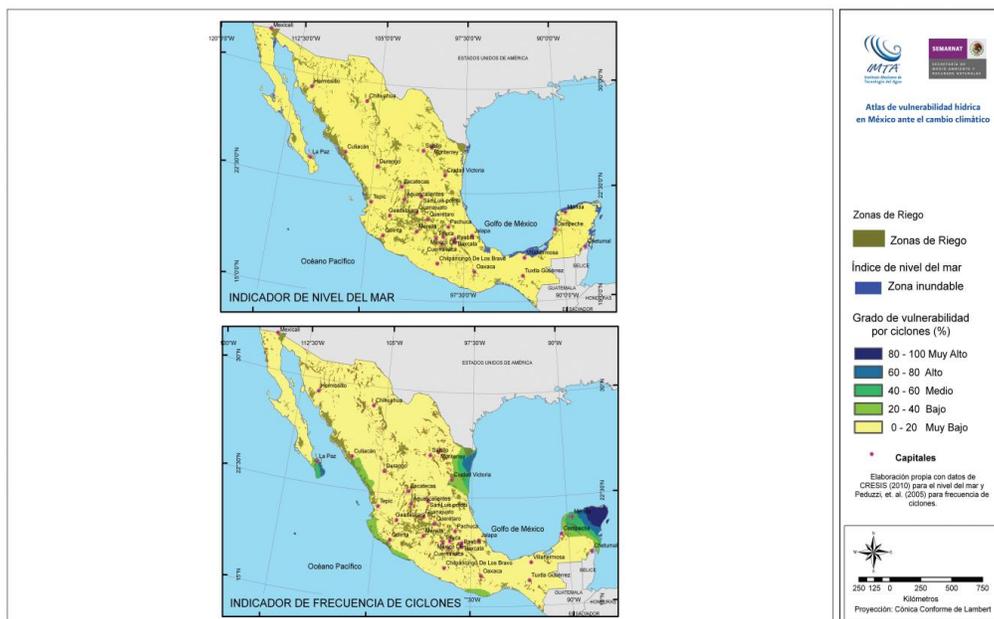


Figura 1.8 Indicadores de exposición al cambio climático. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

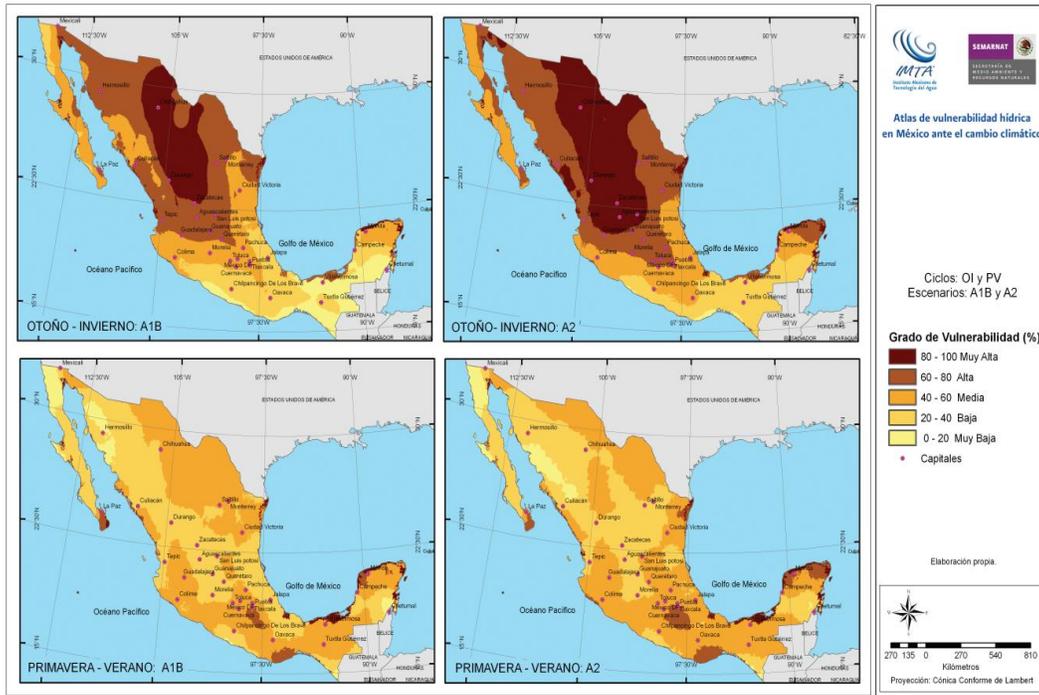


Figura 1.9 Vulnerabilidad por exposición al cambio climático. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

1.8.- Mapas de sensibilidad al cambio climático

En el mapa de la figura 1.10 se presentan los indicadores de sensibilidad normalizados: diversidad de cultivos, tamaño parcela, población rural, y uso de fertilizantes. En el mapa de la figura 1.11 se presenta la segunda parte complementaria de los indicadores de sensibilidad normalizados: variabilidad en la precipitación, variabilidad en el rendimiento, evapotranspiración y degradación de suelos y acuíferos.

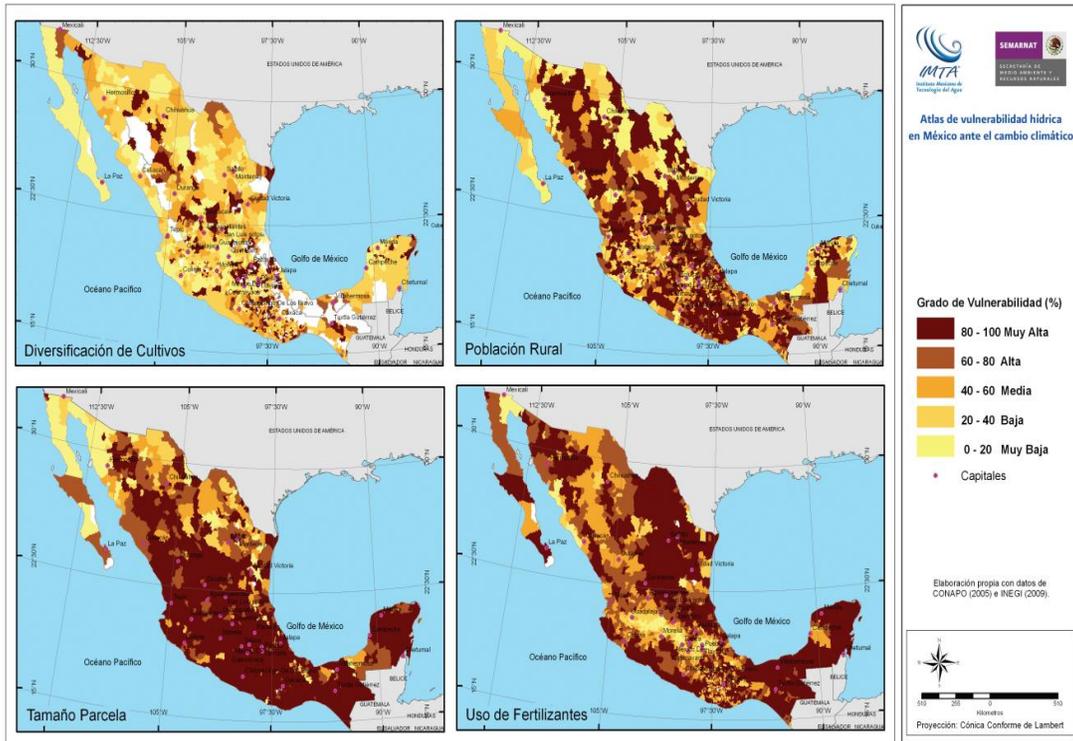


Figura 1.10 Indicadores de sensibilidad 1/2. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

Los mapas de los indicadores de sensibilidad muestran una alta variabilidad en donde se practica la agricultura (mapas de las figura 1.10 y 1.11). Existe una superficie importante localizada principalmente en las zonas áridas y semiáridas del país con alta vulnerabilidad debido a la degradación del suelo y acuíferos (mapa de la figura 1.11). Se generó un mapa de sensibilidad actual al cambio climático (mapa de la figura 1.12) que integra los nueve indicadores del cuadro 1.2. Varios municipios de los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas muestran alta vulnerabilidad por sensibilidad al cambio climático.

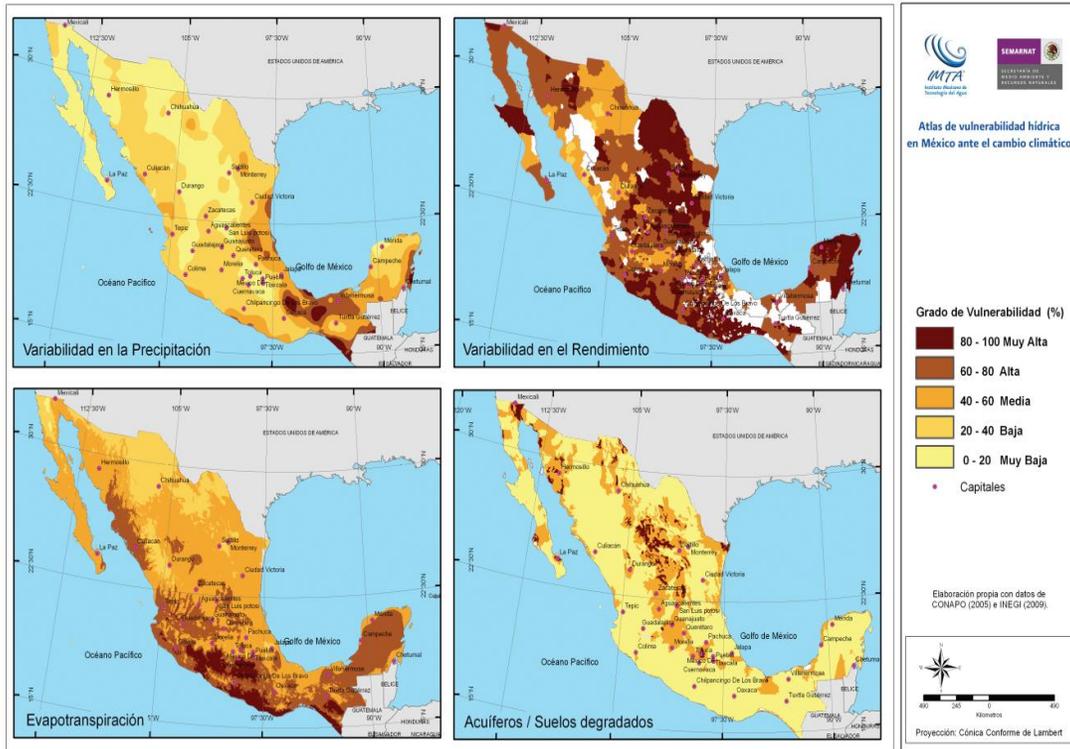


Figura 1.11 Indicadores de sensibilidad 2/2. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.



Figura 1.12 Indicadores de sensibilidad al cambio climático. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

1.9.- Mapa de capacidad de adaptación al cambio climático

En el mapa de la figura 1.13 se presentan los indicadores de sensibilidad normalizados: marginación, analfabetismo, cobertura de servicios, dependientes económicos y acceso a centros urbanos. En el mapa de la figura 1.14 se presenta la segunda parte de los indicadores de capacidad de adaptación: Ingreso agrícola, Intensidad en el uso de la tierra, Mecanización agrícola y Cobertura de crédito/seguro. Los indicadores de capacidad de adaptación indican que a mayor capacidad de adaptación menor es su vulnerabilidad.

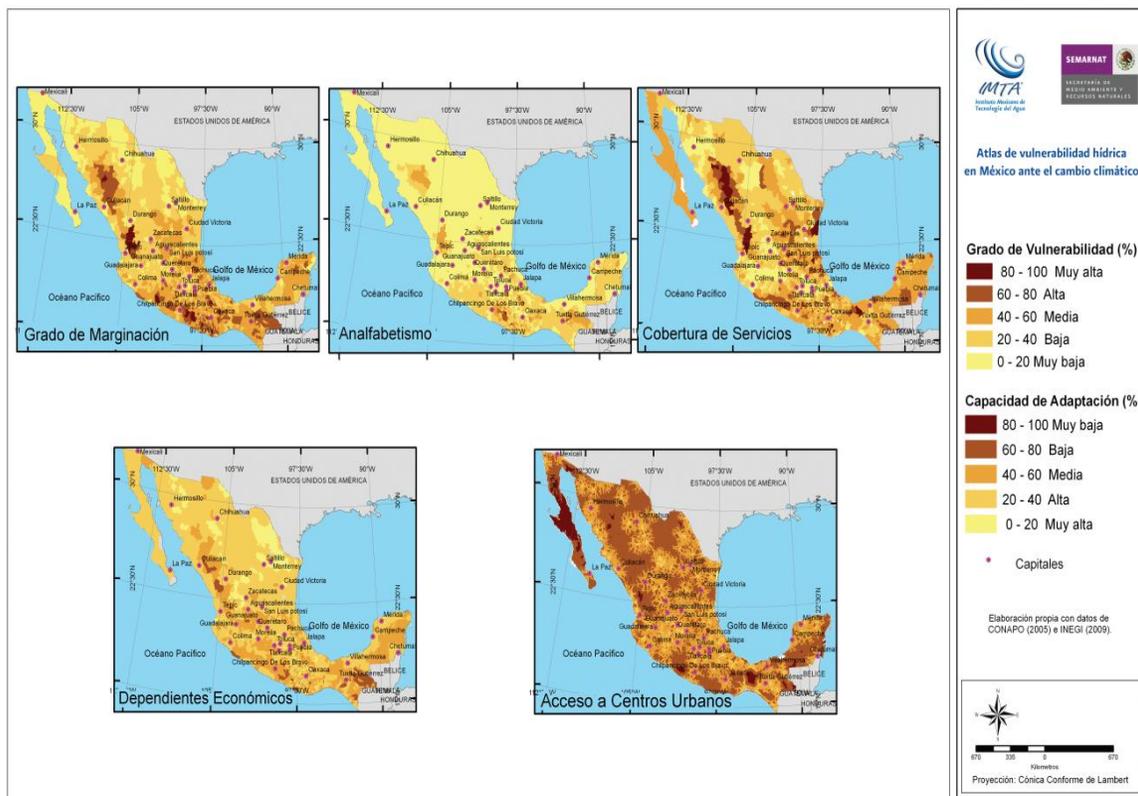


Figura 1.13 Indicadores de capacidad de adaptación 1/2. Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

Se usaron 8 indicadores para evaluar la capacidad de adaptación al cambio climático. La variación espacial de los indicadores de capacidad de adaptación se presenta en los mapas de las figuras 1.13 y 1.14. El mapa de la figura 1.15 de vulnerabilidad al cambio climático por capacidad de adaptación muestra una concentración de zonas de alta vulnerabilidad en zonas marginadas del sur, sureste y noroeste de México. Las zonas de alta vulnerabilidad por capacidad de adaptación (sur y sureste del país) no necesariamente son las zonas de alta vulnerabilidad por exposición al cambio climático.

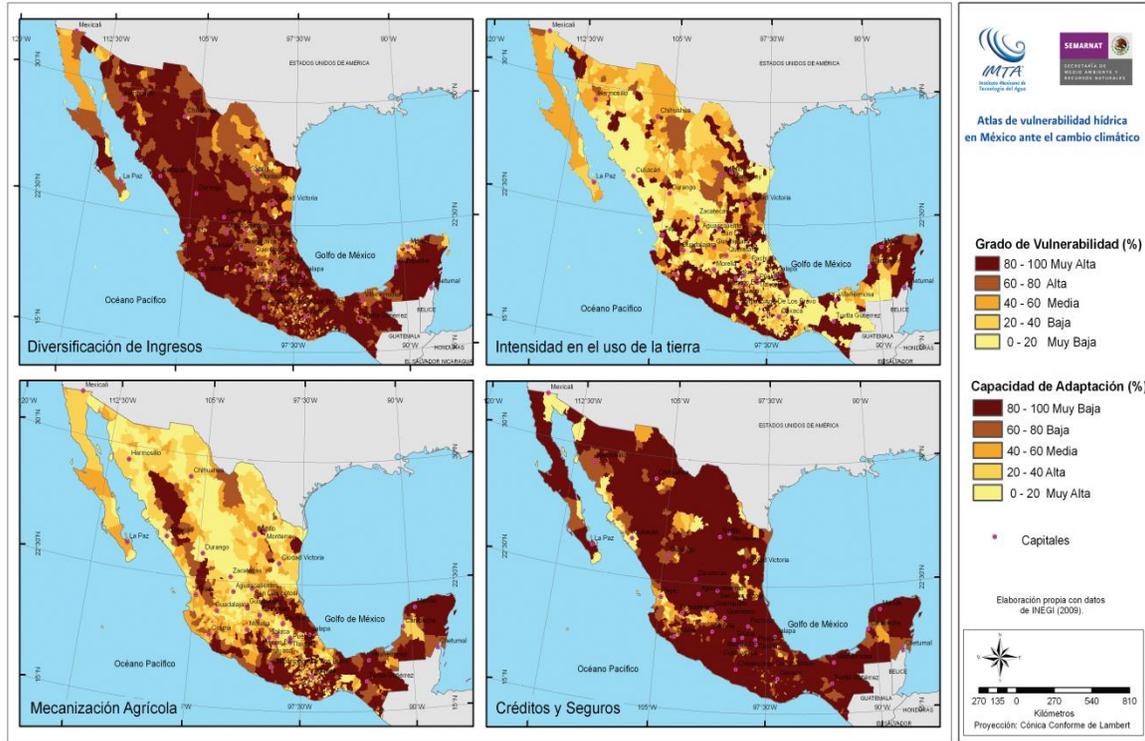


Figura 1.14 Indicadores de capacidad de adaptación 2/2 Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

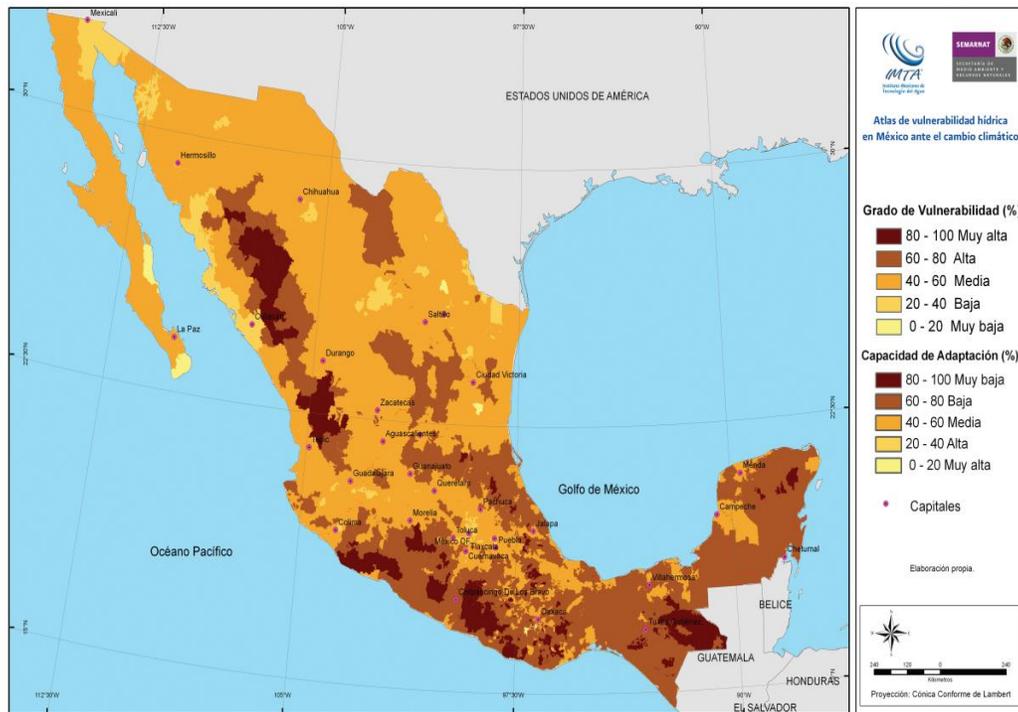


Figura 1.15 Indicador global de capacidad de adaptación Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

1.10.- Mapas de vulnerabilidad de la agricultura de riego

Los mapas de las figuras 1.16, 1.17, 1.18 y 1.19 muestran la vulnerabilidad espacial al cambio climático de la agricultura de riego para los ciclos agrícolas OI y PV bajo los escenarios A1B y A2. Se observa que la capacidad de adaptación define los patrones de vulnerabilidad en regiones de alta marginación como fue reportado por Yusuf y Francisco (2009). Varias regiones del país, localizadas en las regiones marginadas, son vulnerables principalmente debido a su baja capacidad de adaptación. Los mapas de vulnerabilidad global indican que las zonas de mayor exposición al cambio climático no son necesariamente las zonas de mayor vulnerabilidad global. Para el ciclo OI, las regiones de muy alta y alta vulnerabilidad se concentran en la regiones norte centro, sur y península de Yucatán (mapas de las figuras 1.16 y 1.17). Mientras que para el ciclo PV, estas zonas se concentran en el sur, sureste y península de Yucatán.

La estimación de la vulnerabilidad se realizó, en su mayoría, considerando la información a nivel de municipios disponible para México a partir de fuentes nacionales e internacionales. Varios indicadores no estaban desglosados por modalidad de agricultura, por lo que los mapas generados indican valores promedio tanto para agricultura de riego como de temporal.

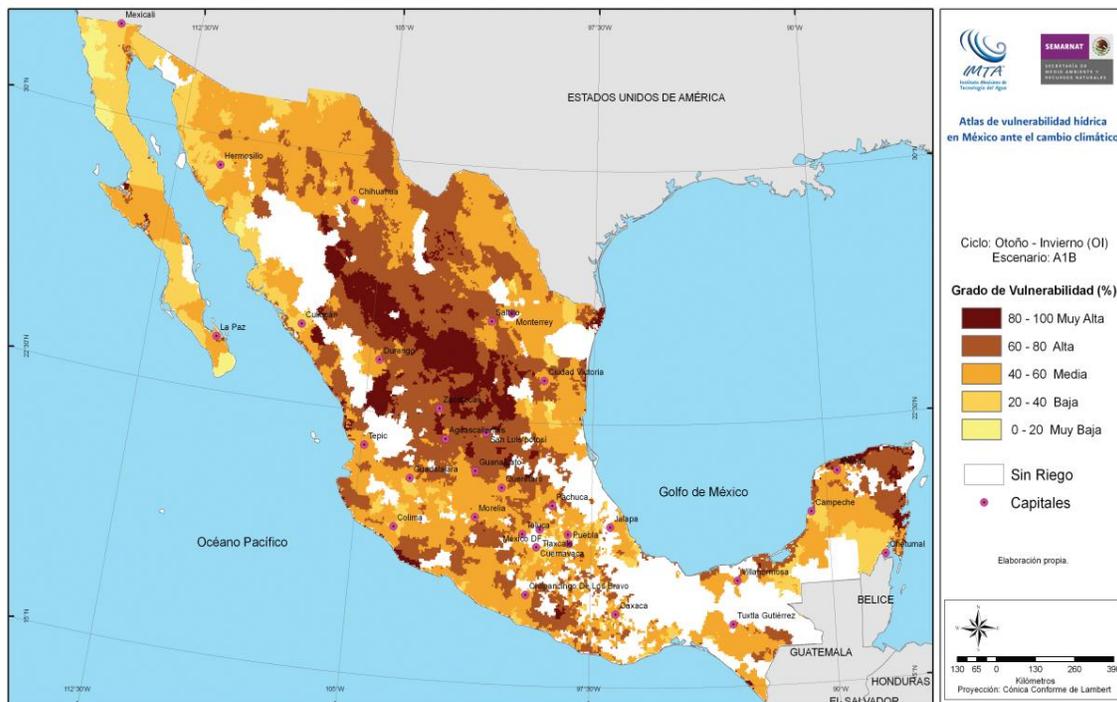


Figura 1.16 Vulnerabilidad global estimada para las zonas de riego, en el escenario A1B, durante el subciclo agrícola Otoño-Invierno (OI). Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.



Figura 1.17 Vulnerabilidad global estimada para las zonas de riego, en el escenario A1B, durante el subciclo agrícola Primavera-Verano (PV) Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

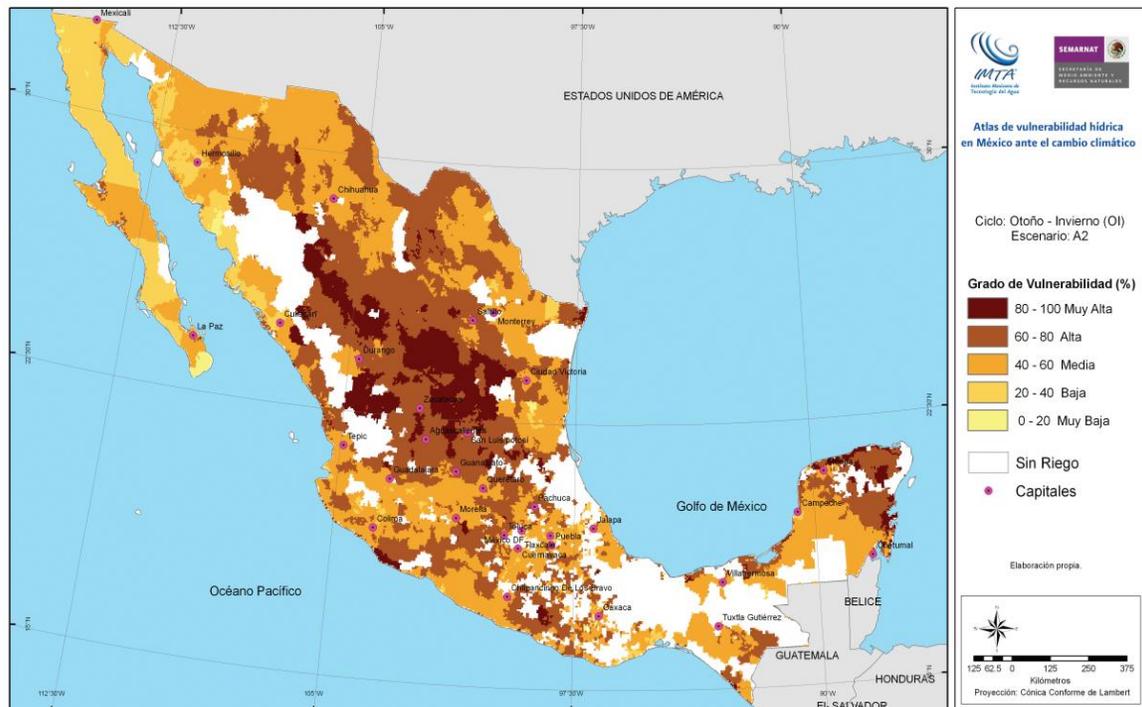


Figura 1.18 Vulnerabilidad global estimada para las zonas de riego, en el escenario A2, durante el subciclo agrícola Otoño Invierno (OI). Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

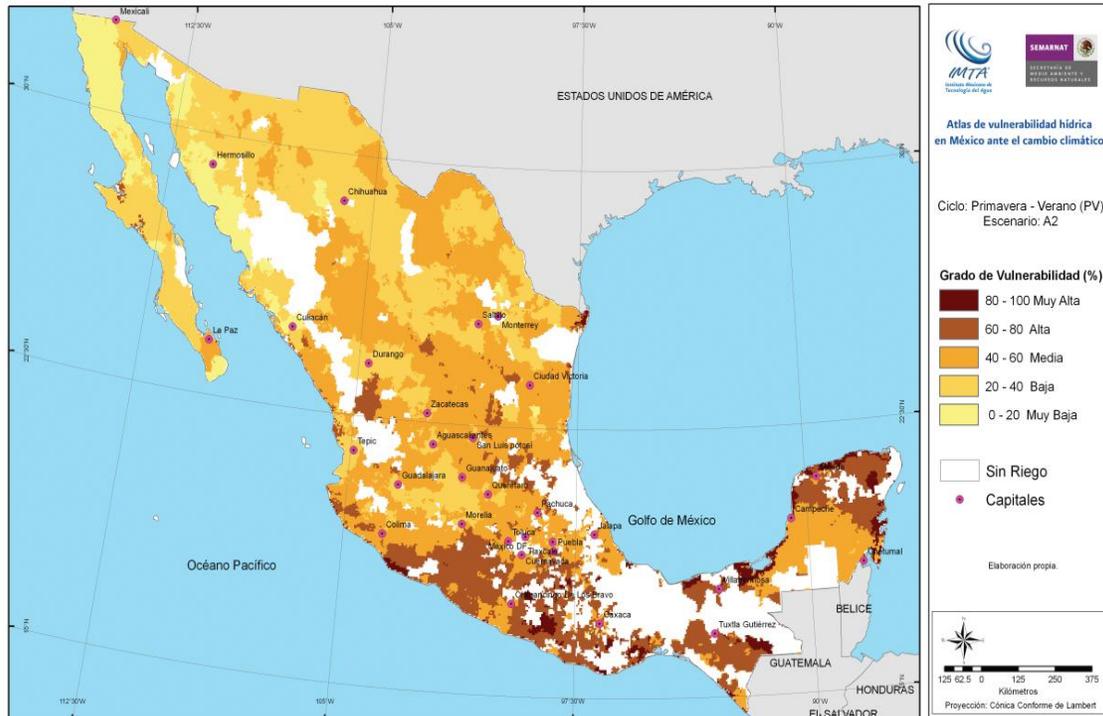


Figura 1.19 Vulnerabilidad global estimada para las zonas de riego, en el escenario A2, durante el subciclo agrícola Primavera Verano (PV). Fuente Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México.

Los resultados indican que las zonas agrícolas más vulnerables no necesariamente son las zonas con el mayor impacto por exposición al cambio climático, sino las zonas marginadas con baja capacidad de adaptación.

Los resultados del grado de vulnerabilidad global por escenarios y subciclos agrícolas indican que el crítico corresponde al escenario A2 con respecto al escenario A1B y el subciclo agrícola Otoño Invierno sobre el subciclo Primavera Verano. Esto se debe principalmente a que se tiene un mayor impacto en superficie agrícola sembrada debido a su mayor exposición y por lo tanto mayor sensibilidad en las zonas de riego localizadas principalmente en el norte del país y varias zonas costeras del país.

Los mapas reflejan también que las zonas de alta y muy alta vulnerabilidad son menores en el ciclo PV que para el ciclo otoño-invierno.

Las conclusiones y recomendaciones del Atlas de Vulnerabilidad hídrica ante el cambio climático, en su capítulo de evaluación de la agricultura de riego, señalan que la precisión de los datos socioeconómicos y productivos utilizados no permite capturar las diferencias entre productores y zonas agrícolas que pudieran presentarse al interior de los municipios con gran extensión territorial. Tampoco capturan la dinámica actual de la capacidad de adaptación y sensibilidad de las regiones agrícolas.

Sin embargo, los mapas de vulnerabilidad generados ayudan a identificar las grandes zonas más susceptibles de afectación por cambio climático y donde las políticas públicas deben dirigir sus acciones para optimizar los recursos y priorizar las áreas de intervención.

2.- SELECCIÓN DE LAS REGIONES/ZONAS CON MAYOR VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

Para definir las tres regiones/zonas de riego de mayor vulnerabilidad en México, se consideraron los escenarios de emisiones A1B y A2, y en especial el subciclo agrícola otoño-invierno, al ser la condición más crítica en cuanto a superficie sembrada durante el ciclo anual, además de que se tiene el escenario de mayor impacto en la estimación de la vulnerabilidad global de acuerdo con los resultados del capítulo 1 anterior. Se descarta analizar el subciclo agrícola primavera verano debido a que en promedio se siembra el 22% de la superficie agrícola del país, en contraparte con el subciclo otoño invierno en donde se tiene una superficie sembrada del orden del 50% en el territorio nacional.

2.1.- Escenario de emisiones A2

Para la determinación de los Distritos de Riego con mayor grado de vulnerabilidad global (V) en el escenario de emisiones A2 se sobrepuso el mapa de la figura 1.2 correspondiente a la ubicación geográfica de los 85 Distritos de Riego del país, con el mapa de la figura 1.18 con su correspondiente grado de vulnerabilidad global en el ciclo otoño-invierno. La siguiente figura 2.1 muestra los resultados de la sobre posición realizada para el escenario A2.

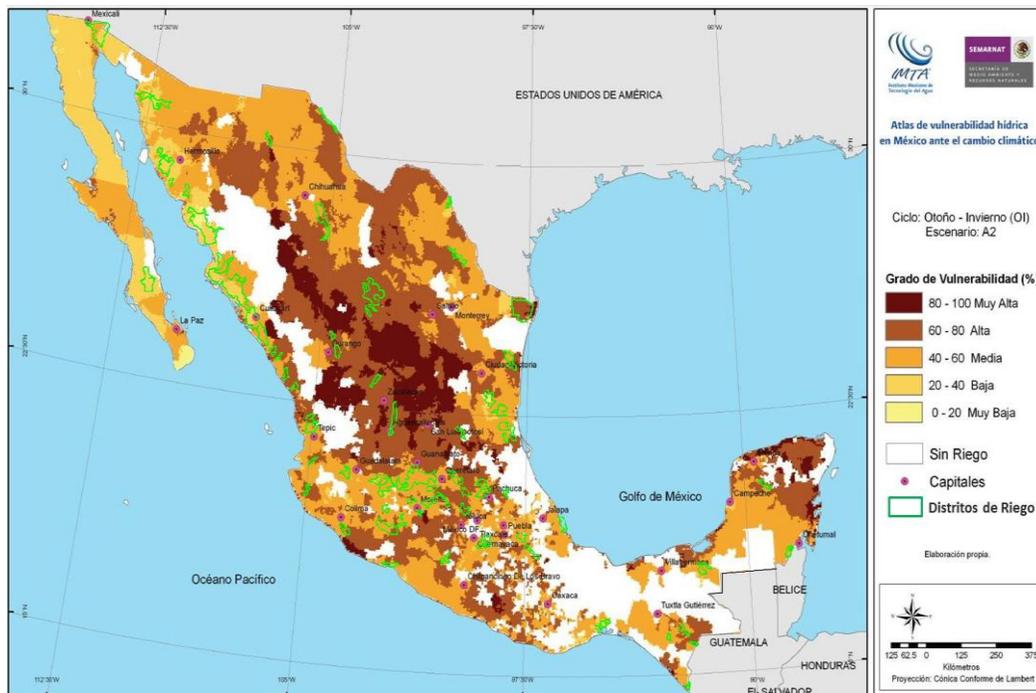


Figura 2.1 Sobre posición gráfica aproximada para el ciclo OI y el escenario de emisiones A2 de la ubicación geográfica de los Distritos de Riego y su vulnerabilidad global porcentaje.

Los resultados de la sobre posición se indican en el cuadro 2.1 que muestra el grado de vulnerabilidad en porcentaje de cada uno de los Distritos de Riego, de acuerdo con la clasificación propuesta por el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el cambio climático en México (IMTA, 2011). Los resultados se ordenaron de mayor a menor vulnerabilidad global para cada uno de los 85 Distritos de Riego, para una primera integración de las opciones de zonas de riego a trabajar en el presente proyecto. En el anexo 1 se tienen los Resultados del análisis de mayor a menor grado de vulnerabilidad global de todos los Distritos de Riego de acuerdo el escenario de emisiones A2 y el ciclo agrícola OI, y el presente cuadro 2.1 muestra los resultados para los primeros 21 Distritos con vulnerabilidad global de Alta a Muy Alta.

Cuadro 2.1 Distritos de Riego con vulnerabilidad global de alta a muy alta en México y su superficie cosechada (ha) en el ciclo agrícola 2008-2009. Escenario de emisiones A2. Ciclo OI.

No.	DR	Nombre	Estado	Vulnerabilidad*	Superficie cosechada, ciclo agrícola 2008-2009 (ha)
1	34	Estado de Zacatecas	Zacatecas	Muy Alta	11477
2	25	Bajo Río Bravo	Tamaulipas	Alta	197473
3	17	Región Lagunera	Coahuila y Durango	Alta	69820
4	5	Delicias	Chihuahua	Alta	53200
5	86	Río Soto La Marina	Tamaulipas	Alta	23227
6	52	Estado de Durango	Durango	Alta	14519
7	1	Pabellón de Arteaga	Aguascalientes	Alta	7591
8	48	Tícul	Yucatán	Alta	7428
9	103	Río Florido	Chihuahua	Alta	6272
10	8	Metztlán	Hidalgo	Alta	5406
11	83	Papigochic	Chihuahua	Alta	3013
12	90	Bajo Río Conchos	Chihuahua	Alta	2901
13	49	Río Verde	San Luis Potosí	Alta	2892
14	44	Jilotepec	Estado de México	Alta	2705
15	102	Río Hondo	Quintana Roo	Alta	2600
16	60	El Higo	Veracruz	Alta	2126
				Total	412650

* Nota. La superficie cosechada reportada incluye todos los subciclos agrícolas OI, PV, Perennes y segundos cultivos, y se indica sólo como referencia física de la magnitud del Distrito de Riego.

La información del cuadro 2.1 indica el único Distrito de Riego con vulnerabilidad muy alta resultó ser el Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. Los Distritos de Riego con vulnerabilidad global alta se localizan en la zona del altiplano seco conformada por los estados de Zacatecas, Durango, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León y Tamaulipas. Aunque también se mencionan los Estados de Aguascalientes, San Luis Potosí, Hidalgo,

Estado de México, Veracruz y Yucatán. Los restantes distritos de riego del país se clasifican como vulnerabilidad media.

Es importante mencionar dentro de los resultados analizados que los Distritos de Riego con menor vulnerabilidad global son los que se localizan en los Estados de Sinaloa, Sonora, Baja California y Jalisco.

También se tiene como dato importante que la superficie física con grado de vulnerabilidad alta en México, con una exposición al cambio climático en el subciclo agrícola otoño-invierno es del orden de las 412,650 ha, misma que representa un 13.94% de la superficie cosechada en los Distritos de Riego del país de acuerdo con las estadísticas agrícolas del ciclo agrícola 2008-2009 (CONAGUA, 2009).

2.2.- Escenario de emisiones A1B

Para la determinación de los Distritos de Riego con mayor grado de vulnerabilidad global (V) en el escenario de emisiones A1B se realizó un procedimiento semejante al anterior, es decir, se sobrepuso el mapa de la figura 2.2 correspondiente a la ubicación geográfica de los 85 Distritos de Riego del país, con el mapa de la figura 1.16 con su correspondiente grado de vulnerabilidad global en el ciclo otoño-invierno. Los resultados de la sobreposición para el escenario A1B se presentan en la figura 2.2.

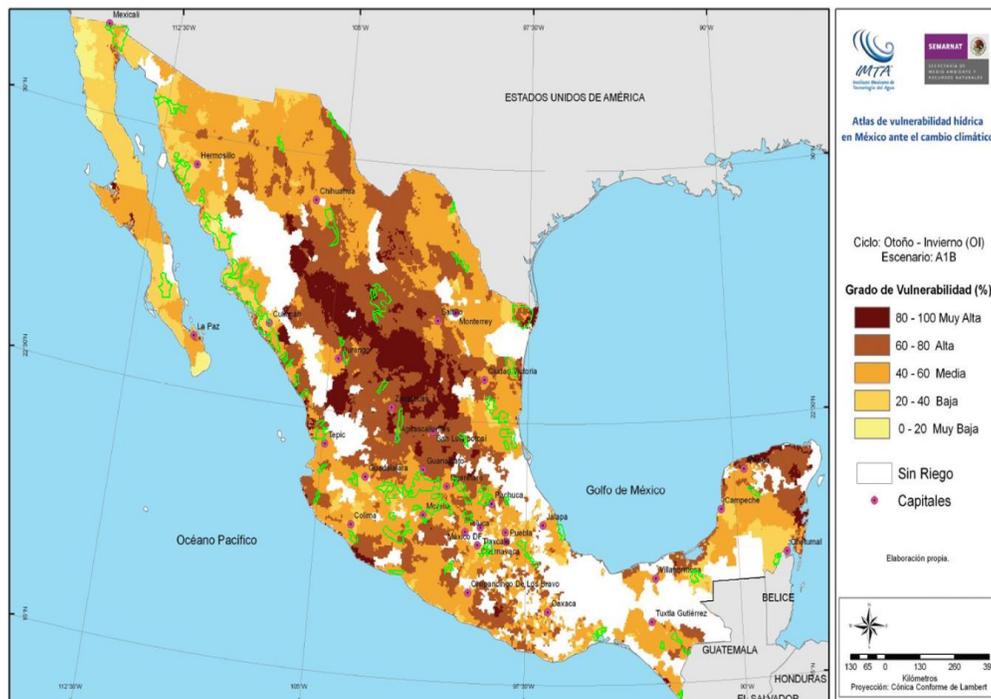


Figura 2.2 Sobre posición gráfica aproximada para el ciclo OI y el escenario de emisiones A1B de la ubicación geográfica de los Distritos de Riego y su vulnerabilidad global porcentaje.

Los resultados de la sobreposición se indican en el cuadro 2.2 que muestra el grado de vulnerabilidad en porcentaje de cada uno de los Distritos de Riego. Estos resultados se ordenaron de mayor a menor vulnerabilidad global para cada uno de los 85 Distritos de Riego. De igual forma en el Anexo 1 se tienen los resultados del análisis de mayor a menor grado de vulnerabilidad global de todos los Distritos de Riego de acuerdo al escenario de emisiones A1B y el ciclo agrícola OI, y el cuadro 3.2 muestra los resultados para los primeros 21 Distritos con vulnerabilidad global de Media Alta a Alta.

La información del cuadro 2.2 indica que no existen Distritos de Riego con vulnerabilidad muy alta, en cambio, existen 20 Distritos de Riego con vulnerabilidad global alta que se localizan en diversas regiones del país desde el altiplano seco hasta el pacífico, centro y sureste del país. Los restantes Distritos de Riego del país se clasifican como vulnerabilidad media.

Cuadro 2.2 Distritos de Riego con vulnerabilidad global de media a Alta en México y su superficie cosechada (ha) en el ciclo agrícola 2008-2009. Escenario de emisiones A1B.

No	DR	Nombre	Estado	Vulnerabilidad*	Superficie Cosechada
1	17	Región Lagunera	Coahuila y Durango	Alta	69820
2	109	Río San Lorenzo	Sinaloa	Alta	61537
3	5	Delicias	Chihuahua	Alta	53200
4	108	Elota-Piaxtla	Sinaloa	Alta	21624
5	45	Tuxpan	Michoacán	Alta	17655
6	52	Estado de Durango	Durango	Alta	14519
7	20	Morelia	Michoacán	Alta	14188
8	9	Valle de Juárez	Chihuahua	Alta	12797
9	34	Estado de Zacatecas	Zacatecas	Alta	11477
10	85	La Begoña	Guanajuato	Alta	11017
11	93	Tomatlán	Jalisco	Alta	10688
12	57	Amuco-Cutzamala	Guerrero	Alta	10507
13	96	Arroyo Zarco	Estado de México	Alta	9338
14	1	Pabellón de Arteaga	Aguascalientes	Alta	7591
15	103	Río Florido	Chihuahua	Alta	6272
16	104	Cuajinicuilapa	Guerrero	Alta	3726
17	111	Baluarte-Presidio	Sinaloa	Alta	2832
18	95	Atoyac	Guerrero	Alta	2297
19	23	San Juan del Río	Queretaro	Alta	1422
20	68	Tepecoacuilco	Guerrero	Alta	987
21	48	Ticul	Yucatán	Alta	7428
				Subtotal	350922

Es importante mencionar dentro de los resultados analizados que los Distritos de Riego con menor vulnerabilidad global son los que se localizan en los Estados de Sonora y Sinaloa al igual que en el escenario A2.

También se tiene como dato importante que la superficie física con grado de vulnerabilidad alta en México, con una exposición al cambio climático en el subciclo agrícola otoño-invierno, escenario A1B es del orden de las 350,922 ha, misma que representa un 11.85% de la superficie cosechada en los Distritos de Riego del país de acuerdo con las estadísticas agrícolas del ciclo agrícola 2008-2009 (CONAGUA, 2009).

Realizando un comparativo de los resultados de los cuadros 2.1 y 2.2, los Distritos de Riego que se repiten el caso de vulnerabilidad alta y muy alta en ambos escenarios A2 y A1B, se tienen los siguientes:

- 034 Estado de Zacatecas.
- 017 Región Lagunera en los estados de Coahuila y Durango.
- 005 Delicias en el Estado de Chihuahua.
- 001 Pabellón de Arteaga, en el Estado de Aguascalientes.
- 103 Río Florido en el estado de Chihuahua.
- 048 Ticul en el Estado de Yucatán con una pequeña variante en A1B.

2.3.- Selección de las regiones/zonas

Con base en los resultados presentados en el subcapítulo anterior, y considerando que los tres Distritos de Riego se encuentran en una condición de vulnerabilidad global alta en ambos escenarios A2 y A1B, se seleccionó para el portafolio de medidas de adaptación, tres zonas que tienen una amplia representatividad en el norte, centro y sureste del país. Las características de estas tres regiones (fuente de abastecimiento, tipo de infraestructura hidroagrícola, cultivos, usuarios, gestión, operación, conservación y administración) son comunes para una gran cantidad de los 85 Distritos de Riego y de las 40,000 unidades de riego que existen en el país. A continuación se presentan los distritos seleccionados para cada una de estas zonas.

- Zona norte, Distrito de Riego 005 Delicias, en el Estado de Chihuahua.
- Zona centro, Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas.
- Zona sureste, Distrito de Riego 048 Ticul, en el Estado de Yucatán.
- Zona sur, estado de Chiapas.

Es importante mencionar que para la selección se consideró la diversidad de climas que se presentan en estas tres zonas, desde un clima desértico en Chihuahua, semidesértico en Zacatecas, hasta un clima subtropical en Yucatán, las cuales son representativas para las condiciones del país. Por otra parte, se incluyó una zona de riego que estuviera considerada en el estudio de recursos hídricos que realiza la Coordinación de Hidrología, por lo que se seleccionó el Distrito de Riego 005 Delicias, que pertenece a la Cuenca del río Conchos, en los estados de Durango y Chihuahua. Actualmente, se están analizando dos zonas de temporal en los estados de Guerrero y Chiapas, para incluir una de ellas en el documento final.

A continuación se describen el clima, las principales amenazas derivadas del cambio climático, así como los posibles impactos en la agricultura de riego; lo cual sirvió de base para seleccionar los Distritos de riego en cada una de las tres regiones (norte, centro y sureste), para los que se identificará un portafolio de medidas de adaptación al cambio climático.

2.3.1.- Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua

El Distrito de Riego 005 Delicias Chihuahua, es un Distrito de Riego con más 80,000 ha, cuenta con 2 grandes presas de almacenamiento, y una vasta red de grandes canales y estructuras de riego que irrigan una gran cantidad de cultivos. Cuenta con más de 9,000 usuarios organizados en 10 Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego que son las encargadas de la administración, conservación y operación de la infraestructura hidroagrícola. Estas características son representativas de más de 2 millones de hectáreas de Distritos de Riego que tienen como fuentes de abastecimientos a grandes presas de almacenamientos.

2.3.1.1.- Clima y amenazas de cambio climático

Según el sistema de clasificación climática de Koppen modificado por Enriqueta García en el Distrito de Riego, se tiene un clima BWhw (e´) muy seco o desértico (BW), con régimen de lluvias en verano y con por lo menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo, el cual es el mes de septiembre, y un porcentaje de lluvia invernal entre el 5 y 10.2% del total anual.

La precipitación media anual varía desde 350.4 mm en Cd. Camargo, 336.6 mm en la Cd. Delicias y 315.4 mm en Cd. Meoqui, con lluvias de verano en los cuales se registra diez veces la cantidad de lluvia comparada con el mes más seco. La precipitación media anual en la zona de riego del Distrito de Riego es de 334.1 mm. Estos datos se representan a nivel regional de acuerdo con el siguiente mapa de precipitación media en la Cuenca del Río Bravo.

La precipitación anual de 1971 a 2003 según los datos registrados de la estación Delicias, CEDEL es la siguiente:

Precipitación histórica en el Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua

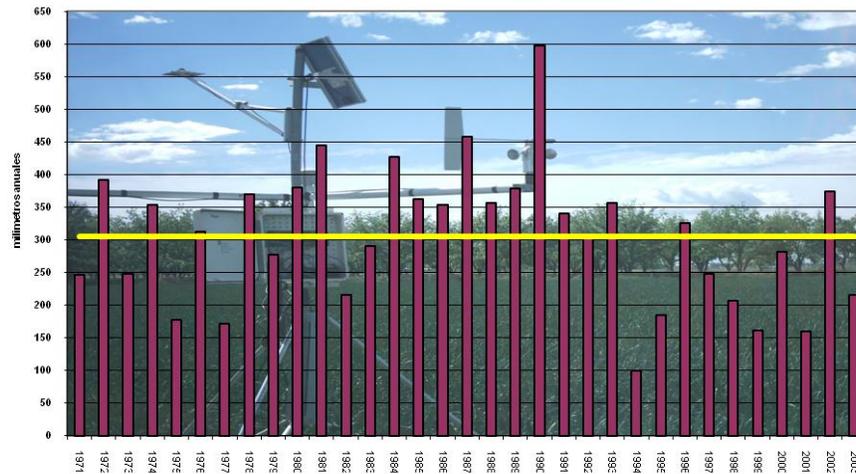


Figura 2.3 Precipitación anual de 1971 al 2003 en el Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua.

El promedio histórico de la estación más representativa del Distrito de Riego es de 305 mm anuales, considerando datos desde el año de 1971. Sin embargo, según datos históricos de la zona, con datos de lluvia desde el año de 1942, se tiene una precipitación media anual de 336 mm. La precipitación media anual promedio de los últimos 11 años ha sido 251 mm, la cual corresponde a un 75% de la media esperada en el Distrito de Riego.

En la estación Camargo, la temperatura media anual es de 19.5 °C, en Delicias es de 18.9 °C y en Meoqui alcanza los 21.3 °C, lo que resulta en un valor medio de 19.3 °C en el Distrito de Riego. Esta región se caracteriza por ser muy extremosa, al tener oscilaciones anuales de las temperaturas medias mensuales mayor a 14 °C. La temperatura máxima extrema registrada alcanzó los 45° C el día 28 de mayo de 1976 y la mínima extrema que se ha presentado llegó a -13 °C el 12 de enero de 1962.

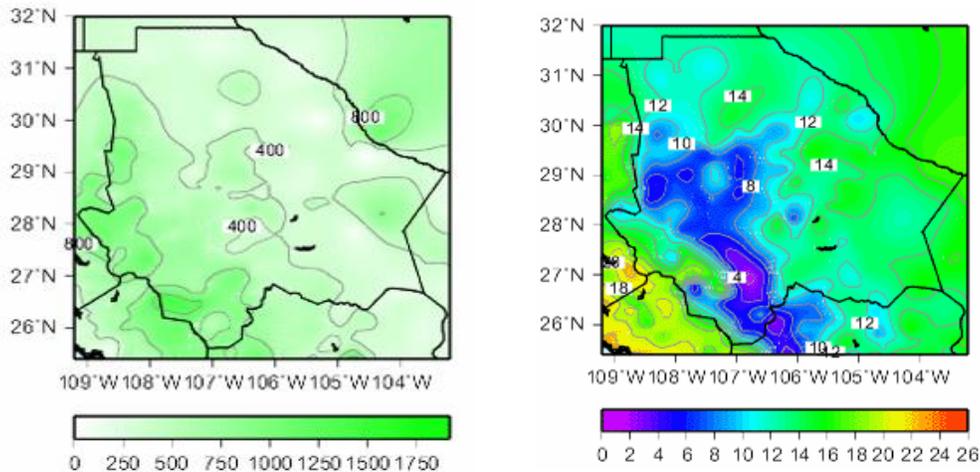


Figura 2.4 Precipitación anual (mm) y temperatura media anual (oC) en el Estado de Chihuahua.

De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en el Estado de Chihuahua, para el año 2050 disminuirá del orden del -5% y 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 2 y 3 °C, para el año 2080 la precipitación disminuirá del orden de 5% y 25% y la temperatura disminuirá entre 2 y 4 °C. (INE, 2012). Otro escenario es el que presenta el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), en él se presentan condiciones muy similares a las que presenta el INE. De acuerdo con el IMTA, la reducción de la precipitación para el Estado de Chihuahua, en el año 2080 en el escenario A2, será del 15.25%, con la variante de que en invierno disminuirá del orden de 20.48% y en el verano del orden del 14.24% la temperatura media anual aumentará en 2.73 °C, con las variantes de que en el invierno aumentará a 2.79 °C y en el verano 2.86 °C.

Estos mapas se presentan en las figuras 2.2 y 2.3 del presente documento, donde se tiene la climatología para el período base. Las siguientes gráficas de anomalías de la precipitación (figura 2.5) y la temperatura (figura 2.6), son proyecciones para el Estado de Chihuahua para diferentes escenarios de emisión: (INE, 2012).

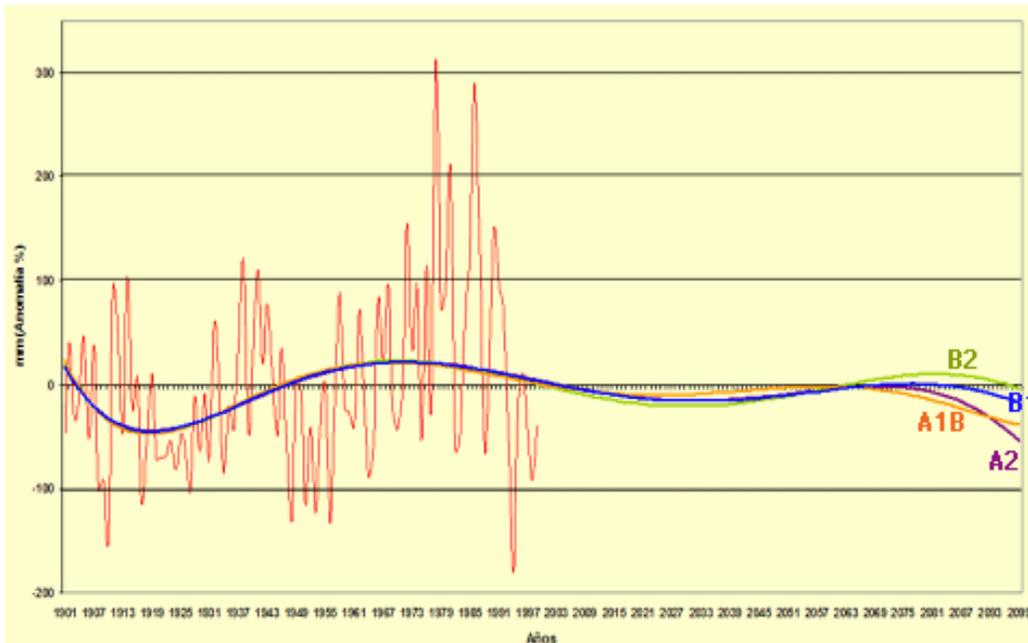


Figura 2.5 Proyección de variación de la precipitación de acuerdo con los diferentes escenarios de emisión, Estado de Chihuahua. Fuente Instituto Nacional de Ecología (INE, 2012).

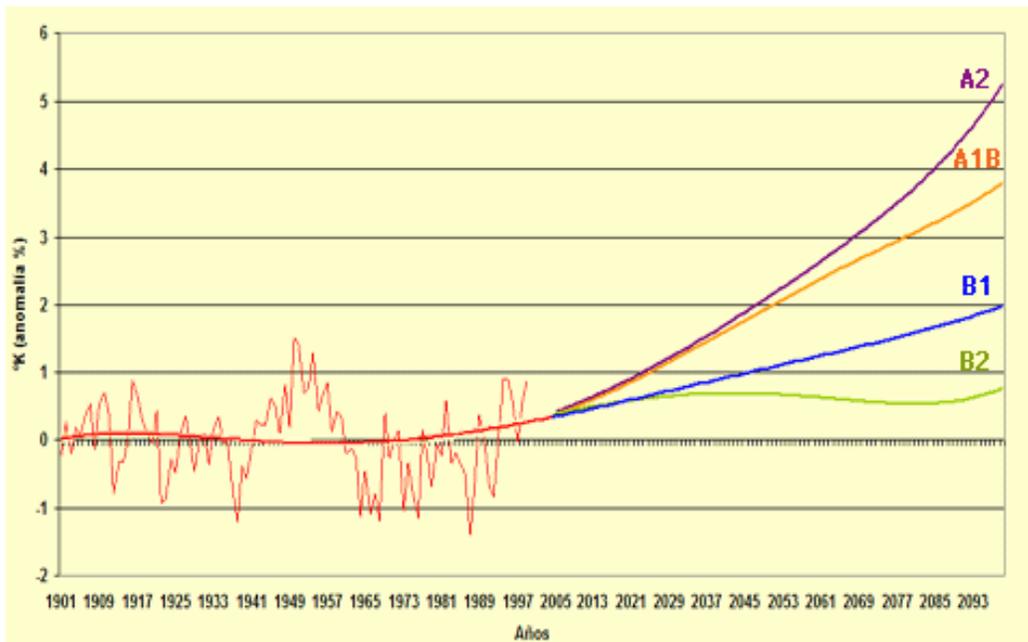


Figura 2.6 Proyección de incremento de temperatura media anual de acuerdo con los diferentes escenarios de emisión, Estado de Chihuahua. Fuente Instituto Nacional de Ecología (INE, 2012).

De acuerdo con el INE es su estudio de vulnerabilidad por sector, destaca que en el caso del sector agua, se estima que el estado de Chihuahua, se encontrará bajo fuerte presión (60-80%) en el año 2025 y que las sequías se incrementarán notablemente. En el caso

del sector agrícola los efectos de las sequías se consideran muy graves ya que consideran pérdidas totales o parciales en la producción.

El IMTA en el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México ante al cambio climático, muestra que con relación a la proyección de los escurrimientos superficiales en la Cuenca del Río Conchos, el índice de escurrimiento en la cuenca aumentará de 0.13 hasta 0.25 en promedio, lo que disminuirán los escurrimientos hacia los embalses de un 10 a un 12%. Las siguientes conclusiones se pueden desprender del documento. (Rivas, 2011).

- La tendencia es clara. Las sequias serán más frecuentes. Sin embargo, la Cuenca del Conchos podría tener “años húmedos”.
- Planes de contingencia ante las sequias deben ser desarrolladas a la brevedad, su implementación requerirá participación social.
- Tentativamente, la parte media-baja de la cuenca será la más vulnerable (Noreste de la Ciudad de Chihuahua).

2.3.1.2.- Identificación de impactos en la agricultura de riego (DR 005)

Para el caso del Distrito de Riego 005 Delicias Chihuahua, se han detectado los siguientes impactos en su agricultura de riego.

Disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento.

El incremento de la temperatura del aire, así como los cambios en las precipitaciones estacionales o sequías, afectarán a la agricultura del Distrito principalmente en la disponibilidad de volúmenes para riego y otros usos, mismo que se reflejará en las presas del Distritos. De acuerdo con el estudio realizado por el IMTA (2011) la disponibilidad de volúmenes escurridos en la Cuenca del Río Conchos disminuirá de un 10 a un 15% de acuerdo con el escenario de emisiones que se considere.

Esta disponibilidad de volúmenes de agua para riego se traduce en menores superficies sembradas y por lo tanto afectaciones al entorno socioeconómico de la región centro del Estado de Chihuahua, que sin duda, generarán mayores conflictos en la asignación de volúmenes para riego y otros usos teniendo como efecto inmediato una mayor competencia por los recursos hídricos en la región.

Necesidad de mayor inversión en infraestructura hidroagrícola.

La disminución de volúmenes disponibles en la cuenca tiene como resultados también, una serie de impactos económicos y sociales debido a que se requiere una mayor cantidad de recursos e inversiones para lograr un uso eficiente del agua, mediante acciones de rehabilitación y modernización de la infraestructura hidráulica concesionada en los Distritos de Riego que involucre también la tecnificación del riego parcelario.

La rehabilitación y modernización de las redes de conducción permitirá reducir las pérdidas de agua desde la red de conducción y distribución hasta la parcela, aumentando la disponibilidad de la misma y logrando un mejor aprovechamiento de la dotación con mayor eficiencia, mejorando la calidad y oportunidad del servicio de riego e incrementar la producción y productividad del agua.

El principal freno en la modernización de los sistemas de riego es la falta de capital y recursos por parte de los productores lo que sin duda, con los impactos adicionales del cambio climático, se vuelven más vulnerables a ello.

Incremento de los requerimientos de riego y de la demanda de agua.

Ante un padrón de cultivos con una superficie sembrada de cultivos perennes como el nogal, la alfalfa y otros frutales, los aumentos de temperatura aumentarán la demanda evapotranspirativa de los cultivos, así como la disminución y presencia errática de las precipitaciones incrementarán las necesidades de riego en algunos casos, lo que provocará un incremento en la demanda de agua, siendo el estrés térmico más frecuente en los cultivos.

Este incremento en la demanda de agua se traduce en un mayor tiempo de riego o en un aumento del número de riegos a nivel de parcela, ya que en el Distrito existen del orden de 12,000 ha tecnificadas con riego por aspersión y goteo, donde los intervalos de riego son cada semana o bien diarios. El efecto de los incrementos en días de alta temperatura o “golpes de calor”, provoca el incremento del tiempo de riego diario por parte del usuario, así como la disminución del intervalo de riego en el riego por aspersión, lo que implica mayor número de riegos por temporada.

Incremento del periodo libre de heladas

Por otro lado, las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época principalmente en las hortalizas y granos, ya que se incrementará el periodo libre de heladas por lo que será necesario realizar y proponer cambios en el padrón de cultivos de otoño- invierno/primavera siempre en un marco de reconversión productiva que permita obtener mayores ingresos a los productores.

Problemas con las necesidades de horas frío de los cultivos

En frutales de hoja caduca, una defoliación anticipada en el otoño, reduce el tiempo de reposo. La necesidad de temperaturas bajas para desencadenar los procesos de desarrollo de los cereales se denomina vernalización (Karsai et al., 2005). En variedades sensibles, la vernalización reduce la cantidad de grados día que deben acumularse para alcanzar el espigado. La respuesta de la planta es acumulativa, dependiente sobre todo de la duración de la vernalización y varía con cada variedad.

Las plantas sensibles a vernalización retrasan la floración si no son expuestas a bajas temperaturas, normalmente 4-8 °C. Estas plantas normalmente germinan al comienzo de la época fría del año y permanecen en estado vegetativo hasta que las temperaturas vuelven a subir. Los mecanismos genéticos que regulan la respuesta a vernalización y el fotoperiodo, hasta hace poco tiempo, se creían inciertos. Las necesidades de vernalización para el trigo, la avena y la cebada en nuestra latitud son de tipo cuantitativo, por lo que el frío únicamente estimula o acelera la iniciación floral, floreciendo más tarde si no ha habido tratamiento previo de frío.

La falta de horas frío debido al incremento en la temperatura mínima en invierno, sin duda será un problema para el cultivo de nogal, afectando su periodo mínimo de horas frío. El nogal es uno de los cultivos más importantes en el Distrito de Riego, ya que se siembran alrededor de 6,000 ha.

Incremento de enfermedades y plagas (por condiciones más benignas en invierno)

La distribución y alcance de plagas y enfermedades de los cultivos de importancia económica pueden variar. Su control natural por las heladas y bajas temperaturas del invierno, en zonas bajas del Distrito, podría disminuir, lo que requerirá una adaptación en las secuencias de los cultivos.

Abatimiento del nivel estático y dinámico en los pozos agrícolas.

El agua de riego por bombeo es un recurso de la mayoría de la actividad alfarera y nogalera del Distrito de Riego 005 Delicias, que implica un costo por su extracción y conducción hasta el sitio de uso. En ambos cultivos perennes se siembran alrededor de 30,000 ha que representan el 60% de la superficie sembrada y del valor de la producción del Distrito de Riego.

Conforme se hace más profundo el nivel de bombeo su costo se incrementa. Otro problema asociado especialmente en el acuífero, es la extracción creciente de sales disueltas debido a su mayor concentración en los niveles más profundos en el subsuelo. El costo creciente de extracción obliga a hacer cambios tecnológicos en la forma de

aplicar el riego para un mayor control del volumen por aplicar y oportunidad para minimizar las pérdidas de cosecha por deficiencia de agua. Esto trae consigo reducciones en el lavado de sales del suelo y un incremento en su concentración al aplicarse el agua con una mayor carga salina.

Dificultad en la planeación de recursos.

En nuestro país el pronóstico climático a corto plazo se ha desarrollado de manera progresiva y ha sido de utilidad para diversos sectores como la aviación, entidades gubernamentales, la industria etcétera. Sin embargo para la agricultura, resulta de mayor utilidad un pronóstico a mediano y largo plazo que identifique sobre la presencia de eventos extremos como lluvias y/o temperaturas atípicas. Los productores podrían adaptarse más fácilmente al Cambio Climático si se conocieran anticipadamente los patrones climáticos probables durante el siguiente ciclo agrícola. La aplicación de pronósticos estacionales en México es cada vez más urgente en las zonas áridas y semiáridas donde se localizan las zonas de riego más productivas.

Este tipo de pronósticos deben desarrollarse y generarse rutinariamente de manera institucional en un formato amigable para los productores para que puedan desarrollar y evaluar sus procesos de decisión en función de los efectos directos del medio ambiente.

Por otra parte, una buena operación de un distrito de riego implica entregar el agua a los cultivos en la cantidad y frecuencia que lo demandan. Para ello es menester de los administradores de la zonas de riego planear la operación (elaboración del plan de riegos), implementar el plan (entregar el agua a los usuarios) y monitorear la operación (realizar mediciones y generar reportes del seguimiento del plan de riego).

Sin embargo, estas acciones no se llevan a cabo cabalmente por falta del personal capacitado y, como consecuencia, una zona de riego bajo condiciones de disminución de disponibilidad de agua deviene en menor superficie regable o se subirriga una gran cantidad de la misma, lo cual, como es de entenderse, afecta a la economía de los agricultores.

2.3.2.- Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas

El Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas se conforma de seis zonas de riego dispersas en varios municipios del Estado, operadas por seis Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego (ACUR), que cuentan con un promedio de superficie de 3,000 ha y su fuente de abastecimiento es una presa o un bordo de almacenamiento, una pequeña red de canales de poca capacidad, sistemas de riego tradicionales con estructuras parcelarias para el riego por gravedad. Una condición muy semejante a las 40,000 Unidades de Riego del país.

2.3.2.1.- Clima y amenazas de cambio climático

El clima predominante en el Estado de Zacatecas es principalmente **Seco y semiseco**, con una temperatura media de 18°C y precipitación pluvial anual inferior a los 800 mm. El Sureste, por la influencia de la Sierra Madre Oriental, es *Templado subhúmedo* con precipitaciones que alcanzan los 1,000 mm anuales. Vientos dominantes del suroeste en invierno y primavera; del este en verano; y del este-noreste en otoño.

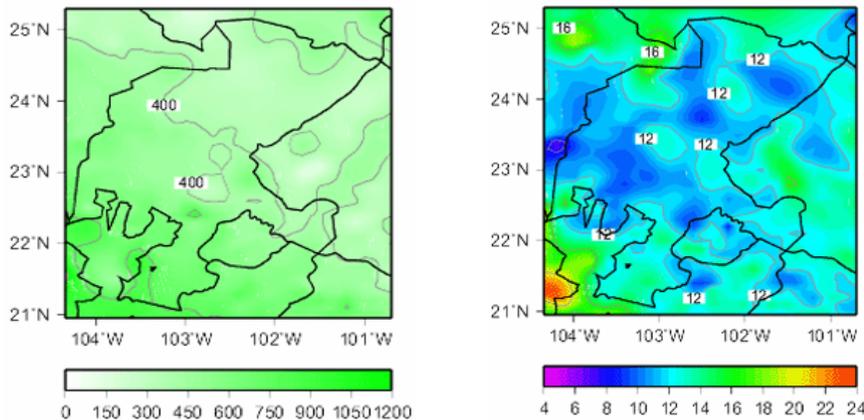


Figura 2.7 Precipitación anual en mm y temperatura media anual (oC) para el estado de Zacatecas.
Fuente Instituto Nacional de Ecología (INE), 2012.

De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación para el año 2050 disminuirá del orden del 5 al 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C, y para el año 2080 la precipitación disminuirá del orden de 5 al 15% y la temperatura disminuirá entre 2 y 4 °C, (INE, 2012). Otro escenario es el que presenta el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), en él se presenta condiciones muy similares a las que presenta el INE. De acuerdo con el IMTA, la reducción de la precipitación para el Estado de Zacatecas, en el año 2080 en el escenario A2, será del 13.13%, con la variante de que en invierno disminuirá del orden de 23.07% y en el verano del orden del 6.06%, la temperatura media anual aumentará en 3.47°C, con las variantes de que en el invierno aumentará a 3.23 °C y en el verano 3.36°C. Estos mapas se presentan en las figuras 2.8 y 2.9 del presente documento, donde se tiene la climatología para el período base. Las siguientes gráficas de anomalías de la precipitación y la temperatura, son proyecciones para el Estado de Zacatecas para diferentes escenarios de emisión.

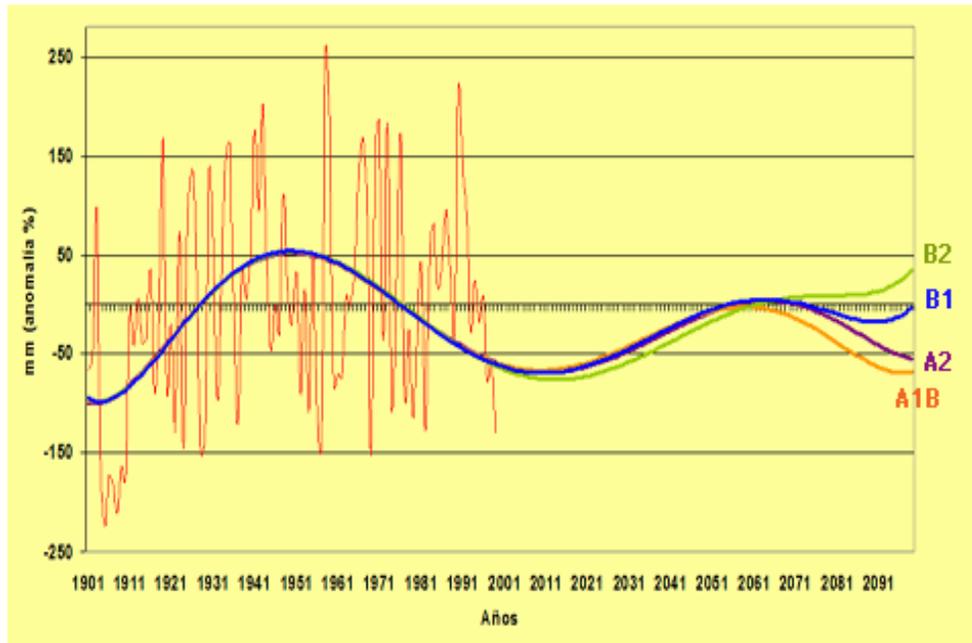


Figura 2.8 Proyección de variación de la precipitación en el Estado de Zacatecas de acuerdo con los diferentes escenarios de emisión. Fuente: Instituto Nacional de Ecología (INE), 2012.

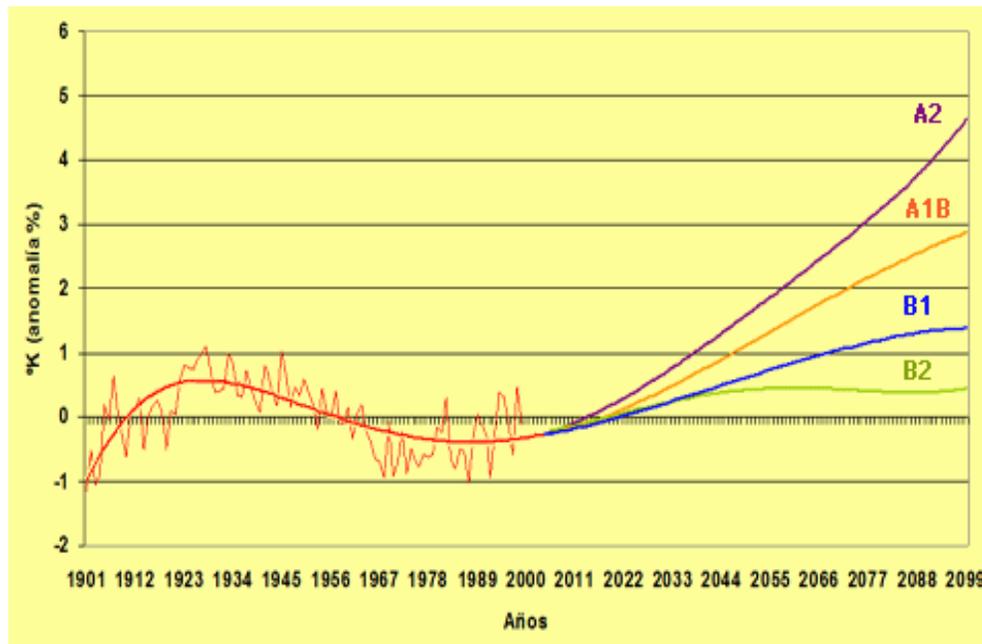


Figura 2.9 Proyección de incremento de temperatura media anual en el Estado de Zacatecas de acuerdo con los diferentes escenarios de emisión Fuente Instituto Nacional de Ecología (INE), 2012.

El análisis de vulnerabilidad por sector del INE, destaca que en el caso del sector agua, se estima que el estado de Zacatecas, se encontrará bajo fuerte presión (60-80%) en el año 2025 y que las sequías se incrementarán notablemente. En el caso de la agricultura,

al ser el principal consumidor de agua en el Estado, será afectado principalmente en su disponibilidad de volúmenes para riego.

2.3.2.2.- Identificación de impactos en la agricultura de riego (DR 034)

La ocurrencia de eventos climáticos fuera de los patrones de comportamiento típicos para cada región es cada vez más frecuente y apoya la tesis de que el clima del planeta está cambiando. Es por demás evidente que la intensa actividad industrial que caracterizó al siglo pasado está teniendo un efecto innegable, aún cuando todavía haya opiniones en la comunidad científica que se inclinan por opinar que dichos cambios son parte del comportamiento cíclico del clima.

El calentamiento global es uno de los eventos que tipifican dicho cambio climático y para la agricultura representa una condición de extraordinaria importancia, por la sencilla razón que el desarrollo de los cultivos está fuertemente condicionado por el clima que se presenta durante cada etapa fenológica.

Mientras que en el caso de cultivos anuales cabe la estrategia de ir seleccionando las áreas de cultivo de acuerdo a la compatibilidad que éstas tengan con los cultivos y variedades que se tengan disponibles, o bien aquéllos que los programas de mejoramiento genético pueden ir desarrollando en el corto plazo. En el caso de los cultivos perennes esta situación es más crítica dadas sus características de longevidad, ciclo de vida y los períodos productivos que hacen rentable esta actividad. Puesto coloquialmente, mientras que un productor de maíz tiene la opción realizar la siguiente siembra en un sitio donde las cambiantes condiciones sean apropiadas para su cultivo, un productor de nuez no puede hacerlo sin poner en serio riesgo su negocio y no es que los árboles de nogal no puedan ser trasplantados en otro sitio, sino las implicaciones de orden económico que eso generaría.

Así pues, entender las implicaciones que dichos cambios pueden generar resultados de primordial importancia para poder plantear las estrategias adecuadas. Sin embargo, sin tratar de minimizar el problema, hay que reconocer que de igual forma se presentan oportunidades que no deben ser ignoradas y la generación de conocimiento debe ser la herramienta primordial para poder plantear soluciones *ad hoc*.

Para el caso del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas, se han detectado los siguientes impactos en su agricultura de riego.

Disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento.

En la zona del altiplano mexicano, la presencia de sequías es recurrente y está impactando fuertemente en la agricultura de la región, afectando completa y parcialmente a los estados de Durango, Coahuila, Zacatecas, San Luis Potosí y Chihuahua. Se ha dado el caso por ejemplo, que en el ciclo agrícola 2011-2012 se restringieron al 100% las presas del Cazadero, Leobardo Reynoso y Santa Rosa pertenecientes al Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas, de manera que no se autorizó ninguna hectárea de riego a sembrar, lo que provocó un problema social grave, al ser la agricultura y la ganadería actividades primarias en la zona.

De acuerdo con el estudio realizado por el IMTA (2011) en Cuencas cercanas como el Río Conchos en Chihuahua, la disponibilidad de volúmenes escurridos disminuirá de un 10 a un 15% de acuerdo con el escenario de emisiones que se considere, esto es debido principalmente al cambio en el coeficiente de escurrimiento de las cuencas hidrológicas, que al disminuir la precipitación o incrementar su variación entre períodos de sequía, varía en forma proporcional, disminuyendo los volúmenes escurridos hacia los embalses o presas de almacenamiento, fuentes de abastecimiento de los Distritos de Riego.

Esta menor disponibilidad de volúmenes de agua para riego se traduce en menores superficies sembradas y por lo tanto afectaciones al entorno socioeconómico de la región centro del Estado de Zacatecas, que sin duda, generarán mayores conflictos en la asignación de volúmenes para riego y otros usos teniendo como efecto inmediato una mayor competencia por los recursos hídricos en la región.

La disminución de superficie sembrada anual, impacta económica y socialmente a 5,658 productores y sus familias.

Necesidad de mayor inversión en infraestructura hidroagrícola.

La disminución de volúmenes disponibles en la cuenca tiene como resultados también, una serie de impactos económicos y sociales debido a que se requiere una mayor cantidad de recursos e inversiones para lograr un uso eficiente del agua, mediante acciones de rehabilitación y modernización de la infraestructura hidráulica concesionada en los Distritos de Riego que involucre también la tecnificación del riego parcelario.

La rehabilitación y modernización de las redes de conducción permitirá reducir las pérdidas de agua desde la red de conducción y distribución hasta la parcela, aumentando la disponibilidad de la misma y logrando un mejor aprovechamiento de la dotación con mayor eficiencia, mejorando la calidad y oportunidad del servicio de riego e incrementar la producción y productividad del agua.

La falta de agua en la zona norte de Zacatecas es ya un problema grave, que no se resuelve solamente con la rehabilitación de la infraestructura, es necesario incluir sistemas de agricultura protegida como invernaderos y malla sombra que optimicen el uso del agua en la agricultura de la región. La reconversión productiva y la capacitación deben estar incluidas en la modernización del riego.

El principal freno en la modernización de los sistemas de riego es la falta de capital y recursos por parte de los productores lo que sin duda, con los impactos adicionales del cambio climático, se vuelven más vulnerables a ello. Es necesario incluir políticas públicas de apoyo a los más vulnerables por el cambio climático en la agricultura de México.

Incremento del periodo libre de heladas

Por otro lado, las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época principalmente en las hortalizas y granos, ya que se incrementará el periodo libre de heladas por lo que será necesario realizar y proponer cambios en el padrón de cultivos de otoño- invierno/primavera siempre en un marco de reconversión productiva que permita obtener mayores ingresos a los productores.

Incremento de enfermedades y plagas (por condiciones más benignas en invierno)

La distribución y alcance de plagas y enfermedades de los cultivos de importancia económica pueden variar. Su control natural por las heladas y bajas temperaturas del invierno, en zonas bajas del Distrito, podría disminuir, lo que requerirá una adaptación en las secuencias de los cultivos.

Dificultad en la planeación de recursos.

En nuestro país el pronóstico climático a corto plazo se ha desarrollado de manera progresiva y ha sido de utilidad para diversos sectores como la aviación, entidades gubernamentales, la industria, etcétera. Sin embargo para la agricultura, resulta de mayor utilidad un pronóstico a mediano y largo plazo que identifique sobre la presencia de eventos extremos como lluvias y/o temperaturas atípicas. Los productores podrían adaptarse más fácilmente al Cambio Climático si se conocieran anticipadamente los patrones climáticos probables durante el siguiente ciclo agrícola. La aplicación de pronósticos estacionales en México es cada vez más urgente en las zonas áridas y semiáridas donde se localizan las zonas de riego más productivas.

Este tipo de pronósticos deben desarrollarse y generarse rutinariamente de manera institucional en un formato amigable para los productores para que puedan desarrollar y evaluar sus procesos de decisión en función de los efectos directos del medio ambiente.

Por otra parte, una buena operación de un distrito de riego implica entregar el agua a los cultivos en la cantidad y frecuencia que lo demandan. Para ello es menester de los administradores de la zonas de riego el planear la operación (elaboración del plan de riegos), implementar el plan (entregar el agua a los usuarios) y monitorear la operación (realizar mediciones y generar reportes del seguimiento del plan de riego).

Sin embargo, estas acciones no se llevan a cabo cabalmente por falta del personal capacitado y, como consecuencia, una zona de riego bajo condiciones de disminución de disponibilidad de agua deviene en menor superficie regable o se subirriga una gran cantidad de la misma, lo cual, como es de entenderse, afecta a la economía de los agricultores.

2.3.3.- Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán

El Distrito de Riego 048 Ticúl, Yucatán se localiza en la parte central de la península de Yucatán y tiene como característica que son unidades de riego dispersas que se riegan por medio de 300 pozos agrícolas. Es uno de los 8 distritos de riego del país que son conocidos como Distritos de Bombeo, en donde la problemática del riego es diferente a los sistemas tradicionales de aprovechamiento de volúmenes de agua para riego provenientes de aguas superficiales.

2.3.3.1.- Clima y amenazas de cambio climático

De acuerdo con la clasificación climática propuesta por Köppen (1948) y modificada por García (1987), el clima es $Aw_0(x')(i')g$: cálido subhúmedo con lluvias en verano; con una temperatura media en el mes más cálido de 22 °C y con poca oscilación en las temperaturas medias mensuales; la temperatura sigue una marcha tipo Ganges con el mes más caliente del año en mayo. El porcentaje de precipitación invernal es mayor del 10.2 % de la precipitación total anual.

La temperatura media anual es de 26.2°C, correspondiendo a su clasificación dentro de la zona térmica cálida subhúmeda. La oscilación anual de las temperaturas medias mensuales es moderada con 4.9 °C de variación anual. Las temperaturas más bajas se presentan en los meses de noviembre a marzo con la temperatura mínima mensual de 15.8 °C en febrero. Las temperaturas mayores se presentan de abril a junio, los meses de secos en la época antes de que se presenten las lluvias más intensas de verano con la temperatura máxima de 36.4°C en mayo.

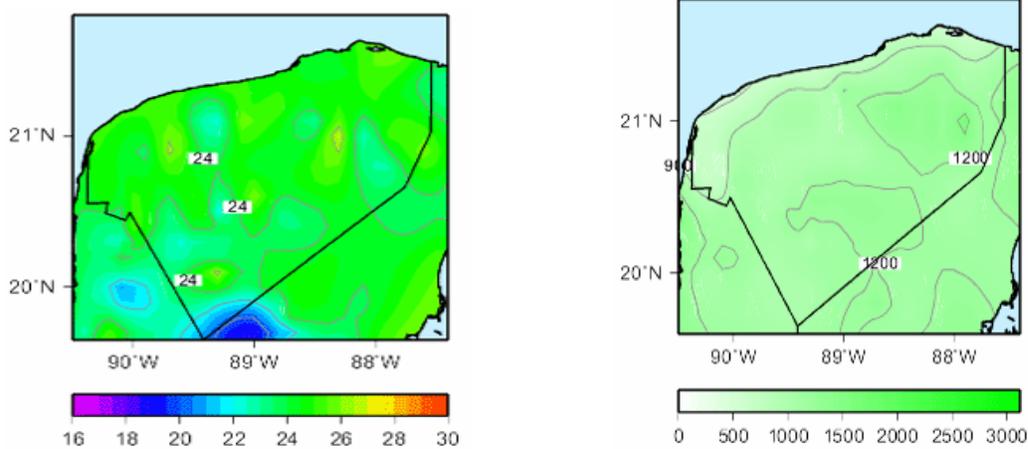


Figura 2.10 Precipitación media anual (mm) y temperatura media anual (°C) en el estado de Yucatán. Fuente INE (2012).

Precipitación y Evapotranspiración de referencia: La precipitación total anual en el área del DR 048 Ticúl es de 1,168.7 mm, valor típico de la zona cálida subhúmeda. Las lluvias más fuertes se concentran de junio a octubre con un total de 828.5 mm, representando el 71 % del total anual. La evapotranspiración de referencia total anual es de 1773.0 mm, presentándose los valores mayores en el mes de mayo con 6.5 mm/día, y la evapotranspiración más baja en el mes de diciembre con 3.4 mm/día, ver figura 2.11.

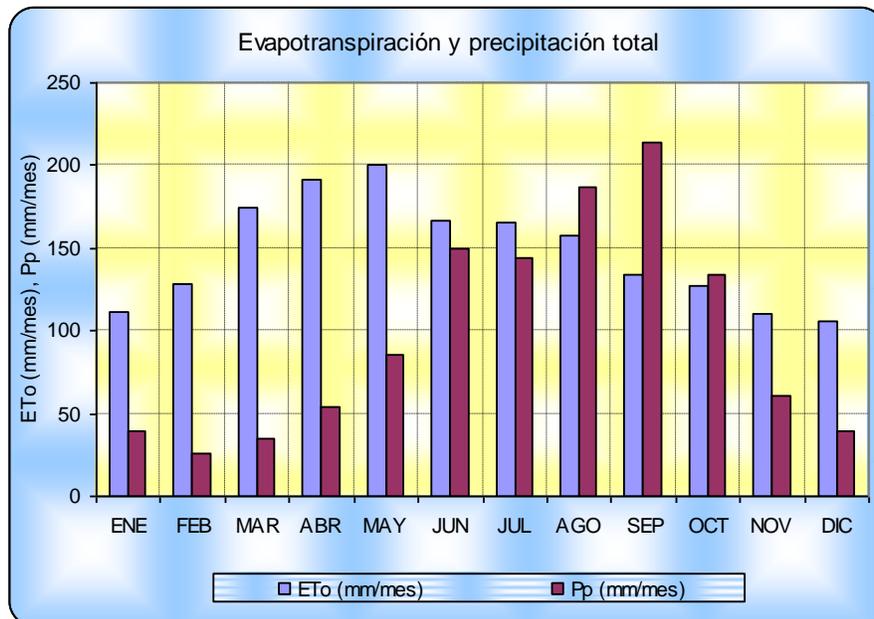


Figura 2.11 Precipitación total y evapotranspiración de referencia para el área del Distrito de Riego 048, Ticúl, Yucatán. Fuente IMTA (2007).

Amenazas del cambio climático

De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en la Península de Yucatán, para el año 2050 disminuirá del orden del 5% y -10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación disminuirá del orden de 10% y-20% y la temperatura se incrementará entre 2 y 3 °C. (INE, 2012). Otro escenario es el que presenta el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), en él se reportan condiciones muy similares a las presentadas por el INE. De acuerdo con el IMTA, la reducción de la precipitación para el Estado de Yucatán, en el año 2080 en el escenario A2, será del 20.81%, con la variante de que en invierno disminuirá del orden de 16.65 % y en el verano del orden del 18.87%. La temperatura media anual aumentará en 2.48 °C, con las variantes de que en el invierno aumentará a 2.23 °C y en el verano 2.60 °C. Estos mapas se presentan en las figuras 2.2 y 2.3 del presente documento, donde se tiene la climatología para el período base. Las figuras 2.12 y 2.13 de anomalías de la precipitación y de la temperatura respectivamente, son proyecciones para el Estado de Yucatán para diferentes escenarios de emisión: (INE, 2012).

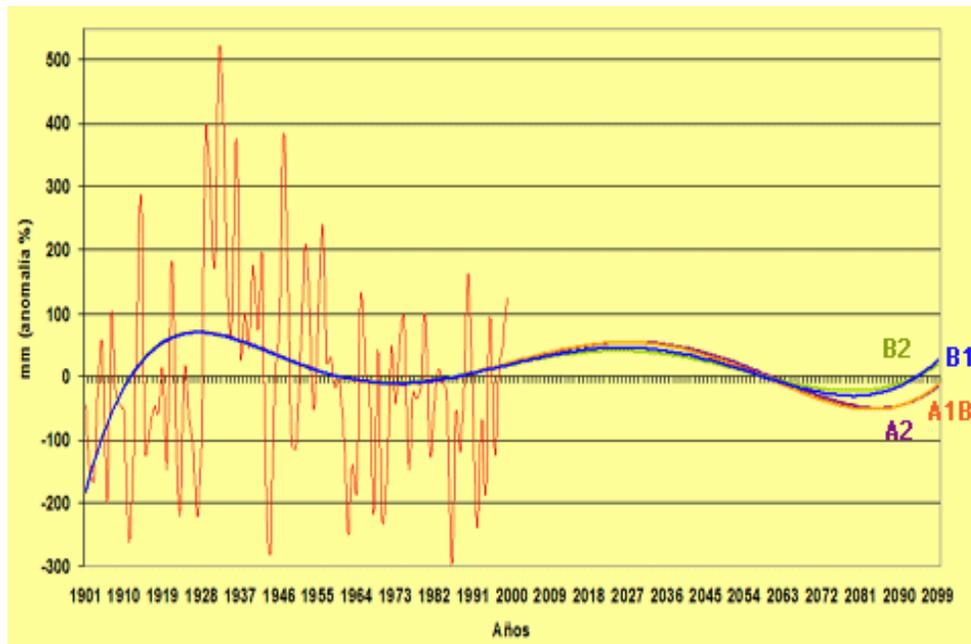


Figura 2.12 Proyección de variación de la precipitación de acuerdo con los diferentes escenarios de emisión, Estado de Yucatán. Fuente INE, 2012.

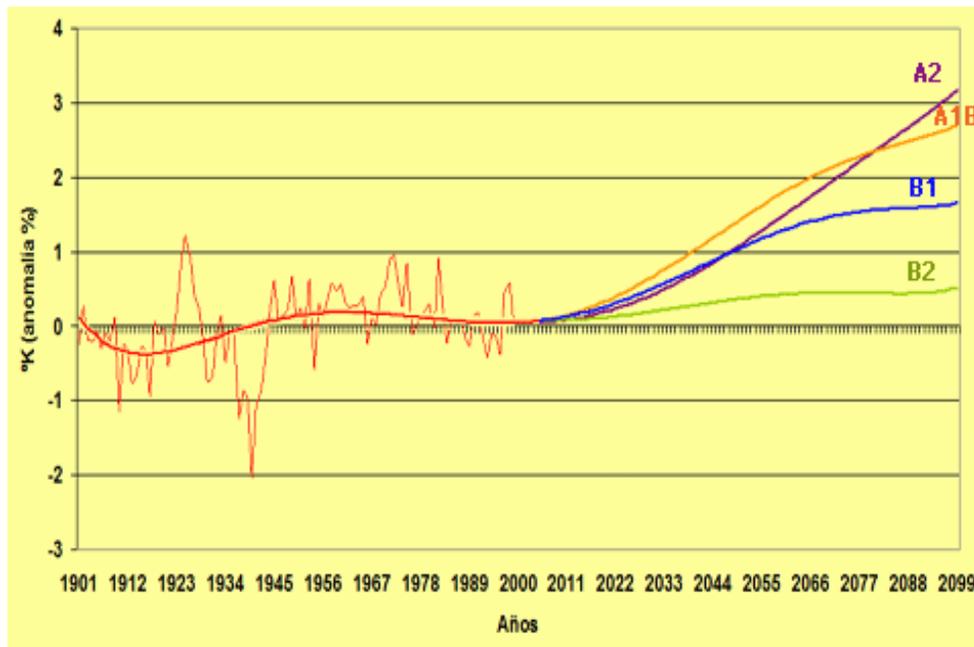


Figura 2.13 Proyección de incremento de temperatura media anual de acuerdo con los diferentes escenarios de emisión, Estado de Yucatán. Fuente INE 2012.

El grado de vulnerabilidad del sector agua, para el estado de Yucatán, se estima que éste se encontrará bajo presión media (20-40%) en el año 2025 y que las sequías se incrementarán notablemente y es que a pesar de la alta precipitación en la península de Yucatán, se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura, la ganadería y en determinada medida la pesca, por el impacto en los humedales costeros de la región. La propensión a sequías contribuye a la generación y propagación de incendios forestales.

Por otra parte, las variaciones en las lluvias resultan con mayor frecuencia en sequías o inundaciones, lo que tiene efectos negativos debido al aumento de la vulnerabilidad de la agricultura de temporal principalmente. Bajo cambio climático se espera que la humedad en el suelo disminuya debido al aumento en la temperatura causando mayores requerimientos de agua. Las prácticas de la agricultura tradicional resultan en desastre ante extremos en el clima debido a: pérdidas de suelo fértil, insuficientes apoyos al campo, migración y envejecimiento de los campesinos, pobre aprovechamiento de información climática, falta de mercados e incremento en costos de insumos.

Los principales fenómenos meteorológicos que afectan año tras año a la Península de Yucatán están relacionados con la época: en el verano e invierno se observan los nortes o frentes fríos; y en los meses de abril y mayo se presenta un período relativamente seco o de estiaje. A partir del mes de mayo y hasta octubre, la situación meteorológica en la entidad se ve fuertemente influenciada por la presencia de ondas tropicales cuyo

potencial de humedad es importante, presentándose la temporada anual de lluvias, que son del tipo tropical.

La Península de Yucatán se ubica en una región ciclónica de muy alto riesgo. Durante el siglo pasado, los estados de la península registraron el ingreso de huracanes en el siguiente orden: Quintana Roo con 86 impactos; seguido por Yucatán con 38 y Campeche con 37, según los datos estadísticos de la CONAGUA y el Servicio Meteorológico Nacional (Colegio de la Frontera Sur, 2005).

Los ciclones tropicales más intensos que han afectado el estado de Yucatán son Isidoro, que devastó en el 2002 a Yucatán después de seguir una trayectoria errática, y Gilberto que afectó a Yucatán en 1988 con vientos de hasta 240 kilómetros por hora. El primer huracán originó una precipitación pluvial máxima de 230 mm/día mientras que el segundo registró una precipitación de 100 mm/día. Estas precipitaciones extremas y los vientos asociados afectaron sensiblemente las actividades agrícolas de la región ocasionando pérdidas económicas millonarias.

Algunas otras tormentas tropicales y huracanes que se han aproximado o cruzado en la península de Yucatán son Debbie, en 1965, con 90 kilómetros por hora (km/h); Inés, en 1966 (200 km/h); Beulah, 1967 (180 km/h); Ella, 1970 (70 km/h); Edith, 1971 (55 km/h); Brenda, 1973 (100 km/h); Carmen, 1974 (120 km/h); Eloisa, 1974 (65 km/h). Asimismo, Allen, 1980 (270 km/h); Hermine, 1980 (111 km/h); Alberto, 1982 (139 km/h); Danny, 1985 (148 km/h); Keith, 1988 (120 km/h); y Mitch, 1995 (80 km/h).

2.3.3.2.- Identificación de impactos en la agricultura de riego (DR 048)

Para el caso del Distrito de Riego 048 Ticúl, Yucatán, se han detectado los siguientes impactos en su agricultura de riego.

Intrusión salina en los mantos freáticos

En el estado de Yucatán se tienen tres cuencas hidrológicas principales (IMTA, 2007): la cuenca Yucatán (criptorreica) que domina el 89.57% de la superficie del estado, la cuenca Quintana Roo que ocupa algunas porciones al este de la entidad y la cuenca Cuencas Cerradas al sur de la entidad (Figura 2.14). Es en la cuenca criptorreica donde se encuentra la mayor parte de los varios cientos de cenotes de la península. El acuífero de la Península de Yucatán que alimenta la zona agrícola del DR048 "Tikul", Yucatán, está formado por rocas calizas de características variadas y depósitos de litoral, con un espesor medio de 150 m y está limitado inferiormente por rocas de baja permeabilidad.

Por otro lado debido a las diferentes densidades del agua marina y del agua dulce, en la faja costera de un acuífero hidráulicamente conectado al mar, se forma una "cuña", salina que se extiende bajo el agua dulce, estando ambas separadas por una superficie de

contacto, denominada “interfase salina”, cuya posición y dimensiones dependen de las características del acuífero (espesor, permeabilidad, entre otros) y de la configuración piezométrica del mismo en esa faja (Chávez G. et al., 2012).

La presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor que 30 m dentro de una faja de 20 km, a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos. Mediante registros de salinidad en pozos profundos, se ha comprobado la presencia de la cuña salada a distancias hasta de 100 km del mar, lo cual advierte el riesgo que implica la operación inadecuada de este acuífero (IMTA, 2007). Considerando el efecto esperado de incrementos significativos del nivel del mar debido a los efectos de cambio climático relacionados entre otros, al derritimiento de las capas polares (Chávez Guillén et al., 2012), se espera que el problema de intrusión de agua marina salina tierra adentro incrementaría cada vez más, perjudicando progresivamente la calidad del agua de riego de las zonas agrícolas cada vez más lejanos de la costa.

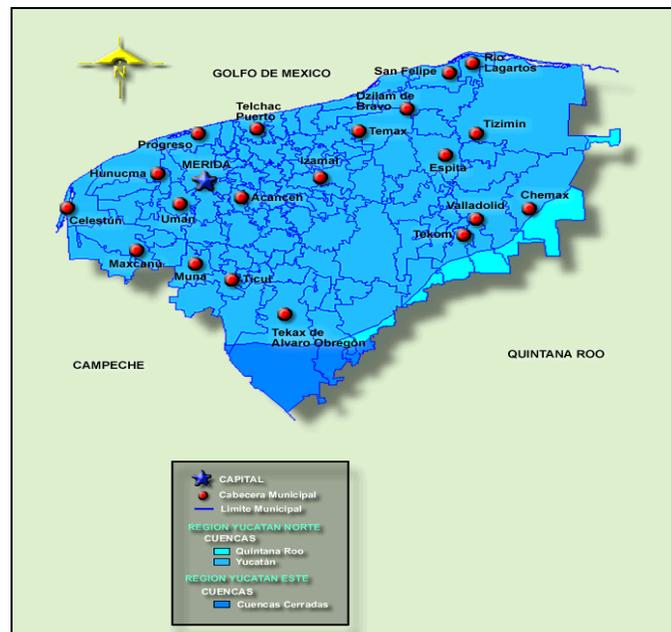


Figura 2.14 Cuencas hidrológicas en el estado de Yucatán.

Disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento.

El incremento de la temperatura del aire, así como los cambios en las precipitaciones estacionales o sequías, afectarán a la agricultura del Distrito principalmente en la disponibilidad de volúmenes para riego y otros usos, mismo que se reflejará en la calidad del agua tanto para uso agrícola, pecuario y doméstico. Lo anterior debido al riesgo de provocar el ascenso del agua salada subyacente (intrusión salina), lo que actualmente impone ya severas restricciones a los abastecimientos permisibles en los pozos y, por

tanto, a sus caudales de extracción. Ya que se presentará una disminución del espesor saturado de agua dulce en la porción ocupada por la interfase salina. A la vez provocará una reducción de la disponibilidad y de la reserva almacenada de los acuíferos (Chávez Guillén et al., 2012).

Esta disponibilidad de volúmenes de agua para riego se traduce en menores superficies sembradas y por lo tanto afectaciones al entorno socioeconómico de la región, que sin duda, generarán mayores conflictos en la asignación de volúmenes para riego y otros usos teniendo como efecto inmediato una mayor competencia por los recursos hídricos en la región.

Incremento de los requerimientos de riego y de la demanda de agua.

El Distrito de Riego 048 Ticúl, Yucatán, tiene un patrón de cultivos dominantes de perennes, el 68% de la superficie sembrada la ocupan los cítricos, seguidos por el maíz que ocupa un 11% y el aguacate con un 7% (figura 2.14).

Ante un padrón de cultivos con una superficie sembrada de cultivos perennes como los cítricos y el aguacate, los aumentos de temperatura aumentarán la demanda evapotranspirativa de los cultivos, así como la disminución y presencia errática de las precipitaciones incrementarán las necesidades de riego en algunos casos, lo que provocará un incremento en la demanda de agua, siendo el estrés térmico más frecuente en los cultivos.

Este incremento en la demanda de agua se traduce en un mayor tiempo de riego o en un aumento del número de riegos a nivel de parcela, ya que en el Distrito existe el 53 % de la superficie tecnificada con sistemas de microaspersión, aspersión y goteo, donde los intervalos de riego son cada semana o bien diarios. El efecto de los incrementos en días de alta temperatura o “golpes de calor”, provoca el incremento del tiempo de riego diario por parte del usuario, así como la disminución del intervalo de riego en los sistemas de aspersión, lo que implica mayor número de riegos por temporada.

Abatimiento del nivel estático y dinámico en los pozos agrícolas.

Al incrementarse los volúmenes de riego, se tenderá a un abatimiento de los niveles estático y dinámico de los pozos agrícolas. Incrementándose los costos de extracción del agua de riego.

El costo creciente de extracción obliga a hacer cambios tecnológicos en la forma de aplicar el riego para un mayor control del volumen por aplicar y oportunidad para minimizar las pérdidas de cosecha por deficiencia de agua.

Dificultad en la planeación de recursos.

En nuestro país el pronóstico climático a corto plazo se ha desarrollado de manera progresiva y ha sido de utilidad para diversos sectores como la aviación, entidades gubernamentales, la industria etcétera. Sin embargo para la agricultura, resulta de mayor utilidad un pronóstico a mediano y largo plazo que identifique sobre la presencia de eventos extremos como lluvias y/o temperaturas atípicas. Los productores podrían adaptarse más fácilmente al Cambio Climático si se conocieran anticipadamente los patrones climáticos probables durante el siguiente ciclo agrícola. La aplicación de pronósticos estacionales en México es cada vez más urgente en las zonas áridas y semiáridas donde se localizan las zonas de riego más productivas.

Este tipo de pronósticos deben desarrollarse y generarse rutinariamente de manera institucional en un formato amigable para los productores para que puedan desarrollar y evaluar sus procesos de decisión en función de los efectos directos del medio ambiente.

Según el plan director del DR048 Ticul, Yucatán, elaborado por el IMTA en el año 2007 para la Dirección General del Organismo de Cuenca Península de Yucatán del Distrito de Riego 048 "Ticul", Yucatán, otra amenaza de la agricultura de riego es que la mayoría de los módulos no dispone de recursos para proporcionar el servicio para el que fueron creados, por esta razón, no pueden contratar personal para la operación y el mantenimiento de los equipo de bombeo. Se requiere de la reestructuración de los ocho módulos de riego actuales, de tal forma que las 179 unidades de riego se distribuyan en tres o cuatro módulos para tener una mayor solvencia económica al tener una mayor recaudación de cuotas con el incremento de la superficie de recaudación y manteniendo los mismos costos de administración de las asociaciones de riego.

2.3.4.- Región cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas

Para complementar las regiones de riego antes mencionadas, se seleccionó una región adicional que represente las regiones agrícolas de México que todavía no cuentan con un desarrollo extenso de superficies cultivadas con riego, mismas que se verán altamente afectadas por los efectos de adversos del cambio climático indicado previamente en este estudio. La región seleccionada para considerarse en el portafolio de medidas de adaptación es la región cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas, una región que cuenta con altos índices de marginación y con una alta vulnerabilidad por sensibilidad al cambio climático, localizada al extremo sur de la República Mexicana, donde el régimen de clima es tropical-húmedo.

2.3.4.1.- Clima y amenazas de cambio climático

El clima predominante en el Estado de Chiapas es principalmente **tropical** (temperaturas promedio anuales entre 20 y 29° C, según la región) **húmedo y subhúmedo** con precipitación media anual que varía dependiendo de la zona de 1025 a 3000 mm, esta última, por ejemplo, en la región del Soconusco. Las precipitaciones se presentan de junio a noviembre (época de lluvia) y cesan de enero a mayo (época seca), en estos meses los vientos son más fuertes (INE, 2012).

Debido a su ubicación geográfica y a las características topográficas y altitudinales, la Sierra Madre de Chiapas presenta una gran gama de climas: Se presentan tipos climáticos desde los semifríos, ubicados en la cima del Volcán Tacaná, hasta los cálidos húmedos ubicados en la región sur y sureste de la vertiente del Pacífico (PACCCH, 2011). Una descripción detallada del clima particular de la zona cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas se presenta en la sección 2.4.4.2- El entorno ambiental y social de la Sierra Madre de Chiapas, inciso Elementos del medio biofísico.

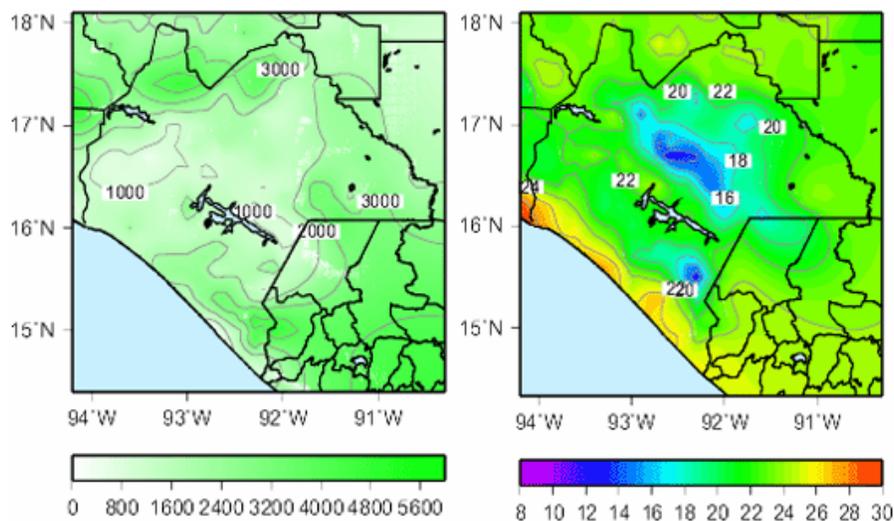


Figura 2.15 Precipitación anual en mm (izquierda) y temperatura media anual (oC) (derecha) para el estado de Chiapas. Fuente Instituto Nacional de Ecología (INE), 2012.

De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en el estado de Chiapas, para el año 2020 disminuirá entre 5 y 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2°C. Para el año 2050 la precipitación variará entre +10 y -10% y la temperatura se incrementará entre 1 y 2°C. Para el año 2080 la precipitación variará entre +10 y -10% y la temperatura se incrementará entre 2 y 4 °C (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Chiapas, en el en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 12.45%: en invierno disminuirá del orden de 16.4 % y en el

verano del orden del 7.91%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 3.69°C; en el invierno aumentará 3.15 °C y en el verano 3.86 °C. La Figura 2.15 arriba muestra mapas de la climatología en el estado de Chiapas para el período base, mientras que las figuras 2.16, 2.17, 2.18 y 2.19 presentan las gráficas y mapas de anomalías de la precipitación y temperatura, respectivamente, proyectadas para el Estado de Chiapas para las diferentes escenasarios de emisión consideradas.

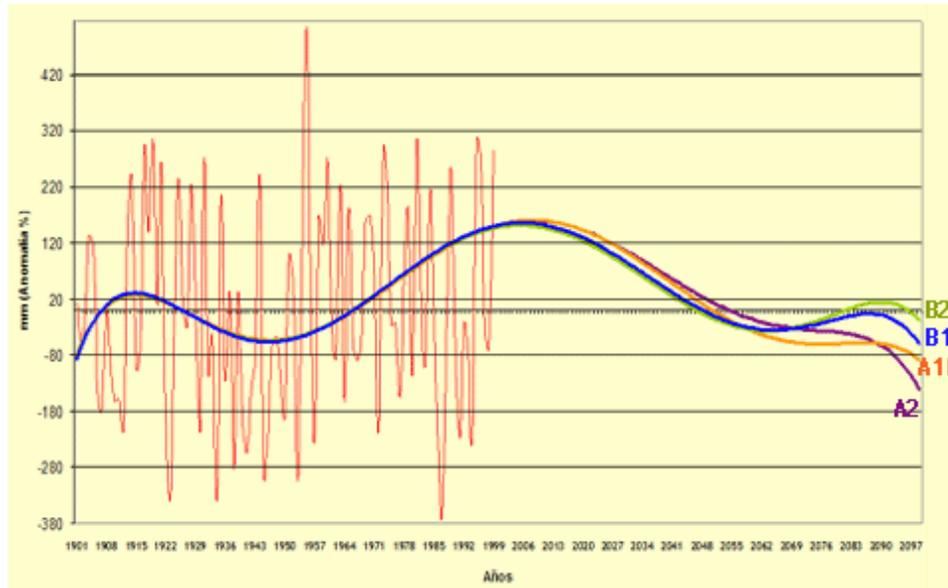


Figura 2.16 Proyección de variación de la precipitación en el Estado de Chiapas de acuerdo con los diferentes escenasarios de emisión. Fuente: Instituto Nacional de Ecología (INE), 2012.

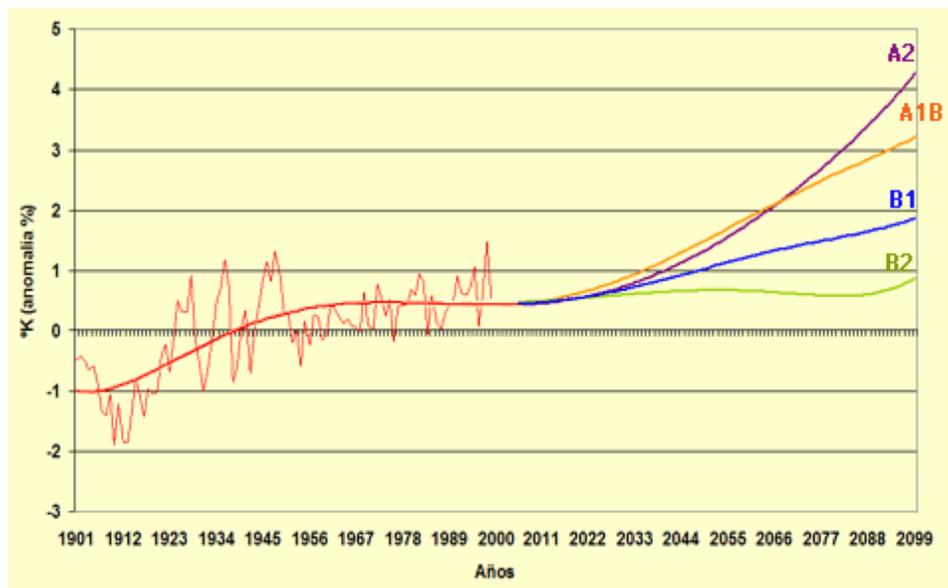


Figura 2.17 Proyección de incremento de temperatura media anual en el Estado de Chiapas de acuerdo con los diferentes escenasarios de emisión Fuente Instituto Nacional de Ecología (INE), 2012.

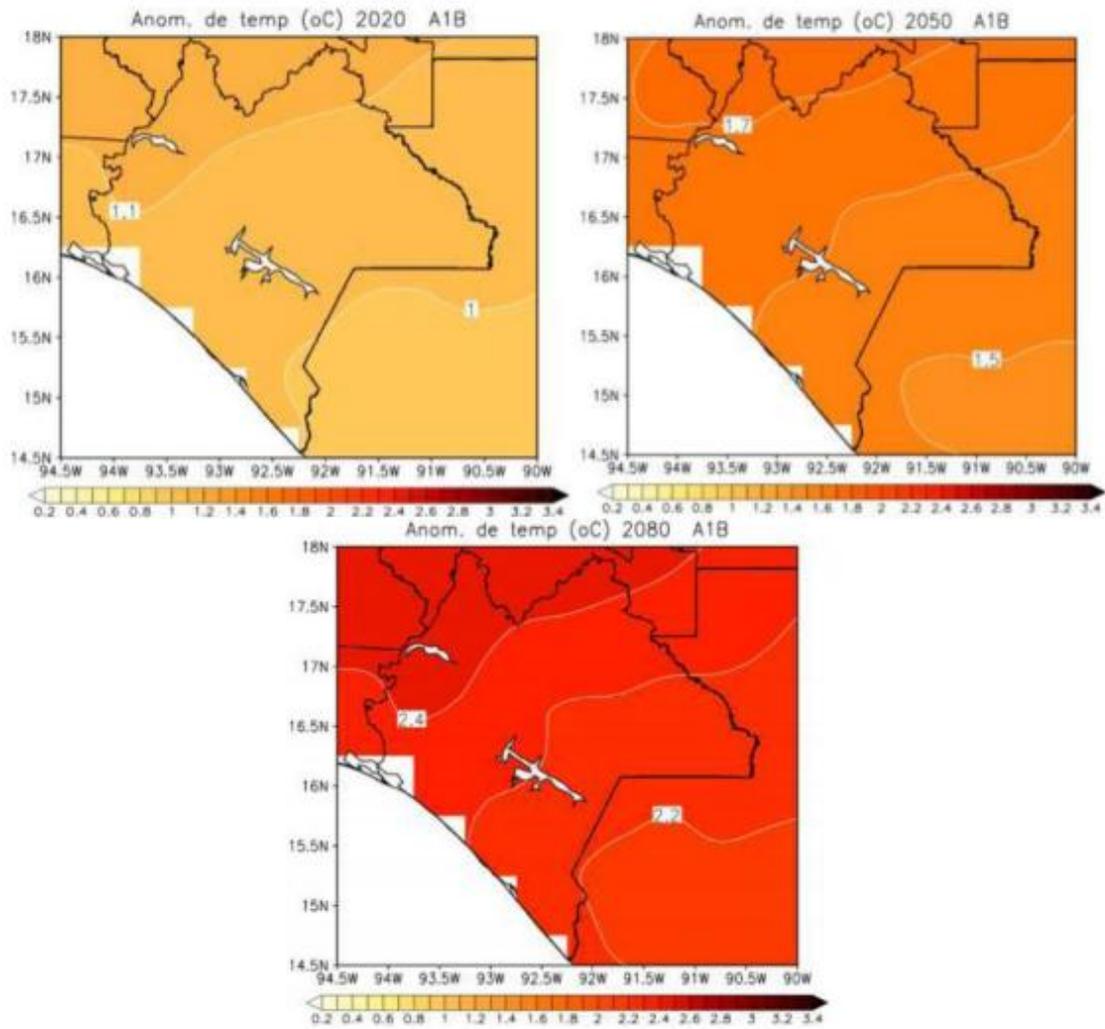


Figura 2.18 Anomalías de temperatura (°C) para el estado de Chiapas, para las climatologías 2020, 2050 y 2080 bajo escenario A1B. Fuente: PACCCH, 2011.

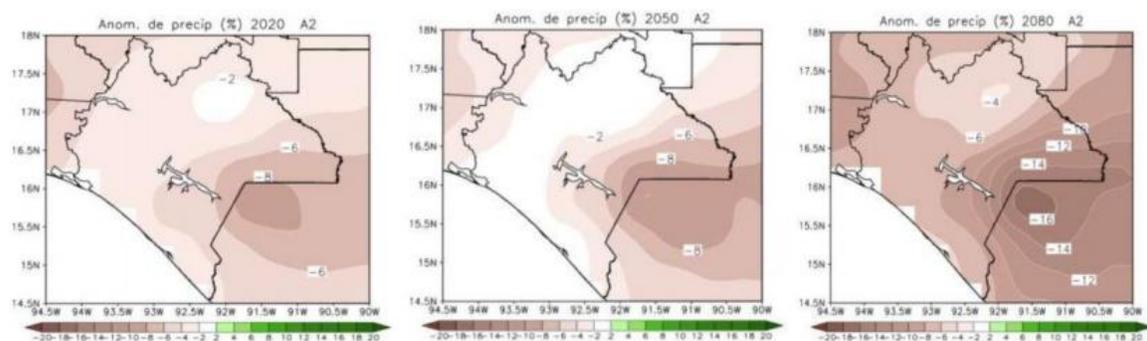


Figura 2.19 Anomalías de precipitación (%) para el estado de Chiapas, para las climatologías 2020, 2050 y 2080 bajo escenario A1B. Fuente: PACCCH, 2011.

En particular, el Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (PACCCH, 2011) con proyecciones más recientes indica que bajo un escenario de estabilización de emisiones globales a 670 ppm (escenario de emisiones alta) se prevé un aumento de 3 °C y hasta 3.4 °C en las temperaturas medias; y de 3°C hasta 3.6°C para las máximas en las regiones Centro, Frailesca, Fronteriza, Sierra y Altos para los finales de siglo, en comparación con el clima actual. Para la temperatura mínima se esperan probables incrementos de entre 2.5°C y 2.8°C en las regiones Centros, Altos, Frailesca, Fronteriza, Sierra y Norte y de 2.3°C hasta 2.5 en las regiones Istmo-Costa, Soconusco y Selva en Chiapas para los finales de siglo (2080). Para finales de siglo se esperan aumentos en la cantidad de lluvia mayores a los 0.7 mm/día en la zona de Soconusco y reducciones que resultan preocupantes por estar en el orden de entre - 0.7 y -1 para las regiones Altos, Sierra, Fronteriza y Selva. El escenario proyectado para días secos consecutivos en el futuro cercano (2015-2039) muestra eventos de 30 a 50 días llegando a aumentar hasta los 60 días para finales de siglo, en las regiones Istmo-Costa, Frailesca, Centro y Fronteriza. En el resto de las regiones socioeconómicas del estado se presenta un escenario de 5 a 20 días secos consecutivos y no se esperan cambios significativos para ese mismo periodo.

El INE en su análisis de vulnerabilidad por sector, consta que en el caso del sector agua, se estima que el estado de Chiapas se encontrará bajo presión moderada (<20%) en el año 2025, sin embargo, el pronóstico de crecimiento de la población y actividades económicas indica que la presión que existe sobre el recurso se incrementará en el futuro. Cuando el periodo de estiaje se prolonga, puede limitar el abastecimiento de algunas localidades o usuarios.

El efecto del cambio climático con respecto a la distribución de diferentes tipos de vegetación, se refleja en el escenario en 50 años con una dramática disminución de las áreas cubiertas por bosques mesófilos en Chiapas y, por lo mismo, una reducción considerable del rango de distribución de especies en México, así como una mayor susceptibilidad de riesgo que la actualmente definida. Los tipos de vegetación más afectados por estas variaciones climáticas son los que están expuestos a condiciones más secas y más cálidas. Los bosques mesófilos que serían más afectados se localizan en la zona de Comitán.

En el caso de la agricultura y en específico, las zonas cafetaleras de la Sierra Madre de Chiapas, el cambio antes mencionado en las zonas cubiertas por bosques, directamente afectará las zonas aptas para el cultivo de café ya que requieren de un rango de temperaturas adecuadas para el desarrollo de este cultivo, así como de la disponibilidad suficiente del recurso agua; ambos se verán afectados negativamente con los cambios de clima esperados para esta zona.

2.3.4.2.- Identificación impactos para la agricultura de temporal (Chiapas)

Para el caso de la región cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas, se han detectado los siguientes impactos en su agricultura:

Las afectaciones del cambio climático en el estado sureño de Chiapas, es una realidad que ha quedado evidenciada por diferentes instituciones y participantes en los diferentes foros estatales y regionales realizados en los últimos meses en el marco de desarrollo de la estrategia del sector cafetalero ante los fenómenos climáticos.

Información científica relevante sobre la temática, se ha presentado en el estudio realizado por un grupo de expertos internacionales y nacionales integrados por Conservation International (CI-USA y CI-México), el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT-Colombia), University of Toledo (USA), Arizona State University (USA), el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE-Costa Rica) y el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR-México), (Schroth et al 2009). Las proyecciones indican que habrá un aumento de temperatura en la zona cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas con magnitud de 2.1 a 2.2°C en un lapso de 30 años. Por otro lado se espera, en términos aproximados, una reducción de 80 a 85 mm en las tres zonas de altitudes de referencia (zonas bajas de 500 a 1000 msnm; zonas medias de 1000 a 1500 msnm y zonas altas de 1500 a 2000 msnm). Estas conclusiones coinciden con las predicciones de los modelos de circulación global aplicados en el cuarto reporte de evaluación del (IPCC 2007) del panel intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) el cual indica que la temperatura aumentará y que las lluvias disminuirán en al menos parte de la región. De esta manera se estima un fuerte cambio en el comportamiento de lluvias y temperaturas mensuales para el año 2050 como lo indica la figura 2.20.

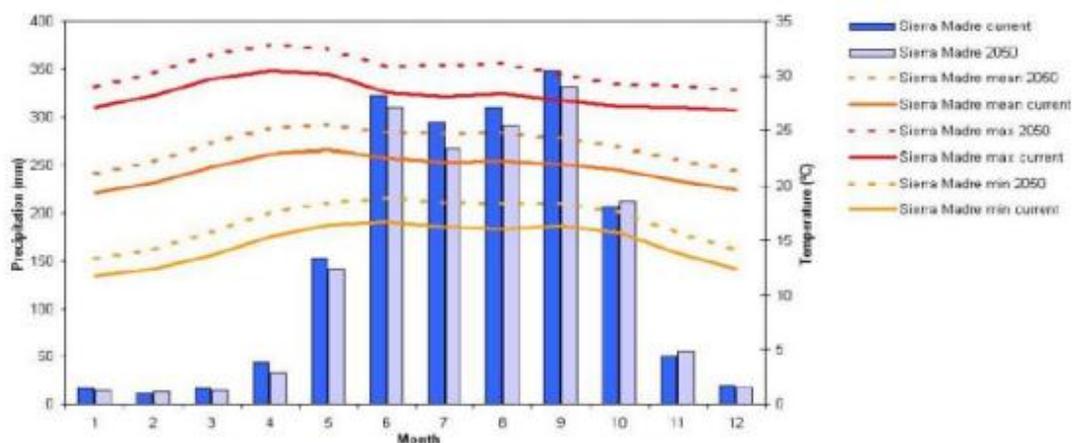


Figura 2.20 Cambios en el comportamiento mensual de lluvias y temperaturas en valores presentes y estimados para 2050 para la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: (CIAT, 2011).

De cumplirse los escenarios de los estudios las aéreas óptimas actuales para el cultivo del café (*Coffea arábica*) sufriría cambios importantes en las zonas inferiores a los 1700 msnm. Las áreas óptimas actuales están en un rango de 1100 a 1200 mm y ha futuro experimentaría ajustes a niveles más altos (figura 2.21). La Sierra Madre de Chiapas que cuenta hoy día con 265.4 ha de áreas óptimas para café arábigo podría pasar a tener solamente 60.5 ha (Schroth et al 2009).

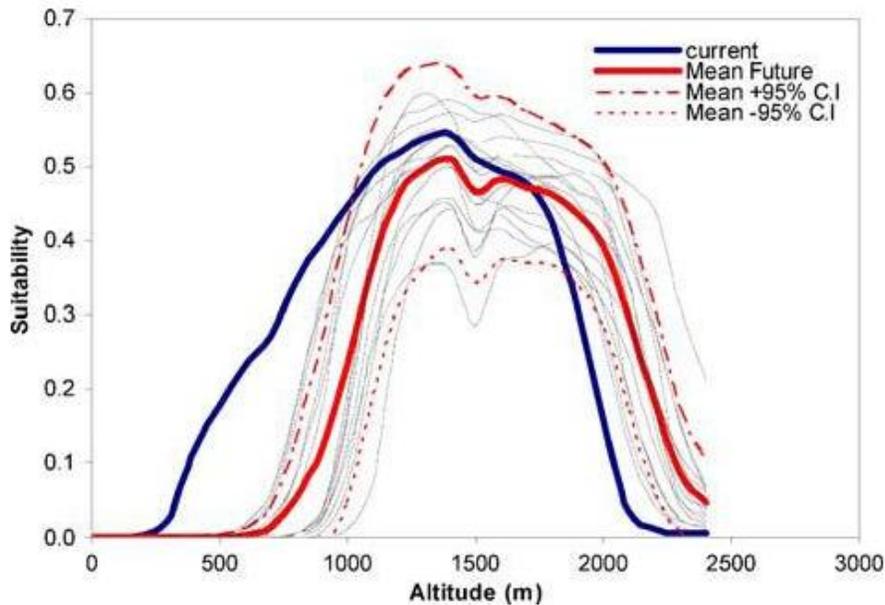


Figura 2.21 Cambio altitudinal en la disponibilidad de sitios favorables del *Coffea arábica* en la Sierra Madre de Chiapas, México, como resultado del cambio climático entre el presente y el 2050 predicho por MAXENT. El clima presente es definido como el clima promedio entre 1950 y 2000; y el clima del 2051 como el clima promedio entre 2040 y 2069. Fuente: Schroth et al., 2009

A continuación se presentan los mapas elaborados por el CIAT, en donde se distinguen las aéreas geográficas que ganan o pierden aptitud para la cafeticultura con cafés arábigos de acuerdo a las proyecciones climáticas realizadas (figuras 2.22 y 2.23).

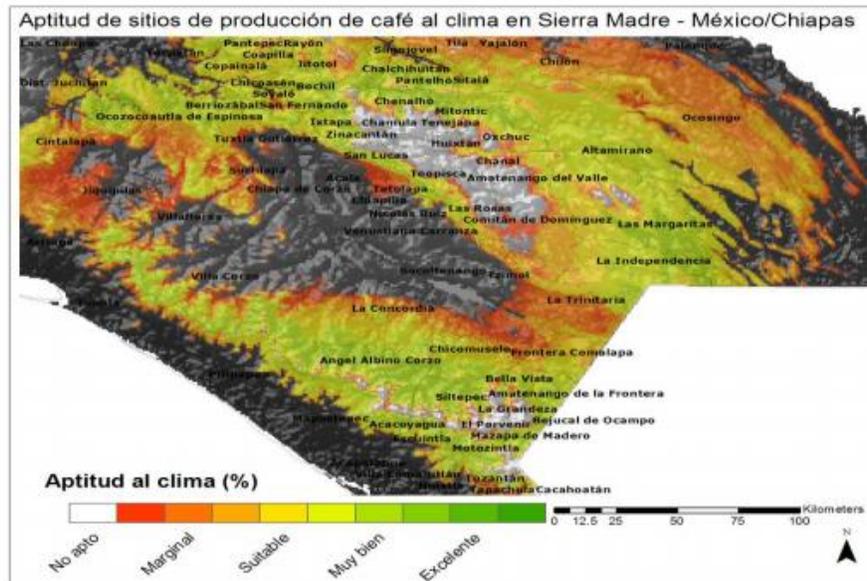


Figura 2.22 Situación actual de áreas óptimas para cafés arábigos en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: (CIAT, 2011).

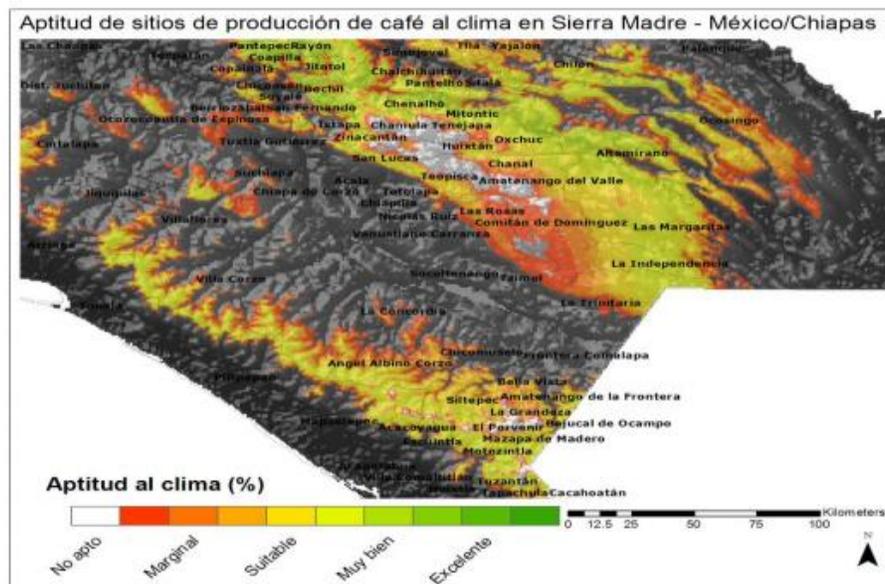


Figura 2.23 Situación esperada de áreas óptimas para cafés arábigos en la Sierra Madre de Chiapas para 2050. Fuente: (CIAT, 2011).

La mayoría de las unidades productivas de cafés arábigos están actualmente en el rango altitudinal de 1100 y 1200 msnm por lo que se espera marcados retos frente a la búsqueda de alternativas que minimicen importantes problemas sociales, económicos y ambientales. Por otro lado, como lo indican los estudios realizados, el traslado e incorporación de nuevas áreas óptimas en altitudes más elevadas no deja también de ser un gran reto ya que una cantidad importante de estos sitios son fundamentales para

mantenimiento de la biodiversidad y la producción natural de agua en cantidad y calidad. Además Schroth et al (2009) discute sobre las posibles consecuencias del cambio climático para la calidad del café, elemento fundamental cuando se discute opciones de mejores precios y resultados económicos favorables:

“En el cultivo del café a una temperatura ambiente más elevada (como un clima más cálido o a altitudes más bajas) resulta de una maduración más rápida de la cereza de café lo cual se traduce en una taza de café de menor calidad (Vaast et al 2006).

A elevaciones bajas, la cosecha de café se ve negativamente afectada por el incremento en la temperatura promedio, pero sobre todo, por la temperaturas máximas (Fournier y di Stéfano 2004; Gay et al. 2006). Las predicciones del incremento de las temperaturas de 2.1 a 2.2 ° C significarán que las condiciones actualmente existentes a 600 m de altura se encontrarían entonces de 850 a 900 m y las zonas cafetaleras bajas se volverían marginales.

Finalmente, una mayor variabilidad interanual en las condiciones climáticas y climas más extremos, incluyendo un incremento en la frecuencia o duración de los eventos del El Niño (Houghton et al 2001), también resultaría en mayores fluctuaciones año con año en cantidad y calidad de la cosecha del café.”

Un consenso importante entre los expertos, organizaciones de productores e instituciones de apoyo que han estado estudiando los escenarios de cambio climático, es que el contexto demanda acciones urgentes de carácter político, técnico y social que contribuyan a la adaptabilidad y sostenibilidad de la cafeticultura en la Sierra Madre.

a) La visión de los productores cafetaleros con respecto a los impactos del cambio climático en la producción de café

El proceso de elaboración y promoción de la presente estrategia cuenta con la activa participación de representantes del sector cafetalero de la Sierra Madre de Chiapas, y en particular los productores y sus organizaciones han hecho aportes significativos al debate de la problemática y alternativas a limitantes identificadas.

Como resultado de los foros realizados en San Cristóbal de las Casas, y las regiones sierra, Frailesca de Chiapas, los productores y organizaciones cafetaleras indican su percepción sobre la presencia, el impacto y buenas prácticas locales para afrontar los fenómenos del cambio climático y otros escenarios de riesgos en las regiones cafetaleras. En estos foros se establecieron mesas de trabajo con base en preguntas preestablecidas para guiar las participaciones de los productores.

En los tres foros se observó que los participantes reconocen la existencia de un cambio climático representado en un incremento en la temperatura, modificaciones en los

patrones de lluvia, presencia de heladas y de sequías, incremento en la incidencia de huracanes que conllevan eventos de lluvia intensa, entre otras evidencias. En este sentido, se identifica el impacto de la tormenta tropical Javier en 1998 y Stan en el año 2005, este último como uno de los eventos de mayor destrucción no solo en las fincas cafetaleras, sino en todo el sistema agrícola-pecuario y forestal de la región; comentarios al respecto por parte de productores (as) que presenciaron este evento hacen referencia que el huracán derribó árboles de sombra y en algunos casos plantaciones de café en las fincas.

Algunos habitantes de la comunidad de Nueva Colombia en el municipio de Ángel Albino Corzo mencionaron que las lluvias que se presentaron durante el huracán Stan ocasionaron que el suelo se ablandara, lo que propició el deslizamiento de tierra ocurrido en el año 2010. Este movimiento de tierra generó pérdidas de vidas humanas y de viviendas, así como afectaciones en las vías de comunicación y en las parcelas de cultivo.

Con relación a los eventos de riesgo en la SMCH, se mencionó que los deslaves, los sismos y el impacto de huracanes son los principales fenómenos que afectan a las comunidades y a la producción cafetalera, especialmente en la región del municipio de Motozintla en donde la deforestación, la presencia de terreno escarpado y la ubicación de los asentamientos humanos en laderas o cercanas a los cauces de agua, incrementan la vulnerabilidad de esta zona. Con el fin de disminuir las afectaciones de estos eventos, instituciones como Protección Civil estatal y la oficina del Manejo de Riesgos de Desastres del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo han apoyado a las comunidades mediante la instalación de un sistema de radios de comunicación para poder informar a los habitantes de la presencia de un evento de riesgo.

Dentro de las principales afectaciones a la producción cafetalera por efecto de eventos climáticos son la caída de la hoja y del fruto derivado de las fuertes lluvias, disminución en la calidad del grano por la incidencia de plagas y enfermedades (las cuales incrementan su población después de eventos de lluvia intensos), y por la presencia de heladas. Otra afectación es la disminución de la producción de grano en las fincas cafetaleras ocasionado por fuertes lluvias, vientos fuertes, presencia de lluvias tempranas o tardías, sequías, heladas, y por la presencia de plagas y enfermedades.

2.4.- Descripción de las regiones/zonas seleccionadas

2.4.1.- Descripción del Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua

El Distrito de Riego se encuentra en la porción norte de la República Mexicana, en la región conocida como Llanura del Altiplano Mexicano o bien Mesa del Norte, dentro del Estado de Chihuahua. Políticamente lo integran total o parcialmente, los municipios de Camargo, La Cruz, Saucillo, Delicias, Rosales, Meoqui y Julimes en la zona centro - sureste del estado de Chihuahua. Geográficamente se ubica entre los paralelos 27° 30' y 28° 35' latitud norte y entre los meridianos 105°10' y 105°58' longitud oeste. Su altura sobre el nivel del mar fluctúa entre los 1110 y 1400 m, y sus suelos presentan pendientes suaves en las vegas de los ríos y aumentan rumbo a los canales principales.

El Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua se encuentra en la Región Hidrológica No 24 Poniente la cual abarca territorio de los estados de Chihuahua, Durango y Coahuila en las zonas adyacentes al Río Bravo del Norte el cual sirve de límite entre los Estados Unidos de Norteamérica y México. El Distrito de Riego tiene como corriente principal al Río Conchos perteneciente a la subcuenca del Río Conchos y cuyos efluente principales son los Ríos San Pedro y Florido. La figura 2.24 presenta la ubicación geográfica del Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua.

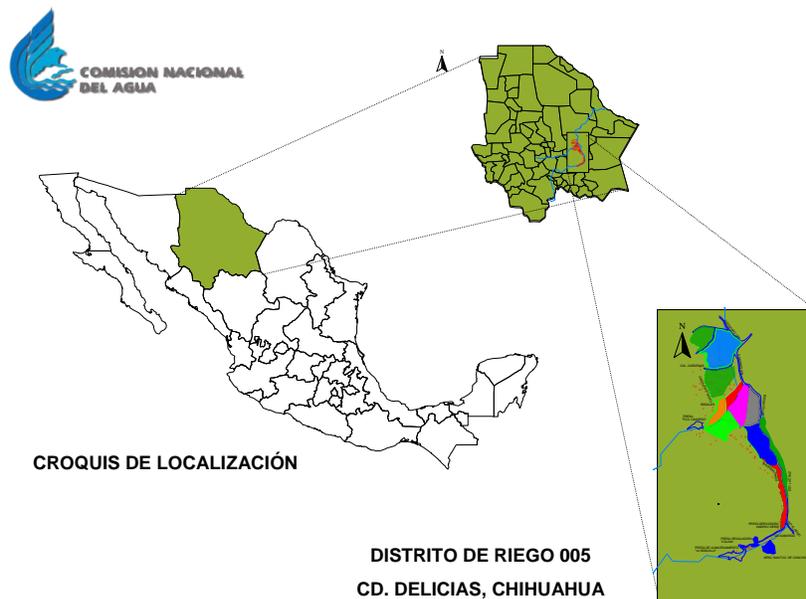


Figura 2.24 Ubicación geográfica del Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua.

De conformidad con el artículo 65 de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), el Distrito de Riego 005, es operado, administrado y conservado en su red menor por los usuarios del mismo, quienes se han organizado en Asociaciones Civiles de Usuarios en los términos de la propia LAN y en su Reglamento. La CONAGUA otorgó a estas asociaciones,

concesiones para su explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del Distrito, así como de la infraestructura hidráulica federal requerida para proporcionar el servicio de riego y de otro tipo a los usuarios.

Para fines operativos el Distrito de Riego se divide en dos unidades de riego, en las que hay constituidos 10 Asociaciones Civiles ó Módulos de Riego (ver figura 2.25) con base en las características de la infraestructura a manera de facilitar la entrega, medición y distribución del agua y la conservación de las obras. La primera es la denominada “Conchos” y está comprendida desde la presa derivadora Andrew Weiss, siguiendo los límites del distrito por el canal principal Conchos hasta su confluencia con el Río San Pedro. Está constituida por 31 secciones de riego que en su conjunto abarcan una superficie regable de 40,035 ha con 4,211 usuarios. La segunda unidad denominada “San Pedro” está delimitada al sur por el río San Pedro y al norte por el arroyo “Los Tamales” y el Río Chuviscar, como lo indican los límites del distrito. Está constituida por 27 secciones de riego que en conjunto abarcan una superficie regable de 39,520 ha, con 5,298 usuarios.

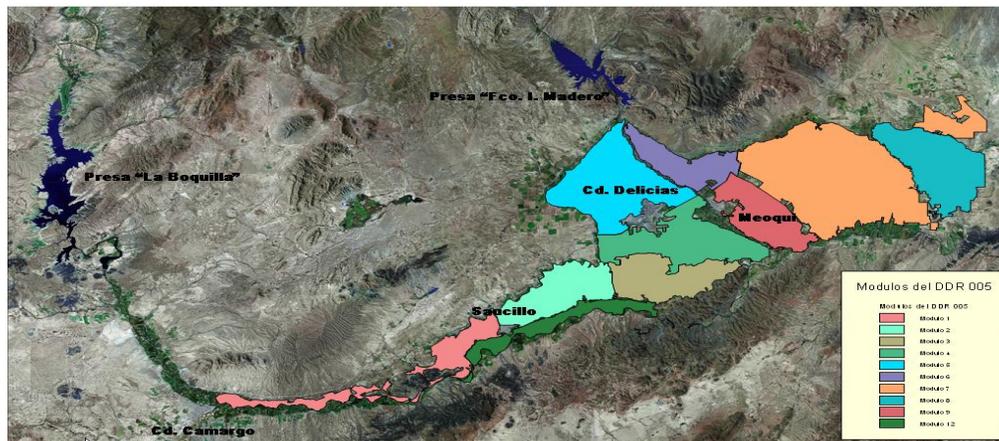


Figura 2.25 Distrito de riego 005 Delicias, Chihuahua.

En cada Unidad se formó una Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL), la primera correspondiente a la Unidad Conchos, es la Sociedad de Asociaciones de Usuarios del Río Conchos, SRL de I.P. y C. V, está integrada por los Módulos de Riego, 1, 2, 3, 4, 5 y 12. La segunda, corresponde a la Unidad San Pedro y es la Sociedad de Asociaciones de Usuarios del Río San Pedro, SRL de I. P y C.V. y está integrada por los Módulos de Riego, 6, 7, 8, y 9. En el Anexo sobre Distritos de Riego se presenta el cuadro que contiene las superficies física y de riego de cada uno de los 10 Módulos que integran el Distrito de acuerdo con el REPDA y el Reglamento del Distrito de Riego.

Por otra parte, del volumen superficial concesionado en puntos de control a Módulos es de 1,130 Mm³ anuales, sin embargo, en los últimos 10 años el distrito solo ha recibido un volumen promedio de 650 Mm³, por lo que no se ha podido regar la superficie total, a tal

grado que en el ciclo (2003-2004) solamente se cosecharon 21,456 ha siendo que la superficie promedio durante el periodo 1995 -2004 se estima en 32,456 hectáreas.

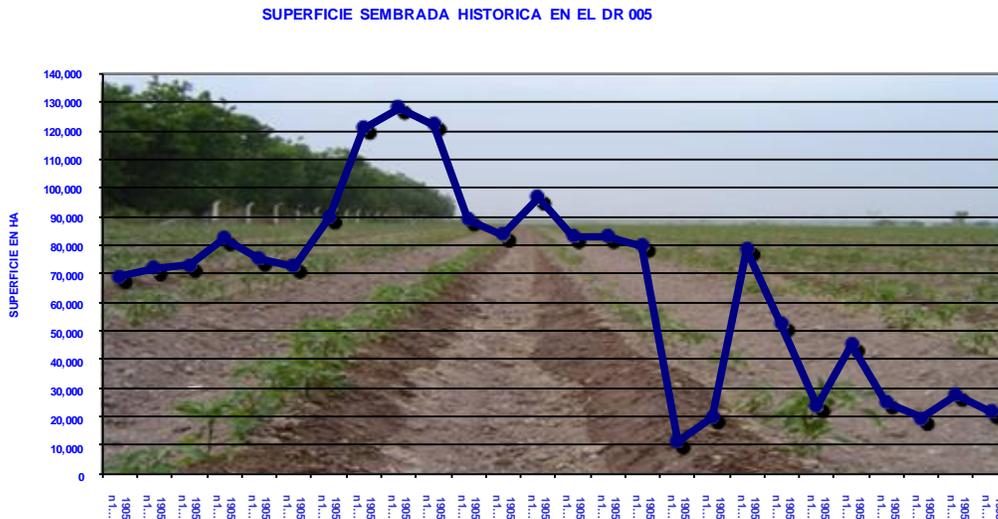


Figura 2.26 Superficie sembrada histórica en el DR.

Los rendimientos han sido crecientes, lo que de algún modo ha permitido mantener la producción, no obstante la disminución de superficies cosechadas. De acuerdo con las estadísticas de producción de los últimos 22 años, se han sembrado en el Distrito de Riego hasta 128,000 ha en cuatro subciclos agrícolas: perennes, otoño – invierno, primavera – verano y segundos cultivos.

La estructura de cultivos más importantes de este distrito actualmente está orientada principalmente a los cultivos de alfalfa, cacahuate, nogal, maíz forrajero, chile, algodón, maíz grano y cebolla. Los cultivos de otoño invierno y segundos cultivos, que en ciclos anteriores se realizaban, prácticamente han desaparecido por la falta de agua y la baja competitividad en el mercado.

De acuerdo con las estadísticas oficiales del Distrito de Riego, el cultivo más importante de todo el distrito de riego es la alfalfa con el 24% de la superficie total sembrada, seguido del maíz con el 13%, cacahuate con el 12%, chile y algodón con el 15%, nogal con el 15% y el 21% restante de otros cultivos. Es notable la diferencia que establece que sólo 6 cultivos representan el 79% de la superficie total del Distrito.

2.4.2.- Descripción del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas

El Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas se encuentra ubicado en los municipios de Río Grande, Fresnillo, Tepechitlán, Tlaltenango, Momax, Tabasco, Huanusco y Jalpa en el Estado de Zacatecas. Comprende seis Unidades de Riego, cada una con su fuente de abastecimiento que en total dominan una superficie regable de 18,272 ha. El Distrito de Riego tiene como corrientes principales a los ríos Juchipila, Tlaltenango en la región Lerma Santiago Pacífico, y al río Aguanaval y su afluente el río Chico en la Región Cuencas Centrales del Norte. Administrativamente el Distrito de Riego 034 tiene sus oficinas en Guadalupe, Zacatecas y forma parte de la Dirección Local Zacatecas, a su vez adscrita al Organismo de Cuenca: Cuencas Centrales del Norte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) con sede en la ciudad de Torreón, Coahuila. En la figura 2.18 se presenta la ubicación geográfica del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas.



Figura 2.27 Ubicación geográfica del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas.

Con la transferencia de la infraestructura hidroagrícola a los Usuarios del Distrito, cada Unidad de Riego se constituyó como Módulo de Riego o Asociación Civil de Usuarios de Riego (ACUR), conformando los 6 Módulos que actualmente operan en el Distrito de Riego. El volumen anual concesionado es de 120.6 Millones de m³, con una superficie regable de 18,272.38 ha de acuerdo con los datos del Registro Público de Derechos de Agua de la CONAGUA (REPDA).

En el cuadro 2.3 se presentan, según datos oficiales del Distrito de Riego 034, que cuenta con 5,658 usuarios, distribuidos en 8 zonas de riego, 27 secciones de riego y 6 Módulos que integran a las Unidades de Riego convertidas en Asociaciones de Usuarios en el DR

034, Estado de Zacatecas, de acuerdo con el padrón de usuarios actual, en donde existe una superficie regable de 18,357 hectáreas.

Cuadro 2.3 Distribución de usuarios, superficie regable, secciones, zonas y Módulos de riego por unidad de riego transferida en el DR 034 Estado de Zacatecas. Fuente IMTA, 2006.

Unidad de riego	Módulo de riego	Zonas	Secciones	Superficie (ha.)	No. Usuarios
Leobardo Reynoso	1	1	5	4,587	573
Santa Rosa	2	1	1	464	145
Tlaltenango	3	2	6	4,743	1,570
Tayahua	4	1	5	2,588	846
El Chique	5	2	5	2,880	783
El Cazadero	6	1	5	3,095	1,741
Total	6	8	27	18,357	5,658

Existen 5,676 usuarios en todo el Distrito de Riego, de los cuales 2,248 usuarios son del sector ejidal (39.6%) y 225 (3.96%) son colonos y 3,203 son pequeños propietarios (56.43%). La distribución de cultivos promedio de los últimos 10 años ha sido la siguiente:

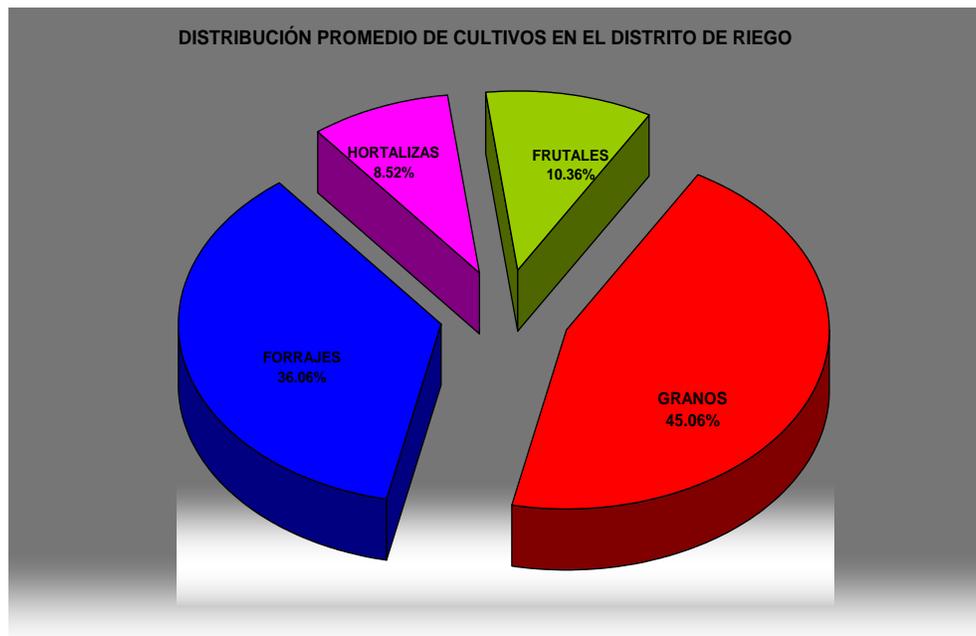


Figura 2.28 Distribución promedio de la superficie por cultivos frutales, hortalizas, granos y forrajes en el Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. Fuente IMTA, 2006.

El 45% de la superficie es de granos como maíz, avena y frijol, 36.06% son forrajes como avena, pastos y alfalfa, 10.36% de guayaba y 8.52% de hortalizas como chile y cebolla. En lo que respecta a infraestructura hidrogrícola el Distrito de Riego cuenta con 7 presas de almacenamiento u obras de cabeza, 7 presas derivadoras de las cuales, sólo 2 están

cargo de la CONAGUA y mismo número de puntos de control de entrega de agua en bloque a usuarios.

2.4.3.- Descripción del Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán

El Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán se localiza en el cono sur del estado de Yucatán, en la región Pucc (*del Maya, zona de cerros o montículos*), está integrado por ocho módulos de riego que agrupan a 179 unidades de riego por bombeo las cuales extraen el volumen de agua del acuífero de la Península de Yucatán. El Distrito depende en su totalidad del agua para riego del acuífero. La superficie física del Distrito asciende a 13,005.30 ha, la superficie dominada a 9,694.50 ha y la superficie sembrada a 8,891.71 ha (no incluye segundos cultivos). El Cuadro 3.5 muestra la distribución por módulos de esta superficie.

El gráfico de la figura 2.29 muestra la ubicación del Distrito de Riego en la República Mexicana.

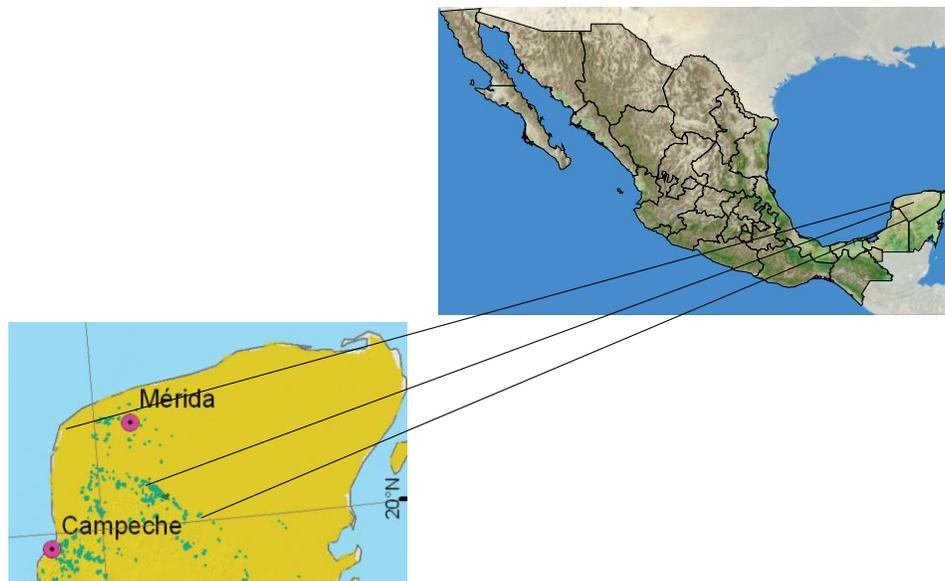


Figura 2.29 Ubicación del Distrito de Riego 048 Ticúl, Yucatán.

El Distrito de Riego 048 Ticúl, cuenta con 179 pozos agrupados en ocho módulos de riego legalmente constituidos. El volumen concesionado por los pozos varía desde 100 hasta 1,000 millares de metros cúbicos; en consecuencia la superficie sembrada en cada unidad de riego presenta una variación con valores desde 20 hasta 120 ha. El volumen concesionado por todos los pozos del Distrito asciende a 84.72 millones de metros cúbicos.

Cuadro 2.4 Distribución de superficie y usuarios por Módulo de riego en el Distrito de Riego 048 Ticúl, Yucatán.

Módulo de riego	Superficie física (ha)	Superficie dominada (ha)	Superficie sembrada, no incluye segundos cultivos(ha)	Número De Usuarios
Muna	2,850.00	1,576.00	1,544.00	702
Sacalum	1,033.00	1,002.00	901.94	375
Morelos	385.00	358.00	316.00	217
Emiliano Zapata	668.00	606.00	565.00	211
Oxkutzcab	4,497.50	3,527.00	3,184.54	2,372
Tekax	1,971.80	1,523.50	1,308.73	604
Tzucacab	687.00	290.00	260.00	133
Las Palmas	913.00	812.00	811.50	725
Total	13,005.30	9,694.50	8,891.71	5,339

Fuente. CONAGUA. Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán

Los terrenos en el estado de Yucatán poseen suelos de espesor delgado con abundancia de rocas, no obstante, en la región se desarrollan importantes zonas agrícolas y ganaderas. La mayor parte de las unidades presentan suelos con altos contenidos de arcilla, con una alta o muy alta capacidad de intercambio catiónico lo cual indica una capacidad elevada para retener nutrientes y almacenar agua. Los valores de conductividad eléctrica muestran que no se tienen problemas de salinización en las parcelas analizadas pues la mayor parte de los resultados exhiben conductividades inferiores a 2 dS/m. En los suelos que se detectaron como moderadamente salinos los cultivos tenderán a no alcanzar sus rendimientos potenciales.

El acuífero de la Península de Yucatán está formado por rocas calizas de características variadas y depósitos de litoral, tiene espesor medio de 150 m y está limitado inferiormente por rocas de baja permeabilidad (margas y lutitas). Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de una faja de 20 km, a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos. Mediante registros de salinidad en pozos profundos, se ha comprobado la presencia de la cuña salada a distancias hasta de 100 km del mar, lo cual advierte el riesgo que implica la operación inadecuada de este acuífero.

La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración de terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la renovación del acuífero de la Península de Yucatán, debido a los dos últimos factores, los escurrimientos superficiales durante las temporadas de lluvia son núcleos de muy corto recorrido. La recarga es más abundante en la llanura, gracias a que la cobertura de suelos es muy delgada y gran desarrollo kárstico superficial de la recarga de la losa calcárea, factores que permiten la infiltración casi total del agua de lluvia. Comparativamente menor es la recarga en el área de lomeríos, donde la caliza

está cubierta por una capa de suelo arcilloso de varios metros de espesor, que obstaculiza la infiltración. El acuífero recibe la mayor parte de su alimentación durante los meses de mayo a octubre, lapso en que se presentan las lluvias de mayor intensidad.

Debido a la gran transmisividad del acuífero, el gradiente de flujo es sumamente pequeño: de 4 a 15 centímetros por kilómetro, consecuentemente, la elevación del nivel freático sobre el nivel del mar es menor de 2 m en una faja de 15 a 40 kilómetros de ancho a partir del litoral, de 2 a 4 m en la porción central del estado y de 10 m en su borde suroriental, a 175 kilómetros de la costa.

A pesar del gran número de captaciones existentes, la circulación subterránea no ha sido notablemente modificada, pues no se aprecia la descripción piezométrica ni variaciones significativas de las direcciones de flujo o de la elevación de los niveles del agua, esto se debe, por una parte, a que el volumen del agua extraído del subsuelo es relativamente pequeño en comparación con la recarga, y por otra parte a que los efectos del bombeo se dispersan rápidamente gracias a la gran transmisividad del acuífero.

La calidad del agua es el factor que limita el aprovechamiento del acuífero de Yucatán, especialmente en la porción norte de la entidad, ya que el riesgo de provocar el ascenso del agua salada subyacente, impone severa restricciones a los abastecimientos permisibles en los pozos y, por tanto, a sus caudales de extracción, desaprovechándose así, en parte, la gran capacidad transmisora del acuífero. La salinidad total de agua subterránea varía en el estado dentro del rango de 600 a más de 2,000 partes por millón (ppm), decreciendo gradualmente de la costa hacia tierra adentro, es mayor de 1,000 ppm en una faja de 10 a 30 km a partir de litoral, y menor de 1,000 ppm en el resto de la entidad. Esta variación espacial de la concentración de sales es producto de tres procesos hidrogeoquímicos: el de disolución, debido al cual la salinidad del agua aumenta en el sentido de flujo; la mezcla del agua salada subyacente, proceso predominante en la zona costera del estado, y el de dilución, a causas del cual el agua infiltrada, más dulce, reduce temporalmente la salinidad del agua que circula por el acuífero.

Dentro del área ocupada por la cuña de agua marina, la influencia de las mareas y movimiento de la superficie y el movimiento de la superficie freática provocan oscilaciones de la interfase salina, dando lugar a la formación de una zona de mezcla que contiene agua con salinidad de 1,000 a varios miles de ppm, cuya amplitud aumenta hacia el litoral y que en la faja costera del estado reduce varios metros el espesor de aguas de calidad aprovechable. La operación de las captaciones provoca el ascenso del agua salobre contenida en esa zona de mezcla, pudiendo aumentar con ello la salinidad del agua extraída hasta altas concentraciones en la porción costera de la entidad, este fenómeno inutilizará temporal o permanentemente a los pozos que no son adecuadamente diseñados y operados considerando el reducido espesor de agua dulce.

Los cultivos dominantes son los perennes, el 68% de la superficie sembrada la ocupan los cítricos, seguidos por el maíz que ocupa un 11% y el aguacate con un 7% (Figura 2.30). Las hortalizas solamente representan un 4% de la superficie sembrada. Al analizar la distribución de cultivos se observa que en los módulos Muna y Tzucacab, contrario a la proporción general del Distrito de Riego, los cultivos dominantes son los anuales, específicamente el maíz elotero; mientras que en los módulos Sacalum, Morelos, Emiliano Zapata, Oxkutzcab, Tekax y Las Palmas, los cultivos dominantes son los perennes y en la mayoría de los casos son los cítricos los que ocupan mayor superficie.

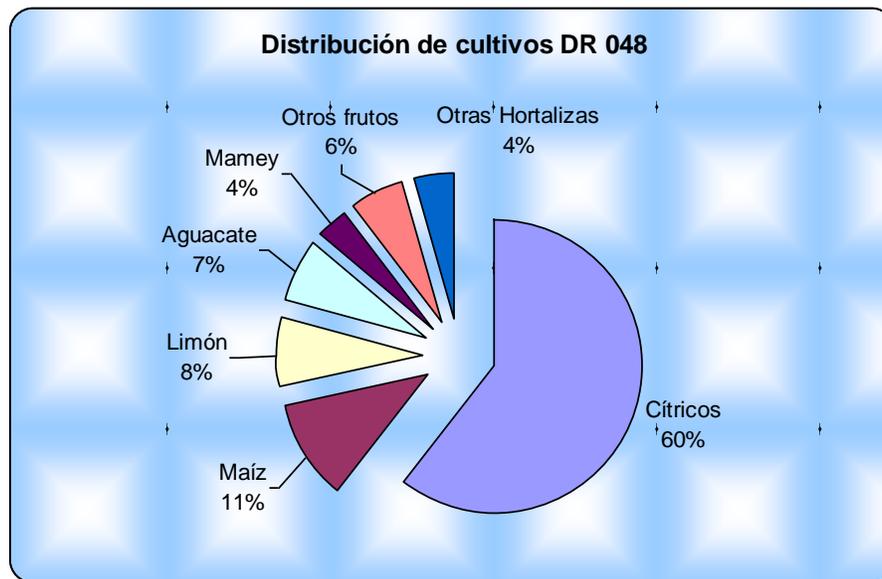


Figura 2.30 Principales cultivos del Distrito de Riego 048 "Ticúl". Fuente Plan Director del Distrito de Riego 048 Ticúl, Yucatán.

El principal tipo de sistema de riego que se tiene a nivel Distrito es el de gravedad y multicompuertas que en conjunto representan el 47%, seguido por la microaspersión 39% y aspersión con 12% y goteo con 2% respectivamente. Los cítricos se riegan por gravedad, multicompuertas y microaspersión, mientras que los cultivos anuales tanto por gravedad, multicompuertas, goteo, micro y aspersión.

2.4.4.- Descripción de la región cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas

La región de estudio propuesta para un cultivo de temporal consiste de la región cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas. La descripción de dicha región se basa en el estudio intitulado "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas", elaborado para el Gobierno del Estado de Chiapas en 2011.

2.4.4.1.- La cafeticultura en la Sierra Madre de Chiapas: oportunidades y amenazas

El café es un arbusto perenne originario de África y Asia tropical, pertenece a la familia *Rubiaceae* y al género *Coffea*. Dentro de este género se encuentran aproximadamente 30 especies, de las cuales *Coffea arabica* L. (café arábigo), *C. canephora* Pierre ex Froehner (café robusta), *C. liberica* Mull ex Hiern (café liberiano) y *C. excelsa* A. Chev. (Café excelso), son las más importantes desde el punto de vista económico (ICO, 2010).

El café fue introducido a territorio mexicano, en lo que antes era la Nueva España, hacia la última década del siglo XVIII, desde entonces el grano es considerado uno de los cultivos de mayor importancia económica, sociocultural y ambiental (Pérez y Díaz, 2000). Las principales especies de café que se producen en México son *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. Actualmente México ocupa el quinto lugar a nivel mundial como país productor de café después de Brasil, Colombia, Vietnam e Indonesia. En el año 2009 la producción total nacional fue de 1.4 millones de toneladas, en la cual participaron los estados de Chiapas, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Guerrero, Hidalgo, San Luis Potosí, Nayarit, Colima, Jalisco, Querétaro, Tabasco, México, Morelos y Michoacán (Figura 20). De la producción total nacional para ese año, los estados de Chiapas y Veracruz concentran más de la mitad de la producción con 529,395 t y 318,745 t respectivamente (SAGARPA, 2010). En el mismo 2009 la Organización Internacional del Café (ICO, 2009) reporta que las exportaciones de México de café procesado ascendieron a 37,903 t y de café verde a 132,382 t. Los principales países importadores de café mexicano son Estados Unidos de América, Bélgica y Alemania con el 61.7%, 5.3% y 4.5%, respectivamente del volumen total exportado (AMECAFE, 2010).



Figura 2.31 Municipios con plantaciones de café en México. Fuente: SAGARPA, 2010.

A nivel nacional existen aproximadamente 300,000 productores (as) de café, en su gran mayoría indígenas que cultivan en condiciones de minifundio, con una superficie promedio por productor de 2.7 hectáreas. Algunos especialistas mencionan que los indígenas de varios grupos que han cultivado y recolectado café desde hace 200 años, no han conocido los beneficios de las bonanzas cafetaleras, aunque han sufrido los efectos cuando el cultivo entra en crisis (Rivadeneira y Ramírez, 2006).

El bienestar de las familias cafetaleras, la conservación de sus recursos naturales y el entorno financiero de la cafecultura están estrechamente vinculados. La más reciente crisis cafetalera a nivel mundial se presenta a finales de la última década del siglo XX debido a que el precio internacional del café fue afectado por desequilibrios entre la oferta y la demanda como consecuencia de que los países productores aumentaron considerablemente su producción. Esto trajo como consecuencia una disminución en los precios del aromático, además de la reducción de divisas para los países productores y, en algunos casos, escasas inversiones para apoyar a los productores de café (Rivadeneira y Ramírez, 2006). Una respuesta favorable para las familias y su medio ambiente, principalmente en las áreas naturales protegidas, ha sido la agricultura orgánica vinculada a las medidas de conservación de bosques. En contraste, el precio del café se ha incrementado extraordinariamente en las temporadas 2009-2010 y 2010-2011, favoreciendo la economía regional a corto plazo pero conduciendo al mismo tiempo al cambio de uso del suelo a costa de los bosques. Es importante que exista equilibrio entre mejores ingresos, mejoramiento de productividad en áreas establecidas, pero no es adecuada la eliminación de bosques naturales para ampliación de plantaciones de café.

El comunicado enviado por la Organización Internacional del Café a la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible en el año 2002 (Osorio, 2002) establece que en la década de 1990 los ingresos que los países productores obtenían del café eran de 10,000 a 12,000 millones de dólares americanos, y el valor de las ventas al por menor de café, que tenían lugar en su mayor parte en países industrializados, se cifraba en 30,000 millones de dólares, aproximadamente. Para el año 2002, el valor de las ventas al por menor excede los 70,000 millones de dólares, pero los países productores de café reciben solamente 5,500 millones. Los precios en los mercados mundiales, que alcanzaban aproximadamente un promedio de 120 centavos de dólar por libra en la década de 1980, se sitúan en 2002 en un promedio de 50 centavos, que es el más bajo en términos reales en los últimos 100 años.

Como estrategia para afrontar la crisis cafetalera, en el año 2000 se crea el convenio internacional del café del año 2001 elaborado por la Organización Internacional del Café. En el documento se mencionan algunas medidas para abordar la crisis cafetalera tanto del lado de la demanda como del de la oferta. Algunas de estas medidas son mejorar la calidad del grano, diversificación de cultivos para disminuir la dependencia del café de los (as) productores (as), seguimiento de la producción, promoción del consumo de café, eliminar obstáculos al comercio, entre otras (ICO, 2000).

Además de la caída del precio internacional del café, los (as) productores(as) se enfrentan a otra reducción en el precio originado por los intermediarios. La mayoría de los (as) productores(as) minifundistas de café no participan en alguna organización y no disponen de medios de transporte para su cosecha, por lo que tienen que aceptar el precio que les imponen los acopiadores, los cuales imponen descuentos al precio argumentando baja calidad del producto. Esta situación hace más vulnerables a los pequeños productores ya que impacta negativamente en su calidad de vida e impide la inversión en mejores prácticas de cultivo, lo que ocasiona que las plantaciones estén semi abandonadas (Alvarado et al., 2006).

La cafecultura en Chiapas presenta una importancia social, económica, cultural y ambiental, ya que 83 de los 118 municipios de la entidad presentan plantaciones de café (Figura 2.32), y dentro de ellos se encuentran más de 183 mil productores que se dedican al cultivo de este producto distribuidos en poco más de 193 mil predios (AMECAFE, 2010). Datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para el año 2009 reportan un total de 253,461.6 hectáreas de superficie sembrada de café cereza que corresponde al 32.0% de la superficie sembrada nacional y aproximadamente al 3.4% de la superficie total de la entidad. En cuanto a la producción estatal del mismo producto, la misma fuente reporta un total de 529,395.3 toneladas que equivalen al 36.8% de la producción total nacional para el mismo periodo (SAGARPA, 2010).

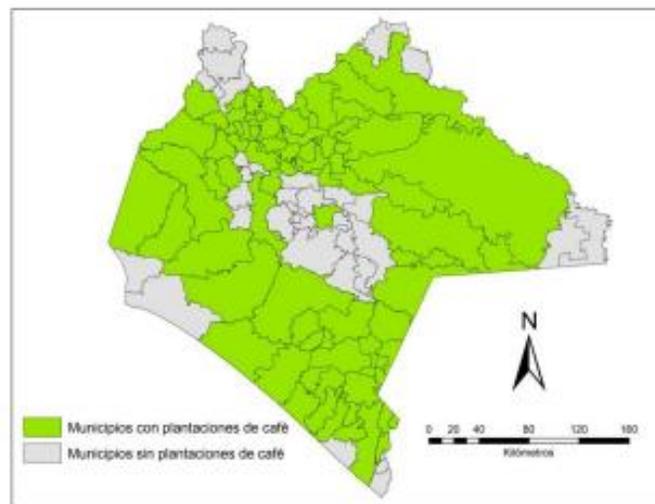


Figura 2.32 Municipios con plantaciones de café en el estado de Chiapas. Fuente: SAGARPA, 2010.

Una característica importante de la cafecultura estatal, que también se presenta a nivel nacional, es la dominancia del minifundismo. En Chiapas aproximadamente el 62% (aproximadamente 110,000 productores(as)) cultivan parcelas de café con una superficie de < 1 ha, el 35% de 1 a 5 ha, el 2% de 5 a 10 ha, y únicamente el 1% tienen predios con

más de 10 ha de superficie. Esta situación genera una variación regional en cuanto al nivel de organización de los(as) productores(as), por un lado delegaciones con una vasta extensión territorial y/o gran número de productores(as) pero con una baja cantidad de organizaciones registradas como es el caso de Palenque y Ocosingo con un promedio de 450 productores (as) por organización; y por otro lado delegaciones con poca extensión territorial y/o bajo número de productores(as) pero con una gran cantidad de organizaciones como es el caso de Copainalá, Mapastepec y Pichucalco con aproximadamente 150 productores(as) en promedio por organización (COMCAFE-UNACH, 2007).

La SMCH es un sitio de alta importancia nacional e internacional por la enorme diversidad de especies y ecosistemas que alberga, que son manejadas por las comunidades locales en un complejo mosaico. Por esa razón, a lo largo de la cadena montañosa se han decretado varias áreas naturales protegidas: Reserva de la Biosfera El Triunfo (199,177 hectáreas), Reserva de la Biosfera La Sepultura (167,309), Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná (6,000 hectáreas), Área de Protección de los Recursos Naturales La Frailescana (que se empalma con El Triunfo y La Sepultura, pero la superficie adicional es de 126,000 hectáreas) y la Reserva Ecológica Estatal Pico de Loro-Paxtal (61,268 hectáreas).

Las Reservas de la Biosfera son un espacio de aprendizaje para la sustentabilidad, al brindar oportunidades para la vinculación de la conservación de la biodiversidad con el desarrollo de las comunidades locales. Los otros tipos de área natural protegida, aunque no incluyen en su definición este enfoque, lo han adoptado en la práctica a lo largo de la SMCH. Por lo que la conservación de los recursos naturales va de la mano con los modelos de aprovechamiento que hacen los pobladores locales y la incidencia de organizaciones de la sociedad civil y el gobierno.

El cultivo del café es al mismo tiempo un reto y una oportunidad ante el cambio climático y para el manejo de las áreas naturales protegidas de la Sierra Madre de Chiapas. Por una parte es inevitable la sustitución casi total del estrato arbustivo y la remoción del estrato herbáceo de los bosques, pero por otra parte favorece el mantenimiento de al menos dos estratos de vegetación, la conservación de suelo en mayor medida que otros cultivos y ofrece un hábitat para múltiples especies silvestres, muchas de ellas con potencial de uso doméstico y comercial. Las ventajas de esta actividad son más evidentes cuando se considera que los terrenos de la sierra tienen pendientes mayores a 30 grados, sus suelos son frágiles y se encuentran en cabeceras de múltiples subcuencas.

Los cultivos convencionales, promovidos por décadas tanto a nivel local como nacional, condujeron a la remoción del estrato arbóreo de las selvas y bosques para establecer en su lugar una o pocas especies del género Inga, el uso de agroquímicos y la contaminación de los cuerpos de agua. En contraparte, en los últimos lustros, se han promovido modalidades de cafecultura orientadas a la sustentabilidad. Diversas organizaciones sociales, civiles y académicas han aportado información que sustenta la

hipótesis de que un manejo holístico de los cafetales contribuirá a acercarse a los pilares de la sustentabilidad: ambiental, social y económico. Un cafetal manejado con este enfoque sería un estado intermedio entre un cultivo convencional y un bosque, debido a la estructura horizontal y vertical del agroecosistema y los servicios ecosistémicos que proporciona.

Siendo la cafecultura la principal actividad económica de los ejidos y las propiedades particulares, determina la configuración de estos paisajes, que se caracterizan por ser una concatenación de corredores de vegetación primaria y vegetación secundaria con parcelas aisladas y parcelas continuas de café bajo diversas modalidades de manejo, ubicados en terrenos de pendientes abruptas y parteaguas y que incluyen arroyos y ríos, caminos rurales y poblados. La vegetación natural y las parcelas de café presentan varios estratos: herbáceo (especialmente cuidado en cafetales certificados), arbustivo (con predominancia de cafetos en parcelas cultivadas), arbóreo (de dos a tres estratos, con excepción de cafetales con manejo convencional que sólo presentan uno) y epifítico.

La configuración resultante favorece la aportación de servicios ecosistémicos por estos paisajes productivos. Uno de ellos es la conservación de biodiversidad; es relevante la presencia de numerosas especies de flora y fauna formando comunidades distintas a las de un paisaje natural. Por ejemplo, la vegetación natural ofrece hábitat a un mayor número de especies de aves que los cafetales convencionales, pero menor que los cafetales orgánicos, debido a que éstos incluyen especies generalistas y migratorias. Otros servicios ecosistémicos relevantes son la captura de carbono, la protección del suelo, la regulación del clima, y la conectividad entre la vegetación natural.

2.4.4.2.- El entorno ambiental y social de la Sierra Madre de Chiapas

Elementos del medio biofísico

Ubicación

La Sierra Madre de Chiapas (SMCH) presenta una superficie total de 16,680 km² y se encuentra al suroeste del estado mexicano de Chiapas. “Geográficamente se ubica entre las coordenadas máximas 17° 01’ 6.8” y 14° 53’ 21.6” de latitud norte, y 94° 08’ 41.1” y 91° 57’ 6.8” de longitud oeste (Figura 2.33). Dentro de los límites de la Sierra Madre confluyen porciones de los territorios de 31 municipios del estado de Chiapas, dentro de los cuales se encuentran Cintalapa, Villaflores, Arriaga, Motozintla, Jaltenango, Villa Corzo, Tapachula, Pijijiapan, entre otros.



Figura 2.33 Macro localización de la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: INEGI, 2009.

Topografía

La Sierra Madre de Chiapas presenta un amplio rango altitudinal que oscila entre los 4,080 msnm hasta cerca de los 0 msnm. La cima con mayor altitud es el Volcán Tacaná que se ubica al sureste de la Sierra en los límites con Guatemala. La zona más baja se encuentra en las faldas de la SMCH, a lo largo de la vertiente del Océano Pacífico que se distribuye de suroeste a sureste como se muestra en la figura 2.34 (INEGI, 2011).



Figura 2.34 Topografía de la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: INEGI, 2011.

La figura 2.35 muestra los distintos rangos de pendiente en la zona, en donde se observa que las categorías moderadamente escarpado (15-40 % pendiente) y escarpado (> 40% pendiente) son las que dominan ya que se distribuyen en el 35.6 % y 35.9 % de la superficie total respectivamente.

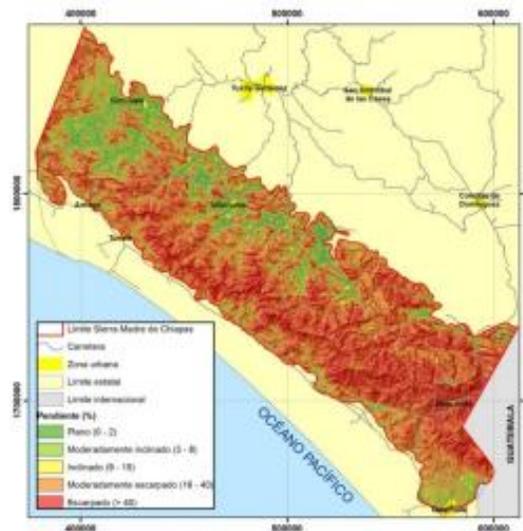


Figura 2.35 Rangos de pendiente en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: elaborado por Juan Ángel Tinoco-CRUO.

Geología

La geología de la Sierra Madre de Chiapas está constituida por un conjunto de material predominantemente del Precámbrico y Paleozoico. El origen de la Sierra provocado por movimientos orogénicos, epirogénicos de la corteza y resultado de la fuerzas de compresión y de tensión alternativamente se remonta más de 550 millones de años atrás. Las rocas más antiguas son gneis, esquistos y filitas, fuertemente plegados, que muestran un intenso metamorfismo de contacto, también se encuentra granito que presenta un grado menor de compresión. Al final del Pleistoceno (30-15 mil años), la Sierra sufrió el levantamiento que determina su apariencia actual. La parte sur, dirigida hacia el Océano Pacífico se elevó mucho más intensamente que la parte norte, la diferencia pudo ser de hasta 700 metros. La Sierra adquirió de tal suerte la forma de un bloque inclinado que desciende escarpadamente hacia el sur, mientras que sufre un descenso suave y paulatino con forma de techo hacia el norte, en dirección de la Depresión Central del Chiapas (IDESMAC-DFID-SEMARNAT-CONANP, 2003).

Con base en lo reportado por INEGI (2005), los tipos de roca dominantes en la Sierra Madre de Chiapas son el granito del paleozoico con el 60.9 % de la superficie total, la limolita con arenisca del periodo triásico y jurásico con el 11.6 % del área y los depósitos aluviales del cuaternario con el 7.9 % de la superficie total de la Sierra.

Fisiografía

La Sierra Madre de Chiapas es una cadena de montañas, corre paralela a la costa de Océano Pacífico y orientada de noroeste a sureste, siendo una continuación del macizo montañoso de América Central, formado por un batolito del paleozoico superior. La cresta de esta cordillera sirve de parte aguas a los ríos de las vertientes del Golfo de México y del Océano Pacífico. El flanco suroeste es de laderas muy abruptas que drenan pequeñas corrientes, las cuales descienden impetuosamente a la planicie costera del Pacífico. El flanco norte desciende gradualmente hacia la cuenca del Río Grijalva, la cual es alimentada por grandes ríos que descienden serpenteando por los valles, y algunos han contribuido a la formación de cañones como el del Sumidero (Álvarez, 1958).

INEGI, 2000 registra la presencia de cinco sistemas de topofomas en la Sierra Madre de Chiapas, sin embargo únicamente dos (sierra y valle) son representativas debido a la superficie ocupada. El sistema sierra se presenta en el 89.3% de la superficie total y se distribuye en las regiones centro, sur, este y sureste; mientras que el sistema valle se presenta en el 10.6% y se encuentra de manera discontinua en porciones del norte y noroeste de la Sierra.

Clima

Debido a su ubicación geográfica y a las características topográficas y altitudinales, la Sierra Madre de Chiapas presenta una gran gama de climas (Figura 2.36). Se presentan tipos climáticos desde los semifríos, ubicados en la cima del Volcán Tacaná, hasta los cálidos húmedos ubicados en la región sur y sureste de la vertiente del Pacífico. Entre estos dos climas opuestos se encuentran los semicálidos cálidos y los semicálidos templados que se ubican de manera general en las laderas de los sistemas montañosos y fungen el papel de zonas de transición hacia los climas templados húmedos y templados subhúmedos que se encuentran en las partes altas de las montañas.



Figura 2.36 Climas de la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: elaborado por Juan Angel Tinoco-CRUO.

El amplio intervalo altitudinal define la distribución de la temperatura (Figura 2.37) media anual en la Sierra Madre de Chiapas, la cual presenta zona con bajas temperaturas (4 °C) ubicadas en la cima del Volcán Tacaná, hasta zonas con valores de 38 °C ubicadas en los límites entre la Sierra y la planicie costera en la región sur y sureste. Cabe resaltar el sistema montañoso que se ubica al norte de la cabecera municipal de Motozintla el cual presenta temperaturas templadas que varían entre los 11 °C y 16 °C.



Figura 2.37 Temperatura media anual en la Sierra Madre de Chiapas Fuente: elaborado por Juan Angel Tinoco-CRUO.

Con respecto a la precipitación, los principales sistemas de vientos que generan lluvia en la Sierra Madre de Chiapas son las ondas del este y los ciclones tropicales. El análisis

detallado de esta variable establece que se presenta un intervalo en la lámina de precipitación que varía desde los 800 mm anuales hasta los 5,200 mm anuales. Las zonas con menor humedad se encuentran en las regiones noroeste, en la zona de influencia de la cabecera municipal de Cintalapa, y al este, en donde se ubica la cabecera municipal de Motozintla. Lo anterior debido a que estas regiones se encuentran en la zona de sotavento o de “sombra orográfica” y se caracterizan por la presencia de vientos secos descendentes que disminuyen la probabilidad de condensación de la humedad atmosférica. Por el contrario, las regiones con mayor precipitación se ubican al sureste de la Sierra Madre, en la zona de influencia del Volcán Tacaná. En la Figura 2.38 se presenta la distribución espacial de la precipitación media anual de la Sierra.

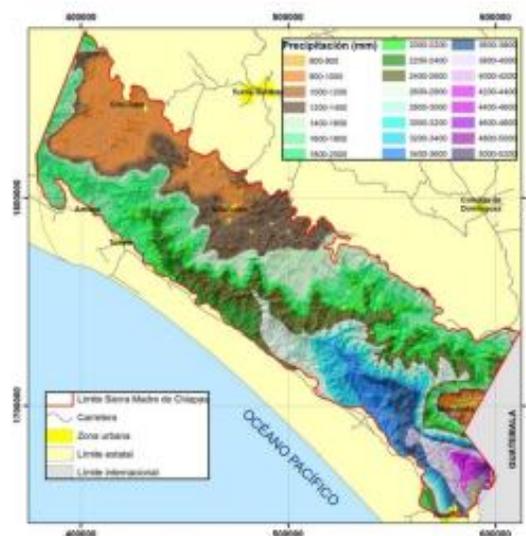


Figura 2.38 Precipitación media anual en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: elaborado por Juan Angel Tinoco-CRUO.

Suelo

La combinación de los atributos topografía, geología, fisiografía y clima definen los tipos y características de los suelos presentes en la Sierra Madre de Chiapas. Con base en lo reportado por INEGI (2001), se presentan 24 unidades de suelo, de los cuales el Regosol eutrítico, el Litosol y el Acrisol húmico son los de mayor importancia en cuanto a superficie ocupada con el 24.1%, 20.2%, y 13.7% del área total respectivamente. En la Figura 2.39 se presenta la distribución espacial de las unidades de suelo.



Figura 2.39 Unidades de suelo en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: INEGI, 2001.

Usos de la tierra y tipos de vegetación

Gracias a las condiciones ambientales presentes en la Sierra Madre de Chiapas se han podido desarrollar diversos tipos de vegetación, con base en INEGI (2010) se reporta la presencia de 14 comunidades vegetales (Figura 2.40). Las comunidades que mayor superficie ocupan son el bosque de pino-encino con el 14.7% del área total, seguido por el bosque mesófilo de montaña o bosque de niebla con el 13.8% de la superficie. El bosque de pino-encino se encuentra en la zona baja e intermedia de las laderas de las montañas, principalmente en la vertiente del Golfo de México. Por su parte el bosque mesófilo de montaña se distribuye principalmente en el parte aguas a lo largo de toda la Sierra, con excepción del sistema montañoso que se encuentra al norte de la cabecera municipal de Motozintla, así como en algunas cañadas en la zona norte de la Sierra.

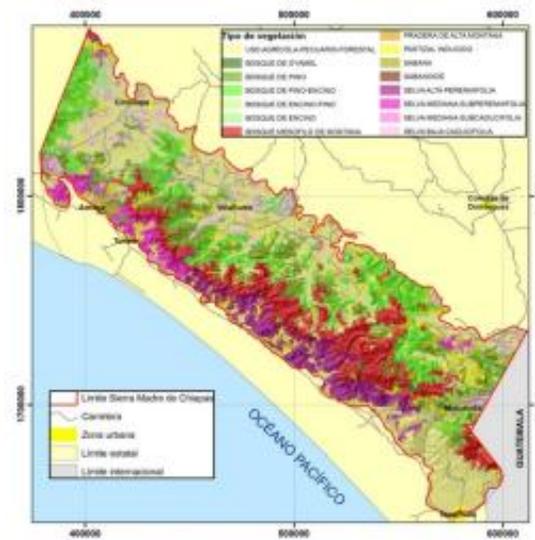


Figura 2.40 Tipos de vegetación en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: INEGI, 2010.

Resalta la comunicación del bosque de niebla con los bosques templados de pino, pino-encino y encino-pino hacia la vertiente del Golfo de México, y con la selva alta perennifolia y selva mediana subperennifolia hacia la vertiente del Pacífico. Con respecto a los usos de la tierra, la misma fuente registra que los usos agrícola, pecuario y forestal ocupan el 30.4% de la superficie total de la Sierra.

Áreas Naturales Protegidas

Dentro de los límites de la Sierra Madre de Chiapas se encuentran seis áreas naturales protegidas (ANP), las cuales son la Reserva de la Biosfera La Sepultura, el Área de Protección de los Recursos Naturales La Frailescana, la Reserva de la Biosfera El Triunfo, la Zona Sujeta a Conservación Pico El Loro El Paxtal, la Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná y el Área Natural Típica La Concordia Zaragoza (Figura 2.41). En conjunto las seis ANP cubren una superficie de 528,641.6 hectáreas. En muchas de las áreas de conservación los cafetales con sistemas agroforestales funcionan, tanto en zonas de amortiguamiento como en zonas próximas, como corredores biológicos estratégicos para la biodiversidad y al mismo tiempo como complemento de la red de protección de los recursos hídricos.



Figura 2.41 Áreas naturales protegidas presentes en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: CI, 2011.

Riesgos

Deslizamientos

Debido a las condiciones de clima, geología y fisiografía de la Sierra Madre de Chiapas, es frecuente la presencia de deslizamientos, en especial en las zonas de pendiente pronunciada. Los eventos más recientes de deslizamientos se presentaron en septiembre de 2010, en donde se registraron aproximadamente 200 eventos de este tipo a nivel estatal ocasionados por la tormenta tropical Matthew en combinación con el frente frío número 3. Caso especial se presentó en la comunidad de Nueva Colombia municipio de Ángel Albino Corzo en donde el deslave de un cerro sepultó a varias viviendas y afectó a vías de comunicación, como medida preventiva a nuevos movimientos de tierra se evacuaron a 600 personas y se instalaron en un albergue provisional ubicado en la cabecera municipal (NSS Chiapas, 2010).

El Instituto Nacional de Ecología generó un mapa de riesgos hidrológicos a nivel nacional en donde se identifican diferentes tipos de riesgos como por ejemplo inundaciones, deslizamientos, formación de barrancos, etc. (INE, 2008). Con base en este mapa, para la zona de la Sierra Madre de Chiapas se identifican dos tipos de riesgo: deslizamientos que se ubican principalmente en el parte aguas que divide a las vertientes del Golfo de México y del Pacífico, así como en las zonas noroeste; y la formación de barrancos que se ubica en la región sureste dentro del municipio de Tapachula (Figura 2.42).



Figura 2.42 Zonas de riesgo por deslizamientos y formación de barrancos en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: INE, 2009.

Mediante un análisis más detallado se identificaron las zonas con mayor riesgo de deslizamientos con base en la pendiente del terreno, el tipo de suelo y el tipo de cobertura vegetal, en la Figura 2.43 se presenta el mapa con las cuatro clases de riesgo por deslizamientos. Las zonas de Muy Alto riesgo se ubican a lo largo del parte aguas de la Sierra así como en las elevaciones máximas, estos terrenos presentan una pendiente mayor a los 45°, situación que favorece el desplazamiento del suelo en especial si presenta una condición de saturación de agua, ya que esto reduce la cohesión e incrementa la estabilidad del material. Esta categoría ocupa el 29.6% de la superficie total.

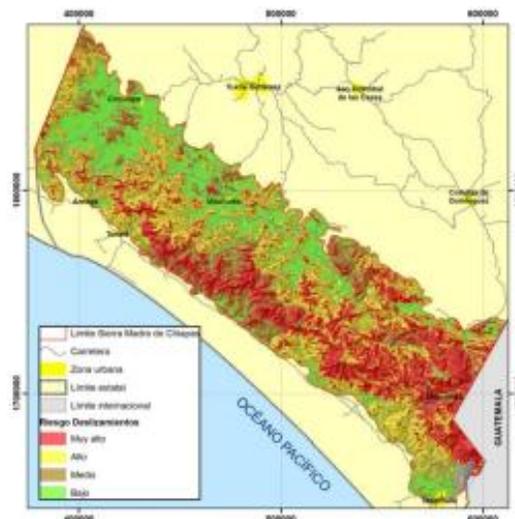


Figura 2.43 Riesgo por deslizamientos en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: elaborado por Juan Angel Tinoco, CRUO.

Las zonas de riesgo Alto ocupan el 26.0% del área total y se ubican en laderas de los sistemas montañosos que presentan una pendiente de 25 ° a 45 °, con excepción de los sitios donde se desarrollan los suelos del tipo Litosol ya que el espesor de estos suelos es bajo y se puede encontrar el material rocoso a una profundidad aproximada de 10 cm, por lo que se les ubica en la categoría de riesgo Medio junto con los sitios con pendiente de 15 ° a 25 °. La zonas con riesgo Bajo se ubican en terrenos con pendiente ligera o plana (0 ° a 15 °) en donde el suelo presenta condiciones estables y con poca probabilidad de desplazamiento, esta categoría ocupa el 22.9% de la superficie total de la Sierra Madre. En el Cuadro 3 se presenta la superficie que ocupa cada una de las categorías de riesgo por deslizamientos. La información nos permite visualizar claramente que la mayoría de las zonas productoras de café en la Sierra Madre están ubicadas en zonas de Muy alto y Alto riesgo de deslizamientos.

Cuadro 2.5 Superficie ocupada por categorías de riesgo por deslizamientos

Nivel de Riesgo	Superficie	
	km ²	%
Muy alto	4,917.2	29.6
Alto	4,311.0	26.0
Medio	3,578.3	21.5
Bajo	3,795.4	22.9

Fuente: elaborado por Juan Angel Tinoco-CRUO.

Incendios

Los incendios son también una problemática en la Sierra Madre de Chiapas, aunque los riesgos son más acentuados en zonas intermedias y bajas. Algunas zonas productoras del café cercanas a municipios como Villaflores y Motozintla están catalogadas como de riesgo de medio a alto, (Figura 2.44).



Figura 2.44 Riesgo por incendios en la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: elaborado por Juan Angel Tinoco- CRUO.

Sismos

Los temblores que se originan en Chiapas, así como en el resto del territorio nacional y del mundo, se originan debido al movimiento de las placas tectónicas. Las zonas de Chiapas donde se presenta la principal actividad sísmica es en la costa, donde se encuentra la Trinchera Mesoamericana (límite de la placa Norteamericana y la placa de Cocos), y en la parte central del Estado donde se encuentra la comunicación del Sistema de Fallas Motagua-Polochic (límite entre la placa Norteamericana y la placa del Caribe; Mora et al., 2008).

Con base en los registros históricos del Servicio Sismológico Nacional, de 1998 a la fecha se tienen reportados 2,822 eventos telúricos en la zona de influencia del estado de Chiapas, con un intervalo de magnitud de 2.3 a 6.6 grados en la escala de Richter. Los dos sismos que registran la máxima magnitud se presentaron el 13 de junio de 2007 y el 16 de octubre de 2008, con epicentros en el sureste de Ciudad Hidalgo y en el suroeste de la misma localidad respectivamente (SSN, 2011). En la Figura 2.45 se presenta la distribución espacial de los epicentros y su respectiva magnitud de los sismos históricos que se presentaron durante el periodo 1998-2011 en la Sierra Madre de Chiapas.

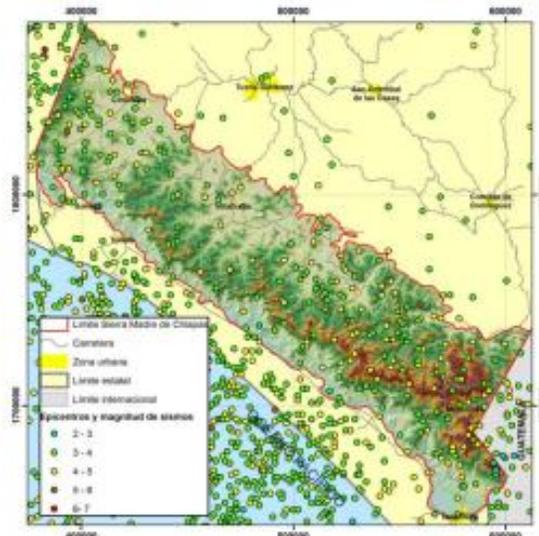


Figura 2.45 Epicentros y magnitud de sismos presentes en la Sierra Madre de Chiapas durante el periodo 1998-2011. Fuente: SSN, 2011.

La regionalización sísmica de México permite conocer, en términos generales, el nivel de peligro sísmico que tiene un área determinada. Para ello, el territorio nacional se encuentra clasificado en cuatro regiones (A, B, C y D) las cuales representan un nivel creciente de peligro. Con base en esta cartografía, la Sierra Madre de Chiapas se ubica dentro de las zonas C y D. En la zona D ocurren con frecuencia temblores de gran magnitud (> 7 escala de Richter) y las aceleraciones del terreno pueden ser superiores al

70% de gravedad. Con base en esta información se cataloga a la región como de alto riesgo por presencia de sismos.

Ciclones tropicales

Los ciclones tropicales son sistemas de baja presión que se forman entre los trópicos de cáncer y de capricornio.

El registro histórico del Centro Nacional de Huracanes del NOAA de Estados Unidos reporta la incidencia de nueve ciclones tropicales que han impactado directamente a la Sierra Madre de Chiapas en el periodo 1859-2009 (Figura 2.46). De éstos, el ciclón Mitch que se presentó en 1998 ha sido el de mayor intensidad ya que tocó tierra con la categoría de huracán 5. En 1978 el ciclón Greta con categoría huracán 4 afectó por igual la zona sur del estado de Chiapas. El fenómeno más reciente que impacto la Sierra Madre de Chiapas fue el ciclón tropical Bárbara en el año 2007, el cual llegó a la región con la categoría de tormenta tropical.

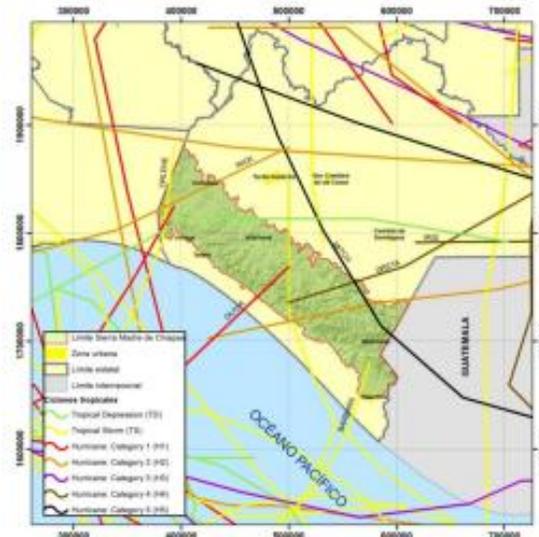


Figura 2.46 Trayectorias de los ciclones tropicales que han impactado directamente la Sierra Madre de Chiapas. Fuente: CENAPRED, 2009.

Otro ciclón tropical que afectó de manera considerable a la Sierra fue el huracán Stan, el cual ingresó a la Península de Yucatán y posteriormente a las costas de Los Tuxtlas, Veracruz, llegando hasta la Sierra Norte de Oaxaca durante los cinco primeros días del mes de octubre del año 2005 bajo la categoría de huracán 1. Los registros de la estación meteorológica Unión Juárez, Chiapas ubican al año 2005 como el periodo con mayor precipitación dentro del periodo 2000-2007 con 4,108.1 mm en comparación con el promedio histórico que es de 3,669.4 mm (IMTA, 2008).

Aunque el huracán Stan no impactó directamente a la Sierra Madre de Chiapas, las lluvias constantes que trajo consigo generaron daños importantes. En la zona sureste de la Sierra se desbordaron los ríos Coatán y Coatancito que pasan por el municipio de La Concordia, las avenidas de agua derribaron 20 puentes lo que interrumpió el acceso a las fincas cafetaleras del norte de Tapachula. Aguas abajo, el cauce afectó considerablemente a la infraestructura y áreas urbanas de la ciudad de Tapachula.

Reportes emitidos por la organización de cafecultores Indígenas de la Sierra Madre de Motozintla San Isidro Labrador (ISMAN), estiman que las lluvias provocadas por el huracán Stan dañaron parcialmente el 50% de los cafetales a nivel estatal y destruyeron 30% de la superficie total sembrada. La misma organización mencionó que los municipios productores de café orgánico más afectados fueron Jaltenango, Siltepec, Mapastepec, Motozintla y Escuintla (El Universal, 2005).

Elementos del medio socioeconómico

La Sierra Madre de Chiapas, constituye uno de los sitios de mayor relevancia para la biodiversidad, la protección de recursos hídricos de México, al mismo tiempo que es escenario de importantes culturas indígenas, razones por las cual contiene tres Reservas de la Biosfera (El Triunfo, La Sepultura y Volcán Tacaná), un Área de Protección de los Recursos Naturales (La Frailesca) y una Reserva Ecológica Estatal (Cordón Pico de Loro-Paxtal).

En medio a una riqueza natural sin comparación, la Sierra Madre de Chiapas presenta un contexto socioeconómico de contradicciones. Los índices de pobreza y condición social están entre los más altos de México. Los servicios sociales son limitados y los excedentes económicos de las actividades productivas no son suficientes para atender las necesidades de la población. No es de extrañar por ejemplo los altos índices migratorios, y en particular en comunidades indígenas, como con revela el estudio de Peña Piña et al (2000) con grupos Mames donde el 87% de las familias estudiadas hacían migración laboral temporal ... “Al no encontrar las condiciones adecuadas de empleo y salario, los indígenas Mames de la sierra han tenido que salir a trabajar a lugares cada vez más lejanos para poder sobrevivir...” esta estrategia está vinculada directamente con la ...“respuesta a las condiciones del entorno rural, así como a las características de la unidad de producción doméstica que no alcanza a cubrir sus propias necesidades de consumo, ni a garantizar la reproducción socioeconómica..”

De manera general la mayoría de las comunidades de la SMCH donde están los pequeños productores de café no cuentan con posibilidades de educación media y superior, ni con servicios de salud regulares (<http://www.imagenagropecuaria.com>).

La posibilidad de que el café deje de jugar un papel importante, a partir de los efectos del cambio climático, en la economía local, tendría impactos sin precedentes que podría

agravar aún más la difícil situación de los grupos de más escasos recursos. Evidentemente, el rescate social, cultural y económico de los pueblos locales vinculadas a áreas de potencial de producción sostenible de café constituye también la esperanza de rescate de importante área del Corredor Biológico Mesoamericano (CBMM) en su porción Selva Maya-Zoque y Sierra Madre del Sur.

La parte del CBMM integrada por Selva Maya-Zoque y Sierra Madre del Sur incluye a 18 municipios que ocupan el 33% del territorio de Chiapas con un área de 2 369 710 hectáreas, con una población de 782 638 habitantes (52% mujeres y 48% hombres). Del total de habitantes solo un 30% integra la población económicamente activa basada en casi su totalidad en actividades primarias. La diversidad cultural se expresa también en la diversidad de lenguas donde un 5% de los habitantes dominan la comunicación con el lenguaje tzotzil, zoque y mame, (Cuadro 2.6). Por otro lado los índices de analfabetismo con calificados como muy alto y alto con promedios de 20.53%, (INEGI, 2000, CDI-Conapo-PNUD, 2002, citados por Domínguez, 2009).

Cuadro 2.6 Municipios del área Selva Maya-Zoque y Sierra Madre del Sur en el Corredor Biológico Mesoamericano, México.

Municipio	Población total	Género				Población hablante de lengua indígena	
		Hombres		Mujeres		Nº	%
		Nº	%	Nº	%		
Acacoyagua	14 189	7 156	50	7 033	50	57	-
Ángel Albino Corzo	21 848	10 920	50	10 928	50	565	3
Arriaga	37 989	18 053	48	19 936	52	460	1
Berriozábal	28 575	13 724	48	14 851	52	953	4
Cintalapa	64 004	30 600	48	33 404	52	3 263	6
Concordia. La	38 559	18 572	48	19 987	52	1 722	5
Escuintla	26 698	13 001	49	13 697	51	131	1
Jiquipilas	34 937	16 770	48	18 167	52	1 492	5
Mapastepec	38 873	18 488	48	20 385	52	192	1
Motozintla	57 333	28 602	50	28 731	50	1 170	2
Ocozocoautla de Espinoza	65 448	31 128	48	34 320	52	9 116	17
Pijijiapan	46 949	21 618	46	25 331	54	503	1
Siltepec	31 051	15 843	51	15 208	49	135	1
Tecpatán	38 024	18 408	48	19 616	52	7 013	22
Tonalá	78 438	37 335	48	41 103	52	453	1
Villacorzo	68 682	31 471	46	37 211	54	2 740	5
Villaflores	85 955	40 469	47	45 486	53	1 168	2
Montecristo de Guerrero	5 086	2 520	50	2 566	50	20	-
Total	782 638	374 678	48	407 960	52	31 153	5

Fuente: INEGI, Censo General de Población y Vivienda 2000 citado en: Domínguez E. 2009. http://unam.academia.edu/EricaDom%C3%ADnquez/Papers/564470/Zonas_de_influencia_de_las_areas_naturales_protegidas.

3.- MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

3.1.- Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua

Las medidas de adaptación para el Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua son las siguientes:

1. Revestimiento o entubamiento de regaderas.
2. Nivelación de tierras.
3. Tecnificación del riego parcelario (goteo).
4. Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego.
5. Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo.
6. Riego en surco alterno y trazos de riego.
7. Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.
8. Acolchado orgánico sobre el suelo.

Tres medidas de adaptación propuestas para el DR005 se alinean perfectamente a tres acciones emprendidas en el Programa de Modernización y Tecnificación de este Distrito de Riego: Revestimiento de regaderas, Nivelación de tierras y Tecnificación del riego parcelario; consideramos que estas acciones han sido cubiertas de manera parcial, a pesar de que son muy importantes, por lo que consideramos que requieren de más apoyo.

Por otro lado, se consideraron tres medidas de adaptación recomendadas en el informe “Evaluación del Impacto de las Inversiones del Programa de Modernización y Tecnificación, (IMTA, 2008)”, como son: Capacitación, Redimensionamiento/Rehabilitación de equipos de bombeo, y Riego en surcos alternos y trazos de riego. Una de las conclusiones de este informe indica que “los sistemas de riego y el revestimiento/entubamiento de canales reportan ahorros de volumen de agua significativos. La nivelación de parcelas requiere acompañarse del trazo y diseño del riego por gravedad.” En cuanto a las recomendaciones del mismo documento se pueden resaltar dos de ellas “Integrar programas de trazo y diseño del riego por gravedad y capacitar en permanencia al usuario en la operación y el mantenimiento de los sistemas instalados”; y “Algunos casos requieren el redimensionamiento del sistema motor-bomba a efecto de que proporcione la presión de operación requerida por los emisores y optimizar el tiempo de operación del sistema de riego, reduciendo con ello el costo de la energía eléctrica, y mejorar la uniformidad de las láminas aplicada”.

Finalmente, la séptima medida de adaptación tiene que ver con las Prácticas culturales en función del desarrollo del cultivo, la cual consiste en acoplar las demandas de agua de los cultivos a la variabilidad climática a través de la rehabilitación e implementación de estaciones agrometeorológicas; que permita generar y disponer de una base de datos de clima más confiable, capaz de alertar a los usuarios de los eventos extremos que puedan

presentar una amenaza a sus cultivos, como son: sequías y heladas. Es importante mencionar que esta medida de adaptación responde en parte al punto No. 4, en donde se solicita la inclusión del tema de las estaciones meteorológicas. Además las medidas de adaptación relacionadas con las estaciones meteorológicas, en los tres distritos, fueron complementadas con base a las observaciones del punto No. 4.

Finalmente, de las siete medidas de adaptación propuestas para este Distrito de Riego, cinco de ellas, fueron ampliamente discutidas, consensuadas y aprobadas por las Asociaciones Civiles de Usuarios de los 12 Módulos de Riego y del Distrito de Riego (Plan director del DR 005 Delicias, Chih. IMTA, 2005).

Para potenciar la participación ciudadana, las medidas de adaptación propuestas, además de atender la vulnerabilidad ante el cambio climático, deben satisfacer una necesidad “sentida” de los productores. Para potenciar la participación ciudadana es fundamental la participación de las Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego, las cuales (en el caso del DR 005) participaron de manera activa en el planteamiento, discusión, consenso y aprobación de las acciones estructurales y no estructurales propuestas en el Plan director del DR 005.

La aplicación de las reglas de operación para el sistema de presas en distritos de riego que dependen del agua disponible en las presas, en principio permite a los usuarios de riego beneficiados tener la certidumbre y garantía del volumen de agua a utilizar durante el ciclo agrícola; lo cual es muy importante porque define desde el inicio del ciclo agrícola la superficie a sembrar y sobre todo el patrón de cultivos (dado sus diferentes requerimientos de riego). Entonces, las medidas de adaptación coadyuvan a que las reglas de operación del sistema de presas tengan más impacto en el uso eficiente del volumen de agua disponible para el ciclo agrícola. Por lo que, para optimizar las reglas de operación del distrito, se consideró una medida de adaptación de corto plazo, que consiste en aspectos de asesoría técnica y capacitación de los usuarios de riego en los temas de: (1) Manejo y operación de sistemas de riego por gravedad y multicompuertas, (2) Manejo, operación y mantenimiento de sistemas de riego por aspersión, (3) Manejo, operación y mantenimiento de sistemas de riego por goteo y (4) Sensibilización a los impactos de los efectos del Cambio Climático en la agricultura.

Para cada medida de adaptación de esta ficha se agregó un nuevo campo para indicar si la medida atiende aspectos de protección de infraestructura y/o de protección ambiental.

Se ha considerado la participación ciudadana a partir del proceso de elaboración e implementación del Plan director de este distrito, mediante la convocatoria de reuniones con los Usuarios de riego para que participen en la toma de decisiones y acuerdos de las acciones que se plasmaron en el plan director. Esta ficha técnica propone como prerequisite en las medidas de adaptación No. 3, 5, 6, 7 y 8 hacer reuniones con cada módulo de riego para explicar los beneficios, y en las medidas No. 2, 4 y 8 implementar

eventos de capacitación sobre la cultura de uso sustentable del agua con participación directa de los usuarios de riego. Existen acciones ya implementadas en el Programa de Modernización y Tecnificación del Distrito de Riego 005, es importante continuarlas. En la medida de adaptación 3 (Tecnificación del riego parcelario), se atendieron variables de protección ambiental vinculadas con la modernización de la infraestructura, como lo es la propuesta de utilizar polietilenos o cintillas biodegradables.

En la ficha técnica se indica que los usuarios de este distrito (Plan Director del Distrito DR 005), tiene una buena aceptación de las cuotas de riego. La medida de adaptación No. 4 propone acciones de capacitación sobre sensibilización a los impactos de los efectos del Cambio Climático en la agricultura.

En la medida de adaptación No. 7 se propone la integración de la base de datos de la red de estaciones meteorológicas de este Distrito en un sistema de información geográfica (SIG) con fines de alertas a fenómenos climáticos extremos.

En todas las medidas se hace constar que existe el riesgo de "Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación". La medida de adaptación No. 3 de esta ficha se alinea con Objetivo 3.3.1: "Reducir la vulnerabilidad del sector agrícola y asegurar la agrobiodiversidad del país ante los efectos del cambio climático", meta A.44 "Ahorrar 3 mil millones de metros cúbicos de agua en usos agropecuarios.", lo que corresponde a medida de adaptación No. 2 de esta ficha y con Objetivo 3.3.2 del PECC, meta A.47 "Tecnificar 1,722,000 ha con infraestructura hidroagrícola".

La medida de adaptación No. 5 propone reubicación y adaptación de pozos ineficientes que actualmente utilizan fuentes de energía fósiles para su bombeo, equipándolos con paneles fotovoltaicos, aprovechando la energía solar abundante disponible en la región, sin incrementar el volumen total de agua bombeado.

Se adicionó la medida de adaptación No. 8 con ecotecnología de Acolchado Orgánico.

3.1.1.- Revestimiento o entubamiento de regaderas

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Revestimiento o entubamiento de regaderas		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agricultura		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua.	IMTA (2005). Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima, precipitación	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 005 Delicias Chihuahua, es un distrito de riego con más 80,000 ha; el método de riego en su mayoría es por riego superficial. Se cuenta con más de 9,000 usuarios organizados en 10 Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego que son las encargadas de la administración, conservación y operación de la infraestructura hidroagrícola. Estas características son representativas de más de 2 millones de hectáreas de Distritos de Riego que tienen como fuentes de abastecimientos a grandes presas de almacenamientos.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Estímulo climático	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/chihuahua.html	General para DR005: Temperatura (heladas), precipitación, sequía hidrológica y meteorológica.
Cadena de cambio climático	Reducción en la humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas). Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_chihuahua.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Revestimiento o entubamiento de regaderas		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	económicamente productiva. Reducción en rendimientos en zonas de riego. La sequía tiene impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.		
Sistema de interés	La infraestructura hidráulica del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua, consiste en 2 grandes presas de almacenamiento, y una vasta red de grandes canales y estructuras de riego que irrigan una gran cantidad de cultivos. La superficie por cultivos es la siguiente: alfalfa el 24%, maíz el 13%, cacahuete el 12%, chile y algodón con el 15%, y nogal el 15% (anuales del ciclo P-V). Cultivos de ciclo O-I prácticamente han desaparecido por la falta de agua y la baja competitividad en el mercado. La población rural afectada son agricultores ya organizados en dos Asociaciones civiles con un total de 9,509 usuarios.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	Escenario 2020.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 10%; la temperatura media anual aumentará entre 1.0 y 2.0 °C. Escenario 2050.- La precipitación total anual variará entre +5 y -10%; la temperatura media anual aumentará entre 2.0 y 3.0 °C. Escenario 2080.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 25%; la temperatura media anual aumentará entre 3 y 5 °C (INE, 2012). Para el año 2080 con escenario A2, la reducción de la precipitación será del 15.25%, en invierno disminuirá del orden de 20.48% y en el verano del orden del 14.24%; la temperatura media anual aumentará en 2.73 °C, en el invierno aumentará a 2.79 °C y en el verano 2.86 °C (IMTA, 2011). El índice de escurrimiento en la cuenca del Río Conchos aumentará de 0.13 hasta 0.25 en promedio, lo que disminuirá los escurrimientos hacia los embalses de un 10 a un 12% (IMTA, 2011).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_chihuahua.html	
Capacidad adaptativa	Se tiene una buena capacidad adaptativa, debido a los siguientes indicadores: (a) Alto nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) fácil aceptación de las cuotas de riego por parte de los usuarios, (c) disponibilidad de		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:		Revestimiento o entubamiento de regaderas	
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) extensas superficies con modernos sistemas de riego, y (e) un alto grado de utilización de paquetes tecnológicos productivos. Sin embargo, falta capacitación y asistencia técnica para el uso eficiente de los equipos de bombeo y los sistemas de riego, y falta una mayor diversificación de los cultivos y una reconversión de cultivos; ante la inminente escasez de agua en las presas y el abatimiento de los acuíferos.		
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta, hay poca diversidad de cultivos, solamente 6 cultivos representan 79% de la superficie total del Distrito de Riego. La falta de horas frío debido al incremento en la temperatura mínima en invierno, sin duda será un problema para el cultivo de nogal, afectando su periodo mínimo de horas frío. El nogal es uno de los cultivos más importantes en el Distrito de Riego, ya que se siembran alrededor de 6,000 ha. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y disminuciones significativas de lluvias a largo plazo, combinado con temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. Considerando que debido a las sequías persistentes solamente se ha podido regar una cuarta parte de la superficie total del Distrito en los últimos años, se reduce el tamaño medio de las parcelas cultivados con riego a 3.4 ha/usuario (promedio 1995-2004).	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, se estima que el estado de Chihuahua se encontrará bajo fuerte presión (60-80%) en el año 2025 y que las sequías se incrementarán notablemente. Los periodos de sequía actualmente son extensos y se presentan incluso en los meses de julio y septiembre, los cuales corresponden normalmente a la temporada de lluvias.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Revestimiento o entubamiento de regaderas		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	Actualmente se vive un periodo de sequía iniciado en 1993. En el caso del sector agrícola los efectos de las sequías son muy graves ya que consideran pérdidas totales o parciales en la producción.		
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Construcción o instalación de infraestructura		
Escala espacial	local		
Descripción general de la medida	Durante la conducción del agua de riego en las redes interparcelarias, ésta se conduce a través de pequeños canales llamados regaderas, las cuales presentan fuertes pérdidas de agua debido a que únicamente llevan agua cuando retorna el servicio de riego a la parcela que domina. Para reducir las pérdidas de agua de riego y tener un servicio de riego más flexible se requiere del revestimiento o entubamiento de 127.44 km de regaderas interparcelarias, para una capacidad hidráulica promedio de 120 litros por segundo.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Especificaciones técnicas	El revestimiento de las regaderas interparcelarias consiste en colocar una capa de material casi impermeable/impermeable sobre la superficie de la regadera de tierra actual, con la finalidad de reducir las pérdidas por infiltración del agua de riego. Para llevar estos trabajos, se requiere de un estudio/proyecto ejecutivo para determinar las dimensiones de las secciones transversales a revestir. El costo de ejecutar los trabajos físicos contemplados de revestimiento de regaderas interparcelarias asciende a la cantidad de \$ 33´790,000.00.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Temporalidad	Los estudios y la ejecución de los trabajos de revestimiento de regaderas interparcelarias se llevaran a cabo en un período de 3 años. La duración de los impactos de esta medida de adaptación sería de al menos 30 años.		
Resultados esperados	Revestir las regaderas con un material impermeable o casi impermeable en una longitud de 127.44 km, representa pasar		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Revestimiento o entubamiento de regaderas		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	de un 73% a un 78% de la eficiencia de distribución, resultando un ahorro de volumen de agua significativo. Se aumentará el volumen de agua disponible en las presas para dar mayor certidumbre a la producción de cultivos, o en su momento se reduzca la extracción de agua del acuífero.		
Beneficiarios de la medida	Los beneficiarios de la medida de adaptación serían los 9,000 productores del distrito de riego, y la sociedad mexicana en general al tener garantizado un mayor volumen de agua para la producción de alimentos.		
Pre-requisitos para la implementación	Identificar en el Distrito de Riego las redes de distribución interparcelarias que requieren revestimiento. Elaborar el proyecto de revestimiento de regaderas, y disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos de revestimiento de regaderas.		
Estatus de implementación de la medida	Implementada parcialmente.		
Riesgos	Si no se logra conseguir las inversiones suficientes para implementar la medida, se podrá reducir el beneficio de la misma. El principal freno en la modernización de las redes de distribución de riego es la falta de capital y recursos por parte de los productores los cuales sin duda, con los impactos adicionales del cambio climático, serán más vulnerables a ello. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012	
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la disponibilidad del recurso agua, que en un momento dado se podría utilizar para uso doméstico. • La disponibilidad mayor de agua en la presa, hacia los productores brinda una estabilidad familiar y social que consiste en la seguridad que da el hecho de tener una siembra asegurada para el año siguiente y por lo tanto una economía segura. • Estos volúmenes de agua ahorrados generarán en gran parte 		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Revestimiento o entubamiento de regaderas		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	beneficios colaterales en la ecología y la generación de energía hidroeléctrica además del mejoramiento de la calidad del agua en los cauces naturales de la región promoviendo la pesca, el turismo y la acuicultura. • Se coadyuvará a cumplir los compromisos de México con Estados Unidos referente al tratado internacional de aguas.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye principalmente aspectos de protección de la infraestructura (canales) al proteger mediante el revestimiento de concreto o de alguna geomembrana o plástico la red de canales. Está ligada a la protección ambiental cuando la fuente de abastecimiento del agua es subterránea. O cuando el caudal que circula por el canal ocasiona problemas de erosión al suelo.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Ricardo Valdez Morales (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 005, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=VAMR671228HCLLRC02&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (639) 4 72 20 34		
Dirección, ciudad, estado:	(1) Calle Primera Norte y Av. Sexta Planta Baja 600, Col. Centro, Delicias, Chihuahua, México, C.P. 33000. (2) Domicilio Conocido Poblado Lázaro Cárdenas, Municipio de Lázaro Cárdenas, Chihuahua.		
Correo electrónico:	ricardo.valdez@conagua.gob.mx		

3.1.2.- Nivelación de parcelas

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Nivelación de parcelas		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agricultura		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua.	IMTA (2005). Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 005 Delicias Chihuahua, es un distrito de riego con más 80,000 ha; el método de riego en su mayoría es por riego superficial. Se cuenta con más de 9,000 usuarios organizados en 10 Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego que son las encargadas de la administración, conservación y operación de la infraestructura hidroagrícola. Estas características son representativas de más de 2 millones de hectáreas de Distritos de Riego que tienen como fuentes de abastecimientos a grandes presas de almacenamientos.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Estímulo climático	Reducción de la precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/chihuahua.html	General para DR005: Temperatura (heladas), precipitación, sequía hidrológica y meteorológica.
Cadena de cambio climático	Reducción en la humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas). Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_chihuahua.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Nivelación de parcelas		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	económicamente productiva. Reducción en rendimientos en zonas de riego. La sequía tiene impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.		
Sistema de interés	La infraestructura hidráulica del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua, consiste en 2 grandes presas de almacenamiento, y una vasta red de grandes canales y estructuras de riego que irrigan una gran cantidad de cultivos. La superficie por cultivos es la siguiente: alfalfa el 24%, maíz el 13%, cacahuete el 12%, chile y algodón con el 15%, y nogal el 15% (anuales del ciclo P-V). Cultivos de ciclo O-I prácticamente han desaparecido por la falta de agua y la baja competitividad en el mercado. La población rural afectada son agricultores ya organizados en dos Asociaciones civiles con un total de 9,509 usuarios.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	Escenario 2020.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 10%; la temperatura media anual aumentará entre 1.0 y 2.0°C. Escenario 2050.- La precipitación total anual variará entre +5 y -10%; la temperatura media anual aumentará entre 2.0 y 3.0°C. Escenario 2080.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 25%; la temperatura media anual aumentará entre 3 y 5 °C (INE, 2012). Para el año 2080 con escenario A2, la reducción de la precipitación será del 15.25%, en invierno disminuirá del orden de 20.48% y en el verano del orden del 14.24%; la temperatura media anual aumentará en 2.73 °C, en el invierno aumentará a 2.79 °C y en el verano 2.86 °C (IMTA, 2011). El índice de escurrimiento en la cuenca del Río Conchos aumentará de 0.13 hasta 0.25 en promedio, lo que disminuirá los escurrimientos hacia los embalses de un 10 a un 12% (IMTA, 2011).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_chihuahua.html	
Capacidad adaptativa	Se tiene una buena capacidad adaptativa, debido a los siguientes indicadores: (a) Alto nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) fácil aceptación de las cuotas de riego por parte de los usuarios, (c) disponibilidad de		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Nivelación de parcelas		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) extensas superficies con modernos sistemas de riego, y (e) un alto grado de utilización de paquetes tecnológicos productivos. Sin embargo, falta capacitación y asistencia técnica para el uso eficiente de los equipos de bombeo y los sistemas de riego, y falta una mayor diversificación de los cultivos y una reconversión de cultivos; ante la inminente escasez de agua en las presas y el abatimiento de los acuíferos.		
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta, hay poca diversidad de cultivos, solamente 6 cultivos representan 79% de la superficie total del Distrito de Riego. La falta de horas frío debido al incremento en la temperatura mínima en invierno, sin duda será un problema para el cultivo de nogal, afectando su periodo mínimo de horas frío. El nogal es uno de los cultivos más importantes en el Distrito de Riego, ya que se siembran alrededor de 6,000 ha. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y disminuciones significativas de lluvias a largo plazo, combinado con temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. Considerando que debido a las sequías persistentes solamente se ha podido regar una cuarta parte de la superficie total del Distrito en los últimos años, se reduce el tamaño medio de las parcelas cultivados con riego a 3.4 ha/usuario (promedio 1995-2004).	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, se estima que el estado de Chihuahua se encontrará bajo fuerte presión (60-80%) en el año 2025 y que las sequías se incrementarán notablemente. Los periodos de sequía actualmente son extensos y se presentan incluso en los meses de julio y septiembre, los cuales corresponden normalmente a la temporada de lluvias.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Nivelación de parcelas		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	Actualmente se vive un periodo de sequía iniciado en 1993. En el caso del sector agrícola los efectos de las sequías son muy graves ya que consideran pérdidas totales o parciales en la producción.		
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Manejo de recursos naturales		
Escala espacial	local		
Descripción general de la medida	En la aplicación del riego por gravedad en la parcela, es fundamental tener una parcela nivelada para estar en posibilidad de obtener altas eficiencias de aplicación del riego y de uniformidad. Para lograr lo anterior, se requiere implementar dentro de la parcela acciones de nivelación del terreno. La superficie considerada para la nivelación es del orden de 10,000 hectáreas.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Especificaciones técnicas	Para llevar a cabo los trabajos de nivelación de las parcelas, se requiere de un estudio/proyecto para determinar los volúmenes de cortes y de rellenos, utilizando el criterio de que el volumen de tierra a mover esté del orden de 200 a 400 m ³ /ha. El costo del estudio para la superficie considerada es de \$2'500,000.00. El costo de ejecutar los trabajos físicos de la nivelación ascienden a la cantidad de \$ 60'000,000.00.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Temporalidad	Los estudios y la ejecución de los trabajos de nivelación se llevarían en un periodo de 3 años. La duración de los impactos de esta medida de adaptación sería por un tiempo indeterminado.		
Resultados esperados	Nivelar una superficie de 10,000 ha, en beneficio de 1,200 productores y sus familias. Estas acciones de nivelación acompañado de una capacitación al productor sobre el manejo del agua de riego y trazos de riego resultará en un ahorro del orden de diez millones de metros cúbicos de agua de riego anual; adicionalmente, se reducirán las emisiones de CO ₂ ya		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Nivelación de parcelas		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	que se utilizará menos energía para bombear el agua de riego y se aumentará el volumen de agua disponible en las presas.		
Beneficiarios de la medida	Los beneficiarios de la medida de adaptación serían los 9,000 productores del Distrito de Riego, y la sociedad mexicana en general al tener garantizado un mayor volumen de agua para la producción de alimentos.		
Pre-requisitos para la implementación	Identificar en el Distrito de Riego las parcelas que irrigan con sistemas de gravedad. Elaborar el proyecto de nivelación de las 10,000 ha, y disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos de nivelación de tierras.		
Estatus de implementación de la medida	Implementada parcialmente.		
Riesgos	Si no se logra conseguir las inversiones suficientes para implementar la medida, se podrá reducir el beneficio de la misma. El principal freno en la tecnificación de los sistemas de riego es la falta de capital y recursos por parte de los productores los cuales sin duda, con los impactos adicionales del cambio climático, serán más vulnerables a ello. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012	
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la disponibilidad del recurso agua, que en un momento dado se podría utilizar para uso doméstico. • La disponibilidad mayor de agua en la presa, hacia los productores brinda una estabilidad familiar y social que consiste en la seguridad que da el hecho de tener una siembra asegurada para el año siguiente y por lo tanto una economía segura. • Estos volúmenes de agua ahorrados generarán en gran parte beneficios colaterales en la ecología y la generación de energía hidroeléctrica además del mejoramiento de la calidad del agua en los cauces naturales de la región promoviendo la pesca, el turismo y la acuacultura. 		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Nivelación de parcelas		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	<ul style="list-style-type: none"> Se coadyuvará a cumplir los compromisos de México con Estados Unidos referente al tratado internacional de aguas. 		
Tipo de protección (Ambiental / Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección ambiental. Al realizar la nivelación de los terrenos además de reducir las pérdidas de agua durante su aplicación, también se favorece la reducción de la erosión del suelo, al tener menores volúmenes de agua escurridos fuera de la parcela.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Ricardo Valdez Morales (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 005, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=VAMR671228HCLLRC02&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (639) 4 72 20 34		
Dirección, ciudad, estado:	(1) Calle Primera Norte y Av. Sexta Planta Baja 600, Col. Centro, Delicias, Chihuahua, México, C.P. 33000 (2) Domicilio Conocido Poblado Lázaro Cárdenas, Municipio de Lázaro Cárdenas, Chihuahua.		
Correo electrónico:	ricardo.valdez@conagua.gob.mx		

3.1.3.- Tecnificación del riego parcelario (goteo)

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación del riego parcelario (goteo)		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agricultura		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua.	IMTA (2005). Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 005 Delicias Chihuahua, es un distrito de riego con más 80,000 ha; el método de riego en su mayoría es por riego superficial. Se cuenta con más de 9,000 usuarios organizados en 10 Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego que son las encargadas de la administración, conservación y operación de la infraestructura hidroagrícola. Estas características son representativas de más de 2 millones de hectáreas de Distritos de Riego que tienen como fuentes de abastecimientos a grandes presas de almacenamientos.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Estímulo climático	Reducción de la precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/chihuahua.html	General para DR005: Temperatura (heladas), precipitación, sequía hidrológica y meteorológica.
Cadena de cambio climático	Reducción en la humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas). Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_chihuahua.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación del riego parcelario (goteo)		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	económicamente productiva. Reducción en rendimientos en zonas de riego. La sequía tiene impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.		
Sistema de interés	La infraestructura hidráulica del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua, consiste en 2 grandes presas de almacenamiento, y una vasta red de grandes canales y estructuras de riego que irrigan una gran cantidad de cultivos. La superficie por cultivos es la siguiente: alfalfa el 24%, maíz el 13%, cacahuete el 12%, chile y algodón con el 15%, y nogal el 15% (anuales del ciclo P-V). Cultivos de ciclo O-I prácticamente han desaparecido por la falta de agua y la baja competitividad en el mercado. La población rural afectada son agricultores ya organizados en dos Asociaciones civiles con un total de 9,509 usuarios.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	Escenario 2020.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 10%; la temperatura media anual aumentará entre 1.0 y 2.0°C. Escenario 2050.- La precipitación total anual variará entre +5 y -10%; la temperatura media anual aumentará entre 2.0 y 3.0°C. Escenario 2080.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 25%; la temperatura media anual aumentará entre 3 y 5 °C (INE, 2012). Para el año 2080 con escenario A2, la reducción de la precipitación será del 15.25%, en invierno disminuirá del orden de 20.48% y en el verano del orden del 14.24%; la temperatura media anual aumentará en 2.73 °C, en el invierno aumentará a 2.79 °C y en el verano 2.86 °C (IMTA, 2011). El índice de escurrimiento en la cuenca del Río Conchos aumentará de 0.13 hasta 0.25 en promedio, lo que disminuirá los escurrimientos hacia los embalses de un 10 a un 12% (IMTA, 2011).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_chihuahua.html	
Capacidad adaptativa	Se tiene una buena capacidad adaptativa, debido a los siguientes indicadores: (a) Alto nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) fácil aceptación de las cuotas de riego por parte de los usuarios, (c) disponibilidad de		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación del riego parcelario (goteo)		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) extensas superficies con modernos sistemas de riego, y (e) un alto grado de utilización de paquetes tecnológicos productivos. Sin embargo, falta capacitación y asistencia técnica para el uso eficiente de los equipos de bombeo y los sistemas de riego, y falta una mayor diversificación de los cultivos y una reconversión de cultivos; ante la inminente escasez de agua en las presas y el abatimiento de los acuíferos.		
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta, hay poca diversidad de cultivos, solamente 6 cultivos representan 79% de la superficie total del Distrito de Riego. La falta de horas frío debido al incremento en la temperatura mínima en invierno, sin duda será un problema para el cultivo de nogal, afectando su periodo mínimo de horas frío. El nogal es uno de los cultivos más importantes en el Distrito de Riego, ya que se siembran alrededor de 6,000 ha. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y disminuciones significativas de lluvias a largo plazo, combinado con temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. Considerando que debido a las sequías persistentes solamente se ha podido regar una cuarta parte de la superficie total del Distrito en los últimos años, se reduce el tamaño medio de las parcelas cultivadas con riego a 3.4 ha/usuario (promedio 1995-2004).	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, se estima que el estado de Chihuahua se encontrará bajo fuerte presión (60-80%) en el año 2025 y que las sequías se incrementarán notablemente. Los periodos de sequía actualmente son extensos y se presentan incluso en los meses de julio y septiembre, los cuales corresponden normalmente a la temporada de lluvias.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación del riego parcelario (goteo)		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	Actualmente se vive un periodo de sequía iniciado en 1993. En el caso del sector agrícola los efectos de las sequías son muy graves ya que consideran pérdidas totales o parciales en la producción.		
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Construcción o instalación de infraestructura		
Escala espacial	local		
Descripción general de la medida	La lámina de riego aplicada de acuerdo con la estadística oficial del Distrito de Riego es de 92.5 cm promedio en los últimos 10 años y la lámina bruta en presa es de 186 cm, de acuerdo con los índices de agua neta y bruta entregada del Distrito de Riego. Estos valores de lámina aplicada repercuten en un bajo aprovechamiento del recurso agua a nivel parcelario y por lo tanto en eficiencias de aplicación del orden del 58% a nivel Distrito, debido principalmente a que las texturas del suelo son ligeras en un 59.7% de la superficie total. Para mejorar la eficiencia de aplicación de riego, se requiere implementar sistemas de riego por goteo y cintilla en una superficie de 3,105 ha.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Especificaciones técnicas	La tecnificación de los sistemas de riego por gravedad consiste en reemplazar los sistemas de riego rodado por sistemas de riego por goteo para cultivos anuales. El sistema de riego por goteo consta de un equipo de bombeo, un sistema de filtrado y de inyección de fertilizantes, una red de conducción principal, una unidad de control autónoma, una red de distribuidores, de líneas regantes y de los emisores (goteros). Se propone utilizar polietilenos o cintillas biodegradables, esto con el fin de minimizar los riesgos ambientales al ser desechados y abandonados por parte de los usuarios. La inversión para la tecnificación de esta superficie asciende a la cantidad de 69.8 millones de pesos.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación del riego parcelario (goteo)		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Temporalidad	El periodo para llevar a cabo los trabajos de tecnificación de los sistemas de riego es de 5 años. Con la instalación de los sistemas de riego por goteo, se mejorará las eficiencias de aplicación del riego y se tendrá una disminución en los consumos de agua de riego, logrando una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas. La duración de los impactos de esta medida será de al menos 20 años y pudiendo ser mayor en la medida que los productores realicen un mantenimiento preventivo a los componentes del sistema de riego.		
Resultados esperados	Con la tecnificación de las 3,105 ha de riego por gravedad y su reemplazamiento por sistemas de riego por goteo, se logrará incrementar de manera sustancial la eficiencia de aplicación actual del 58% hasta un 80%, representando una reducción de la lámina aplicada en 25.5 cm, lo que se traduce en volúmenes ahorrados del orden de 7.91 millones de metros cúbicos anuales de agua de riego. Por otro lado, con los sistemas de riego por goteo, el productor apoyado con asesoría y con el acompañamiento de un paquete tecnológico de los cultivos obtendrá mayores rendimientos y calidad de su producto, aumentando sus ingresos que le permitan mejorar su calidad de vida.		
Beneficiarios de la medida	En forma directa se beneficiaran 350 productores, pero en general el beneficio de la medida de adaptación sería para todos los productores del Distrito de Riego y la sociedad mexicana en general al tener garantizado un mayor volumen de agua para la producción de alimentos.		
Pre-requisitos para la implementación	Realizar reuniones con los representantes de las Asociaciones de usuarios para revisar las acciones de implementación de la tecnificación del riego parcelario. Elaborar los estudios y proyectos ejecutivos de construcción e instalación de los sistemas de riego. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos indicados.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación del riego parcelario (goteo)		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Estatus de implementación de la medida	No implementada o en fase de diseño.		
Riesgos	Si no se logra conseguir las inversiones suficientes para implementar la medida, se podrá reducir el beneficio de la misma. El principal freno en la tecnificación de los sistemas de riego es la falta de capital y recursos por parte de los productores lo que sin duda, con los impactos adicionales del cambio climático, se vuelven más vulnerables a ello. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012	
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la disponibilidad del recurso agua, que en un momento dado se podría utilizar para uso doméstico. • La disponibilidad mayor de agua en la presa, hacia los productores brinda una estabilidad familiar y social que consiste en la seguridad que da el hecho de tener una siembra asegurada para el año siguiente y por lo tanto una economía segura. • Estos volúmenes de agua ahorrados generarán en gran parte beneficios colaterales en la ecología y la generación de energía hidroeléctrica además del mejoramiento de la calidad del agua en los cauces naturales de la región promoviendo la pesca, el turismo y la acuicultura. • Se coadyuvará a cumplir los compromisos de México con Estados Unidos referente al tratado internacional de aguas. 		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección de infraestructura y del sistema de riego (al rehabilitar equipos de riego), y también de protección ambiental al reducir los volúmenes de agua utilizados en la agricultura, así como la reducción de la cantidad de energía utilizada para extraer el agua del acuífero, y en consecuencia una reducción de la energía eléctrica o de combustible.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación del riego parcelario (goteo)		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Ricardo Valdez Morales (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 005, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=VAMR671228HCLLRC02&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (639) 4 72 20 34		
Dirección, ciudad, estado:	(1) Calle Primera Norte y Av. Sexta Planta Baja 600, Col. Centro, Delicias, Chihuahua, México, C.P. 33000 (2) Domicilio Conocido Poblado Lázaro Cárdenas, Municipio de Lázaro Cárdenas, Chihuahua.		
Correo electrónico:	ricardo.valdez@conagua.gob.mx		

3.1.4.- Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agricultura		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua.	IMTA (2005). Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 005 Delicias Chihuahua, es un distrito de riego con más 80,000 ha; el método de riego en su mayoría es por riego superficial. Se cuenta con más de 9,000 usuarios organizados en 10 Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego que son las encargadas de la administración, conservación y operación de la infraestructura hidroagrícola. Estas características son representativas de más de 2 millones de hectáreas de Distritos de Riego que tienen como fuentes de abastecimientos a grandes presas de almacenamientos.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Estímulo climático	Reducción de la precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/chihuahua.html	General para DR005: Temperatura (heladas), precipitación, sequía hidrológica y meteorológica.
Cadena de cambio climático	Reducción en la humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas). Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Reducción en rendimientos en	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_chihuahua.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	zonas de riego. La sequía tiene impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.		
Sistema de interés	La infraestructura hidráulica del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua, consiste en 2 grandes presas de almacenamiento, y una vasta red de grandes canales y estructuras de riego que irrigan una gran cantidad de cultivos. La superficie por cultivos es la siguiente: alfalfa el 24%, maíz el 13%, cacahuete el 12%, chile y algodón con el 15%, y nogal el 15% (anuales del ciclo P-V). Cultivos de ciclo O-I prácticamente han desaparecido por la falta de agua y la baja competitividad en el mercado. La población rural afectada son agricultores ya organizados en dos Asociaciones civiles con un total de 9,509 usuarios.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	Escenario 2020.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 10%; la temperatura media anual aumentará entre 1.0 y 2.0 °C. Escenario 2050.- La precipitación total anual variará entre +5 y -10%; la temperatura media anual aumentará entre 2.0 y 3.0 °C. Escenario 2080.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 25%; la temperatura media anual aumentará entre 3 y 5 °C (INE, 2012). Para el año 2080 con escenario A2, la reducción de la precipitación será del 15.25%, en invierno disminuirá del orden de 20.48% y en el verano del orden del 14.24%; la temperatura media anual aumentará en 2.73 °C, en el invierno aumentará a 2.79 °C y en el verano 2.86 °C (IMTA, 2011). El índice de escurrimiento en la cuenca del Río Conchos aumentará de 0.13 hasta 0.25 en promedio, lo que disminuirá los escurrimientos hacia los embalses de un 10 a un 12% (IMTA, 2011).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_chihuahua.html	
Capacidad adaptativa	Se tiene una buena capacidad adaptativa, debido a los siguientes indicadores: (a) Alto nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) fácil aceptación de las cuotas de riego por parte de los usuarios, (c) disponibilidad de maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	conservación de la infraestructura de riego, (d) extensas superficies con modernos sistemas de riego, y (e) un alto grado de utilización de paquetes tecnológicos productivos. Sin embargo, falta capacitación y asistencia técnica para el uso eficiente de los equipos de bombeo y los sistemas de riego, y falta una mayor diversificación de los cultivos y una reconversión de cultivos; ante la inminente escasez de agua en las presas y el abatimiento de los acuíferos.		
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta, hay poca diversidad de cultivos, solamente 6 cultivos representan 79% de la superficie total del Distrito de Riego. La falta de horas frío debido al incremento en la temperatura mínima en invierno, sin duda será un problema para el cultivo de nogal, afectando su periodo mínimo de horas frío. El nogal es uno de los cultivos más importantes en el Distrito de Riego, ya que se siembran alrededor de 6,000 ha. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y disminuciones significativas de lluvias a largo plazo, combinado con temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. Considerando que debido a las sequías persistentes solamente se ha podido regar una cuarta parte de la superficie total del Distrito en los últimos años, se reduce el tamaño medio de las parcelas cultivados con riego a 3.4 ha/usuario (promedio 1995-2004).	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, se estima que el estado de Chihuahua se encontrará bajo fuerte presión (60-80%) en el año 2025 y que las sequías se incrementarán notablemente. Los periodos de sequía actualmente son extensos y se presentan incluso en los meses de julio y septiembre, los cuales corresponden normalmente a la temporada de lluvias. Actualmente se vive un periodo de sequía iniciado en 1993. En		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	el caso del sector agrícola los efectos de las sequías son muy graves ya que consideran pérdidas totales o parciales en la producción.		
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Asistencia técnica		
Escala espacial	local		
Descripción general de la medida	La lámina de riego aplicada de acuerdo con la estadística oficial del Distrito de Riego es de 92.5 cm promedio en los últimos 10 años y la lámina bruta en presa es de 186 cm, de acuerdo con los índices de agua neta y bruta entregada del Distrito de Riego. Estos valores de lámina aplicada repercuten en un bajo aprovechamiento del recurso agua a nivel parcelario y por lo tanto en eficiencias de aplicación del orden del 58% a nivel Distrito, debido principalmente a que las texturas del suelo son ligeras en un 59.7% de la superficie total. Se requiere entre otras acciones capacitar a los usuarios y regadores en temas de manejo y operación de los sistemas de riego; para lograr mayores eficiencias de aplicación y una disminución de los volúmenes de riego aplicados.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Especificaciones técnicas	Se requiere realizar los siguientes cursos y/o talleres de capacitación, dirigidos a los usuarios y regadores de los sistemas de riego por gravedad y presurizados, y a los nuevos productores de agricultura protegida: (1) Manejo y operación de sistemas de riego por gravedad y multicompuertas, (2) Manejo, operación y mantenimiento de sistemas de riego por aspersión, (3) Manejo, operación y mantenimiento de sistemas de riego por goteo, (4) Sensibilización a los impactos de los efectos del Cambio Climático en la agricultura. Cada curso-taller se impartirá en cinco ocasiones, haciendo un total de 20 cursos, con una duración de dos días cada uno. En total 40 días de cursos-talleres. Se requiere preparar, editar e imprimir	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	material para entregar a los participantes. Participaran dos instructores por curso. Costo aproximado: \$ 800,000.00 M.N.		
Temporalidad	El periodo de impartición de los cursos (incluyendo la preparación de material de apoyo): cuatro meses. Con el fortalecimiento de las habilidades y capacidades en el manejo del agua de riego se tendrá una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas; por lo que la duración de los impactos de esta medida será de muchos años.		
Resultados esperados	Capacitación y fortalecimiento de habilidades de 375 usuarios de riego y regadores en aspectos de manejo y operación de sistemas de riego de gravedad y presurizado; con la finalidad de mejorar la aplicación del agua de riego, y coadyuvar en la reducción de los volúmenes de agua de riego aplicada. A través de estos cursos los usuarios participantes podrán compartir y asimilar las experiencias de otras zonas de riego. Con esta capacitación coadyuvar a facilitar y mejorar la organización de los usuarios.		
Beneficiarios de la medida	En forma directa se beneficiaran 375 productores, pero en general el beneficio de la medida de adaptación sería para todos los productores del Distrito de Riego. Al tener una mayor capacitación se tendrán mejores posibilidades de éxito para la producción agrícola.		
Pre-requisitos para la implementación	Identificar en cada uno de las Asociaciones de Usuarios de Riego, los socios líderes en el manejo del agua de riego y de los cultivos que participarían en los cursos-talleres. Localizar una parcela de riego en la que se lleven a cabo las prácticas demostrativas de riego eficiente y uniforme y de riego por gravedad, riego por aspersión y riego por goteo. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos indicados. Difusión del programa de cursos e incentivar a los usuarios para que asistan a los eventos de capacitación.		
Estatus de implementación de la medida	No implementada o en fase de diseño.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Riesgos	Falta de recursos económicos por parte de los productores y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012	
Oportunidades	Concientización por parte de los participantes de (usuarios y regadores) a la problemática real del manejo del agua de riego en el Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua bajo condiciones de cambio climático. La implementación de esta medida de adaptación coadyuvará a mejorar el nivel de organización de los productores agrícolas de la región, al convivir durante los cursos-talleres entre usuarios o participantes de otras Asociaciones de riego.		
Tipo de protección (Ambiental / Infraestructura)	Esta medida está enfocada a que los usuarios realicen un mejor manejo de los sistemas de riego y de manera implícita a proteger la infraestructura de riego; ambas coadyuvarán a una protección ambiental al hacer un uso más eficiente del agua de riego.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Ricardo Valdez Morales (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 005, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=VAMR671228HCLLR02&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (639) 4 72 20 34		
Dirección, ciudad, estado:	(1) Calle Primera Norte y Av. Sexta Planta Baja 600, Col. Centro, Delicias, Chihuahua, México, C.P. 33000 (2) Domicilio Conocido Poblado Lázaro Cárdenas, Municipio de Lázaro Cárdenas, Chihuahua.		
Correo electrónico:	ricardo.valdez@conagua.gob.mx		

3.1.5.- Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agricultura		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua.	IMTA (2005). Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 005 Delicias Chihuahua, es un distrito de riego con más 80,000 ha; el método de riego en su mayoría es por riego superficial. Se cuenta con más de 9,000 usuarios organizados en 10 Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego que son las encargadas de la administración, conservación y operación de la infraestructura hidroagrícola. Estas características son representativas de más de 2 millones de hectáreas de Distritos de Riego que tienen como fuentes de abastecimientos a grandes presas de almacenamientos.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Estímulo climático	Reducción de la precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/chihuahua.html	General para DR005: Temperatura (heladas), precipitación, sequía hidrológica y meteorológica.
Cadena de cambio climático	Reducción en la humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas). Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_chihuahua.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	económicamente productiva. Reducción en rendimientos en zonas de riego. La sequía tiene impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.		
Sistema de interés	La infraestructura hidráulica del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua, consiste en 2 grandes presas de almacenamiento, y una vasta red de grandes canales y estructuras de riego que irrigan una gran cantidad de cultivos. La superficie por cultivos es la siguiente: alfalfa el 24%, maíz el 13%, cacahuete el 12%, chile y algodón con el 15%, y nogal el 15% (anuales del ciclo P-V). Cultivos de ciclo O-I prácticamente han desaparecido por la falta de agua y la baja competitividad en el mercado. La población rural afectada son agricultores ya organizados en dos Asociaciones civiles con un total de 9,509 usuarios.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	Escenario 2020.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 10%; la temperatura media anual aumentará entre 1.0 y 2.0°C. Escenario 2050.- La precipitación total anual variará entre +5 y -10%; la temperatura media anual aumentará entre 2.0 y 3.0°C. Escenario 2080.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 25%; la temperatura media anual aumentará entre 3 y 5 °C (INE, 2012). Para el año 2080 con escenario A2, la reducción de la precipitación será del 15.25%, en invierno disminuirá del orden de 20.48% y en el verano del orden del 14.24%; la temperatura media anual aumentará en 2.73 °C, en el invierno aumentará a 2.79 °C y en el verano 2.86 °C (IMTA, 2011). El índice de escurrimiento en la cuenca del Río Conchos aumentará de 0.13 hasta 0.25 en promedio, lo que disminuirá los escurrimientos hacia los embalses de un 10 a un 12% (IMTA, 2011).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_chihuahua.html	
Capacidad adaptativa	Se tiene una buena capacidad adaptativa, debido a los siguientes indicadores: (a) Alto nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) fácil aceptación de las cuotas de riego por parte de los usuarios, (c) disponibilidad de		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) extensas superficies con modernos sistemas de riego, y (e) un alto grado de utilización de paquetes tecnológicos productivos. Sin embargo, falta capacitación y asistencia técnica para el uso eficiente de los equipos de bombeo y los sistemas de riego, y falta una mayor diversificación de los cultivos y una reconversión de cultivos; ante la inminente escasez de agua en las presas y el abatimiento de los acuíferos.		
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta, hay poca diversidad de cultivos, solamente 6 cultivos representan 79% de la superficie total del Distrito de Riego. La falta de horas frío debido al incremento en la temperatura mínima en invierno, sin duda será un problema para el cultivo de nogal, afectando su periodo mínimo de horas frío. El nogal es uno de los cultivos más importantes en el Distrito de Riego, ya que se siembran alrededor de 6,000 ha. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y disminuciones significativas de lluvias a largo plazo, combinado con temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. Considerando que debido a las sequías persistentes solamente se ha podido regar una cuarta parte de la superficie total del Distrito en los últimos años, se reduce el tamaño medio de las parcelas cultivadas con riego a 3.4 ha/usuario (promedio 1995-2004).	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, se estima que el estado de Chihuahua se encontrará bajo fuerte presión (60-80%) en el año 2025 y que las sequías se incrementarán notablemente. Los periodos de sequía actualmente son extensos y se presentan incluso en los meses de julio y septiembre, los cuales corresponden normalmente a la temporada de lluvias.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	Actualmente se vive un periodo de sequía iniciado en 1993. En el caso del sector agrícola los efectos de las sequías son muy graves ya que consideran pérdidas totales o parciales en la producción.		
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Construcción o instalación de infraestructura		
Escala espacial	local		
Descripción general de la medida	A pesar de que el Distrito de Riego 005 utiliza como fuente de abastecimiento, el agua de presa, se tienen registrado que existen 727 pozos, de los cuales 140 son oficiales, el resto son particulares. Ante la eventual falta de agua superficial debido a una sequía en las presas, estos pozos son los que dan vida a la agricultura de la zona de riego. Se propone implementar las siguientes acciones: (i) modernización y rehabilitación de los 587 pozos particulares, (ii) un estudio electromecánico integral de 69 de los pozos oficiales; (iii) la reubicación y adaptación de 5 pozos oficiales ineficientes que actualmente utilizan fuentes de energía fósiles para su bombeo, equipándolos con fuentes de energía renovables, aprovechando la energía solar abundante disponible en la región, sin incrementar el volumen total de agua bombeado.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Especificaciones técnicas	(i) La modernización de los equipos electromecánicos incluye la reposición completa de la bomba, la columna de succión y el motor eléctrico en 556 pozos particulares, mientras que la rehabilitación considera la reposición de algunas partes mecánicas y la reparación del motor eléctrico en 31 pozos particulares del Distrito de Riego. (ii) Los estudios electromecánicos de los pozos oficiales resultará en una lista de recomendaciones indicando cuales pozos requieren alguna reparación. (iii) La reubicación de cinco pozos oficiales ineficientes y el equipamiento de los mismos, incluye cambiar	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	su fuente de energía de combustibles fósiles a energía solar mediante paneles fotovoltaicos. La inversión total se estima en 36 millones de pesos.		
Temporalidad	El periodo para llevar a cabo los trabajos de rehabilitación y modernización de los equipos de bombeo (incluyendo la elaboración de los proyectos) y la reubicación de los pozos es de 5 años. La duración de los impactos de esta medida será de al menos 20 años y pudiendo ser mayor en la medida que los productores realicen un mantenimiento preventivo a sus equipos de bombeo.		
Resultados esperados	La rehabilitación de 31 equipos de bombeo, la relocalización de cinco pozos y el equipamiento de los mismos, y la elaboración de un total de 69 estudios electromecánicos. Con el mejoramiento de la infraestructura de los equipos de bombeo, se mejorará las eficiencias electromecánicas y se tendrá una disminución en los consumos de energía y en sus costos de operación, así como una reducción general de los emisiones de CO ₂ debido al bombeo más eficiente y, en caso de los pozos equipados con paneles fotovoltaicos, se logrará la eliminación total de emisiones de CO ₂ , resultando en una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas.		
Beneficiarios de la medida	En forma directa se beneficiaran 202 productores, pero en general el beneficio de la medida de adaptación será para todos los productores del Distrito de Riego y de la región al contar con equipos de bombeo más eficientes que reducirán significativamente las emisiones de gases de invernadero en la región.		
Pre-requisitos para la implementación	Realizar reuniones con los representantes de las Asociaciones de usuarios para revisar las acciones de rehabilitación de los equipos de bombeo, de relocalización y equipamiento de los nuevos pozos y la elaboración de los estudios electromecánicos. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos indicados.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Estatus de implementación de la medida	No implementada o en fase de diseño.		
Riesgos	Si no se logra conseguir las inversiones suficientes para implementar la medida, se podrá reducir el beneficio de la misma. El principal freno es la falta de capital y recursos por parte de los productores lo que sin duda, con los impactos adicionales del cambio climático, se vuelven más vulnerables a ello. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012	
Oportunidades	Con la rehabilitación y modernización de los equipos de bombeo, se generarán empleos en la región, se tendrá mayor movimiento de la economía local. Con los resultados obtenidos los productores agrícolas tendrá una mayor conciencia sobre el uso eficiente de la energía, de la oportunidad que presente el aprovechamiento de la energía solar en el ahorro de energía y conservación ambiental frente al cambio climático, así como el cuidado y mantenimiento preventivo que requieren los equipos de bombeo.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida de adaptación incluye aspectos de protección de infraestructura (equipos de bombeo) y de Protección ambiental al reducir el consumo de energía eléctrica al mejorar la eficiencia electromecánica de los equipos de bombeo, y por otro lado reducir las emisiones de CO2 al utilizar energía fotovoltaica.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Ricardo Valdez Morales (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 005, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=VAMR671228HCLLRC02&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (639) 4 72 20 34		
Dirección, ciudad, estado:	(1) Calle Primera Norte y Av. Sexta Planta Baja 600, Col.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	Centro, Delicias, Chihuahua, México, C.P. 33000 (2) Domicilio Conocido Poblado Lázaro Cárdenas, Municipio de Lázaro Cárdenas, Chihuahua.		
Correo electrónico:	ricardo.valdez@conagua.gob.mx		

3.1.6.- Riego en surco alterno y trazos de riego

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agricultura		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua.	IMTA (2005). Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 005 Delicias Chihuahua, es un distrito de riego con más 80,000 ha; el método de riego en su mayoría es por riego superficial. Se cuenta con más de 9,000 usuarios organizados en 10 Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego que son las encargadas de la administración, conservación y operación de la infraestructura hidroagrícola. Estas características son representativas de más de 2 millones de hectáreas de Distritos de Riego que tienen como fuentes de abastecimientos a grandes presas de almacenamientos.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Estímulo climático	Reducción de la precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/chihuahua.html	General para DR005: Temperatura (heladas), precipitación, sequía hidrológica y meteorológica.
Cadena de cambio climático	Reducción en la humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas). Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Reducción en rendimientos en zonas de riego. La sequía tiene impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_chihuahua.html	
Sistema de interés	La infraestructura hidráulica del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua, consiste en 2 grandes presas de almacenamiento, y una vasta red de grandes canales y estructuras de riego que irrigan una gran cantidad de cultivos. La superficie por cultivos es la siguiente: alfalfa el 24%, maíz el 13%, cacahuete el 12%, chile y algodón con el 15%, y nogal el 15% (anuales del ciclo P-V). Cultivos de ciclo O-I prácticamente han desaparecido por la falta de agua y la baja competitividad en el mercado. La población rural afectada son agricultores ya organizados en dos Asociaciones civiles con un total de 9,509 usuarios.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	Escenario 2020.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 10%; la temperatura media anual aumentará entre 1.0 y 2.0 °C. Escenario 2050.- La precipitación total anual variará entre +5 y -10%; la temperatura media anual aumentará entre 2.0 y 3.0 °C. Escenario 2080.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 25%; la temperatura media anual aumentará entre 3 y 5 °C (INE, 2012). Para el año 2080 con escenario A2, la	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_chihuahua.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	reducción de la precipitación será del 15.25%, en invierno disminuirá del orden de 20.48% y en el verano del orden del 14.24%; la temperatura media anual aumentará en 2.73 °C, en el invierno aumentará a 2.79 °C y en el verano 2.86 °C (IMTA, 2011). El índice de escurrimiento en la cuenca del Río Conchos aumentará de 0.13 hasta 0.25 en promedio, lo que disminuirá los escurrimientos hacia los embalses de un 10 a un 12% (IMTA, 2011).		
Capacidad adaptativa	Se tiene una buena capacidad adaptativa, debido a los siguientes indicadores: (a) Alto nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) fácil aceptación de las cuotas de riego por parte de los usuarios, (c) disponibilidad de maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) extensas superficies con modernos sistemas de riego, y (e) un alto grado de utilización de paquetes tecnológicos productivos. Sin embargo, falta capacitación y asistencia técnica para el uso eficiente de los equipos de bombeo y los sistemas de riego, y falta una mayor diversificación de los cultivos y una reconversión de cultivos; ante la inminente escasez de agua en las presas y el abatimiento de los acuíferos.		
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta, hay poca diversidad de cultivos, solamente 6 cultivos representan 79% de la superficie total del Distrito de Riego. La falta de horas frío debido al incremento en la temperatura mínima en invierno, sin duda será un problema para el cultivo de nogal, afectando su periodo mínimo de horas frío. El nogal es uno de los cultivos más importantes en el Distrito de Riego, ya que se siembran alrededor de 6,000 ha. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y disminuciones significativas de lluvias a largo plazo, combinado con temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	también causarán apariciones de plagas más frecuentes. Considerando que debido a las sequías persistentes solamente se ha podido regar una cuarta parte de la superficie total del Distrito en los últimos años, se reduce el tamaño medio de las parcelas cultivados con riego a 3.4 ha/usuario (promedio 1995-2004).		
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, se estima que el estado de Chihuahua se encontrará bajo fuerte presión (60-80%) en el año 2025 y que las sequías se incrementarán notablemente. Los periodos de sequía actualmente son extensos y se presentan incluso en los meses de julio y septiembre, los cuales corresponden normalmente a la temporada de lluvias. Actualmente se vive un periodo de sequía iniciado en 1993. En el caso del sector agrícola los efectos de las sequías son muy graves ya que consideran pérdidas totales o parciales en la producción.		
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Manejo de recursos naturales		
Escala espacial	local		
Descripción general de la medida	Entre los cultivos más importantes del distrito, el maíz, chile y algodón (entre otros) se cultivan en hileras y cuando se utilizan sistema de riego por gravedad (en buena parte de la superficie en este distrito) se riegan mediante surcos. Una manera de disminuir las láminas de riego aplicadas consiste en regar por surcos alternos, en donde el agua se aplica dejando un surco alterno sin regar, en el siguiente riego el agua se aplica en el surco no regado. Aunado a esta acción de regar en surco alterno, se requiere la implementación de trazos de riego que definan el gasto óptimo dependiendo del tipo de suelo y de la longitud de los surcos.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Especificaciones técnicas	Considerando que el requerimiento de riego promedio de estos	IMTA (2005) Plan director del	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	cultivos, basado en los últimos 10 años de datos estadísticas del DR 005, es de 53.6 cm y que la eficiencia de aplicación actual es del 58%, resulta una lámina aplicada actual de 92.5 cm. Para regar por surcos alternos en los cultivos seleccionados de maíz, frijol y chile, se requiere seleccionar aquellas áreas que tengan texturas de suelos de media a fina, con la finalidad de que el agua se infiltre tanto vertical como horizontalmente. Por otro lado se requiere caracterizar estas parcelas para seleccionar el gasto de riego unitario que hace eficiente el riego bajo estas condiciones de surco alterno. El costo aproximado para implementar esta medida de adaptación de regar en surco alterno incluyendo trazos y selección del gasto de riego, y su promoción entre los usuarios del Distrito de Riego, en una superficie de riego de 5,000 ha, es de \$ 2' 250,000.00 M.N.	DR 005 Delicias, Chih.	
Temporalidad	18 meses		
Resultados esperados	Implementación del riego en surco alterno en una superficie de 5,000 ha, así como los estudios de trazo y selección del gasto de riego unitario para la superficie indicada para los cultivos en hileras, principalmente maíz, frijol y chile. Con esta medida de adaptación es factible bajar la lámina de riego a 75 cm y ahorrar una lámina de riego de 17.5 cm, por lo que se estaría ahorrando en la superficie de 5,000 ha un volumen de agua de 8.75 millones de metros cúbicos por ciclo de cultivo.		
Beneficiarios de la medida	660 usuarios de riego/agricultores y sus familias del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua, así como de manera general todo el Distrito de riego al disponer de mayor volumen de agua de riego.		
Pre-requisitos para la implementación	Implementar reuniones con los representantes de cada módulo de riego y del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua. Elaborar los estudios de trazo y selección del gasto de riego óptimo.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Estatus de implementación de la medida	No implementada		
Riesgos	Falta de interés de los representantes de las Asociaciones de Usuarios de riego, y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Esta medida de adaptación va muy ligada con las medidas de adaptación de nivelación de tierras y de asistencia técnica, por lo que si se implementan en su conjunto sería un fuerte impulso hacia el mejoramiento de las eficiencias de riego en la parcela, que es en donde se pierde más agua de todas las componentes de los sistemas de riego.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección del sistema de riego y de protección ambiental. La primera está ligada a que con los trazos de riego se conserva y se impulsa más el mantenimiento del sistema de riego por gravedad. La protección ambiental, ya que se tendrán ahorros de agua, misma que se puede conservar en el acuífero o bien en las presas de almacenamiento.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Ricardo Valdez Morales (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 005, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=VAMR671228HCLLRC02&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (639) 4 72 20 34		
Dirección, ciudad, estado:	(1) Calle Primera Norte y Av. Sexta Planta Baja 600, Col. Centro, Delicias, Chihuahua, México, C.P. 33000 (2) Domicilio Conocido Poblado Lázaro Cárdenas, Municipio de Lázaro Cárdenas, Chihuahua.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Correo electrónico:	ricardo.valdez@conagua.gob.mx		

3.1.7.- Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agricultura		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua.	IMTA (2005). Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 005 Delicias Chihuahua, es un distrito de riego con más 80,000 ha; el método de riego en su mayoría es por riego superficial. Se cuenta con más de 9,000 usuarios organizados en 10 Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego que son las encargadas de la administración, conservación y operación de la infraestructura hidroagrícola. Estas características son representativas de más de 2 millones de hectáreas de Distritos de Riego que tienen como fuentes de abastecimientos a grandes presas de almacenamientos.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Estímulo climático	Reducción de la precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/chihuahua.html	General para DR005: Temperatura (heladas), precipitación, sequía hidrológica y meteorológica.
Cadena de cambio climático	Reducción en la humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas). Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Reducción en rendimientos en zonas de riego. La sequía tiene impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_chihuahua.html	
Sistema de interés	La infraestructura hidráulica del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua, consiste en 2 grandes presas de almacenamiento, y una vasta red de grandes canales y estructuras de riego que irrigan una gran cantidad de cultivos. La superficie por cultivos es la siguiente: alfalfa el 24%, maíz el 13%, cacahuete el 12%, chile y algodón con el 15%, y nogal el 15% (anuales del ciclo P-V). Cultivos de ciclo O-I prácticamente han desaparecido por la falta de agua y la baja competitividad en el mercado. La población rural afectada son agricultores ya organizados en dos Asociaciones civiles con un total de 9,509 usuarios.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	Escenario 2020.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 10%; la temperatura media anual aumentará entre 1.0 y 2.0°C. Escenario 2050.- La precipitación total anual variará entre +5 y -10%; la temperatura media anual aumentará entre 2.0 y 3.0°C. Escenario 2080.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 25%; la temperatura media anual aumentará entre 3 y 5 °C (INE, 2012). Para el año 2080 con	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_chihuahua.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	escenario A2, la reducción de la precipitación será del 15.25%, en invierno disminuirá del orden de 20.48% y en el verano del orden del 14.24%; la temperatura media anual aumentará en 2.73 °C, en el invierno aumentará a 2.79 °C y en el verano 2.86 °C (IMTA, 2011). El índice de escurrimiento en la cuenca del Río Conchos aumentará de 0.13 hasta 0.25 en promedio, lo que disminuirá los escurrimientos hacia los embalses de un 10 a un 12% (IMTA, 2011).		
Capacidad adaptativa	Se tiene una buena capacidad adaptativa, debido a los siguientes indicadores: (a) Alto nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) fácil aceptación de las cuotas de riego por parte de los usuarios, (c) disponibilidad de maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) extensas superficies con modernos sistemas de riego, y (e) un alto grado de utilización de paquetes tecnológicos productivos. Sin embargo, falta capacitación y asistencia técnica para el uso eficiente de los equipos de bombeo y los sistemas de riego, y falta una mayor diversificación de los cultivos y una reconversión de cultivos; ante la inminente escasez de agua en las presas y el abatimiento de los acuíferos.		
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta, hay poca diversidad de cultivos, solamente 6 cultivos representan 79% de la superficie total del Distrito de Riego. La falta de horas frío debido al incremento en la temperatura mínima en invierno, sin duda será un problema para el cultivo de nogal, afectando su periodo mínimo de horas frío. El nogal es uno de los cultivos más importantes en el Distrito de Riego, ya que se siembran alrededor de 6,000 ha. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y disminuciones significativas de lluvias a largo plazo, combinado con temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	también causarán apariciones de plagas más frecuentes. Considerando que debido a las sequías persistentes solamente se ha podido regar una cuarta parte de la superficie total del Distrito en los últimos años, se reduce el tamaño medio de las parcelas cultivados con riego a 3.4 ha/usuario (promedio 1995-2004).		
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, se estima que el estado de Chihuahua se encontrará bajo fuerte presión (60-80%) en el año 2025 y que las sequías se incrementarán notablemente. Los periodos de sequía actualmente son extensos y se presentan incluso en los meses de julio y septiembre, los cuales corresponden normalmente a la temporada de lluvias. Actualmente se vive un periodo de sequía iniciado en 1993. En el caso del sector agrícola los efectos de las sequías son muy graves ya que consideran pérdidas totales o parciales en la producción.		
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Construcción o instalación de infraestructura		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	Prácticas culturales en función del clima y desarrollo del cultivo: La intensificación en el desarrollo de los cultivos, la disminución de la lluvia y el incremento de la temperatura demandarán un ajuste estacional en el manejo de los cultivos, que requerirá del ajuste en las practicas agronómicas, en el uso e intensidad de pesticidas y fertilizantes, en la adopción de nuevas herramientas para la selección de la variedad y el monitoreo de cultivos, en la mejora de la tecnología de riego y drenaje parcelario, y sobre todo en el desarrollo de capacidades gerenciales y técnicas de los agricultores. Una técnica precisa para acoplar las demandas de los cultivos a la variabilidad climática es el uso del concepto grados día.	IMTA, 2012: Aplicación y análisis de encuesta informática para generar acciones de adaptación viables para el sector agrícola (IMTA RD-1217.3).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Especificaciones técnicas	<p>Con base en los datos de temperatura recolectados por la red de estaciones agrometeorológicas instaladas y representativas del D.R. 005, Delicias, Chihuahua, las cuales están integradas a la Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas, operada por el INIFAP, se aplicará la programación de riegos, de fertilizantes y pesticidas en función de la etapa de desarrollo del cultivo, esta última obtenida en campo mediante la observación de la fenología del cultivo acoplada con el seguimiento de las condiciones climáticas, y en específico, al cálculo de los días grados acumulados desde la fecha de siembra. Se estima que existen actualmente 10 estaciones meteorológicas instaladas en el área del Distrito de Riego. Las acciones a implementar son los siguientes: (1) Se considera la rehabilitación de 8 estaciones, y la adquisición de 2 nuevas estaciones; para completar 12 estaciones en total. (2) Se adecuará y se transferirá un modelo de programación de riego por días grados. (3) Se desarrollarán y transferirán modelos para el pronóstico de plagas y enfermedades. (4) Se integrará una base de datos climatológicos en un sistema de información geográfica (SIG) para contar con una herramienta de visualización de la variabilidad espacial de clima en el área de influencia del D.R. 005. El costo estimado para implementar estas acciones es de \$ 2'000,000.00 M.N.</p>	<p>IMTA, 2012: Aplicación y análisis de encuesta informática para generar acciones de adaptación viables para el sector agrícola (IMTA RD-1217.3). Sitio web de la Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas del INIFAP: http://clima.inifap.gob.mx/redc/lima/clima/default.aspx?estado=8</p>	
Temporalidad	<p>El periodo para llevar a cabo la implementación de esta medida es a mediano plazo, de 5 años. Con la implementación del conjunto de las 4 medidas antes mencionadas en las especificaciones técnicas, se mejorará la programación de aplicación del riego, fertilizantes y pesticidas y se tendrá un mejor aprovechamiento de dichos insumos y menor consumo total de agua de riego, logrando una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas. La duración de los impactos de esta medida será de al menos 20 años, pudiendo ser mayor en la medida que los productores realicen un</p>		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	mantenimiento preventivo a la red de estaciones agroclimatológicas e implementen la utilización de los modelos con base en los días grados de calor para predicción de plagas, enfermedades y del tiempo oportuno para reponer el agua a los cultivos.		
Resultados esperados	Se espera disponer de herramientas para prevención de plagas y enfermedades de los cultivos, y para programación del riego en función de los días grado, para toda la superficie física del Distrito de Riego, es decir, más de 80,000 hectáreas.		
Beneficiarios de la medida	En forma directa se beneficiaran los 9,000 productores del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua, al disponer de un sistema de prevención fitosanitaria y de programación del riego.		
Pre-requisitos para la implementación	Realizar reuniones con los representantes de las Asociaciones de Usuarios para revisar las acciones de implementación de las prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo. Elaborar los estudios de diagnóstico del estado actual de funcionamiento de la red de estaciones agrometeorológicas existentes en el D.R. 005, Delicias, Chihuahua. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo la rehabilitación de las estaciones existentes y adquisición de estaciones adicionales si fuera necesario, y para el desarrollo e implementación de los modelos de prevención fitosanitaria y de programación de riego. Contar con los paquetes técnicos de los cultivos beneficiados, incluyendo la información fenológica, requerimientos de riego y de fertilizantes así como modelos disponibles para manejo de plagas y enfermedades en función de días grados de calor.		
Estatus de implementación de la medida	Implementada en forma parcial por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).		
Riesgos	Falta de recursos económicos por parte de los productores y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012	
Oportunidades	Con la implementación de esta medida, se generarán empleos en la región al incrementarse la productividad del agua y de la tierra. Con los resultados obtenidos los productores agrícolas tendrá una mayor conciencia del uso eficiente del agua de riego y de los insumos agrícolas. Además de tener un mayor cuidado y un mejor mantenimiento preventivo de la red de estaciones agroclimatológicas, lo que también beneficiará a la sociedad en general al generar y disponer de una base de datos de clima más confiable, capaz de alertar a los usuarios de los eventos extremos que puedan presentar una amenaza a sus cultivos, como son: sequías, heladas y tormentas tropicales.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección de infraestructura (red de estaciones meteorológicas) y de protección ambiental al hacer un uso eficiente del agua de riego, y al reducir la cantidad de los insumos de agroquímicos al prevenir enfermedades de los cultivos, con el sistema de monitoreo del clima.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Ricardo Valdez Morales (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 005, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=VAMR671228HCLLRC02&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (639) 4 72 20 34		
Dirección, ciudad, estado:	(1) Calle Primera Norte y Av. Sexta Planta Baja 600, Col. Centro, Delicias, Chihuahua, México, C.P. 33000 (2) Domicilio Conocido Poblado Lázaro Cárdenas, Municipio de Lázaro Cárdenas, Chihuahua.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Correo electrónico:	ricardo.valdez@conagua.gob.mx		

3.1.8.- Acolchado orgánico sobre el suelo

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Acolchado orgánico sobre el suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agricultura		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua.	IMTA (2005). Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 005 Delicias Chihuahua, es un distrito de riego con más 80,000 ha; el método de riego en su mayoría es riego superficial. Se cuenta con más de 9,000 usuarios organizados en 10 Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego que son las encargadas de la administración, conservación y operación de la infraestructura hidroagrícola. Estas características son representativas de más de 2 millones de hectáreas de Distritos de Riego que tienen como fuentes de abastecimientos a grandes presas de almacenamientos.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Estímulo climático	Reducción de la precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/chih	General para DR005: Temperatura (heladas),

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Acolchado orgánico sobre el suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
		uahua.html	precipitación, sequía hidrológica y meteorológica.
Cadena de cambio climático	Reducción en la humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas). Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Reducción en rendimientos en zonas de riego. La sequía tiene impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vuln_e_chihuahua.html	
Sistema de interés	La infraestructura hidráulica del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua, consiste en 2 grandes presas de almacenamiento, y una vasta red de grandes canales y estructuras de riego que irrigan una gran cantidad de cultivos. La superficie por cultivos es la siguiente: alfalfa el 24%, maíz el 13%, cacahuete el 12%, chile y algodón el 15%, y nogal el 15% (anuales del ciclo P-V). Los cultivos del ciclo O-I prácticamente han desaparecido por la falta de agua y la baja competitividad en el mercado. La población rural afectada son agricultores ya organizados en dos Asociaciones civiles con un total de 9,509 usuarios.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	Escenario 2020.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 10%; la temperatura media anual aumentará entre 1.0 y 2.0 °C. Escenario 2050.- La precipitación total anual variará entre +5 y -10%; la temperatura media anual aumentará entre 2.0 y 3.0 °C. Escenario 2080.- La precipitación total anual disminuirá entre 5 y 25%; la temperatura media anual aumentará entre 3 y 5 °C (INE, 2012). Para el año 2080 con escenario A2, la reducción de la precipitación será del 15.25%, en invierno disminuirá del orden de 20.48% y en el verano del orden del 14.24%; la temperatura media anual aumentará en 2.73 °C, en el invierno aumentará a 2.79 °C y en el verano 2.86 °C (IMTA,	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_chihuahua.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Acolchado orgánico sobre el suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	2011). El índice de escurrimiento en la cuenca del Río Conchos aumentará de 0.13 hasta 0.25 en promedio, lo que disminuirá los escurrimientos hacia los embalses de un 10 a un 12% (IMTA, 2011).		
Capacidad adaptativa	Se tiene una buena capacidad adaptativa, debido a los siguientes indicadores: (a) Alto nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) fácil aceptación de las cuotas de riego por parte de los usuarios, (c) disponibilidad de maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) extensas superficies con modernos sistemas de riego, y (e) un alto grado de utilización de paquetes tecnológicos productivos. Sin embargo, falta capacitación y asistencia técnica para el uso eficiente de los equipos de bombeo y los sistemas de riego, y falta una mayor diversificación de los cultivos y una reconversión de cultivos; ante la inminente escasez de agua en las presas y el abatimiento de los acuíferos.		
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta, hay poca diversidad de cultivos, solamente 6 cultivos representan el 79% de la superficie total del Distrito de Riego. La falta de horas frío debido al incremento en la temperatura mínima en invierno, sin duda será un problema para el cultivo de nogal, afectando su periodo mínimo de horas frío. El nogal es uno de los cultivos más importantes del Distrito de Riego, ya que se siembran alrededor de 6,000 ha. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y disminuciones significativas de lluvias a largo plazo, combinado con temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. Considerando que debido a las sequías persistentes solamente se ha podido regar una cuarta parte de la superficie total del Distrito en los últimos años, se reduce el tamaño medio de las	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih.	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Acolchado orgánico sobre el suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	parcelas cultivados con riego a 3.4 ha/usuario (promedio 1995-2004).		
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, se estima que el estado de Chihuahua se encontrará bajo fuerte presión (60-80%) en el año 2025 y que las sequías se incrementarán notablemente. Los periodos de sequía actualmente son extensos y se presentan incluso en los meses de julio y septiembre, los cuales corresponden normalmente a la temporada de lluvias. Actualmente se vive un periodo de sequía iniciado en 1993. En el caso del sector agrícola los efectos de las sequías son muy graves ya que consideran pérdidas totales o parciales en la producción.		
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Manejo de recursos naturales		
Escala espacial	local		
Descripción general de la medida	La lámina de riego aplicada al cultivo de nogal de acuerdo con el Plan Director del DR 005 Delicias, Chihuahua, es de 124 cm en promedio, muy arriba de los 92.5 cm aplicados en promedio al resto de los cultivos de este distrito en los últimos 10 años. Una manera de disminuir las láminas de riego aplicadas a este importante cultivo consiste en la implementación de un acolchado orgánico (hojarasca), que ayude a retener el agua en la zona de raíces del cultivo, y además modere la temperatura superficial del suelo, conservando el calor del suelo en invierno y bajando temperaturas superficiales en el verano.	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih. Sally González, International Society of Arboriculture (Universidad de Puerto Rico): "Técnicas Apropriadas para Aplicar el Mulch": www.isahispana.com/treecare/resources/mulching_spanish.pdf . Gerardo González G. (julio 2012): http://www.permacultura.org.mx/es/report/mulch-acolchado-mantillo/	
Especificaciones técnicas	El acolchado orgánico o "Mulching" es el proceso de cubrir la capa arable del suelo fértil con materiales secos (de	IMTA (2005) Plan director del DR 005 Delicias, Chih. Sally	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Acolchado orgánico sobre el suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	<p>preferencia picados) como hojas, hierba, residuos del cultivo y paja entre otros. Una cobertura de acolchado orgánico ayuda a crear, por parte de las lombrices, una estructura del suelo con bastantes poros grandes y pequeños, a través de los cuales el agua de lluvia fácilmente puede infiltrarse en el suelo, reduciendo así la escorrentía en la superficie. Cuando el mulch se descompone, éste aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo, creando en su entorno una estructura granular estable, haciendo que las partículas del suelo no sean fácilmente erosionadas. La misma cobertura de materia orgánica muerta protege al suelo de las temperaturas excesivas, impidiendo todas las reacciones generadas por la elevación de la temperatura (Jairo Restrepo Sol, Termodinámica, y agricultura 1994). Con la implementación de esta medida de adaptación, la lámina de riego en el cultivo de nogal se reducirá de 124 cm a 100 cm. Para reforzar la implementación correcta de esta medida, se instalarán parcelas para mostrar como reutilizar los desechos orgánicos usando acolchado en nogal. Se trabajará en huertas de 100 productores cooperantes, y se impartirán cursos-talleres a los productores de nogal, con una duración de dos días cada uno. El costo aproximado para implementar esta medida de adaptación incluyendo la impartición de cursos de capacitación para la correcta aplicación del acolchado orgánico y la promoción mediante parcelas demostrativas entre los usuarios del Distrito de Riego, en una superficie de riego de 500 ha, es de \$ 2' 500,000.00 M.N.</p>	<p>González, International Society of Arboriculture (Universidad de Puerto Rico): "Técnicas Apropriadas para Aplicar el Mulch": www.isahispana.com/treecare/resources/mulching_spanish.pdf. Gerardo González G. (julio 2012): http://www.permacultura.org.mx/es/report/mulch-acolchado-mantillo/; Jairo Restrepo (1994): Sol, Termodinámica y agricultura; San José, Costa Rica: http://www.simas.org.ni/publicacion/cidoc/1897/sol-termodinamica-y-agricultura</p>	
Temporalidad	24 meses		
Resultados esperados	Implementación del acolchado orgánico en 500 ha de nogal. Reducción de la lámina de riego en nogal de 124 cm a 100 cm, logrando un ahorro de lámina de riego de 24 cm, por lo que se estaría ahorrando en la superficie de 500 ha, un volumen de		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Acolchado orgánico sobre el suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	agua de 1,200,000 metros cúbicos por año. Con la aplicación de acolchado orgánico, se reducirán las aplicaciones de fertilizantes inorgánicos basados en petróleo, y al mismo tiempo se evitará la quema de residuos orgánicos, por lo cual de manera indirecta y directa se reducirán las emisiones de CO ₂ .		
Beneficiarios de la medida	100 usuarios directos de riego/agricultores y sus familias del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua, así como de manera general todo el Distrito de Riego al disponer de mayor volumen de agua de riego.		
Pre-requisitos para la implementación	Implementar reuniones con los representantes de cada módulo de riego y del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua para explicar los beneficios del acolchado orgánico para el cultivo de nogal y solicitar la participación de productores cooperantes para instalación de parcelas demostrativas.		
Estatus de implementación de la medida	No implementada		
Riesgos	Falta de interés de los representantes de las Asociaciones de Usuarios de riego, y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Con la implementación de esta medida de adaptación, se generarán empleos en la región por un lado para generar la cubierta orgánica y por el otro al incrementarse la productividad del agua y de la tierra. Con los resultados obtenidos los productores agrícolas tendrán una mayor conciencia para el cuidado del agua de riego y del suelo.		
Tipo de protección (ambiental/infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección ambiental, al reducir la evaporación del agua en el suelo y favorecer la		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Acolchado orgánico sobre el suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	conservación de la humedad dentro del mismo. Además la protección del suelo al reducir los problemas de erosión. Con la implementación de esta medida de adaptación, se incorpora una capa de residuos orgánicos al suelo que favorece la conservación del calor del suelo en invierno y la reducción de temperaturas superficiales en el verano.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Ricardo Valdez Morales (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 005, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=VAMR671228HCLLRC02&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (639) 4 72 20 34		
Dirección, ciudad, estado:	(1) Calle Primera Norte y Av. Sexta Planta Baja 600, Col. Centro, Delicias, Chihuahua, México, C.P. 33000 (2) Domicilio Conocido Poblado Lázaro Cárdenas, Municipio de Lázaro Cárdenas, Chihuahua.		
Correo electrónico:	ricardo.valdez@conagua.gob.mx		

3.2.- Distrito de riego 034, Estado de Zacatecas

Las medidas de adaptación para el Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas son las siguientes:

1. Agricultura protegida.
2. Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios.
3. Nivelación de tierras.
4. Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego.
5. Reconversión de cultivos.
6. Riego en surco alterno y trazos de riego.
7. Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.
8. Incorporación de rastrojos al suelo.

Para cada medida de adaptación de esta ficha se agregó un nuevo campo para indicar si la medida atiende aspectos de protección de infraestructura y/o de protección ambiental.

Se ha considerado la participación ciudadana a partir del proceso de elaboración e implementación del Plan director de este distrito, mediante la convocatoria de reuniones con los Usuarios de riego para que participen en la toma de decisiones y acuerdos de las acciones que se plasmaron en el plan director. Esta ficha técnica propone como prerequisite, en las medidas de adaptación No. 1, 2, 5, 6, 7 y 8 hacer reuniones con cada módulo de riego para explicar los beneficios, y en la medida No. 4, implementar eventos de capacitación sobre la cultura de uso sustentable y eficiente del agua con participación directa de los usuarios de riego. En las medidas de adaptación 1 y 2 (Agricultura protegida y Tecnificación del riego parcelario), se atendieron variables de protección ambiental vinculadas con la modernización de la infraestructura, como lo es la propuesta de utilizar plásticos y cintillas biodegradables.

La medida de adaptación No. 4 de esta ficha técnica propone acciones de capacitación sobre sensibilización a los impactos de los efectos del Cambio Climático en la agricultura.

En la medida de adaptación No. 7 se propone la integración de la base de datos de la red de estaciones meteorológicas de este Distrito en un sistema de información geográfica (SIG) con fines de alertas a fenómenos climáticos extremos.

En todas las medidas se hace constar que existe el riesgo de "Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación". La medida de adaptación No. 1 de esta fecha se alinea con la política pública: Objetivo 3.3.2 del PECC, elaborado por la CICC: "Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas en coordinación con usuarios y autoridades locales", meta A.48: "Incrementar la productividad del agua en distritos de riego en 2.8% anual para alcanzar 1.66 Kilogramos por metro cúbico (Kg/m³)". La medida de adaptación No. 2 se alinea con Objetivo 3.3.1 "Reducir la vulnerabilidad del sector agrícola y asegurar la agrobiodiversidad del país ante los efectos del cambio climático", meta A.44 "Ahorrar 3 mil millones de metros cúbicos de agua en usos agropecuarios" lo que corresponde a la medida de adaptación No. 2 de esta ficha y con

Objetivo 3.3.2 del PECC, meta A.47 "Tecnificar 1,722,000 ha con infraestructura hidroagrícola" .

Se adicionó la medida de adaptación No. 8 con ecotecnología de Incorporación de rastrojo al suelo.

3.2.1.- Agricultura protegida

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Agricultura protegida		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 034 Zacatecas, Zacatecas.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en la temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas se conforma de seis zonas de riego dispersas en varios municipios del Estado, operadas por seis Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego (ACUR), que cuentan con un promedio de superficie de 3,000 ha cada una. Su fuente de abastecimiento es una presa o un bordo de almacenamiento, una pequeña red de canales de poca capacidad, sistemas de riego tradicionales con estructuras parcelarias para el riego por gravedad. Una condición muy semejante a las 40,000 Unidades de Riego del país. Los principales cultivos que se siembran son maíz en grano y forraje, guayaba, avena forrajera, pasto y hortalizas. La superficie física regable es de 18,357 ha en beneficio de 5,658 usuarios; organizados a través de seis Asociaciones civiles.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Agricultura protegida		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	en las presas, debido a una reducción de la precipitación.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/zacatecas.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas); las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, estos se someten a estrés hídrico y disminuye el rendimiento de los mismos. La sequía repercutirá en impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	Solamente se siembra un promedio del 60% de la superficie total regable del Distrito de Riego 034, debido a la baja disponibilidad de agua para riego. De los cultivos dominantes, los granos como maíz, avena y frijol ocupan 45%, forrajes como avena, pastos y alfalfa 36.1%, y perennes, principalmente guayabo, un 10.4% de la superficie sembrada. Las hortalizas como chile y cebolla solamente representan un 8.5% de la superficie sembrada. Los usuarios de riego beneficiados cuentan con una superficie promedio por usuario de 3.24 ha. En el ciclo agrícola 2004-2005 se sembraron 10,155 ha. De éstas, 4,309 ha cuentan con sistemas entubados de multicompuertas sin nivelación de terrenos; 277 ha con sistemas de riego entubados con multicompuertas en terrenos nivelados; 524 ha con riego por gravedad con nivelación; y 4,340 ha de riego por gravedad sin nivelación de terrenos. Existen además 276 ha de riego por goteo, 146 ha de microaspersión y 284 ha de aspersión; para un total de 706 ha de riego presurizado en operación. Cabe	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Agricultura protegida		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	mencionar que se reportan un total de 1,026 ha de riego presurizado con infraestructura.		
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en Zacatecas para el año 2050 disminuirá entre 5 y 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación disminuirá entre 5 y 15% y la temperatura se incrementará entre 2 y 4 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Zacatecas, en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 13.13%. En invierno disminuirá del orden del 23.07% y en el verano del orden del 6.33%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 3.47 °C; en el invierno aumentará 3.23 °C y en el verano 3.36 °C.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_zacatecas.html	
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a varios de los siguientes factores identificados: (a) La población cuenta con baja diversidad de ingresos y bajo acceso a créditos y seguros. (b) La población cuenta con poco capital y recursos para la modernización de sus sistemas de riego. (c) A nivel Distrito, apenas un 5.6% de la superficie física regable cuenta con sistemas de riego presurizado. El nivel tecnológico es bajo, ya que las hectáreas niveladas y/o equipadas con sistemas de riego entubados o de microcompuertas solamente representan un 38% de la superficie física regable. La eficiencia de la red de conducción es 66% y la de aplicación solamente 53%, lo que resulta en una eficiencia global a nivel distrito muy baja, del 35%. (d) Las estructuras hidráulicas en la red de distribución se encuentran en mal estado de mantenimiento. (e) Falta instalar estructuras de medición y	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Agricultura protegida		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	control para permitir una operación eficiente, equitativa y flexible de los canales. (f) Falta una reglamentación para el manejo de las presas de almacenamiento de Módulos que comparten la misma cuenca hidrológica.		
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivo; solamente 6 cultivos anuales, incluyendo los granos maíz, avena, frijol y forrajes avena, pasto y alfalfa representan el 81% de la superficie total sembrada del DR mientras que el único cultivo perenne significativo es guayabo que ocupa solamente un 10%. Las hortalizas chile y cebolla solamente representan un 9% de la superficie sembrada. Se esperan mermas en la productividad de los cultivos debido a sequías más frecuentes y un incremento significativo en temperaturas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración) y apariciones de plagas más frecuentes. Es especialmente preocupante la reducción esperada de más de 23% en las lluvias invernales, afectando a los cultivos más importantes del ciclo otoño invierno, los cuales necesitarán cada vez más riego suplementario. El tamaño medio de las parcelas en el Distrito de Riego es bajo. Por otro lado, las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época principalmente en las hortalizas y granos, ya que se incrementará el periodo libre de heladas.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Vulnerabilidad	El grado de vulnerabilidad del sector agua, para el estado de Zacatecas, se encontrará bajo muy fuerte presión (60-80%) en el año 2025. Las sequías se incrementarán notablemente, se presentarán con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura. (INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático). En la zona del altiplano mexicano, la presencia de sequías es recurrente, impactando fuertemente en la	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011); Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006); http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vuln	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Agricultura protegida		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	agricultura de la región. Se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura y la ganadería. En el ciclo agrícola 2011-2012 se llegó a tal grado de sequía hidrológica, que se restringieron al 100% las presas del Cazadero, Leobardo Reynoso y Santa Rosa pertenecientes al Distrito de Riego 034, de manera que no se autorizó ninguna hectárea de riego a sembrar, lo que provocó un problema social grave, al ser la agricultura y la ganadería actividades primarias en la zona.	e_zacatecas.html, INE-SEMARNAT Tercera Comunicación de Cambio Climático. SEMARNAP. 1997. México. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Construcción o instalación de infraestructura		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	Para enfrentar el alto grado de sequía hidrológica que ha impactado al Distrito de Riego 034 en los últimos ciclos agrícolas, y dado los altos requerimientos de agua de riego, es importante hacer un uso eficiente del agua de riego y sobre todo incrementar la productividad del agua. La agricultura protegida consiste en la introducción de un sistema de producción en el que con menor superficie y con menor volumen de agua de riego se alcance la misma producción total por usuario de riego o agricultor. Para esto se plantea la construcción de 100 ha de invernaderos para cultivos de hortalizas (chile y jitomate) principalmente.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Especificaciones técnicas	La agricultura protegida (invernaderos) consiste en la construcción y/o instalación de estructuras metálicas cubiertas con plástico transparente y mallas antiáfidos que permitan proteger de las condiciones adversas del clima y de transmisores de enfermedades a los cultivos. Se propone utilizar cubiertas o plásticos biodegradables, esto con el fin de minimizar los riesgos ambientales al ser	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Agricultura protegida		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	desechados y abandonados por parte de los usuarios. Dentro de los componentes de la agricultura protegida, se incluye la aplicación del agua mediante sistemas de riego presurizados y su equipo de fertirrigación. La inversión requerida es del orden de los 350 millones de pesos.		
Temporalidad	El periodo para llevar a cabo los trabajos de construcción y/o instalación de las 100 ha de invernaderos es de 3 años. La duración de los impactos de esta medida será de al menos 20 años y pudiendo ser mayor en la medida que los productores realicen un mantenimiento preventivo a los diversos componentes del sistema de agricultura protegida.		
Resultados esperados	Con la introducción de la agricultura protegida se aseguraría la producción de los cultivos instalados. Por otro lado, con la superficie de 100 ha de invernadero se dejarían de sembrar aproximadamente 600 ha con agricultura de riego tradicional, obteniendo la misma producción pero de mejor calidad. Con respecto a la lámina de riego aplicada a estos cultivos bajo riego por gravedad, reportada en 1.13 m, con esta medida de adaptación se estaría dejando de extraer de las presas de almacenamiento alrededor de 6.78 millones de metros cúbicos de agua, anualmente.		
Beneficiarios de la medida	Usuarios de riego y sus familias del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, así como de manera general todo el sector agrícola de la región. El volumen de agua ahorrado estará disponible para otros usos.		
Pre-requisitos para la implementación	Realizar reuniones con los representantes de las seis Asociaciones de usuarios para revisar las acciones de implementación de la agricultura protegida. Elaborar los estudios y proyectos ejecutivos de construcción e instalación de los invernaderos. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos indicados.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Agricultura protegida		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Estatus de implementación de la medida	No implementada		
Riesgos	Falta de recursos económicos por parte de los productores y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Con la puesta en operación de la agricultura bajo invernaderos se generarán empleos en la región al incrementarse la productividad del agua y de la tierra; se tendrá mayor movimiento de la economía local. Con los resultados obtenidos los productores agrícolas tendrá un mayor conciencia del uso eficiente del agua de riego, preparándolos para enfrentar las amenazas de eventos extremos como son las sequías.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección ambiental porque se están reduciendo volúmenes de agua, al convertir una superficie de agricultura tradicional a agricultura protegida, se puede producir en el campo la misma cantidad de productos pero utilizando una superficie menor y sobre todo menor cantidad de agua de riego utilizada.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. José de Jesús Pinedo Chávez (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=PICJ540615HZSNHS12&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (492) 923 55 00, 01492 4914961, conmutador 01492 4914950 ext. 1410		
Dirección, ciudad, estado:	Av. Secretaría de la Defensa Nacional Planta Baja #90, Col. Industria, Guadalupe, Zacatecas, México, C.P. 98600		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Agricultura protegida		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Correo electrónico:	jose.pinedo@conagua.gob.mx		

3.2.2.- Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 034 Zacatecas, Zacatecas.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en la temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas se conforma de seis zonas de riego dispersas en varios municipios del Estado, operadas por seis Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego (ACUR), que cuentan con un promedio de superficie de 3,000 ha cada una. Su fuente de abastecimiento es una presa o un bordo de almacenamiento, una pequeña red de canales de poca capacidad, sistemas de riego tradicionales con estructuras	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	parcelarias para el riego por gravedad. Una condición muy semejante a las 40,000 Unidades de Riego del país. Los principales cultivos que se siembran son maíz en grano y forraje, guayaba, avena forrajera, pasto y hortalizas. La superficie física regable es de 18,357 ha en beneficio de 5,658 usuarios; organizados a través de seis Asociaciones civiles.		
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua en las presas, debido a una reducción de la precipitación.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/zacatecas.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas); las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, estos se someten a estrés hídrico y disminuye el rendimiento de los mismos. La sequía repercutirá en impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	Solamente se siembra un promedio del 60% de la superficie total regable del Distrito de Riego 034, debido a la baja disponibilidad de agua para riego. De los cultivos dominantes, los granos como maíz, avena y frijol ocupan 45%, forrajes como avena, pastos y alfalfa 36.1%, y perennes, principalmente guayabo, un 10.4% de la superficie sembrada. Las hortalizas como chile y cebolla solamente representan un 8.5% de la superficie sembrada. Los usuarios de riego beneficiados cuentan con una superficie promedio por usuario de 3.24 ha. En el ciclo	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	agrícola 2004-2005 se sembraron 10,155 ha. De éstas, 4,309 ha cuentan con sistemas entubados de multicompuertas sin nivelación de terrenos; 277 ha con sistemas de riego entubados con multicompuertas en terrenos nivelados; 524 ha con riego por gravedad con nivelación; y 4,340 ha de riego por gravedad sin nivelación de terrenos. Existen además 276 ha de riego por goteo, 146 ha de microaspersión y 284 ha de aspersión; para un total de 706 ha de riego presurizado en operación. Cabe mencionar que se reportan un total de 1,026 ha de riego presurizado con infraestructura.		
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en Zacatecas para el año 2050 disminuirá entre 5 y 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación disminuirá entre 5 y 15% y la temperatura se incrementará entre 2 y 4 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Zacatecas, en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 13.13%. En invierno disminuirá del orden del 23.07% y en el verano del orden del 6.33%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 3.47 °C; en el invierno aumentará 3.23 °C y en el verano 3.36 °C.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_zacatecas.html	
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a varios de los siguientes factores identificados: (a) La población cuenta con baja diversidad de ingresos y bajo acceso a créditos y seguros. (b) La población cuenta con poco capital y recursos para la modernización de sus sistemas de riego. (c) A nivel Distrito, apenas un 5.6% de la superficie física regable cuenta con sistemas de riego	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	<p>presurizado. El nivel tecnológico es bajo, ya que las hectáreas niveladas y/o equipadas con sistemas de riego entubados o de microcompuertas solamente representan un 38% de la superficie física regable. La eficiencia de la red de conducción es 66% y la de aplicación solamente 53%, lo que resulta en una eficiencia global a nivel distrito muy baja, del 35%. (d) Las estructuras hidráulicas en la red de distribución se encuentran en mal estado de mantenimiento. (e) Falta instalar estructuras de medición y control para permitir una operación eficiente, equitativa y flexible de los canales. (f) Falta una reglamentación para el manejo de las presas de almacenamiento de Módulos que comparten la misma cuenca hidrológica.</p>		
Susceptibilidad/sensibilidad	<p>La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivo; solamente 6 cultivos anuales, incluyendo los granos maíz, avena, frijol y forrajes avena, pasto y alfalfa representan el 81% de la superficie total sembrada del DR mientras que el único cultivo perenne significativo es guayabo que ocupa solamente un 10%. Las hortalizas chile y cebolla solamente representan un 9% de la superficie sembrada. Se esperan mermas en la productividad de los cultivos debido a sequias más frecuentes y un incremento significativo en temperaturas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración) y apariciones de plagas más frecuentes. Es especialmente preocupante la reducción esperada de más de 23% en las lluvias invernales, afectando a los cultivos más importantes del ciclo otoño invierno, los cuales necesitarán cada vez más riego suplementario. El tamaño medio de las parcelas en el Distrito de Riego es bajo. Por otro lado, las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época principalmente en las hortalizas y granos, ya que se</p>	<p>Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).</p>	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	incrementará el periodo libre de heladas.		
Vulnerabilidad	El grado de vulnerabilidad del sector agua, para el estado de Zacatecas, se encontrará bajo muy fuerte presión (60-80%) en el año 2025. Las sequías se incrementarán notablemente, se presentarán con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura. (INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático). En la zona del altiplano mexicano, la presencia de sequías es recurrente, impactando fuertemente en la agricultura de la región. Se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura y la ganadería. En el ciclo agrícola 2011-2012 se llegó a tal grado de sequía hidrológica, que se restringieron al 100% las presas del Cazadero, Leobardo Reynoso y Santa Rosa pertenecientes al Distrito de Riego 034, de manera que no se autorizó ninguna hectárea de riego a sembrar, lo que provocó un problema social grave, al ser la agricultura y la ganadería actividades primarias en la zona.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011); Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006); http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulnerabilidad_zacatecas.html , INE-SEMARNAT Tercera Comunicación de Cambio Climático. SEMARNAT. 1997. México. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Construcción o instalación de infraestructura		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	Para enfrentar el alto grado de sequía hidrológica que ha impactado al Distrito de Riego 034 en los últimos ciclos agrícolas, y dado los altos requerimientos de agua de riego, es importante hacer un uso eficiente del agua de riego y sobre todo incrementar la productividad del agua. Los valores de lámina aplicada elevados repercuten en un bajo aprovechamiento del recurso agua a nivel parcelario y por lo tanto en eficiencias de aplicación del orden del 52% a nivel Distrito. Por lo anterior, es importante implementar	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	sistemas de riego más eficientes, como los sistemas de riego por goteo y cintilla, para elevar la eficiencia de aplicación al 80 %. Para lograr lo anterior, se requiere implementar sistemas de riego por goteo y cintilla en una superficie de 3,233 ha.		
Especificaciones técnicas	La tecnificación de los sistemas de riego por gravedad consiste en reemplazar los sistemas de riego rodado por sistemas de riego por goteo para cultivos anuales (maíz, frijol y hortalizas). El sistema de riego por goteo consta de un equipo de bombeo, un sistema de filtrado y de inyección de fertilizantes, una red de conducción principal, una unidad de control autónoma, una red de distribuidores, de líneas regantes y de los emisores (goteros). Se propone utilizar polietilenos o cintillas biodegradables, esto con el fin de minimizar los riesgos ambientales al ser desechados y abandonados por parte de los usuarios. La inversión para la tecnificación de la superficie propuesta asciende a la cantidad de 72.7 millones de pesos.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Temporalidad	El periodo para llevar a cabo los trabajos de tecnificación de los sistemas de riego es de 5 años. Con la instalación de los sistemas de riego por goteo, se mejorará las eficiencias de aplicación del riego y se tendrá una disminución en los consumos de agua de riego. Logrando una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas. La duración de los impactos de esta medida será de al menos 20 años y pudiendo ser mayor en la medida que los productores realicen un mantenimiento preventivo a los componentes del sistema de riego.		
Resultados esperados	Con la tecnificación de las 3,233 ha de riego por gravedad y su reemplazamiento por sistemas de riego por goteo, se logrará incrementar de manera sustancial la eficiencia de aplicación actual del 51.8 % hasta un 80 %, para un requerimiento de riego ponderado de 42 cm, representa		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	volúmenes ahorrados del orden de 9.2 millones de metros cúbicos de agua de riego anuales. Por otro lado, con los sistemas de riego por goteo, el productor apoyado con asesoría y con el acompañamiento de un paquete tecnológico de los cultivos obtendrá mayores rendimientos y calidad de su producto, aumentando sus ingresos que le permitan mejorar su calidad de vida.		
Beneficiarios de la medida	En forma directa se beneficiaran 1,000 productores, pero en general el beneficio de la medida de adaptación sería para todos los productores del distrito de riego y la sociedad mexicana en general al tener garantizado un mayor volumen de agua para la producción de alimentos.		
Pre-requisitos para la implementación	Realizar reuniones con los representantes de las seis Asociaciones civiles de usuarios para revisar las acciones de implementación de la tecnificación del riego parcelario. Elaborar los estudios y proyectos ejecutivos de construcción e instalación de los sistemas de riego. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos indicados.		
Estatus de implementación de la medida	No implementada		
Riesgos	Falta de recursos económicos por parte de los productores y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Con la tecnificación de los sistemas de riego parcelarios, se generarán empleos en la región al incrementarse la productividad del agua y de la tierra; se tendrá mayor movimiento de la economía local. Con los resultados obtenidos los productores agrícolas tendrá una mayor		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	conciencia del uso eficiente del agua de riego. Además de tener un cuidado y un mejor mantenimiento preventivo de los sistemas de riego presurizados que se instalen.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección de los sistemas de riego y de protección ambiental. Consiste en reemplazar los sistemas de riego rodado por sistemas de riego por goteo, de alguna manera se protegen los sistemas de riego. Es una medida de protección ambiental porque reduce la cantidad de agua utilizada.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. José de Jesús Pinedo Chávez (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=PICJ540615HZSNHS12&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (492) 923 55 00, 01492 4914961, conmutador 01492 4914950 ext. 1410		
Dirección, ciudad, estado:	Av. Secretaría de la Defensa Nacional Planta Baja #90, Col. Industria, Guadalupe, Zacatecas, México, C.P. 98600		
Correo electrónico:	jose.pinedo@conagua.gob.mx		

3.2.3.- Nivelación de tierras

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Nivelación de tierras		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 034 Zacatecas, Zacatecas.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en la temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas se conforma de seis zonas de riego dispersas en varios municipios del Estado, operadas por seis Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego (ACUR), que cuentan con un promedio de superficie de 3,000 ha cada una. Su fuente de abastecimiento es una presa o un bordo de almacenamiento, una pequeña red de canales de poca capacidad, sistemas de riego tradicionales con estructuras parcelarias para el riego por gravedad. Una condición muy semejante a las 40,000 Unidades de Riego del país. Los principales cultivos que se siembran son maíz en grano y forraje, guayaba, avena forrajera, pasto y hortalizas. La superficie física regable es de 18,357 ha en beneficio de 5,658 usuarios; organizados a través de seis Asociaciones civiles.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Nivelación de tierras		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	en las presas, debido a una reducción de la precipitación.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/zacatecas.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas); las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, estos se someten a estrés hídrico y disminuye el rendimiento de los mismos. Pérdida en producción alimenticia. La sequía repercutirá en impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	Solamente se siembra un promedio del 60% de la superficie total regable del Distrito de Riego 034, debido a la baja disponibilidad de agua para riego. De los cultivos dominantes, los granos como maíz, avena y frijol ocupan 45%, forrajes como avena, pastos y alfalfa 36.1%, y perennes, principalmente guayabo, un 10.4% de la superficie sembrada. Las hortalizas como chile y cebolla solamente representan un 8.5% de la superficie sembrada. Los usuarios de riego beneficiados cuentan con una superficie promedio por usuario de 3.24 ha. En el ciclo agrícola 2004-2005 se sembraron 10,155 ha. De éstas, 4,309 ha cuentan con sistemas entubados de multicompuertas sin nivelación de terrenos; 277 ha con sistemas de riego entubados con multicompuertas en terrenos nivelados; 524 ha con riego por gravedad con nivelación; y 4,340 ha de riego por gravedad sin nivelación de terrenos. Existen además 276 ha de riego por goteo, 146 ha de microaspersión y 284 ha de aspersión; para un total de 706 ha de riego presurizado en operación. Cabe	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Nivelación de tierras		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	mencionar que se reportan un total de 1,026 ha de riego presurizado con infraestructura.		
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en Zacatecas para el año 2050 disminuirá entre 5 y 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación disminuirá entre 5 y 15% y la temperatura se incrementará entre 2 y 4 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Zacatecas, en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 13.13%. En invierno disminuirá del orden del 23.07% y en el verano del orden del 6.33%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 3.47 °C; en el invierno aumentará 3.23 °C y en el verano 3.36 °C.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_zacatecas.html	
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a varios de los siguientes factores identificados: (a) La población cuenta con baja diversidad de ingresos y bajo acceso a créditos y seguros. (b) La población cuenta con poco capital y recursos para la modernización de sus sistemas de riego. (c) A nivel Distrito, apenas un 5.6% de la superficie física regable cuenta con sistemas de riego presurizado. El nivel tecnológico es bajo, ya que las hectáreas niveladas y/o equipadas con sistemas de riego entubados o de microcompuertas solamente representan un 38% de la superficie física regable. La eficiencia de la red de conducción es 66% y la de aplicación solamente 53%, lo que resulta en una eficiencia global a nivel distrito muy baja, del 35%. (d) Las estructuras hidráulicas en la red de distribución se encuentran en mal estado de mantenimiento. (e) Falta instalar estructuras de medición y	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Nivelación de tierras		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	control para permitir una operación eficiente, equitativa y flexible de los canales. (f) Falta una reglamentación para el manejo de las presas de almacenamiento de Módulos que comparten la misma cuenca hidrológica.		
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivo; solamente 6 cultivos anuales, incluyendo los granos maíz, avena, frijol y forrajes avena, pasto y alfalfa representan el 81% de la superficie total sembrada del DR mientras que el único cultivo perenne significativo es guayabo que ocupa solamente un 10%. Las hortalizas chile y cebolla solamente representan un 9% de la superficie sembrada. Se esperan mermas en la productividad de los cultivos debido a sequías más frecuentes y un incremento significativo en temperaturas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración) y apariciones de plagas más frecuentes. Es especialmente preocupante la reducción esperada de más de 23% en las lluvias invernales, afectando a los cultivos más importantes del ciclo otoño invierno, los cuales necesitarán cada vez más riego suplementario. El tamaño medio de las parcelas en el Distrito de Riego es bajo. Por otro lado, las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época principalmente en las hortalizas y granos, ya que se incrementará el periodo libre de heladas.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Vulnerabilidad	El grado de vulnerabilidad del sector agua, para el estado de Zacatecas, se encontrará bajo muy fuerte presión (60-80%) en el año 2025. Las sequías se incrementarán notablemente, se presentarán con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura. (INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático). En la zona del altiplano mexicano, la presencia de sequías es recurrente, impactando fuertemente en la	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011); Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006); http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vuln	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Nivelación de tierras		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	agricultura de la región. Se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura y la ganadería. En el ciclo agrícola 2011-2012 se llegó a tal grado de sequía hidrológica, que se restringieron al 100% las presas del Cazadero, Leobardo Reynoso y Santa Rosa pertenecientes al Distrito de Riego 034, de manera que no se autorizó ninguna hectárea de riego a sembrar, lo que provocó un problema social grave, al ser la agricultura y la ganadería actividades primarias en la zona.	e_zacatecas.html, INE-SEMARNAT Tercera Comunicación de Cambio Climático. SEMARNAP. 1997. México. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Manejo de Recursos Naturales		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	De la superficie física regable total del Distrito, solamente el 5.6 % (2026 ha) tienen sistemas de riego presurizados. La gran mayoría de la superficie (94.4 %) se riega con sistemas de riego por gravedad (aunque cierta superficie tiene tubería que conduce el agua hasta la parcela). Un aspecto importante para obtener un riego eficiente y uniforme en el riego por gravedad lo representa el grado de nivelación del terreno en la parcela. Se considera nivelar una superficie de 5,476 ha, en la cual se aplica el riego por gravedad, principalmente aquella superficie que ya cuenta con un sistema de tubería de multicompuertas.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Especificaciones técnicas	Para llevar a cabo los trabajos de nivelación de las parcelas, se requiere de un estudio/proyecto para determinar los volúmenes de cortes y de rellenos, utilizando el criterio de que el volumen de tierra a mover sea del orden de 200 a 400 m ³ /ha. El costo del estudio para la superficie considerada es de \$1'369,000.00. El costo de ejecutar los trabajos físicos de la nivelación	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Nivelación de tierras		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	ascienden a la cantidad de \$ 32'856,000.00 M.N.		
Temporalidad	El periodo para llevar a cabo los trabajos de nivelación de las parcelas de riego es de 5 años. La duración de los impactos de esta medida será de al menos 20 años y pudiendo ser mayor en la medida que los productores realicen un mantenimiento y labores de conservación de la nivelación de la parcela.		
Resultados esperados	Se tendrá una disminución en los consumos de agua de riego, logrando una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas, ahorrando volúmenes de agua de las fuentes de abastecimiento del orden de 6.0 millones de metros cúbicos anuales. Se incrementará la uniformidad de riego y la eficiencia de aplicación en los sistemas de riego por gravedad al pasar de una eficiencia actual del 51.8 % a una eficiencia esperada del 60 %, considerando un requerimiento de riego ponderado de 42 cm. Adicionalmente, se reducirán las emisiones de CO ₂ ya que se aumentará el volumen de agua disponible en las presas para la posible generación de energía hidroeléctrica, lo que implica un uso menor de energía fósil en los hogares e industrias de la región.		
Beneficiarios de la medida	Alrededor de 1,695 productores/usuarios de riego y sus familias del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, así como de manera general, todo el sector agrícola de la región. El volumen de agua ahorrado estará disponible para otros usos.		
Pre-requisitos para la implementación	Identificar en el distrito de riego las parcelas que irrigan con sistemas de gravedad. Elaborar el proyecto de nivelación de las 5,476 ha, y disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos de nivelación de tierras.		
Estatus de implementación	No implementada o en fase de diseño.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Nivelación de tierras		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
de la medida			
Riesgos	Si no se logra conseguir las inversiones suficientes para implementar la medida, se podrá reducir el beneficio de la misma. El principal freno en la tecnificación de los sistemas de riego es la falta de capital y recursos por parte de los productores lo que sin duda, con los impactos adicionales del cambio climático, se vuelven más vulnerables a ello. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la disponibilidad del recurso agua, que en un momento dado se podría utilizar para uso doméstico. • La disponibilidad mayor del agua en la presa, hacia los productores brinda una estabilidad familiar y social que consiste en la seguridad que da el hecho de tener una siembra asegurada para el año siguiente y por lo tanto una economía segura. • Estos volúmenes de agua ahorrados generarán en gran parte beneficios colaterales en la ecología y la generación de energía hidroeléctrica además del mejoramiento de la calidad del agua en los cauces naturales de la región, promoviendo la pesca, el turismo y la acuacultura. 		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección ambiental. Al realizar la nivelación de los terrenos además de reducir las pérdidas de agua durante su aplicación, también se favorece la reducción de la erosión del suelo, al tener menores volúmenes de agua escurridos fuera de la parcela.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. José de Jesús Pinedo Chávez (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Nivelación de tierras		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Teléfonos:	01 (492) 923 55 00, 01492 4914961, conmutador 01492 4914950 ext. 1410	idServidorPublico=PICJ540615HZSNHS12&_idDependencia=16101	
Dirección, ciudad, estado:	Av. Secretaría de la Defensa Nacional Planta Baja #90, Col. Industria, Guadalupe, Zacatecas, México, C.P. 98600		
Correo electrónico:	jose.pinedo@conagua.gob.mx		

3.2.4.- Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 034 Zacatecas, Zacatecas.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en la temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas se conforma de seis zonas de riego dispersas en varios municipios del Estado, operadas por seis Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego (ACUR), que cuentan con un promedio	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	de superficie de 3,000 ha cada una. Su fuente de abastecimiento es una presa o un bordo de almacenamiento, una pequeña red de canales de poca capacidad, sistemas de riego tradicionales con estructuras parcelarias para el riego por gravedad. Una condición muy semejante a las 40,000 Unidades de Riego del país. Los principales cultivos que se siembran son maíz en grano y forraje, guayaba, avena forrajera, pasto y hortalizas. La superficie física regable es de 18,357 ha en beneficio de 5,658 usuarios; organizados a través de seis Asociaciones civiles.		
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua en las presas, debido a una reducción de la precipitación.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/zacatecas.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas); las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, estos se someten a estrés hídrico y disminuye el rendimiento de los mismos. La sequía repercutirá en impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	Solamente se siembra un promedio del 60% de la superficie total regable del Distrito de Riego 034, debido a la baja disponibilidad de agua para riego. De los cultivos dominantes, los granos como maíz, avena y frijol ocupan 45%, forrajes como avena, pastos y alfalfa 36.1%, y perennes, principalmente guayabo, un 10.4% de la	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	superficie sembrada. Las hortalizas como chile y cebolla solamente representan un 8.5% de la superficie sembrada. Los usuarios de riego beneficiados cuentan con una superficie promedio por usuario de 3.24 ha. En el ciclo agrícola 2004-2005 se sembraron 10,155 ha. De éstas, 4,309 ha cuentan con sistemas entubados de multicompuertas sin nivelación de terrenos; 277 ha con sistemas de riego entubados con multicompuertas en terrenos nivelados; 524 ha con riego por gravedad con nivelación; y 4,340 ha de riego por gravedad sin nivelación de terrenos. Existen además 276 ha de riego por goteo, 146 ha de microaspersión y 284 ha de aspersión; para un total de 706 ha de riego presurizado en operación. Cabe mencionar que se reportan un total de 1,026 ha de riego presurizado con infraestructura.		
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en Zacatecas para el año 2050 disminuirá entre 5 y 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación disminuirá entre 5 y 15% y la temperatura se incrementará entre 2 y 4 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Zacatecas, en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 13.13%. En invierno disminuirá del orden del 23.07% y en el verano del orden del 6.33%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 3.47 °C; en el invierno aumentará 3.23 °C y en el verano 3.36 °C.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_zacatecas.html	
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a varios de los siguientes factores identificados: (a) La población cuenta con baja diversidad de ingresos y bajo acceso a	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	créditos y seguros. (b) La población cuenta con poco capital y recursos para la modernización de sus sistemas de riego. (c) A nivel Distrito, apenas un 5.6% de la superficie física regable cuenta con sistemas de riego presurizado. El nivel tecnológico es bajo, ya que las hectáreas niveladas y/o equipadas con sistemas de riego entubados o de microcompuestas solamente representan un 38% de la superficie física regable. La eficiencia de la red de conducción es 66% y la de aplicación solamente 53%, lo que resulta en una eficiencia global a nivel distrito muy baja, del 35%. (d) Las estructuras hidráulicas en la red de distribución se encuentran en mal estado de mantenimiento. (e) Falta instalar estructuras de medición y control para permitir una operación eficiente, equitativa y flexible de los canales. (f) Falta una reglamentación para el manejo de las presas de almacenamiento de Módulos que comparten la misma cuenca hidrológica.	de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivo; solamente 6 cultivos anuales, incluyendo los granos maíz, avena, frijol y forrajes avena, pasto y alfalfa representan el 81% de la superficie total sembrada del DR mientras que el único cultivo perenne significativo es guayabo que ocupa solamente un 10%. Las hortalizas chile y cebolla solamente representan un 9% de la superficie sembrada. Se esperan mermas en la productividad de los cultivos debido a sequias más frecuentes y un incremento significativo en temperaturas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración) y apariciones de plagas más frecuentes. Es especialmente preocupante la reducción esperada de más de 23% en las lluvias invernales, afectando a los cultivos más importantes del ciclo otoño invierno, los cuales necesitarán cada vez más riego suplementario. El tamaño	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	medio de las parcelas en el Distrito de Riego es bajo. Por otro lado, las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época principalmente en las hortalizas y granos, ya que se incrementará el periodo libre de heladas.		
Vulnerabilidad	El grado de vulnerabilidad del sector agua, para el estado de Zacatecas, se encontrará bajo muy fuerte presión (60-80%) en el año 2025. Las sequías se incrementarán notablemente, se presentarán con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura. (INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático). En la zona del altiplano mexicano, la presencia de sequías es recurrente, impactando fuertemente en la agricultura de la región. Se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura y la ganadería. En el ciclo agrícola 2011-2012 se llegó a tal grado de sequía hidrológica, que se restringieron al 100% las presas del Cazadero, Leobardo Reynoso y Santa Rosa pertenecientes al Distrito de Riego 034, de manera que no se autorizó ninguna hectárea de riego a sembrar, lo que provocó un problema social grave, al ser la agricultura y la ganadería actividades primarias en la zona.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011); Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006); http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_zacatecas.html , INE-SEMARNAT Tercera Comunicación de Cambio Climático. SEMARNAP. 1997. México. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Asistencia técnica		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	Las altas láminas aplicadas actualmente repercuten en un bajo aprovechamiento del recurso agua a nivel parcelario y en una eficiencia de aplicación a nivel del distrito de riego del 51.8%. Por lo anterior, se requiere entre otras acciones capacitar a los usuarios y regadores en temas de manejo y	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	operación del riego por gravedad y en producción de cultivos bajo condiciones de agricultura protegida, para lograr mayores eficiencias de aplicación y una disminución de los volúmenes de riego aplicados.		
Especificaciones técnicas	Se requiere realizar los siguientes cursos y/o talleres de capacitación, dirigidos a los usuarios y regadores de los sistemas de riego por gravedad y presurizados, y a los nuevos productores de agricultura protegida: (1) Manejo y operación de sistemas de riego por gravedad y multicompuertas, (2) Manejo, operación y mantenimiento de sistemas de riego presurizados, (3) Producción de cultivos bajo condiciones de agricultura protegida y (4) Sensibilización a los impactos de los efectos del Cambio Climático en la agricultura. Cada curso-taller se impartirá en cuatro ocasiones, haciendo un total de 16 cursos, con una duración de dos días cada uno. En total 32 días de cursos-talleres. Se requiere preparar, editar e imprimir material para entregar a los participantes. Participaran dos instructores por curso. Costo aproximado: \$ 560,000.00 M.N.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Temporalidad	El periodo de impartición de los cursos (incluyendo la preparación de material de apoyo) es de cuatro meses. Con el fortalecimiento de las habilidades y capacidades en el manejo del agua de riego se tendrá una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas; por lo que la duración de los impactos de esta medida es de muchos años.		
Resultados esperados	Capacitación y fortalecimiento de habilidades de 300 usuarios de riego y regadores en aspectos de manejo y operación de sistemas de riego por gravedad y presurizado, y en producción de cultivos bajo condiciones de agricultura protegida; con la finalidad de mejorar la aplicación del agua de riego. A través de estos cursos los		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	usuarios participantes podrán compartir y asimilar las experiencias de otras zonas de riego. Esta capacitación coadyuvará a facilitar y mejorar la organización de los usuarios.		
Beneficiarios de la medida	Usuarios de riego y sus familias del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, así como de manera general todo el sector agrícola de la región. Al tener una mayor capacitación se tendrán mejores posibilidades de éxito para la producción agrícola.		
Pre-requisitos para la implementación	Identificar en cada uno de las Asociaciones de Usuarios de Riego, los socios líderes en el manejo del agua de riego y de los cultivos que participarían en los cursos-talleres. Localizar una parcela de riego en la que se lleven a cabo las prácticas demostrativas de riego eficiente y uniforme y de agricultura protegida. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos indicados. Difusión del programa de cursos e incentivar a los usuarios para que asistan a los eventos de capacitación.		
Estatus de implementación de la medida	No implementada		
Riesgos	Falta de recursos económicos por parte de los productores y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Concientización por parte de los participantes (usuarios y regadores) de la problemática real del manejo del agua de riego en el Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas bajo condiciones de Cambio Climático. La implementación de esta medida de adaptación coadyuvará a mejorar el nivel		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	de organización de los productores agrícolas de la región, al convivir durante los cursos-talleres entre usuarios o participantes de otras Asociaciones de riego.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida está enfocada a que los usuarios realicen un mejor manejo de los sistemas de riego y de manera implícita a proteger la infraestructura de riego; ambas coadyuvan a una protección ambiental al hacer un uso más eficiente del agua de riego.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. José de Jesús Pinedo Chávez (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=PICJ540615HZSNHS12&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (492) 923 55 00, 01492 4914961, conmutador 01492 4914950 ext. 1410		
Dirección, ciudad, estado:	Av. Secretaría de la Defensa Nacional Planta Baja #90, Col. Industria, Guadalupe, Zacatecas, México, C.P. 98600		
Correo electrónico:	jose.pinedo@conagua.gob.mx		

3.2.5.- Reconversión de cultivos

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reconversión de cultivos		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 034 Zacatecas, Zacatecas.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en la temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas se conforma de seis zonas de riego dispersas en varios municipios del Estado, operadas por seis Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego (ACUR), que cuentan con un promedio de superficie de 3,000 ha cada una. Su fuente de abastecimiento es una presa o un bordo de almacenamiento, una pequeña red de canales de poca capacidad, sistemas de riego tradicionales con estructuras parcelarias para el riego por gravedad. Una condición muy semejante a las 40,000 Unidades de Riego del país. Los principales cultivos que se siembran son maíz en grano y forraje, guayaba, avena forrajera, pasto y hortalizas. La superficie física regable es de 18,357 ha en beneficio de 5,658 usuarios; organizados a través de seis Asociaciones civiles.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reconversión de cultivos		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	en las presas, debido a una reducción de la precipitación.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/zacatecas.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas); las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, estos se someten a estrés hídrico y disminuye el rendimiento de los mismos. La sequía repercutirá en impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	Solamente se siembra un promedio del 60% de la superficie total regable del Distrito de Riego 034, debido a la baja disponibilidad de agua para riego. De los cultivos dominantes, los granos como maíz, avena y frijol ocupan 45%, forrajes como avena, pastos y alfalfa 36.1%, y perennes, principalmente guayabo, un 10.4% de la superficie sembrada. Las hortalizas como chile y cebolla solamente representan un 8.5% de la superficie sembrada. Los usuarios de riego beneficiados cuentan con una superficie promedio por usuario de 3.24 ha. En el ciclo agrícola 2004-2005 se sembraron 10,155 ha. De éstas, 4,309 ha cuentan con sistemas entubados de multicompuertas sin nivelación de terrenos; 277 ha con sistemas de riego entubados con multicompuertas en terrenos nivelados; 524 ha con riego por gravedad con nivelación; y 4,340 ha de riego por gravedad sin nivelación de terrenos. Existen además 276 ha de riego por goteo, 146 ha de microaspersión y 284 ha de aspersión; para un total de 706 ha de riego presurizado en operación. Cabe	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reconversión de cultivos		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	mencionar que se reportan un total de 1,026 ha de riego presurizado con infraestructura.		
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en Zacatecas para el año 2050 disminuirá entre 5 y 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación disminuirá entre 5 y 15% y la temperatura se incrementará entre 2 y 4 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Zacatecas, en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 13.13%. En invierno disminuirá del orden del 23.07% y en el verano del orden del 6.33%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 3.47 °C; en el invierno aumentará 3.23 °C y en el verano 3.36 °C.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_zacatecas.html	
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a varios de los siguientes factores identificados: (a) La población cuenta con baja diversidad de ingresos y bajo acceso a créditos y seguros. (b) La población cuenta con poco capital y recursos para la modernización de sus sistemas de riego. (c) A nivel Distrito, apenas un 5.6% de la superficie física regable cuenta con sistemas de riego presurizado. El nivel tecnológico es bajo, ya que las hectáreas niveladas y/o equipadas con sistemas de riego entubados o de microcompuertas solamente representan un 38% de la superficie física regable. La eficiencia de la red de conducción es 66% y la de aplicación solamente 53%, lo que resulta en una eficiencia global a nivel distrito muy baja, del 35%. (d) Las estructuras hidráulicas en la red de distribución se encuentran en mal estado de mantenimiento. (e) Falta instalar estructuras de medición y	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reconversión de cultivos		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	control para permitir una operación eficiente, equitativa y flexible de los canales. (f) Falta una reglamentación para el manejo de las presas de almacenamiento de Módulos que comparten la misma cuenca hidrológica.		
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivo; solamente 6 cultivos anuales, incluyendo los granos maíz, avena, frijol y forrajes avena, pasto y alfalfa representan el 81% de la superficie total sembrada del DR mientras que el único cultivo perenne significativo es guayabo que ocupa solamente un 10%. Las hortalizas chile y cebolla solamente representan un 9% de la superficie sembrada. Se esperan mermas en la productividad de los cultivos debido a sequías más frecuentes y un incremento significativo en temperaturas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración) y apariciones de plagas más frecuentes. Es especialmente preocupante la reducción esperada de más de 23% en las lluvias invernales, afectando a los cultivos más importantes del ciclo otoño invierno, los cuales necesitarán cada vez más riego suplementario. El tamaño medio de las parcelas en el Distrito de Riego es bajo. Por otro lado, las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época principalmente en las hortalizas y granos, ya que se incrementará el periodo libre de heladas.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Vulnerabilidad	El grado de vulnerabilidad del sector agua, para el estado de Zacatecas, se encontrará bajo muy fuerte presión (60-80%) en el año 2025. Las sequías se incrementarán notablemente, se presentarán con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura. (INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático). En la zona del altiplano mexicano, la presencia de sequías es recurrente, impactando fuertemente en la	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011); Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006); http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vuln	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reconversión de cultivos		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	agricultura de la región. Se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura y la ganadería. En el ciclo agrícola 2011-2012 se llegó a tal grado de sequía hidrológica, que se restringieron al 100% las presas del Cazadero, Leobardo Reynoso y Santa Rosa pertenecientes al Distrito de Riego 034, de manera que no se autorizó ninguna hectárea de riego a sembrar, lo que provocó un problema social grave, al ser la agricultura y la ganadería actividades primarias en la zona.	e_zacatecas.html, INE-SEMARNAT Tercera Comunicación de Cambio Climático. SEMARNAP. 1997. México. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Manejo de Recursos naturales		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	Dado los altos requerimientos de riego de algunos de los cultivos principales del Distrito de riego, se requiere redistribuir las superficies para dar más peso a los cultivos con requerimientos de riego más bajos y/o mayor oportunidad de mercado.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Especificaciones técnicas	Se requiere reducir la superficie de forrajes a un 25%, eliminando el cultivo de zacate en toda su superficie; se debe mantener la superficie de granos básicos (45%) y reducir la de perennes a 7.5%. Por otro lado la superficie de hortalizas se debe incrementar a 22.5%; ya que los cultivos de chile, cebolla y jitomate tienen un bajo requerimiento de riego y pueden tener una mayor oportunidad de mercado. Para su implementación se requiere implementar una serie de reuniones con los representantes de cada módulo de riego, con la presencia de la CONAGUA local, los representantes de la SAGARPA y del gobierno del Estado de Zacatecas; en donde se les presenten los requerimientos de riego y los volúmenes	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reconversión de cultivos		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	aplicados para cada grupo de cultivos actuales y propuestos, además de presentar un estudio de mercado para la cédula de cultivos propuestos. El costo aproximado para implementar esta medida de adaptación, que incluye la coordinación y el estudio de mercado es de: \$ 400,000.00 M.N.		
Temporalidad	12 meses		
Resultados esperados	Se espera una reducción significativa del requerimiento de riego y del volumen de agua utilizado en el Distrito de Riego mediante la reconversión de cultivos, reduciendo la superficie de cultivos de alto requerimiento hídrico e incrementando la superficie de cultivos de bajo requerimiento de riego. La superficie que actualmente se siembra es de 10,115 ha. Se reconvertirán cultivos forrajeros (alfalfa y zacate) a hortalizas en una superficie de 1,127.2 ha (11.1%), reduciendo el requerimiento de riego de 82.6 cm a 38.5 cm, representa un ahorro de agua de 4.97 millones de m ³ . Adicionando lo de perennes en una superficie de 293.3 ha (2.9 %) y reduciendo el requerimiento de riego de 53.6 cm a 38.5 cm se obtiene un volumen ahorrado adicional de 0.44 millones de m ³ ; haciendo un volumen total ahorrado por la reconversión de cultivos de 5.41 millones de metros cúbicos de agua anuales.		
Beneficiarios de la medida	5,676 usuarios de riego/agricultores y sus familias del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, así como de manera general todo el sector agrícola de la región.		
Pre-requisitos para la implementación	Implementar reuniones con los representantes de cada módulo de riego, con la presencia de la CONAGUA local, los representantes de la SAGARPA y del gobierno del Estado de Zacatecas, y elaborar el estudio de mercado de la nueva cédula de cultivos.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reconversión de cultivos		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Estatus de implementación de la medida	No implementada		
Riesgos	Falta de interés de los representantes de las Asociaciones civiles de usuarios de riego, y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Acercamiento de las diferentes instancias de gobierno con las Asociaciones civiles de usuarios de riego. Con los resultados obtenidos los productores agrícolas tendrá una mayor conciencia del uso eficiente del agua de riego. Los usuarios tendrán una mejor capacidad de enfrentar los eventos extremos que puedan presentar una amenaza a sus cultivos, especialmente las sequías, ya que los nuevos cultivos tendrán requerimientos de riego más bajos y en consecuencia la utilización de menores volúmenes de agua de riego.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Es una medida de protección ambiental, ya que se favorece un patrón de cultivos con menor requerimiento de agua, lo que genera la reducción de los volúmenes de agua utilizados para una misma superficie cultivada, lo que permite conservar el agua de riego en las fuentes de abastecimiento.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. José de Jesús Pinedo Chávez (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=PICJ540615HZSNHS12&_idDependenci	
Teléfonos:	01 (492) 923 55 00, 01492 4914961, conmutador 01492 4914950 ext. 1410		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reconversión de cultivos		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Dirección, ciudad, estado:	Av. Secretaría de la Defensa Nacional Planta Baja #90, Col. Industria, Guadalupe, Zacatecas, México, C.P. 98600	a=16101	
Correo electrónico:	jose.pinedo@conagua.gob.mx		

3.2.6.- Riego en surco alterno y trazos de riego

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 034 Zacatecas, Zacatecas.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en la temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas se conforma de seis zonas de riego dispersas en varios municipios del Estado, operadas por seis Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego (ACUR), que cuentan con un promedio de superficie de 3,000 ha cada una. Su fuente de abastecimiento es una presa o un bordo de almacenamiento, una pequeña red de canales de poca	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	capacidad, sistemas de riego tradicionales con estructuras parcelarias para el riego por gravedad. Una condición muy semejante a las 40,000 Unidades de Riego del país. Los principales cultivos que se siembran son maíz en grano y forraje, guayaba, avena forrajera, pasto y hortalizas. La superficie física regable es de 18,357 ha en beneficio de 5,658 usuarios; organizados a través de seis Asociaciones civiles.		
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua en las presas, debido a una reducción de la precipitación.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/zacatecas.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas); las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, estos se someten a estrés hídrico y disminuye el rendimiento de los mismos. La sequía repercutirá en impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	Solamente se siembra un promedio del 60% de la superficie total regable del Distrito de Riego 034, debido a la baja disponibilidad de agua para riego. De los cultivos dominantes, los granos como maíz, avena y frijol ocupan 45%, forrajes como avena, pastos y alfalfa 36.1%, y perennes, principalmente guayabo, un 10.4% de la superficie sembrada. Las hortalizas como chile y cebolla solamente representan un 8.5% de la superficie sembrada. Los usuarios de riego beneficiados cuentan con una	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	superficie promedio por usuario de 3.24 ha. En el ciclo agrícola 2004-2005 se sembraron 10,155 ha. De éstas, 4,309 ha cuentan con sistemas entubados de multicompuertas sin nivelación de terrenos; 277 ha con sistemas de riego entubados con multicompuertas en terrenos nivelados; 524 ha con riego por gravedad con nivelación; y 4,340 ha de riego por gravedad sin nivelación de terrenos. Existen además 276 ha de riego por goteo, 146 ha de microaspersión y 284 ha de aspersion; para un total de 706 ha de riego presurizado en operación. Cabe mencionar que se reportan un total de 1,026 ha de riego presurizado con infraestructura.		
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en Zacatecas para el año 2050 disminuirá entre 5 y 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación disminuirá entre 5 y 15% y la temperatura se incrementará entre 2 y 4 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Zacatecas, en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 13.13%. En invierno disminuirá del orden del 23.07% y en el verano del orden del 6.33%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 3.47 °C; en el invierno aumentará 3.23 °C y en el verano 3.36 °C.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_zacatecas.html	
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a varios de los siguientes factores identificados: (a) La población cuenta con baja diversidad de ingresos y bajo acceso a créditos y seguros. (b) La población cuenta con poco capital y recursos para la modernización de sus sistemas de riego. (c) A nivel Distrito, apenas un 5.6% de la	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	superficie física regable cuenta con sistemas de riego presurizado. El nivel tecnológico es bajo, ya que las hectáreas niveladas y/o equipadas con sistemas de riego entubados o de microcompuestas solamente representan un 38% de la superficie física regable. La eficiencia de la red de conducción es 66% y la de aplicación solamente 53%, lo que resulta en una eficiencia global a nivel distrito muy baja, del 35%. (d) Las estructuras hidráulicas en la red de distribución se encuentran en mal estado de mantenimiento. (e) Falta instalar estructuras de medición y control para permitir una operación eficiente, equitativa y flexible de los canales. (f) Falta una reglamentación para el manejo de las presas de almacenamiento de Módulos que comparten la misma cuenca hidrológica.		
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivo; solamente 6 cultivos anuales, incluyendo los granos maíz, avena, frijol y forrajes avena, pasto y alfalfa representan el 81% de la superficie total sembrada del DR mientras que el único cultivo perenne significativo es guayabo que ocupa solamente un 10%. Las hortalizas chile y cebolla solamente representan un 9% de la superficie sembrada. Se esperan mermas en la productividad de los cultivos debido a sequias más frecuentes y un incremento significativo en temperaturas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración) y apariciones de plagas más frecuentes. Es especialmente preocupante la reducción esperada de más de 23% en las lluvias invernales, afectando a los cultivos más importantes del ciclo otoño invierno, los cuales necesitarán cada vez más riego suplementario. El tamaño medio de las parcelas en el Distrito de Riego es bajo. Por otro lado, las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	principalmente en las hortalizas y granos, ya que se incrementará el periodo libre de heladas.		
Vulnerabilidad	El grado de vulnerabilidad del sector agua, para el estado de Zacatecas, se encontrará bajo muy fuerte presión (60-80%) en el año 2025. Las sequías se incrementarán notablemente, se presentarán con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura. (INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático). En la zona del altiplano mexicano, la presencia de sequías es recurrente, impactando fuertemente en la agricultura de la región. Se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura y la ganadería. En el ciclo agrícola 2011-2012 se llegó a tal grado de sequía hidrológica, que se restringieron al 100% las presas del Cazadero, Leobardo Reynoso y Santa Rosa pertenecientes al Distrito de Riego 034, de manera que no se autorizó ninguna hectárea de riego a sembrar, lo que provocó un problema social grave, al ser la agricultura y la ganadería actividades primarias en la zona.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011); Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006); http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulnerable_zacatecas.html , INE-SEMARNAT Tercera Comunicación de Cambio Climático. SEMARNAT. 1997. México. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Manejo de Recursos naturales		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	Entre los cultivos más importantes del distrito, los granos básicos (por ejemplo, maíz y frijol) y hortalizas (chile) se cultivan en hileras y cuando se utilizan sistema de riego por gravedad (en buena parte de la superficie en este distrito) se riegan mediante surcos. Una manera de disminuir las láminas de riego aplicadas consiste en regar por surcos alternos, es decir, el agua se aplica dejando un surco alterno sin regar, en el siguiente riego el agua se	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	aplica en el surco no regado en el riego anterior. Aunado al surco alterno se requiere la implementación de trazos de riego que definan el gasto óptimo para el tipo de suelo y la longitud de los surcos.		
Especificaciones técnicas	Para regar por surcos alternos se requiere seleccionar aquellas áreas que tengan texturas de suelos de media a fina, con la finalidad de que el agua se infiltre tanto vertical como horizontalmente. Por otro lado, se requiere caracterizar estas parcelas para seleccionar el gasto de riego unitario que hace eficiente el riego bajo estas condiciones de surco alterno. Si se considera que actualmente se están aplicando láminas de riego para los cultivos arriba indicados de 58 cm, con estas medidas de adaptación se estarían reduciendo a una lámina de 42 cm. El costo aproximado para implementar esta medida de adaptación de regar en surco alterno, incluyendo la elaboración de los trazos y selección del gasto de riego, y la promoción para utilizar los surcos alternos entre los usuarios del Distrito de Riego, en una superficie de riego de 2,000 ha, es de \$ 900,000.00 M.N.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Temporalidad	12 meses		
Resultados esperados	Implementación del riego en surco alterno en una superficie de 2,000 ha, así como los estudios de trazo y selección del gasto de riego unitario para la superficie indicada para los cultivos en hileras, principalmente, maíz, frijol y chile que se riegan en surcos. Considerando que el requerimiento de riego promedio de estos cultivos es de 30 cm, y con la eficiencia de aplicación actual del 51.8 %, resulta una lámina aplicada de 57.9 cm, con esta medida de adaptación es factible ahorrar una lámina de riego de 15 cm, por lo que se estaría ahorrando un volumen de agua de 3 millones de metros cúbicos por ciclo de cultivo.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Beneficiarios de la medida	619 usuarios de riego/agricultores y sus familias del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, así como de manera general todo el distrito de riego al disponer de mayor volumen de agua de riego.		
Pre-requisitos para la implementación	Implementar reuniones con los representantes de cada módulo de riego y del Distrito de Riego 034, estado de Zacatecas. Elaborar los estudios de trazo y selección del gasto de riego óptimo.		
Estatus de implementación de la medida	No implementada		
Riesgos	Falta de interés de los representantes de las Asociaciones civiles de usuarios de riego, y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Esta medida de adaptación va muy ligada con las medidas de adaptación de nivelación de tierras y de asistencia técnica, por lo que si se implementan en su conjunto sería un fuerte impulso hacia el mejoramiento de las eficiencias de riego en la parcela, que es en donde se pierde más agua de todas las componentes de los sistemas de riego.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección del sistema de riego y de protección ambiental. La primera está ligada a que con los trazos de riego se conserva y se impulsa más el mantenimiento del sistema de riego por gravedad. La protección ambiental ya que se tendrán ahorros de agua, misma que se puede conservar en el acuífero o bien en las presas de almacenamiento.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Riego en surco alterno y trazos de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. José de Jesús Pinedo Chávez (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=PICJ540615HZSNHS12&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (492) 923 55 00, 01492 4914961, conmutador 01492 4914950 ext. 1410		
Dirección, ciudad, estado:	Av. Secretaría de la Defensa Nacional Planta Baja #90, Col. Industria, Guadalupe, Zacatecas, México, C.P. 98600		
Correo electrónico:	jose.pinedo@conagua.gob.mx		

3.2.7.- Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 034 Zacatecas, Zacatecas.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en la temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
		(2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas se conforma de seis zonas de riego dispersas en varios municipios del Estado, operadas por seis Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego (ACUR), que cuentan con un promedio de superficie de 3,000 ha cada una. Su fuente de abastecimiento es una presa o un bordo de almacenamiento, una pequeña red de canales de poca capacidad, sistemas de riego tradicionales con estructuras parcelarias para el riego por gravedad. Una condición muy semejante a las 40,000 Unidades de Riego del país. Los principales cultivos que se siembran son maíz en grano y forraje, guayaba, avena forrajera, pasto y hortalizas. La superficie física regable es de 18,357 ha en beneficio de 5,658 usuarios; organizados a través de seis Asociaciones civiles.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua en las presas, debido a una reducción de la precipitación.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/zacatecas.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas); las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, estos se someten a estrés hídrico y disminuye el rendimiento de los mismos. La sequía repercutirá en impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Sistema de interés	Solamente se siembra un promedio del 60% de la superficie total regable del Distrito de Riego 034, debido a la baja disponibilidad de agua para riego. De los cultivos dominantes, los granos como maíz, avena y frijol ocupan 45%, forrajes como avena, pastos y alfalfa 36.1%, y perennes, principalmente guayabo, un 10.4% de la superficie sembrada. Las hortalizas como chile y cebolla solamente representan un 8.5% de la superficie sembrada. Los usuarios de riego beneficiados cuentan con una superficie promedio por usuario de 3.24 ha. En el ciclo agrícola 2004-2005 se sembraron 10,155 ha. De éstas, 4,309 ha cuentan con sistemas entubados de multicompuertas sin nivelación de terrenos; 277 ha con sistemas de riego entubados con multicompuertas en terrenos nivelados; 524 ha con riego por gravedad con nivelación; y 4,340 ha de riego por gravedad sin nivelación de terrenos. Existen además 276 ha de riego por goteo, 146 ha de microaspersión y 284 ha de aspersión; para un total de 706 ha de riego presurizado en operación. Cabe mencionar que se reportan un total de 1,026 ha de riego presurizado con infraestructura.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en Zacatecas para el año 2050 disminuirá entre 5 y 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación disminuirá entre 5 y 15% y la temperatura se incrementará entre 2 y 4 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Zacatecas, en el periodo del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 13.13%. En invierno disminuirá del orden del 23.07% y en el verano del orden del 6.33%.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_zacatecas.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 3.47 °C; en el invierno aumentará 3.23 °C y en el verano 3.36 °C.		
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a varios de los siguientes factores identificados: (a) La población cuenta con baja diversidad de ingresos y bajo acceso a créditos y seguros. (b) La población cuenta con poco capital y recursos para la modernización de sus sistemas de riego. (c) A nivel Distrito, apenas un 5.6% de la superficie física regable cuenta con sistemas de riego presurizado. El nivel tecnológico es bajo, ya que las hectáreas niveladas y/o equipadas con sistemas de riego entubados o de microcompuertas solamente representan un 38% de la superficie física regable. La eficiencia de la red de conducción es 66% y la de aplicación solamente 53%, lo que resulta en una eficiencia global a nivel distrito muy baja, del 35%. (d) Las estructuras hidráulicas en la red de distribución se encuentran en mal estado de mantenimiento. (e) Falta instalar estructuras de medición y control para permitir una operación eficiente, equitativa y flexible de los canales. (f) Falta una reglamentación para el manejo de las presas de almacenamiento de Módulos que comparten la misma cuenca hidrológica.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivo; solamente 6 cultivos anuales, incluyendo los granos maíz, avena, frijol y forrajes avena, pasto y alfalfa representan el 81% de la superficie total sembrada del DR mientras que el único cultivo perenne significativo es guayabo que ocupa solamente un 10%. Las hortalizas chile y cebolla solamente representan un 9% de la superficie sembrada. Se esperan mermas en la productividad de los cultivos debido a sequias más frecuentes y un incremento significativo en temperaturas	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración) y apariciones de plagas más frecuentes. Es especialmente preocupante la reducción esperada de más de 23% en las lluvias invernales, afectando a los cultivos más importantes del ciclo otoño invierno, los cuales necesitarán cada vez más riego suplementario. El tamaño medio de las parcelas en el Distrito de Riego es bajo. Por otro lado, las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época principalmente en las hortalizas y granos, ya que se incrementará el periodo libre de heladas.		
Vulnerabilidad	El grado de vulnerabilidad del sector agua, para el estado de Zacatecas, se encontrará bajo muy fuerte presión (60-80%) en el año 2025. Las sequías se incrementarán notablemente, se presentarán con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura. (INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático). En la zona del altiplano mexicano, la presencia de sequías es recurrente, impactando fuertemente en la agricultura de la región. Se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura y la ganadería. En el ciclo agrícola 2011-2012 se llegó a tal grado de sequía hidrológica, que se restringieron al 100% las presas del Cazadero, Leobardo Reynoso y Santa Rosa pertenecientes al Distrito de Riego 034, de manera que no se autorizó ninguna hectárea de riego a sembrar, lo que provocó un problema social grave, al ser la agricultura y la ganadería actividades primarias en la zona.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011); Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006); http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulnerabilidad_zacatecas.html , INE-SEMARNAT Tercera Comunicación de Cambio Climático. SEMARNAP. 1997. México. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Construcción o instalación de infraestructura		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	<p>Prácticas culturales en función del clima y desarrollo del cultivo: La intensificación en el desarrollo de los cultivos, la disminución de la lluvia y el incremento de la temperatura demandarán un ajuste estacional en el manejo de los cultivos, que requerirá del ajuste en las prácticas agronómicas, en el uso e intensidad de pesticidas y fertilizantes, en la adopción de nuevas herramientas para la selección de la variedad y el monitoreo de cultivos, en la mejora de la tecnología de riego y drenaje parcelario, y sobre todo en el desarrollo de capacidades gerenciales y técnicas de los agricultores. Una técnica precisa para acoplar las demandas de los cultivos a la variabilidad climática es el uso del concepto grados día.</p>	<p>IMTA, 2012: Aplicación y análisis de encuesta informática para generar acciones de adaptación viables para el sector agrícola (IMTA RD-1217.3).</p>	
Especificaciones técnicas	<p>Con base en los datos de temperatura recolectados por la red de estaciones agrometeorológicas instaladas y representativas de este distrito de riego, las cuales están integradas a la Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas, operada por el INIFAP, se aplicará la programación de riegos, de fertilizantes y pesticidas en función de la etapa de desarrollo del cultivo, esta última obtenida en campo mediante la observación de la fenología del cultivo acoplada con el seguimiento de las condiciones climáticas, y en específico, al cálculo de los días grados acumulados desde la fecha de siembra. Se estima que existen actualmente 8 estaciones meteorológicas instaladas en el área del Distrito de Riego. Las acciones a implementar son las siguientes: (1) Se considera la rehabilitación de 5 estaciones, y la adquisición de 4 nuevas estaciones; para completar 12 estaciones en total. (2) Se adecuará y se transferirá un</p>	<p>IMTA, 2012: Aplicación y análisis de encuesta informática para generar acciones de adaptación viables para el sector agrícola (IMTA RD-1217.3). Sitio web de la Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas del INIFAP: http://clima.inifap.gob.mx/redclima/clima/default.aspx?estado=31</p>	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	modelo de programación de riego por días grados. (3) Se desarrollarán y transferirán modelos para el pronóstico de plagas y enfermedades. (4) Se integrará una base de datos climatológicos en un sistema de información geográfica (SIG) para contar con una herramienta de visualización de la variabilidad espacial de clima en el área de influencia del distrito de riego. El costo estimado para implementar esta medida de adaptación es de \$ 2' 500,000.00 M.N.		
Temporalidad	El periodo para llevar a cabo la implementación de esta medida es a mediano plazo, de 5 años. Con la implementación del conjunto de las 4 medidas antes mencionadas en las especificaciones técnicas, se mejorará la programación de aplicación del riego, fertilizantes y pesticidas y se tendrá un mejor aprovechamiento de dichos insumos y menor consumo total de agua de riego, logrando una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas. La duración de los impactos de esta medida será de al menos 20 años, pudiendo ser mayor en la medida que los productores realicen un mantenimiento preventivo a la red de estaciones agroclimatológicas e implementen la utilización de los modelos con base en los días grados de calor para predicción de plagas, enfermedades y del tiempo oportuno para reponer el agua a los cultivos.		
Resultados esperados	Se espera disponer de una herramienta para prevención de plagas y enfermedades de los cultivos, y para programación del riego en función de los días grado, para toda la superficie física del Distrito de riego, es decir, 18,360 hectáreas.		
Beneficiarios de la medida	En forma directa se beneficiarían los 5,676 productores del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, al disponer de un sistema de prevención fitosanitario y de		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	programación del riego.		
Pre-requisitos para la implementación	Realizar reuniones con los representantes de las seis Asociaciones civiles de usuarios para revisar las acciones de implementación de las prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo. Elaborar los estudios de diagnóstico del estado actual de funcionamiento de la red de estaciones agrometeorológicas existentes en el Estado de Zacatecas. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo la rehabilitación de las estaciones existentes y adquisición de estaciones adicionales, si fuera necesario, y para el desarrollo e implementación de los modelos de prevención fitosanitaria y de programación de riego. Contar con los paquetes técnicos de los cultivos beneficiados, incluyendo la información fenológica, requerimientos de riego y de fertilizantes así como modelos disponibles para manejo de plagas y enfermedades en función de días grados de calor.		
Estatus de implementación de la medida	Implementada en forma parcial por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).		
Riesgos	Falta de recursos económicos por parte de los productores y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Con la implementación de esta medida, se generarán empleos en la región al incrementarse la productividad del agua y de la tierra. Con los resultados obtenidos los productores agrícolas tendrá una mayor conciencia del		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	uso eficiente del agua de riego y de los insumos agrícolas. Además de tener un cuidado y un mejor mantenimiento preventivo de la red de estaciones agroclimatológicas, lo que también beneficiará a la sociedad en general al generar y disponer de una base de datos de clima más confiable, capaz de alertar a los usuarios de los eventos extremos que puedan presentar una amenaza a sus cultivos, como son: sequías, heladas, tormentas tropicales.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección de infraestructura (red de estaciones meteorológicas) y de protección ambiental al hacer un uso eficiente del agua de riego, y al reducir la cantidad de los insumos de agroquímicos al prevenir enfermedades de los cultivos, con el sistema de monitoreo del clima.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. José de Jesús Pinedo Chávez (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=PICJ540615HZSNHS12&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (492) 923 55 00, 01492 4914961, conmutador 01492 4914950 ext. 1410		
Dirección, ciudad, estado:	Av. Secretaría de la Defensa Nacional Planta Baja #90, Col. Industria, Guadalupe, Zacatecas, México, C.P. 98600		
Correo electrónico:	jose.pinedo@conagua.gob.mx		

3.2.8.- Incorporación de rastrojos al suelo

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Incorporación de rastrojos al suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 034 Zacatecas, Zacatecas.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en la temperaturas mínima, media y máxima, y precipitación	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas se conforma de seis zonas de riego dispersas en varios municipios del Estado, operadas por seis Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego (ACUR), que cuentan con un promedio de superficie de 3,000 ha cada una. Su fuente de abastecimiento es una presa o un bordo de almacenamiento, una pequeña red de canales de poca capacidad, sistemas de riego tradicionales con estructuras parcelarias para el riego por gravedad. Una condición muy semejante a las 40,000 Unidades de Riego del país. Los principales cultivos que se siembran son maíz en grano y forraje, guayaba, avena forrajera, pasto y hortalizas. La superficie física regable es de 18,357 ha en beneficio de 5,658 usuarios; organizados a través de seis Asociaciones civiles.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Incorporación de rastrojos al suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	en las presas, debido a una reducción de la precipitación.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/zacatecas.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento (presas); las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y pastos y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, estos se someten a estrés hídrico y disminuye el rendimiento de los mismos. La sequía repercutirá en impactos sociales al generar desempleo, abandono de tierras, migraciones y conflictos entre los usuarios del agua.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	Solamente se siembra un promedio del 60% de la superficie total regable del Distrito de Riego 034, debido a la baja disponibilidad de agua para riego. De los cultivos dominantes, los granos como maíz, avena y frijol ocupan 45%, forrajes como avena, pastos y alfalfa 36.1%, y perennes, principalmente guayabo, un 10.4% de la superficie sembrada. Las hortalizas como chile y cebolla solamente representan un 8.5% de la superficie sembrada. Los usuarios de riego beneficiados cuentan con una superficie promedio por usuario de 3.24 ha. En el ciclo agrícola 2004-2005 se sembraron 10,155 ha. De éstas, 4,309 ha cuentan con sistemas entubados de multicompuertas sin nivelación de terrenos; 277 ha con sistemas de riego entubados con multicompuertas en terrenos nivelados; 524 ha con riego por gravedad con nivelación; y 4,340 ha de riego por gravedad sin nivelación de terrenos. Existen además 276 ha de riego por goteo, 146 ha de microaspersión y 284 ha de aspersión; para un total de 706 ha de riego presurizado en operación. Cabe	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Incorporación de rastrojos al suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	mencionar que se reportan un total de 1,026 ha de riego presurizado con infraestructura.		
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en Zacatecas para el año 2050 disminuirá entre 5 y 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación disminuirá entre 5 y 15% y la temperatura se incrementará entre 2 y 4 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Zacatecas, en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 13.13%. En invierno disminuirá del orden del 23.07% y en el verano del orden del 6.33%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 3.47 °C; en el invierno aumentará 3.23 °C y en el verano 3.36 °C.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_zacatecas.html	
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a varios de los siguientes factores identificados: (a) La población cuenta con baja diversidad de ingresos y bajo acceso a créditos y seguros. (b) La población cuenta con poco capital y recursos para la modernización de sus sistemas de riego. (c) A nivel Distrito, apenas un 5.6% de la superficie física regable cuenta con sistemas de riego presurizado. El nivel tecnológico es bajo, ya que las hectáreas niveladas y/o equipadas con sistemas de riego entubados o de microcompuertas solamente representan un 38% de la superficie física regable. La eficiencia de la red de conducción es 66% y la de aplicación solamente 53%, lo que resulta en una eficiencia global a nivel distrito muy baja, del 35%. (d) Las estructuras hidráulicas en la red de distribución se encuentran en mal estado de mantenimiento. (e) Falta instalar estructuras de medición y	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Incorporación de rastrojos al suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	control para permitir una operación eficiente, equitativa y flexible de los canales. (f) Falta una reglamentación para el manejo de las presas de almacenamiento de Módulos que comparten la misma cuenca hidrológica.		
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivo; solamente 6 cultivos anuales, incluyendo los granos maíz, avena, frijol y forrajes avena, pasto y alfalfa representan el 81% de la superficie total sembrada del DR mientras que el único cultivo perenne significativo es guayabo que ocupa solamente un 10%. Las hortalizas chile y cebolla solamente representan un 9% de la superficie sembrada. Se esperan mermas en la productividad de los cultivos debido a sequías más frecuentes y un incremento significativo en temperaturas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración) y apariciones de plagas más frecuentes. Es especialmente preocupante la reducción esperada de más de 23% en las lluvias invernales, afectando a los cultivos más importantes del ciclo otoño invierno, los cuales necesitarán cada vez más riego suplementario. El tamaño medio de las parcelas en el Distrito de Riego es bajo. Por otro lado, las temperaturas más suaves en invierno permitirán mayores productividades en esta época principalmente en las hortalizas y granos, ya que se incrementará el periodo libre de heladas.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Vulnerabilidad	El grado de vulnerabilidad del sector agua, para el estado de Zacatecas, se encontrará bajo muy fuerte presión (60-80%) en el año 2025. Las sequías se incrementarán notablemente, se presentarán con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura. (INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático). En la zona del altiplano mexicano, la presencia de sequías es recurrente, impactando fuertemente en la	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011); Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006); http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vuln	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Incorporación de rastrojos al suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	agricultura de la región. Se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura y la ganadería. En el ciclo agrícola 2011-2012 se llegó a tal grado de sequía hidrológica, que se restringieron al 100% las presas del Cazadero, Leobardo Reynoso y Santa Rosa pertenecientes al Distrito de Riego 034, de manera que no se autorizó ninguna hectárea de riego a sembrar, lo que provocó un problema social grave, al ser la agricultura y la ganadería actividades primarias en la zona.	e_zacatecas.html, INE-SEMARNAT Tercera Comunicación de Cambio Climático. SEMARNAP. 1997. México. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Manejo de Recursos Naturales		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	Para enfrentar el alto grado de sequía hidrológica que ha impactado al Distrito de Riego 034 en los últimos ciclos agrícolas, y dado los altos requerimientos de agua de riego y los altos consumos de fertilizantes (principalmente nitrógeno); se requiere implementar un sistema de conservación de la humedad del suelo, que permita dar sustentabilidad a la práctica de la agricultura. Esta propuesta consiste en incorporar al suelo los residuos del cultivo anterior (rastrojos), principalmente en los cultivos de maíz, avena y trigo, con la finalidad de: (a) Conservar la humedad y reducir la erosión del suelo; (b) reducir las deficiencias hídricas; (c) mejorar la estructura del suelo; (d) incrementar la productividad del suelo; y (e) reducir los costos de producción, entre otras ventajas.	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	
Especificaciones técnicas	Se implementarán sistemas de conservación de la humedad del suelo en una superficie de 100 ha. Al implementarse esta medida, se mantendrá por lo menos 30% de la superficie del suelo cubierta con residuos	Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. (IMTA, 2006).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Incorporación de rastrojos al suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	(rastrojos) después de la siembra. Los residuos pueden provenir de un cultivo forrajero, de cultivo de cobertera de invierno, de un cultivo de grano pequeño o de un cultivo en hilera. Para su implementación se requiere implementar una serie de reuniones con los representantes de cada módulo de riego, con los representantes de la SAGARPA y del FIRA; en donde se les presenten las ventajas y desventajas de este tipo de sistema de producción. El costo aproximado para implementar esta medida de adaptación en una superficie de 100 ha, en la que se apoye con la asesoría técnica, con parcelas demostrativas y apoyos para la incorporación de rastrojos, y su seguimiento, es de \$ 2'000 000.00 M.N.		
Temporalidad	12 meses		
Resultados esperados	Conservación de la humedad del suelo, al disminuir la evaporación del agua debido a la capa superficial de rastrojos, reduciendo los volúmenes de agua aplicados al cultivo en un 20%. Disminución de los problemas de erosión del suelo. Coadyuvación a una agricultura productiva y sustentable mediante el incremento de la cantidad de materia orgánica en el suelo, en el mediano plazo reduciendo a la mitad la cantidad de fertilizante aplicado al cultivo, considerando que actualmente las dosis de nitrógeno aplicado es del orden de 150 a 200 kg/ha.		
Beneficiarios de la medida	100 usuarios de riego/agricultores del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas.		
Pre-requisitos para la implementación	Implementar reuniones con los representantes de cada módulo de riego, para seleccionar a los productores cooperantes. Involucrar la participación del gobierno estatal.		
Estatus de implementación	No implementada.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Incorporación de rastrojos al suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
de la medida			
Riesgos	Falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Acercamiento de las diferentes instancias de gobierno con las Asociaciones civiles de usuarios de riego. Con los resultados obtenidos los productores agrícolas tendrá una mayor conciencia del uso sustentable de los recursos agua y suelo. Los usuarios tendrán una mejor capacidad de enfrentar los eventos extremos que puedan presentar una amenaza a sus cultivos, especialmente las sequías, ya que con esta medida de adaptación el suelo conservará durante un mayor tiempo la humedad e incrementará con el tiempo su fertilidad.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección ambiental, al reducir la evaporación del agua en el suelo y favorecer la conservación de la humedad dentro del mismo. Además la protección del suelo al reducir los problemas de erosión. Con la implementación de esta medida de adaptación, se incorpora una capa de residuos orgánicos al suelo que favorece la conservación del calor del suelo en invierno y la reducción de temperaturas superficiales en el verano.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. José de Jesús Pinedo Chávez (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=PICJ540615HZSNHS12&_idDependenci	
Teléfonos:	01 (492) 923 55 00, 01492 4914961, conmutador 01492 4914950 ext. 1410		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Incorporación de rastrojos al suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Dirección, ciudad, estado:	Av. Secretaría de la Defensa Nacional Planta Baja #90, Col. Industria, Guadalupe, Zacatecas, México, C.P. 98600	a=16101	
Correo electrónico:	jose.pinedo@conagua.gob.mx		

3.3.- Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán

Las medidas de adaptación para el Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán son las siguientes:

1. Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo.
2. Asistencia técnica (capacitación) a operadores y usuarios de los sistemas de riego.
3. Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios por gravedad.
4. Rehabilitación de los sistemas de riego presurizados.
5. Reestructuración y compactación de las Asociaciones de Usuarios de riego.
6. Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.
7. Adquisición de maquinaria y equipo de conservación de infraestructura.
8. Acolchado orgánico sobre el suelo.
9. Monitoreo del Agua Subterránea.

Para cada medida de adaptación de esta ficha se agregó un nuevo campo para indicar si la medida atiende aspectos de protección de infraestructura y/o de protección ambiental.

Se ha considerado la participación ciudadana a partir del proceso de elaboración e implementación del Plan director de este distrito, mediante la convocatoria de reuniones con los Usuarios de riego para que participen en la toma de decisiones y acuerdos de las acciones que se plasmaron en el plan director. Esta ficha técnica propone en las medidas de adaptación No. 1, 3, 6, 7 y 8 reuniones con cada módulo de riego para explicar los beneficios de cada medida, y en la medida No. 2 y 8 implementar eventos de capacitación sobre la cultura de uso sustentable del agua, con participación directa de los usuarios de riego. En las medidas de adaptación 3 y 4 (Tecnificación y Rehabilitación del riego parcelario), se atendieron variables de protección ambiental vinculadas con la modernización de la infraestructura, como lo es la propuesta de utilizar polietilenos o cintillas biodegradables.

La medida de adaptación No. 2 de esta ficha técnica propone acciones de capacitación sobre sensibilización a los impactos de los efectos del Cambio Climático en la agricultura.

En la medida de adaptación No. 6 se propone la integración de la base de datos de la red de estaciones meteorológicas de este Distrito en un sistema de información geográfica (SIG) con fines de alertas a fenómenos climáticos extremos.

Se implementó la medida de adaptación No. 9 Monitoreo del agua subterránea.

En todas las medidas se hace constar que existe el riesgo de "Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.". La medida de adaptación No. 3 de esta ficha se alinea con Objetivo 3.3.1: "Reducir la vulnerabilidad del sector agrícola y asegurar la agrobiodiversidad del país ante los efectos del cambio climático", meta A.44: "Ahorrar 3 mil millones de metros cúbicos de agua en usos agropecuarios.", lo que corresponde a la medida de adaptación No. 2 de esta ficha y con Objetivo 3.3.2 del PECC, meta A.47:

"Tecnificar 1,722,000 ha con infraestructura hidroagrícola". La medida de adaptación No. 5 se alinea con Objetivo 3.3.2, meta A.49: "Consolidar 2,000 unidades de riego organizadas".

La medida de adaptación No. 7 del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, "Adquisición de maquinaria y equipo de conservación de infraestructura". Para comprender el porqué de esta medida de adaptación tenemos que ubicarnos en el contexto de que este Distrito de Riego es totalmente de bombeo, es decir, que para su operación depende de la extracción del agua subterránea. La implementación de esta medida de adaptación permitirá a los usuarios de riego disponer de maquinaria, equipo y herramienta para la extracción inmediata y proceder a la reparación y mantenimiento del equipo electromecánico; de esta manera reducir los riesgos de las pérdidas parciales o totales de cultivos por falta del agua para riego, y por ende reducir su vulnerabilidad ante el cambio climático. En ningún momento se menciona en la Ficha Técnica que la maquinaria o equipo sea para profundizar más las fuentes de abastecimiento.

Se adicionó la medida de adaptación No. 8 con ecotecnología de Acolchado Orgánico.

3.3.1.- Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínimas, media y máxima, y precipitación: incremento de variabilidad de precipitación y amenaza de huracanes más frecuentes y/o intensos.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán está integrado por ocho módulos de riego que agrupan a 179 unidades de riego por bombeo, las cuales extraen el volumen de agua del acuífero de la Península de Yucatán. La superficie física del Distrito asciende a 13,005.30 ha, la superficie dominada a 9,694.50 ha y la superficie sembrada a 8,891.71 ha. El Distrito depende en su totalidad del agua para riego del acuífero. El acuífero de la península de Yucatán está formado por rocas calizas de características variadas y depósitos de litoral, tiene espesor medio de 150 m y está limitado inferiormente de rocas arcillosas de baja permeabilidad. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de la falda de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos. Se ha comprobado la presencia de la cuña salada a distancias hasta de 100 km del mar, lo cual advierte el riesgo que implica la operación	Formulación del plan director para la modernización integral del distrito de riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	inadecuada de este acuífero.		
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua en los acuíferos, debido a una reducción de la precipitación.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/yucatan.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles de agua para riego en los acuíferos. Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, éstos se someten a estrés hídrico y disminuyen su rendimiento, ocasionando una disminución de la producción en la agricultura de riego.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	En la superficie sembrada de 8,891.71 ha del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, los cultivos dominantes son los perennes como los cítricos ocupando el 68%, seguidos por el maíz con el 11% y el aguacate con el 7%. Las hortalizas solamente representan el 4% de la superficie sembrada. Los beneficiarios son un total de 5,339 pequeños usuarios de riego, con una superficie promedio por usuario de 1.665 ha, organizados en 179 unidades de riego con igual número de equipos de bombeo.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en la Península de Yucatán, para el año 2050 variará entre +5 y -10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación variará entre +10 y -20% y la temperatura se incrementará entre 2 y 3 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_yucatan.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Yucatán, en el en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 18.87%; en invierno disminuirá del orden de 16.65 % y en verano del orden del 20.81%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 2.48 °C; en el invierno aumentará 2.23 °C y en el verano 2.69 °C.		
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a los siguientes factores identificados: (a) Deficiente nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) Deficiencias en la implementación de la cuota de riego, (c) Falta de maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) Deterioro de la infraestructura de riego por el abandono de las parcelas, (e) Falta implementar el uso formal de paquetes tecnológicos productivos, (f) Falta de capacitación para el uso eficiente de los equipos de bombeo y sistemas de riego, (g) Alta estratificación en la tenencia de la tierra (1.665 ha/usuario).	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivos: solamente un tipo de cultivo perenne, los cítricos, ocupan el 68% de la superficie total del distrito de riego, mientras que el maíz ocupa solamente un 11% y el aguacate un 7%. Las hortalizas solamente representan un 4% de la superficie sembrada. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. El tamaño medio de las parcelas en el distrito de riego es reducido. La eficiencia de riego es muy baja (41 al 57%) en los cultivos anuales que ocupan el 23% de la superficie sembrada, mientras que se	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	presenta un déficit hídrico en los cultivos perennes (que ocupan el 77% de la superficie) debido a que se aplican volúmenes de agua inferiores al requerimiento de riego.		
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, el estado se encontrará con presión media (20-40%) del recurso agua para 2025 (INE-SEMARNAT, 2003). A pesar de la alta precipitación en la península de Yucatán, se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura, la ganadería y en determinada medida la pesca, por el impacto en los humedales costeros de la región. La propensión a sequías contribuye a la generación y propagación de incendios forestales (Comisión Nacional del Agua, 2003). Se observa un índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales más extremos en la temporada de lluvias con valor de 4.75, y un índice de peligro de 6. El índice combinado de riesgo para Yucatán es de 5.34, lo que le ubica en la categoría de riesgo alto (IMTA, 2011).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_yucatan.html , INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático. Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XII Península de Yucatán. México.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Construcción o instalación de infraestructura		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	El 56% de los equipos de bombeo del Distrito opera con una eficiencia electromecánica menor del 40%, la cual es muy baja, mientras que el resto de los equipos opera con una eficiencia superior al 40%. Se propone la rehabilitación y modernización de los equipos electromecánicos con el objetivo de que todos los equipos de bombeo del Distrito de Riego trabajen con eficiencias electromecánicas superiores al 60% para lograr un uso eficiente de la energía eléctrica y una disminución en las erogaciones por consumo de energía eléctrica.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Especificaciones técnicas	La modernización de los equipos electromecánicos incluye la reposición completa de la bomba, la columna de succión y el motor eléctrico; mientras que la rehabilitación considera la reposición de algunas partes mecánicas y la reparación del motor eléctrico. Se requiere la modernización de 100 equipos y la rehabilitación de 52. Adicionalmente, se pretende rehabilitar 157 casetas de control que actualmente se encuentran en mal estado. La inversión para la rehabilitación y modernización del equipo electromecánico incluyendo la rehabilitación de las casetas de control asciende a 23.84 millones de pesos y se distribuye de la siguiente manera: 17.50 millones de pesos para la modernización de equipos electromecánicos; 3.12 millones de pesos para la rehabilitación de equipo electromecánicos; 3.22 millones de pesos para la rehabilitación de casetas de control.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Temporalidad	El período para llevar a cabo los trabajos de rehabilitación y modernización de los equipos de bombeo (incluyendo la elaboración de los proyectos) es de 4 años. La duración de los impactos de esta medida será de al menos 20 años y pudiendo ser mayor en la medida que los productores realicen un mantenimiento preventivo a sus equipos de bombeo.		
Resultados esperados	Con la modernización y rehabilitación de equipos de bombeo y casetas de control, permitirá incrementar la eficiencia electromecánica actual de un 40% hasta un de 60%. Con el mejoramiento de la infraestructura de los equipos de bombeo se mejorará las eficiencias electromecánicas y se tendrá una disminución de al menos 20% en los consumos de energía y en sus costos de operación; así como una reducción de forma indirecta de las emisiones de CO ₂ debido al menor consumo de energía eléctrica.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Beneficiarios de la medida	Usuarios de riego y sus familias del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, así como de manera general todo el sector agrícola de la región. La sociedad tendrá la disponibilidad de utilizar la energía eléctrica en otros usos al contar con equipos de bombeo más eficientes.		
Pre-requisitos para la implementación	Realizar reuniones con los representantes de las ocho Asociaciones de usuarios para revisar e implementar las acciones. Elaborar los estudios y proyectos ejecutivos de rehabilitación y modernización de cada uno de los equipos de bombeo con problemas ya identificados. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos indicados.		
Estatus de implementación de la medida	No implementada		
Riesgos	Falta de recursos económicos por parte de los productores y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Escasez de prestadores de servicios en la región. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Con la rehabilitación y modernización de los equipos de bombeo, se generarán empleos en la región, se tendrá mayor movimiento de la economía local. Con los resultados obtenidos los productores agrícolas tendrá un mayor conciencia sobre el uso eficiente de la energía, y la importancia que representa el ahorro de energía y la conservación del medio ambiente frente al cambio climático.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección de la infraestructura (equipos de bombeo) y también de protección ambiental al reducir los consumos de energía eléctrica para extraer el agua para riego del acuífero.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Julio Muñoz Quiroz (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 048, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=MUQJ461108HSRXRL09&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (997) 975 04 68		
Dirección, ciudad, estado:	Carretera Mérida-Chetumal Km. 110 Planta Baja S/N, Col. Oxkutzcab, Oxkutzcab, Yucatán, México, C.P. 97880.		
Correo electrónico:	julio.munoz@conagua.gob.mx		

3.3.2.- Asistencia técnica a operadores y usuarios de los sistemas de riego

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a operadores y usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínimas, media y máxima, y precipitación: incremento de variabilidad de precipitación y amenaza de huracanes más frecuentes y/o intensos.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán está integrado por ocho módulos de riego que agrupan a 179 unidades de riego por bombeo, las cuales extraen el volumen de agua del acuífero de la Península de Yucatán. La superficie física del Distrito asciende a 13,005.30 ha, la superficie dominada a 9,694.50 ha y la superficie sembrada a 8,891.71 ha. El Distrito depende en su totalidad del agua para riego del acuífero. El acuífero de la península de Yucatán está formado por rocas calizas de características variadas y depósitos de litoral, tiene espesor medio de 150 m y está limitado inferiormente de rocas arcillosas de baja permeabilidad. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de la falda de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos. Se ha comprobado la presencia de la cuña salada a distancias hasta de 100 km del mar, lo cual advierte el riesgo que implica la operación	Formulación del plan director para la modernización integral del distrito de riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a operadores y usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	inadecuada de este acuífero.		
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua en los acuíferos, debido a una reducción de la precipitación.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/yucatan.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles de agua para riego en los acuíferos. Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, éstos se someten a estrés hídrico y disminuyen su rendimiento, ocasionando una disminución de la producción en la agricultura de riego.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	En la superficie sembrada de 8,891.71 ha del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, los cultivos dominantes son los perennes como los cítricos ocupando el 68%, seguidos por el maíz con el 11% y el aguacate con el 7%. Las hortalizas solamente representan el 4% de la superficie sembrada. Los beneficiarios son un total de 5,339 pequeños usuarios de riego, con una superficie promedio por usuario de 1.665 ha, organizados en 179 unidades de riego con igual número de equipos de bombeo.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en la Península de Yucatán, para el año 2050 variará entre +5 y -10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación variará entre +10 y -20% y la temperatura se incrementará entre 2 y 3 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_yucatan.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a operadores y usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Yucatán, en el en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 18.87%; en invierno disminuirá del orden de 16.65% y en verano del orden del 20.81%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 2.48 °C; en el invierno aumentará 2.23 °C y en el verano 2.69 °C.		
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a los siguientes factores identificados: (a) Deficiente nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) Deficiencias en la implementación de la cuota de riego, (c) Falta de maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) Deterioro de la infraestructura de riego por el abandono de las parcelas, (e) Falta implementar el uso formal de paquetes tecnológicos productivos, (f) Falta de capacitación para el uso eficiente de los equipos de bombeo y sistemas de riego, (g) Alta estratificación en la tenencia de la tierra (1.665 ha/usuario).	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivos: solamente un tipo de cultivo perenne, los cítricos, ocupan el 68% de la superficie total del distrito de riego, mientras que el maíz ocupa solamente un 11% y el aguacate un 7%. Las hortalizas solamente representan un 4% de la superficie sembrada. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. El tamaño medio de las parcelas en el distrito de riego es reducido. La eficiencia de riego es muy baja (41 al 57%) en los cultivos anuales que ocupan el 23% de la superficie sembrada, mientras que se	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a operadores y usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	presenta un déficit hídrico en los cultivos perennes (que ocupan el 77% de la superficie) debido a que se aplican volúmenes de agua inferiores al requerimiento de riego.		
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, el estado se encontrará con presión media (20-40%) del recurso agua para 2025 (INE-SEMARNAT, 2003). A pesar de la alta precipitación en la península de Yucatán, se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura, la ganadería y en determinada medida la pesca, por el impacto en los humedales costeros de la región. La propensión a sequías contribuye a la generación y propagación de incendios forestales (Comisión Nacional del Agua, 2003). Se observa un índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales más extremos en la temporada de lluvias con valor de 4.75, y un índice de peligro de 6. El índice combinado de riesgo para Yucatán es de 5.34, lo que le ubica en la categoría de riesgo alto (IMTA, 2011).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_yucatan.html , INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático. Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XII Península de Yucatán. México.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Asistencia técnica		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	Debido a la forma ineficiente en que actualmente se operan la mayoría de las unidades de riego, se requiere capacitar a los operadores y usuarios en temas de operación, mantenimiento, evaluación y fertirrigación de los sistemas de riego, en asistencia técnica para el manejo de cultivos, y en conservación de la infraestructura hidroagrícola.		
Especificaciones técnicas	Se requiere realizar los siguientes cursos y/o talleres de capacitación, con duración de dos días por evento, dirigidos a los usuarios y operadores de los sistemas de	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a operadores y usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	riego y de los equipos de bombeo: (1) Operación y mantenimiento de equipo electromecánico, (2) Operación y mantenimiento de sistemas de riego presurizados, (3) Operación y mantenimiento de sistemas de riego por gravedad y multicompuertas, (4) Elementos básicos de sistemas de riego por bombeo, (5) Producción de cultivos bajo condiciones de agricultura protegida y (6) Sensibilización a los impactos de los efectos del Cambio Climático en la agricultura. Costo aproximado: \$ 400,000.00 M.N.	048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Temporalidad	El periodo de impartición de los cursos (incluyendo la preparación de material de apoyo): tres meses. Con el fortalecimiento de las habilidades y capacidades en el manejo del agua de riego se tendrá una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas; por lo que la duración de los impactos de esta medida de adaptación será de muchos años.		
Resultados esperados	Capacitación y fortalecimiento de habilidades de 250 usuarios de riego en aspectos de operación y mantenimiento de equipo electromecánico; de sistemas de riego presurizados, por gravedad y multicompuertas; en elementos básicos de sistemas de riego por bombeo; y en la producción de cultivos bajo condiciones de agricultura protegida. A través de estos cursos los usuarios participantes podrán compartir y asimilar las experiencias de los productores de otras zonas de riego. Esta capacitación coadyuvará a facilitar y mejorar la organización de los usuarios.		
Beneficiarios de la medida	Usuarios de riego y sus familias del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, así como de manera general todo el sector agrícola de la región. Al tener una mayor capacitación se tendrán mejores posibilidades de éxito para la producción agrícola.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a operadores y usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Pre-requisitos para la implementación	Identificar en cada uno de las ocho Asociaciones de Usuarios de Riego, los socios líderes en el manejo del agua de riego y de los cultivos que participarían en los cursos-talleres. Localizar una parcela de riego en la que se lleven a cabo las prácticas demostrativas de riego eficiente y uniforme. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos indicados. Difusión del programa de cursos e incentivar a los usuarios para que asistan a los eventos de capacitación.		
Estatus de implementación de la medida	No implementada (pero se tienen los recursos humanos para su ejecución)		
Riesgos	El bajo nivel escolar de los participantes; el programar los cursos cuando los usuarios participantes estén cargados de labores agrícolas; falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012	
Oportunidades	Concientización por parte de los participantes (usuarios de riego) de la problemática real del manejo del agua de riego en el Distrito de Riego 048 de Ticul, Yucatán bajo condiciones de cambio climático. La implementación de esta medida de adaptación coadyuvará a mejorar el nivel de organización de los productores agrícolas de la región, al convivir durante los cursos-talleres con usuarios o participantes de otras asociaciones de riego.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida está enfocada a que los usuarios realicen un mejor manejo de los sistemas de riego y de manera implícita a proteger la infraestructura de riego; ambas coadyuvan a una protección ambiental al hacer un uso más eficiente del agua de riego.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Asistencia técnica a operadores y usuarios de los sistemas de riego		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Julio Muñoz Quiroz (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 048, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=MUQJ461108HSRXRL09&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (997) 975 04 68		
Dirección, ciudad, estado:	Carretera Mérida-Chetumal Km. 110 Planta Baja S/N, Col. Oxkutzcab, Oxkutzcab, Yucatán, México, C.P. 97880.		
Correo electrónico:	julio.munoz@conagua.gob.mx		

3.3.3.- Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios por gravedad

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios por gravedad		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínimas, media y máxima, y precipitación: incremento de variabilidad de precipitación y amenaza de huracanes más frecuentes y/o intensos.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hidrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán está integrado por ocho módulos de riego que agrupan a 179 unidades de riego por bombeo, las cuales extraen el volumen de agua del acuífero de la Península de Yucatán. La superficie física del Distrito asciende a 13,005.30 ha, la superficie dominada a 9,694.50 ha y la superficie sembrada a 8,891.71 ha. El Distrito depende en su totalidad del agua para riego del acuífero. El acuífero de la península de Yucatán está formado por rocas calizas de características variadas y depósitos de litoral, tiene espesor medio de 150 m y está limitado inferiormente de rocas arcillosas de baja permeabilidad. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de la falda de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos. Se ha comprobado la	Formulación del plan director para la modernización integral del distrito de riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios por gravedad		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	presencia de la cuña salada a distancias hasta de 100 km del mar, lo cual advierte el riesgo que implica la operación inadecuada de este acuífero.		
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua en los acuíferos, debido a una reducción de la precipitación.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/yucatan.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles de agua para riego en los acuíferos. Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, éstos se someten a estrés hídrico y disminuyen su rendimiento, ocasionando una disminución de la producción en la agricultura de riego.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	En la superficie sembrada de 8,891.71 ha del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, los cultivos dominantes son los perennes como los cítricos ocupando el 68%, seguidos por el maíz con el 11% y el aguacate con el 7%. Las hortalizas solamente representan el 4% de la superficie sembrada. Los beneficiarios son un total de 5,339 pequeños usuarios de riego, con una superficie promedio por usuario de 1.665 ha, organizados en 179 unidades de riego con igual número de equipos de bombeo.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en la Península de Yucatán, para el año 2050 variará entre +5 y -10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación variará entre +10 y -20% y la temperatura se incrementará entre 2 y 3 °C. (INE, 2012).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_yucatan.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios por gravedad		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Yucatán, en el periodo del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 18.87%; en invierno disminuirá del orden de 16.65 % y en verano del orden del 20.81%. La temperatura media en el periodo del 2061-2090 aumentará en 2.48 °C; en el invierno aumentará 2.23 °C y en el verano 2.69 °C.		
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a los siguientes factores identificados: (a) Deficiente nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) Deficiencias en la implementación de la cuota de riego, (c) Falta de maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) Deterioro de la infraestructura de riego por el abandono de las parcelas, (e) Falta implementar el uso formal de paquetes tecnológicos productivos, (f) Falta de capacitación para el uso eficiente de los equipos de bombeo y sistemas de riego, (g) Alta estratificación en la tenencia de la tierra (1.665 ha/usuario).	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivos: solamente un tipo de cultivo perenne, los cítricos, ocupan el 68% de la superficie total del distrito de riego, mientras que el maíz ocupa solamente un 11% y el aguacate un 7%. Las hortalizas solamente representan un 4% de la superficie sembrada. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. El tamaño medio de las parcelas en el distrito de riego es reducido. La eficiencia de riego es muy baja (41 al 57%) en los cultivos anuales que ocupan	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios por gravedad		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	el 23% de la superficie sembrada, mientras que se presenta un déficit hídrico en los cultivos perennes (que ocupan el 77% de la superficie) debido a que se aplican volúmenes de agua inferiores al requerimiento de riego.		
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, el estado se encontrará con presión media (20-40%) del recurso agua para 2025 (INE-SEMARNAT, 2003). A pesar de la alta precipitación en la península de Yucatán, se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura, la ganadería y en determinada medida la pesca, por el impacto en los humedales costeros de la región. La propensión a sequías contribuye a la generación y propagación de incendios forestales (Comisión Nacional del Agua, 2003). Se observa un índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales más extremos en la temporada de lluvias con valor de 4.75, y un índice de peligro de 6. El índice combinado de riesgo para Yucatán es de 5.34, lo que le ubica en la categoría de riesgo alto (IMTA, 2011).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulnerabilidad_yucatan.html , INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático. Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XII Península de Yucatán. México.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Construcción o instalación de infraestructura		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	Los principales tipos de sistemas de riego que se tiene a nivel Distrito son el de gravedad y multicompuertas que en conjunto representan el 47%, seguido por la microaspersión 39%, aspersión con 12% y goteo con 2%, es decir, de sistemas presurizados se tiene el 53 % de la superficie. Dado los altos requerimientos de agua de riego de los cultivos, es importante hacer una aplicación eficiente del agua y sobre todo incrementar la productividad de la misma. Por lo anterior, es importante	Formulación del plan director para la modernización integral del del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios por gravedad		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	implementar sistemas de riego más eficientes y de alta frecuencia, como los sistemas de riego por goteo y cintilla, para elevar la eficiencia de aplicación al 80%, y obtener más y mejores rendimientos de la cosecha. Para lograr lo anterior, se requiere implementar sistemas de riego por goteo y cintilla en una superficie de 4,174 ha.		
Especificaciones técnicas	La tecnificación de las áreas que disponen de sistemas de riego por gravedad y de multicompuertas (que sigue siendo de gravedad su aplicación) consiste en reemplazar los sistemas de riego rodado por sistemas modernos de riego presurizado, específicamente de microaspersión para cultivos perenes (cítricos y aguacate), y sistemas de riego por goteo para cultivos anuales (hortalizas y maíz) para obtener mayores eficiencias de aplicación. El sistema de riego por goteo consta de un equipo de bombeo, un sistema de filtrado y de inyección de fertilizantes, una red de conducción principal, una unidad de control autónoma, una red de distribuidores, líneas regantes y emisores (goteros). Se propone utilizar polietilenos o cintillas biodegradables, esto con el fin de minimizar los riesgos ambientales al ser desechados y abandonados por parte de los usuarios. Se requiere reemplazar una superficie total de 4,174 ha de riego por gravedad a riego presurizado: 2,698 ha con sistemas de riego por microaspersión y 1,476 ha con sistemas de riego por goteo. La inversión para tecnificar esta superficie de riego asciende a la cantidad de 93.8 millones de pesos.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Temporalidad	El periodo para llevar a cabo los trabajos de modernización de los sistemas de riego es de 5 años. La duración de los impactos de esta medida será de al menos 20 años y pudiendo ser mayor en la medida que los productores realicen un mantenimiento preventivo a los componentes del sistema de riego.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios por gravedad		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Resultados esperados	Con la tecnificación de las 4,174 ha que actualmente están con sistemas de riego por gravedad y su reemplazamiento por sistemas de riego presurizado de microaspersión y goteo para cultivos perenes y anuales respectivamente, permitirá ahorrar volúmenes de agua del orden de 27.5 millones de metros cúbicos, considerando que la eficiencia actual en los sistemas de riego por gravedad es del 40%, y se incrementará ésta al 80%, considerando un requerimiento de riego promedio de 53.1 cm. Esta medida de adaptación apoyará a mantener estables los niveles de agua en los acuíferos, se ahorrará energía eléctrica y por ende se reducirán los costos de producción del cultivo. Con asesoría y con el acompañamiento de un paquete tecnológico del cultivo, el productor obtendrá mayores rendimientos y calidad del producto, aumentando sus ingresos que le permitan mejorar su calidad de vida.		
Beneficiarios de la medida	Se beneficiaran de manera directa 1,740 usuarios de riego y sus familias del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, así como de manera general todo el sector agrícola de la región. Los volúmenes de agua y de energía ahorrada estarán disponibles para otros usos.		
Pre-requisitos para la implementación	Realizar reuniones con los representantes de las ocho Asociaciones de usuarios para revisar e implementar las acciones de tecnificación de la zona de riego. Elaborar los estudios y proyectos ejecutivos de tecnificación de las áreas para la instalación de los sistemas de riego presurizados. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos indicados.		
Estatus de implementación de la medida	No implementada		
Riesgos	Falta de recursos económicos por parte de los productores y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Tecnificación de los sistemas de riego parcelarios por gravedad		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Con la tecnificación de los sistemas de riego parcelario, se generarán empleos en la región al incrementarse la productividad del agua y de la tierra; se tendrá mayor movimiento de la economía local. Con los resultados obtenidos los productores agrícolas tendrá un mayor conciencia del uso eficiente del agua de riego. Además de tener un cuidado y un mejor mantenimiento preventivo de los sistemas de riego presurizados que se instalen.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección de infraestructura y del sistema de riego (al rehabilitar equipos de riego), y también de protección ambiental al reducir los volúmenes de agua utilizados en la agricultura, así como la reducción de la cantidad de energía utilizada para extraer el agua del acuífero, y en consecuencia una reducción de la energía eléctrica o de combustible.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Julio Muñoz Quiroz (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 048, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=MUQJ461108HSRXRL09&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (997) 975 04 68		
Dirección, ciudad, estado:	Carretera Mérida-Chetumal Km. 110 Planta Baja S/N, Col. Oxkutzcab, Oxkutzcab, Yucatán, México, C.P. 97880.		
Correo electrónico:	julio.munoz@conagua.gob.mx		

3.3.4.- Rehabilitación de los sistemas de riego presurizado

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación de los sistemas de riego presurizado		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima; y precipitación: incremento de variabilidad de precipitación y amenaza de huracanes más frecuentes y/o intensos.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán está integrado por ocho módulos de riego que agrupan a 179 unidades de riego por bombeo, las cuales extraen el volumen de agua del acuífero de la Península de Yucatán. La superficie física del Distrito asciende a 13,005.30 ha, la superficie dominada a 9,694.50 ha y la superficie sembrada a 8,891.71 ha. El Distrito depende en su totalidad del agua para riego del acuífero. El acuífero de la península de Yucatán está formado por rocas calizas de características variadas y depósitos de litoral, tiene espesor medio de 150 m y está limitado inferiormente de rocas arcillosas de baja permeabilidad. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de la falda de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos. Se ha comprobado la presencia de la cuña salada a distancias hasta de 100 km del mar, lo cual advierte el riesgo que implica la operación	Formulación del plan director para la modernización integral del distrito de riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación de los sistemas de riego presurizado		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	inadecuada de este acuífero.		
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua en los acuíferos, debido a una reducción de la precipitación.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/yucatan.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles de agua para riego en los acuíferos. Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, éstos se someten a estrés hídrico y disminuyen su rendimiento, ocasionando una disminución de la producción en la agricultura de riego.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	En la superficie sembrada de 8,891.71 ha del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, los cultivos dominantes son los perennes como los cítricos ocupando el 68%, seguidos por el maíz con el 11% y el aguacate con el 7%. Las hortalizas solamente representan el 4% de la superficie sembrada. Los beneficiarios son un total de 5,339 pequeños usuarios de riego, con una superficie promedio por usuario de 1.665 ha, organizados en 179 unidades de riego con igual número de equipos de bombeo.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en la Península de Yucatán, para el año 2050 variará entre +5 y -10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación variará entre +10 y -20% y la temperatura se incrementará entre 2 y 3 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_yucatan.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación de los sistemas de riego presurizado		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Yucatán, en el en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 18.87%; en invierno disminuirá del orden de 16.65% y en verano del orden del 20.81%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 2.48 °C; en el invierno aumentará 2.23 °C y en el verano 2.69 °C.		
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a los siguientes factores identificados: (a) Deficiente nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) Deficiencias en la implementación de la cuota de riego, (c) Falta de maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) Deterioro de la infraestructura de riego por el abandono de las parcelas, (e) Falta implementar el uso formal de paquetes tecnológicos productivos, (f) Falta de capacitación para el uso eficiente de los equipos de bombeo y sistemas de riego, (g) Alta estratificación en la tenencia de la tierra (1.665 ha/usuario).	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivos: solamente un tipo de cultivo perenne, los cítricos, ocupan el 68% de la superficie total del distrito de riego, mientras que el maíz ocupa solamente un 11% y el aguacate un 7%. Las hortalizas solamente representan un 4% de la superficie sembrada. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. El tamaño medio de las parcelas en el distrito de riego es reducido. La eficiencia de riego es muy baja (41 al 57%) en los cultivos anuales que ocupan el 23% de la superficie sembrada, mientras que se	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:		Rehabilitación de los sistemas de riego presurizado	
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	presenta un déficit hídrico en los cultivos perennes (que ocupan el 77% de la superficie) debido a que se aplican volúmenes de agua inferiores al requerimiento de riego.		
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, el estado se encontrará con presión media (20-40%) del recurso agua para 2025 (INE-SEMARNAT, 2003). A pesar de la alta precipitación en la península de Yucatán, se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura, la ganadería y en determinada medida la pesca, por el impacto en los humedales costeros de la región. La propensión a sequías contribuye a la generación y propagación de incendios forestales (Comisión Nacional del Agua, 2003). Se observa un índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales más extremos en la temporada de lluvias con valor de 4.75, y un índice de peligro de 6. El índice combinado de riesgo para Yucatán es de 5.34, lo que le ubica en la categoría de riesgo alto (IMTA,2011).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_yucatan.html , INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático. Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XII Península de Yucatán. México.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Construcción o instalación de infraestructura		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	Los principales tipos de sistemas de riego que se tiene a nivel Distrito son el de gravedad y multicompuertas que en conjunto representan el 47%, seguido por la microaspersión 39%, aspersión con 12% y goteo con 2%, es decir, de sistemas presurizados se tiene el 53% (4,700 ha) de la superficie. Las eficiencias de aplicación reportadas para este distrito de riego son del 56% para microaspersión; del 67% para aspersión y del 80% para goteo. Para incrementar la eficiencia de aplicación de estos sistemas de riego presurizados se contempla su	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación de los sistemas de riego presurizado		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	rehabilitación.		
Especificaciones técnicas	La rehabilitación de los sistemas de riego presurizados consiste en reponer aquellas piezas que están en mal estado, como puede ser el equipo de filtrado, el equipo de inyección de fertilizantes, las válvulas de admisión y expulsión de aire y de alivio de presión, las líneas regantes (mangueras de riego) y los emisores, principalmente. Se propone utilizar polietilenos o cintillas bio-degradables, esto con el fin de minimizar los riesgos ambientales al ser desechados y abandonados por parte de los usuarios. Se requiere rehabilitar una superficie de 2,350 ha, principalmente de sistemas de microaspersión. La inversión para la rehabilitación de esta superficie de riego asciende a la cantidad de 23.5 millones de pesos.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Temporalidad	El periodo para llevar a cabo los trabajos de rehabilitación de los sistemas de riego es de 5 años. La duración de los impactos de esta medida será de al menos 20 años y pudiendo ser mayor en la medida que los productores realicen un mantenimiento preventivo a los componentes del sistema de riego.		
Resultados esperados	Con la rehabilitación de las 2,350 ha de riego presurizado, considerando que actualmente los sistemas de microaspersión tienen una eficiencia de aplicación del 56%, al incrementarla a 80% y considerando un requerimiento de riego anual de 80.4 cm por ejemplo para el cultivo de limón, se tendrán ahorros de agua en esta superficie del orden de 10.12 millones de metros cúbicos anuales. La implementación de esta medida permitirá ahorrar volúmenes de agua para mantener estables los niveles de agua en los acuíferos. Se tendrán ahorros de energía eléctrica, que permitirán reducir los costos de producción del cultivo y por otro lado reducir las emisiones		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación de los sistemas de riego presurizado		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	de CO ₂ ; logrando una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas.		
Beneficiarios de la medida	1,415 usuarios de riego y sus familias del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, así como de manera general todo el sector agrícola de la región.		
Pre-requisitos para la implementación	Realizar reuniones con los representantes de las ocho Asociaciones de usuarios para revisar e implementar las acciones de rehabilitación de los sistemas de riego por microaspersión. Elaborar los estudios y proyectos ejecutivos de rehabilitación. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos indicados.		
Estatus de implementación de la medida	No implementada		
Riesgos	Falta de recursos económicos por parte de los productores y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Con la rehabilitación de los sistemas de riego presurizados, se reactivará la generación empleos y la economía de la región al incrementarse la productividad del agua y de la tierra. Con los resultados obtenidos los productores agrícolas tendrán un mayor conciencia del uso eficiente del agua de riego. Además de tener un cuidado y un mejor mantenimiento preventivo de los sistemas de riego presurizados que se rehabiliten.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección de infraestructura y del sistema de riego (al rehabilitar equipos de riego), y también de protección ambiental al reducir los volúmenes de agua utilizados en la		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Rehabilitación de los sistemas de riego presurizado		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	agricultura, así como la reducción de la cantidad de energía utilizada para extraer el agua del acuífero.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Julio Muñoz Quiroz (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 048, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=MUQJ461108HSRXRL09&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (997) 975 04 68		
Dirección, ciudad, estado:	Carretera Mérida-Chetumal Km. 110 Planta Baja S/N, Col. Oxkutzcab, Oxkutzcab, Yucatán, México, C.P. 97880.		
Correo electrónico:	julio.munoz@conagua.gob.mx		

3.3.5.- Reestructuración y compactación de las Asociaciones de Usuarios de riego.

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reestructuración y compactación de las Asociaciones de Usuarios de riego.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima; y en la precipitación: incremento de variabilidad de precipitación y amenaza de huracanes más frecuentes y/o intensos.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán está integrado por ocho módulos de riego que agrupan a 179 unidades de riego por bombeo, las cuales extraen el volumen de agua del acuífero de la Península de Yucatán. La superficie física del Distrito asciende a 13,005.30 ha, la superficie dominada a 9,694.50 ha y la superficie sembrada a 8,891.71 ha. El Distrito depende en su totalidad del agua para riego del acuífero. El acuífero de la península de Yucatán está formado por rocas calizas de características variadas y depósitos de litoral, tiene espesor medio de 150 m y está limitado inferiormente de rocas arcillosas de baja permeabilidad. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de la falda de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos. Se ha comprobado la	Formulación del plan director para la modernización integral del distrito de riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reestructuración y compactación de las Asociaciones de Usuarios de riego.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	presencia de la cuña salada a distancias hasta de 100 km del mar, lo cual advierte el riesgo que implica la operación inadecuada de este acuífero.		
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua en los acuíferos, debido a una reducción de la precipitación.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/yucatan.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles de agua para riego en los acuíferos. Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, éstos se someten a estrés hídrico y disminuyen su rendimiento, ocasionando una disminución de la producción en la agricultura de riego.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	En la superficie sembrada de 8,891.71 ha del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, los cultivos dominantes son los perennes como los cítricos ocupando el 68%, seguidos por el maíz con el 11% y el aguacate con el 7%. Las hortalizas solamente representan el 4% de la superficie sembrada. Los beneficiarios son un total de 5,339 pequeños usuarios de riego, con una superficie promedio por usuario de 1.665 ha, organizados en 179 unidades de riego con igual número de equipos de bombeo.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en la Península de Yucatán, para el año 2050 variará entre +5 y -10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación variará entre +10 y -20% y la temperatura se incrementará entre 2 y 3 °C. (INE, 2012).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_yucatan.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reestructuración y compactación de las Asociaciones de Usuarios de riego.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Yucatán, en el periodo del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 18.87%; en invierno disminuirá del orden de 16.65% y en verano del orden del 20.81%. La temperatura media en el periodo del 2061-2090 aumentará en 2.48 °C; en el invierno aumentará 2.23 °C y en el verano 2.69 °C.		
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a los siguientes factores identificados: (a) Deficiente nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) Deficiencias en la implementación de la cuota de riego, (c) Falta de maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) Deterioro de la infraestructura de riego por el abandono de las parcelas, (e) Falta implementar el uso formal de paquetes tecnológicos productivos, (f) Falta de capacitación para el uso eficiente de los equipos de bombeo y sistemas de riego, (g) Alta estratificación en la tenencia de la tierra (1.665 ha/usuario).	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivos: solamente un tipo de cultivo perenne, los cítricos, ocupan el 68% de la superficie total del distrito de riego, mientras que el maíz ocupa solamente un 11% y el aguacate un 7%. Las hortalizas solamente representan un 4% de la superficie sembrada. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. El tamaño medio de las parcelas en el distrito de riego es reducido. La eficiencia de riego es muy baja (41 al 57%) en los cultivos anuales que ocupan	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reestructuración y compactación de las Asociaciones de Usuarios de riego.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	el 23% de la superficie sembrada, mientras que se presenta un déficit hídrico en los cultivos perennes (que ocupan el 77% de la superficie) debido a que se aplican volúmenes de agua inferiores al requerimiento de riego.		
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, el estado se encontrará con presión media (20-40%) del recurso agua para 2025 (INE-SEMARNAT, 2003). A pesar de la alta precipitación en la península de Yucatán, se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura, la ganadería y en determinada medida la pesca, por el impacto en los humedales costeros de la región. La propensión a sequías contribuye a la generación y propagación de incendios forestales (Comisión Nacional del Agua, 2003). Se observa un índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales más extremos en la temporada de lluvias con valor de 4.75, y un índice de peligro de 6. El índice combinado de riesgo para Yucatán es de 5.34, lo que le ubica en la categoría de riesgo alto (IMTA, 2011).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_yucatan.html , INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático. Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XII Península de Yucatán. México.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Coordinación		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	La superficie dominada promedio por Módulo ó Asociación Civil de Usuarios de Riego, es de 1,212 ha. Esta superficie es insuficiente para que estas Asociaciones de Usuarios de Riego alcancen su autosuficiencia financiera y que presten los servicios para el cual fueron creadas, ya que no se tiene el suficiente respaldo económico por parte de sus socios. Con el objeto de alcanzar la autosuficiencia financiera se requiere de una reestructuración de los ocho Módulos de Riego actuales, así como la integración de		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reestructuración y compactación de las Asociaciones de Usuarios de riego.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	una Sociedad de Responsabilidad Limitada.		
Especificaciones técnicas	Se requiere reestructurar y compactar los ocho Módulos de Riego existentes en dos o un máximo de tres Módulos. Para lo cual es necesario realizar reuniones de trabajo con cada una de los representantes de los ocho Módulos existentes, con la participación de personal directivo del Distrito de Riego 048 de Ticul, Yucatán. Una vez que estén de acuerdo se requiere realizar el trámite administrativo-jurídico y legal para su formalización. Costo aproximado: \$ 500,000.00 M.N.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Temporalidad	El periodo de revisión de la documentación de cada una de las ocho Asociaciones de Usuarios, de reuniones y concertaciones primero entre los actores e involucrados de cada Asociación, y posteriormente entre los representantes de las ocho Asociaciones de riego es un proceso que puede llevar varios meses o incluso años de negociación.		
Resultados esperados	La integración de dos nuevos Módulos (Asociaciones Civiles) de Riego, como resultado de la reestructuración y compactación de las ocho actuales Asociaciones de usuarios. Se crearán dos Asociaciones Civiles de usuarios con la capacidad financiera suficiente y con la capacidad para operar, conservar, dar mantenimiento y administrar la infraestructura de riego que conforma el Distrito de Riego 048 de Ticul, Yucatán.		
Beneficiarios de la medida	Los 5,339 usuarios de riego y sus familias del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, así como de manera general todo el sector agrícola de la región. Al tener una mayor capacidad administrativa y financiera se sus Asociaciones civiles de usuarios de riego.		
Pre-requisitos para la implementación	Que haya disposición por parte de las autoridades del Distrito de Riego 048 y de la Dirección Local de la		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reestructuración y compactación de las Asociaciones de Usuarios de riego.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	CONAGUA, en el estado de Yucatán. Asimismo que haya disposición por parte de los representantes y de los usuarios de las ocho Asociaciones de riego actuales. Que exista el apoyo económico de las instituciones gubernamentales.		
Estatus de implementación de la medida	No implementada (pero se tienen los recursos humanos para su ejecución)		
Riesgos	La falta de una cultura participativa por parte de los usuarios y de sus representantes. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012	
Oportunidades	Concientización por parte de los participantes (usuarios de riego) a la problemática real del manejo del agua de riego en el Distrito de Riego 048 de Ticul, Yucatán. La implementación de esta medida de adaptación coadyuvará a mejorar el nivel de organización de los productores agrícolas de la región, y sobre todo mejorar la operación, mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida de adaptación protege de manera indirecta a la infraestructura de los sistemas de bombeo en el sentido de que al compactarse las Asociaciones civiles, éstas tendrán una mayor capacidad operativa, y de mantenimiento y conservación de sus equipos de bombeo.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Julio Muñoz Quiroz (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 048, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Reestructuración y compactación de las Asociaciones de Usuarios de riego.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Teléfonos:	01 (997) 975 04 68	idServidorPublico=MUQJ461108HSRXRL09&_idDependencia=16101	
Dirección, ciudad, estado:	Carretera Mérida-Chetumal Km. 110 Planta Baja S/N, Col. Oxkutzcab, Oxkutzcab, Yucatán, México, C.P. 97880.		
Correo electrónico:	julio.munoz@conagua.gob.mx		

3.3.6.- Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima; y precipitación: incremento de variabilidad de precipitación y amenaza de huracanes más frecuentes y/o intensos.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán está integrado por ocho módulos de riego que agrupan a 179 unidades de riego por bombeo, las cuales extraen el volumen de agua del acuífero de la Península de Yucatán. La superficie física del Distrito asciende a 13,005.30 ha, la superficie dominada a 9,694.50 ha y la superficie sembrada a	Formulación del plan director para la modernización integral del distrito de riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	8,891.71 ha. El Distrito depende en su totalidad del agua para riego del acuífero. El acuífero de la península de Yucatán está formado por rocas calizas de características variadas y depósitos de litoral, tiene espesor medio de 150 m y está limitado inferiormente de rocas arcillosas de baja permeabilidad. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de la falda de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos. Se ha comprobado la presencia de la cuña salada a distancias hasta de 100 km del mar, lo cual advierte el riesgo que implica la operación inadecuada de este acuífero.		
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua en los acuíferos, debido a una reducción de la precipitación.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/yucatan.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles de agua para riego en los acuíferos. Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, éstos se someten a estrés hídrico y disminuyen su rendimiento, ocasionando una disminución de la producción en la agricultura de riego.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	En la superficie sembrada de 8,891.71 ha del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, los cultivos dominantes son los perennes como los cítricos ocupando el 68%, seguidos por el maíz con el 11% y el aguacate con el 7%. Las hortalizas solamente representan el 4% de la superficie sembrada.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	Los beneficiarios son un total de 5,339 pequeños usuarios de riego, con una superficie promedio por usuario de 1.665 ha, organizados en 179 unidades de riego con igual número de equipos de bombeo.		
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en la Península de Yucatán, para el año 2050 variará entre +5 y -10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación variará entre +10 y -20% y la temperatura se incrementará entre 2 y 3 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Yucatán, en el en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 18.87%; en invierno disminuirá del orden de 16.65% y en verano del orden del 20.81%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 2.48 °C; en el invierno aumentará 2.23 °C y en el verano 2.69 °C.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_yucatan.html	
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a los siguientes factores identificados: (a) Deficiente nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) Deficiencias en la implementación de la cuota de riego, (c) Falta de maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) Deterioro de la infraestructura de riego por el abandono de las parcelas, (e) Falta implementar el uso formal de paquetes tecnológicos productivos, (f) Falta de capacitación para el uso eficiente de los equipos de bombeo y sistemas de riego, (g) Alta estratificación en la tenencia de la tierra (1.665 ha/usuario).	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivos: solamente un tipo de cultivo perenne, los cítricos,	Formulación del plan director para la modernización integral	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	ocupan el 68% de la superficie total del distrito de riego, mientras que el maíz ocupa solamente un 11% y el aguacate un 7%. Las hortalizas solamente representan un 4% de la superficie sembrada. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. El tamaño medio de las parcelas en el distrito de riego es reducido. La eficiencia de riego es muy baja (41 al 57%) en los cultivos anuales que ocupan el 23% de la superficie sembrada, mientras que se presenta un déficit hídrico en los cultivos perennes (que ocupan el 77% de la superficie) debido a que se aplican volúmenes de agua inferiores al requerimiento de riego.	del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, el estado se encontrará con presión media (20-40%) del recurso agua para 2025 (INE-SEMARNAT, 2003). A pesar de la alta precipitación en la península de Yucatán, se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura, la ganadería y en determinada medida la pesca, por el impacto en los humedales costeros de la región. La propensión a sequías contribuye a la generación y propagación de incendios forestales (Comisión Nacional del Agua, 2003). Se observa un índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales más extremos en la temporada de lluvias con valor de 4.75, y un índice de peligro de 6. El índice combinado de riesgo para Yucatán es de 5.34, lo que le ubica en la categoría de riesgo alto (IMTA, 2011).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulnerabilidad_yucatan.html , INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático. Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XII Península de Yucatán. México.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Construcción o instalación de infraestructura		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	<p>Prácticas culturales en función del clima y desarrollo del cultivo: La intensificación en el desarrollo de los cultivos, la disminución de la lluvia y el incremento de la temperatura demandarán un ajuste estacional en el manejo de los cultivos; que requerirá adecuar las practicas agronómicas, el uso e intensidad de pesticidas y fertilizantes, la adopción de nuevas herramientas para la selección de la variedad y del monitoreo de cultivos, la mejora de la tecnología de riego y drenaje parcelario, y sobre todo el desarrollo de capacidades gerenciales y técnicas de los agricultores. Una técnica precisa para acoplar las demandas de los cultivos a la variabilidad climática es el uso del concepto grados día.</p>	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Especificaciones técnicas	<p>Se aplicará la programación de riegos y aplicación de fertilizantes y pesticidas en función de la etapa de desarrollo del cultivo, medida en campo, mediante la observación de su fenología acoplado con el seguimiento de las condiciones climáticas, y en específico, con los resultados del cálculo de los grados-día calor acumulados desde su fecha de siembra; utilizando la base de datos de temperatura recolectados de la red de estaciones agrometeorológicas instaladas y representativas del D.R. 048, Ticul, Yuc., las cuales están integrados en la Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas, operada por INIFAP. Se estima que existen actualmente 11 estaciones meteorológicas en el área del Distrito de Riego. Las acciones a implementar son los siguientes: (1) Rehabilitación de 7 estaciones meteorológicas y la adquisición de 4 nuevas estaciones, para completar 15 estaciones en total con las 11 existentes. (2) Adecuar y transferir un modelo de programación de riego por días</p>	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	grados. (3) Desarrollar y transferir modelos para el pronóstico de plagas y enfermedades. (4) Integrar una base de datos climatológicos en un sistema de información geográfica (SIG) para contar con una herramienta de visualización de la variabilidad espacial del clima en el área de influencia del D.R. 048. El costo estimado para implementar esta acción es de \$ 2' 600,000.00 M.N.		
Temporalidad	El periodo para llevar a cabo la implementación de esta medida es de 5 años. Con la implementación del conjunto de las 4 acciones antes mencionadas en las especificaciones técnicas, se mejorará la programación de aplicación del riego, fertilizantes y pesticidas y se tendrá un mejor aprovechamiento de dichos insumos y menor consumo total de agua de riego, logrando una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas. La duración de los impactos de esta medida será de al menos 20 años y pudiendo ser mayor en la medida que los productores realicen un mantenimiento preventivo a la red de estaciones agroclimatológicas e implementen la utilización de modelos con base en los días grados calor para predicción de plagas, enfermedades y de la aplicación del riego a los cultivos en tiempo oportuno.		
Resultados esperados	Se espera disponer de una herramienta para prevención de plagas y enfermedades de los cultivos, y para programación del riego en función de los días grado calor, para toda la superficie física del Distrito de Riego, es decir, 9,700 hectáreas.		
Beneficiarios de la medida	En forma directa se beneficiarían los 5,339 productores del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, al disponer de un sistema de prevención fitosanitario y de programación del riego.		
Pre-requisitos para la implementación	Realizar reuniones con los representantes de las Asociaciones de usuarios para revisar las acciones de		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	implementación de las prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo. Elaborar los estudios de diagnóstico del estado actual de funcionamiento de la red de estaciones agrometeorológicas existentes en el D.R. 048, Ticul, Yucatán. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo la rehabilitación de las estaciones existentes y adquisición de estaciones adicionales, si fuera necesario, y para el desarrollo e implementación de los modelos de prevención fitosanitaria y de programación de riego. Contar con los paquetes técnicos de los cultivos beneficiados, incluyendo la información fenológica, requerimientos de riego y de fertilizantes así como modelos disponibles para manejo de plagas y enfermedades en función de los días grados calor.		
Estatus de implementación de la medida	Implementada en forma parcial por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).		
Riesgos	Falta de recursos económicos por parte de los productores y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Con la implementación de esta medida, se generarán empleos en la región al incrementarse la productividad del agua y de la tierra. Con los resultados obtenidos los productores agrícolas tendrá una mayor conciencia del uso eficiente del agua de riego y de los insumos agrícolas. Además de tener un cuidado y un mejor mantenimiento preventivo de la red de estaciones agroclimatológicas, lo que también beneficiará a la sociedad al disponer de una		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Prácticas culturales en función del clima y del desarrollo del cultivo.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	base de datos de clima más confiable, capaz de alertar a los usuarios de los eventos extremos (sequías, heladas y tormentas tropicales) que puedan representar una amenaza a sus cultivos.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección de infraestructura (red de estaciones meteorológicas) y de protección ambiental al hacer un uso eficiente del agua de riego, y al reducir la cantidad de los insumos de agroquímicos al prevenir enfermedades de los cultivos, con el sistema de monitoreo del clima.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Julio Muñoz Quiroz (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 048, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=MUQJ461108HSRXRL09&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (997) 975 04 68		
Dirección, ciudad, estado:	Carretera Mérida-Chetumal Km. 110 Planta Baja S/N, Col. Oxkutzcab, Oxkutzcab, Yucatán, México, C.P. 97880.		
Correo electrónico:	julio.munoz@conagua.gob.mx		

3.3.7.- Adquisición de maquinaria y equipo de conservación de infraestructura

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Adquisición de maquinaria y equipo de conservación de infraestructura		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima; y precipitación: incremento de variabilidad de precipitación y amenaza de huracanes más frecuentes y/o intensos.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán está integrado por ocho módulos de riego que agrupan a 179 unidades de riego por bombeo, las cuales extraen el volumen de agua del acuífero de la Península de Yucatán. La superficie física del Distrito asciende a 13,005.30 ha, la superficie dominada a 9,694.50 ha y la superficie sembrada a 8,891.71 ha. El Distrito depende en su totalidad del agua para riego del acuífero. El acuífero de la península de Yucatán está formado por rocas calizas de características variadas y depósitos de litoral, tiene espesor medio de 150 m y está limitado inferiormente de rocas arcillosas de baja permeabilidad. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de la falda de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos. Se ha comprobado la presencia de la cuña salada a distancias hasta de 100 km del mar, lo cual advierte el riesgo que implica la operación	Formulación del plan director para la modernización integral del distrito de riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Adquisición de maquinaria y equipo de conservación de infraestructura		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	inadecuada de este acuífero.		
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua en los acuíferos, debido a una reducción de la precipitación.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/yucatan.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles de agua para riego en los acuíferos. Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, éstos se someten a estrés hídrico y disminuyen su rendimiento, ocasionando una disminución de la producción en la agricultura de riego.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	En la superficie sembrada de 8,891.71 ha del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, los cultivos dominantes son los perennes como los cítricos ocupando el 68%, seguidos por el maíz con el 11% y el aguacate con el 7%. Las hortalizas solamente representan el 4% de la superficie sembrada. Los beneficiarios son un total de 5,339 pequeños usuarios de riego, con una superficie promedio por usuario de 1.665 ha, organizados en 179 unidades de riego con igual número de equipos de bombeo.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en la Península de Yucatán, para el año 2050 variará entre +5 y -10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación variará entre +10 y -20% y la temperatura se incrementará entre 2 y 3 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_yucatan.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Adquisición de maquinaria y equipo de conservación de infraestructura		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Yucatán, en el en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 18.87%; en invierno disminuirá del orden de 16.65% y en verano del orden del 20.81%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 2.48 °C; en el invierno aumentará 2.23 °C y en el verano 2.69 °C.		
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a los siguientes factores identificados: (a) Deficiente nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) Deficiencias en la implementación de la cuota de riego, (c) Falta de maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) Deterioro de la infraestructura de riego por el abandono de las parcelas, (e) Falta implementar el uso formal de paquetes tecnológicos productivos, (f) Falta de capacitación para el uso eficiente de los equipos de bombeo y sistemas de riego, (g) Alta estratificación en la tenencia de la tierra (1.665 ha/usuario).	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivos: solamente un tipo de cultivo perenne, los cítricos, ocupan el 68% de la superficie total del distrito de riego, mientras que el maíz ocupa solamente un 11% y el aguacate un 7%. Las hortalizas solamente representan un 4% de la superficie sembrada. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. El tamaño medio de las parcelas en el distrito de riego es reducido. La eficiencia de riego es muy baja (41 al 57%) en los cultivos anuales que ocupan el 23% de la superficie sembrada, mientras que se	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Adquisición de maquinaria y equipo de conservación de infraestructura		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	presenta un déficit hídrico en los cultivos perennes (que ocupan el 77% de la superficie) debido a que se aplican volúmenes de agua inferiores al requerimiento de riego.		
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, el estado se encontrará con presión media (20-40%) del recurso agua para 2025 (INE-SEMARNAT, 2003). A pesar de la alta precipitación en la península de Yucatán, se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura, la ganadería y en determinada medida la pesca, por el impacto en los humedales costeros de la región. La propensión a sequías contribuye a la generación y propagación de incendios forestales (Comisión Nacional del Agua, 2003). Se observa un índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales más extremos en la temporada de lluvias con valor de 4.75, y un índice de peligro de 6. El índice combinado de riesgo para Yucatán es de 5.34, lo que le ubica en la categoría de riesgo alto (IMTA, 2011).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_yucatan.html , INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático. Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XII Península de Yucatán. México.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Construcción o instalación de infraestructura		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	Con base en la información del diagnóstico del Plan Director del Distrito (IMTA, 2007), y al ser esta zona de riego un distrito de bombeo; se requiere disponer de maquinaria, equipo y herramienta para el mantenimiento electromecánico que auxilie durante los eventos extremos de clima, como son las sequias y tormentas tropicales. De esta manera se reducirán los riesgos de pérdidas parciales o totales de cultivos, debido a la falta de mantenimiento de los caminos de acceso, o por otro lado, en caso de sequias, por falla del equipo de bombeo dejando a los	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Adquisición de maquinaria y equipo de conservación de infraestructura		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	cultivos sin el agua de riego.		
Especificaciones técnicas	Esta medida de adaptación considera la adquisición de maquinaria y equipo como: una retroexcavadora equipada con martillo hidráulico, una motoconformadora, un vehículo equipado con herramienta para dar mantenimiento electromecánico a equipos de bombeo, y un camión de volteo. La inversión para la adquisición de esta maquinaria y equipo asciende a 7.1 millones de pesos.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Temporalidad	El periodo para la adquisición de la maquinaria y equipo es de dos años. La duración de los impactos de esta medida de adaptación será de al menos 15 años y pudiendo ser mayor en la medida que los productores realicen un mantenimiento preventivo a su maquinaria y equipo.		
Resultados esperados	La implementación de esta medida de adaptación permitirá a este Distrito de riego, disponer de maquinaria y equipo de conservación y de mantenimiento electromecánico que auxilie durante las emergencias a los equipos de bombeo y de esta manera reducir los riesgos de pérdidas de cultivos por emergencias causadas por eventos de clima extremos o por equipos de bombeo en malas condiciones. Se beneficiará una superficie de 9,694.5 hectáreas. Asimismo esta maquinaria servirá para proporcionar mantenimiento y conservación a los caminos de la zona de riego del Distrito.		
Beneficiarios de la medida	Los 5,539 usuarios de riego y sus familias del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, así como de manera general todo el sector agrícola de la región.		
Pre-requisitos para la implementación	Realizar reuniones con los representantes de las ocho Asociaciones de Usuarios y con el representante del Distrito de Riego 048, para revisar e implementar las acciones. Disponer de los recursos e inversiones para		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Adquisición de maquinaria y equipo de conservación de infraestructura		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	Llevar a cabo los trabajos indicados.		
Estatus de implementación de la medida	No implementada		
Riesgos	Falta de recursos económicos por parte de los productores y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012	
Oportunidades	Con la implementación de esta medida de adaptación permitirá a este Distrito de Riego por bombeo, disponer de maquinaria y equipo que permita apoyar y auxiliar en momentos de emergencias, a sectores de la población de la región ante la presencia de un evento climatológico extremo. Mediante la operación más eficiente de los equipos de bombeo, reducir directamente el consumo de energía e indirectamente la generación de CO ₂ .		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Es una medida de adaptación de protección de la infraestructura, que facilita la realización oportuna del mantenimiento y reparación de los equipos de bombeo. De manera indirecta es una medida de protección ambiental, al tener equipo disponible para realizar el mantenimiento oportuno de los equipos de bombeo a fin de que estos operen eficientemente y tengan menor consumo de energía eléctrica.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Julio Muñoz Quiroz (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 048, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=MUQJ4611	
Teléfonos:	01 (997) 975 04 68		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Adquisición de maquinaria y equipo de conservación de infraestructura		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Dirección, ciudad, estado:	Carretera Mérida-Chetumal Km. 110 Planta Baja S/N, Col. Oxkutzcab, Oxkutzcab, Yucatán, México, C.P. 97880.	08HSRXRL09&_idDependencia=16101	
Correo electrónico:	julio.munoz@conagua.gob.mx		

3.3.8.- Acolchado orgánico sobre el suelo

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Acolchado orgánico sobre el suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima; y precipitación: incremento de variabilidad de precipitación y amenaza de huracanes más frecuentes y/o intensos.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán está integrado por ocho módulos de riego que agrupan a 179 unidades de riego por bombeo, las cuales extraen el volumen de agua del acuífero de la Península de Yucatán. La superficie física del Distrito asciende a 13,005.30 ha, la superficie dominada a 9,694.50 ha y la superficie sembrada a 8,891.71 ha. El Distrito depende en su totalidad del agua	Formulación del plan director para la modernización integral del distrito de riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Acolchado orgánico sobre el suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	para riego del acuífero. El acuífero de la península de Yucatán está formado por rocas calizas de características variadas y depósitos de litoral, tiene espesor medio de 150 m y está limitado inferiormente de rocas arcillosas de baja permeabilidad. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de la falda de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos. Se ha comprobado la presencia de la cuña salada a distancias hasta de 100 km del mar, lo cual advierte el riesgo que implica la operación inadecuada de este acuífero.		
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua en los acuíferos, debido a una reducción de la precipitación.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/yucatan.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles de agua para riego en los acuíferos. Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, éstos se someten a estrés hídrico y disminuyen su rendimiento, ocasionando una disminución de la producción en la agricultura de riego.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	En la superficie sembrada de 8,891.71 ha del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, los cultivos dominantes son los perennes como los cítricos ocupando el 68%, seguidos por el maíz con el 11% y el aguacate con el 7%. Las hortalizas solamente representan el 4% de la superficie sembrada. Los beneficiarios son un total de 5,339 pequeños usuarios	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Acolchado orgánico sobre el suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	de riego, con una superficie promedio por usuario de 1.665 ha, organizados en 179 unidades de riego con igual número de equipos de bombeo.		
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en la Península de Yucatán, para el año 2050 variará entre +5 y -10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación variará entre +10 y -20% y la temperatura se incrementará entre 2 y 3 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Yucatán, en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 18.87%; en invierno disminuirá del orden de 16.65% y en verano del orden del 20.81%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 2.48 °C; en el invierno aumentará 2.23 °C y en el verano 2.69 °C.	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_yucatan.html	
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a los siguientes factores identificados: (a) Deficiente nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) Deficiencias en la implementación de la cuota de riego, (c) Falta de maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) Deterioro de la infraestructura de riego por el abandono de las parcelas, (e) Falta implementar el uso formal de paquetes tecnológicos productivos, (f) Falta de capacitación para el uso eficiente de los equipos de bombeo y sistemas de riego, (g) Alta estratificación en la tenencia de la tierra (1.665 ha/usuario).	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivos: solamente un tipo de cultivo perenne, los cítricos, ocupan el 68% de la superficie total del distrito de riego,	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Acolchado orgánico sobre el suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	mientras que el maíz ocupa solamente un 11% y el aguacate un 7%. Las hortalizas solamente representan un 4% de la superficie sembrada. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. El tamaño medio de las parcelas en el distrito de riego es reducido. La eficiencia de riego es muy baja (41 al 57%) en los cultivos anuales que ocupan el 23% de la superficie sembrada, mientras que se presenta un déficit hídrico en los cultivos perennes (que ocupan el 77% de la superficie) debido a que se aplican volúmenes de agua inferiores al requerimiento de riego.	048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, el estado se encontrará con presión media (20-40%) del recurso agua para 2025 (INE-SEMARNAT, 2003). A pesar de la alta precipitación en la península de Yucatán, se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura, la ganadería y en determinada medida la pesca, por el impacto en los humedales costeros de la región. La propensión a sequías contribuye a la generación y propagación de incendios forestales (Comisión Nacional del Agua, 2003). Se observa un índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales más extremos en la temporada de lluvias con valor de 4.75, y un índice de peligro de 6. El índice combinado de riesgo para Yucatán es de 5.34, lo que le ubica en la categoría de riesgo alto (IMTA, 2011).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_yucatan.html , INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático. Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XII Península de Yucatán. México.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Recursos naturales		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Acolchado orgánico sobre el suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	En los cultivos de cítricos en el DR 048 Ticul, Yuc., existe un déficit en la lámina de riego aplicada; esto trae como consecuencia que los rendimientos del cultivo sean inferiores a los que potencialmente se pueden obtener. Para solventar esto se propone la aplicación de acolchado orgánico (hojarasca), que ayude a retener el agua en la zona de raíces, y además sirva para amortiguar los cambios de la temperatura superficial del suelo, calentando al mismo en invierno y bajando temperaturas superficiales en el verano.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Especificaciones técnicas	El acolchado orgánico o "Mulching" es el proceso de cubrir la capa arable del suelo fértil con materiales secos (de preferencia picados) como hojas, hierba, residuos del cultivo y paja entre otros. Una cobertura de acolchado orgánico ayuda a crear, por parte de las lombrices, una estructura del suelo con bastantes poros grandes y pequeños, a través de los cuales el agua de lluvia fácilmente puede infiltrarse en el suelo, reduciendo así la escorrentía en la superficie. Cuando el mulch se descompone, éste aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo, creando en su entorno una estructura granular estable, haciendo que las partículas del suelo no sean fácilmente erosionadas. La misma cobertura de materia orgánica muerta protege al suelo de las temperaturas excesivas, impidiendo todas las reacciones generadas por la elevación de la temperatura (Jairo Restrepo Sol, Termodinámica, y agricultura 1994). Si se considera que actualmente se están aplicando láminas de riego en los cítricos de 58 cm anuales, por debajo de lo que requiere el cultivo, el cual es de 80.5 cm anuales, existe un déficit de agua requerida por el cultivo. Una	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007). International Society of Arboriculture (Universidad de Puerto Rico): "Técnicas Apropriadas para Aplicar el Mulch": www.isahispana.com/treecare/resources/mulching_spanish.pdf . Gerardo González G. (julio 2012): http://www.permacultura.org.mx/es/report/mulch-acolchado-mantillo/ ; Jairo Restrepo (1994): Sol, Termodinámica y agricultura; San José, Costa Rica: http://www.simas.org.ni/publicacion/cidoc/1897/sol-	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Acolchado orgánico sobre el suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	manera de que el cultivo sea más productivo es que esta lámina aplicada sea realmente aprovechada por el cultivo y que se pierda la mínima cantidad por efecto de la evaporación de la humedad del suelo, es la aplicación del acolchado orgánico. Se instalarán parcelas demostrativas en huertas de cítricos de 100 productores cooperantes en una superficie de 300 ha, y se impartirán cursos-talleres a los productores de cítricos del DR 048. El costo aproximado para implementar esta medida de adaptación es de \$ 1' 500,000.00 M.N.	termodinamica-y-agricultura	
Temporalidad	24 meses		
Resultados esperados	Implementación del acolchado orgánico en 300 ha de cítricos. Con esta medida de adaptación es factible lograr que el cultivo sea más productivo, es decir, que la lámina aplicada sea realmente aprovechada por el cultivo y que se pierda la mínima cantidad por efecto de la evaporación de la humedad del suelo. Con la utilización del acolchado orgánico, se reducirán las aplicaciones de fertilizantes inorgánicos basados en petróleo y al mismo tiempo, se utilizarán menos herbicidas y plaguicidas. De esta forma se evitará la quema de residuos orgánicos, por lo cual de manera indirecta y directa se reducirán las emisiones de CO ₂ .		
Beneficiarios de la medida	Aproximadamente 100 usuarios de riego/productores de cítricos y sus familias del Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán, así como de manera general todo la región al incrementarse el número de jornales a emplear.		
Pre-requisitos para la implementación	Implementar reuniones con los representantes de cada módulo de riego y del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, para explicar los beneficios del acolchado orgánico para los cítricos y solicitar productores cooperantes para instalación de parcelas demostrativas.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Acolchado orgánico sobre el suelo		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Estatus de implementación de la medida	No implementada		
Riesgos	Falta de interés de los representantes de las Asociaciones de Usuarios de riego, y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012	
Oportunidades	Con la implementación de esta medida de adaptación, se fomentarán empleos en la región, por un lado para generar la cubierta orgánica y por el otro al incrementarse la productividad del agua y de la tierra. Con los resultados obtenidos los productores agrícolas tendrá una mayor conciencia para el cuidado del agua de riego y del suelo.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección ambiental, al reducir la evaporación del agua en el suelo y favorecer la conservación de la humedad dentro del mismo. Además protege al suelo al reducir los problemas de erosión.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Julio Muñoz Quiroz (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 048, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=MUQJ461108HSRXRL09&_idDependencia=16101	
Teléfonos:	01 (997) 975 04 68		
Dirección, ciudad, estado:	Carretera Mérida-Chetumal Km. 110 Planta Baja S/N, Col. Oxkutzcab, Oxkutzcab, Yucatán, México, C.P. 97880.		
Correo electrónico:	julio.munoz@conagua.gob.mx		

3.3.9.- Monitoreo del Agua Subterránea

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Monitoreo del Agua Subterránea		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán.		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima; y precipitación: incremento de variabilidad de precipitación y amenaza de huracanes más frecuentes y/o intensos.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	El Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán está integrado por ocho módulos de riego que agrupan a 179 unidades de riego por bombeo, las cuales extraen el volumen de agua del acuífero de la Península de Yucatán. La superficie física del Distrito asciende a 13,005.30 ha, la superficie dominada a 9,694.50 ha y la superficie sembrada a 8,891.71 ha. El Distrito depende en su totalidad del agua para riego del acuífero. El acuífero de la península de Yucatán está formado por rocas calizas de características variadas y depósitos de litoral, tiene espesor medio de 150 m y está limitado inferiormente de rocas arcillosas de baja permeabilidad. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace a los acuíferos costeros, el espesor saturado de agua dulce crece hacia tierra adentro, siendo menor de 30 m dentro de la falda de 20 km a partir del litoral, de 30 a 100 m en el resto de la llanura y del orden de 100 m en el área de lomeríos. Se ha comprobado la presencia de la cuña salada a distancias hasta de 100 km del mar, lo cual advierte el riesgo que implica la operación	Formulación del plan director para la modernización integral del distrito de riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Monitoreo del Agua Subterránea		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	inadecuada de este acuífero.		
Estímulo climático	Reducción de precipitación -> sequía meteorológica -> sequía hidrológica- Disminución de los niveles de agua en los acuíferos, debido a una reducción de la precipitación.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/yucatan.html	
Cadena de cambio climático	Reducción en humedad del suelo y disminución de volúmenes disponibles para riego en los acuíferos. Las sequías y la reducción de disponibilidad de agua, podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Reducción en rendimientos en zonas de riego; pérdida en producción alimenticia. Disminución de la producción de la agricultura de riego; al reducirse la cantidad de agua para los cultivos, estos se someten a estrés hídrico y disminuye el rendimiento de los mismos.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	El Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, en su superficie total de 13,005.3 ha. Los cultivos dominantes son los perennes, el 68% de la superficie sembrada la ocupan los cítricos, seguidos por el maíz que ocupa un 11% y el aguacate con un 7%. Las hortalizas solamente representan un 4% de la superficie sembrada. Los beneficiarios son un total de 5,339 pequeños usuarios de riego, con una superficie promedio de 1.66 ha. Organizados en 179 unidades de riego con igual número de equipos de bombeo.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en la Península de Yucatán, para el año 2050 variará entre +5 y -10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación variará entre +10 y -20% y la	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_yucatan.html	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Monitoreo del Agua Subterránea		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	temperatura se incrementará entre 2 y 3 °C. (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Yucatán, en el en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 18.87%: en invierno disminuirá del orden de 16.65% y en el verano del orden del 20.81%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 2.48 °C; en el invierno aumentará 2.23 °C y en el verano 2.69 °C.		
Capacidad adaptativa	Se tiene una baja capacidad adaptativa, debido a los siguientes factores identificados: (a) Deficiente nivel de organización de las Asociaciones Civiles y de Usuarios, (b) Deficiencias en la implementación de la cuota de riego, (c) Falta de maquinaria para realizar las labores de mantenimiento y conservación de la infraestructura de riego, (d) Deterioro de la infraestructura de riego por el abandono de las parcelas, (e) Falta implementar el uso formal de paquetes tecnológicos productivos, (f) Falta de capacitación para el uso eficiente de los equipos de bombeo y sistemas de riego, (g) Alta estratificación en la tenencia de la tierra (1.665 ha/usuario).	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Hay muy poca diversidad de cultivos: solamente un tipo de cultivo perenne (cítricos) representa 68% de la superficie total del DR mientras que el maíz que ocupa solamente un 11% y el aguacate un 7%. Las hortalizas solamente representan un 4% de la superficie sembrada. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en variabilidad de lluvias y temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. El tamaño medio de las parcelas en el distrito de riego es reducido. La eficiencia de riego es	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007).	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Monitoreo del Agua Subterránea		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	muy baja (41 al 57%) en los anuales que ocupan el 23% de la superficie sembrada, mientras que se presenta un déficit hídrico en los cultivos perennes (77% de la superficie) debido a que se aplican volúmenes inferiores al requerimiento de riego.		
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, el estado se encontrará con presión media (20-40%) del recurso agua para 2025 (INE-SEMARNAT, 2003). A pesar de la alta precipitación en la península de Yucatán, se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura, la ganadería y en determinada medida la pesca, por el impacto en los humedales costeros de la región. La propensión a sequías contribuye a la generación y propagación de incendios forestales (Comisión Nacional del Agua, 2003). Se observa un índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales más extremos en la temporada de lluvias con valor de 4.75, y un índice de peligro de 6. El índice combinado de riesgo para Yucatán es de 5.34, lo que le ubica en la categoría de riesgo alto (IMTA, 2011).	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulnerabilidad_yucatan.html , INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático. Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XII Península de Yucatán. México.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Comunicación		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	La operación inadecuada de este acuífero presenta un riesgo alto para la agricultura del DR 048, ya que se ha comprobado la presencia de una cuña salada a distancias hasta de 100 km del mar mediante registros de salinidad de pozos profundos. La calidad del agua es el factor que limita el aprovechamiento del acuífero de Yucatán, especialmente en la porción norte de la entidad, ya que el riesgo de provocar el ascenso de agua salada subyace,	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007). El Impacto del cambio climático sobre los acuíferos costeros. 2012. XXII Congreso Nacional de	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Monitoreo del Agua Subterránea		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	impone severas restricciones a los abastecimientos permisibles en los pozos y, por tanto, a sus caudales de extracción. La operación de las captaciones provoca el ascenso del agua salobre contenida en la zona de mezcla, pudiendo aumentar con ello la salinidad del agua extraída hasta altas concentraciones en la porción costera de la entidad. Este fenómeno inutilizará temporalmente o permanentemente a los pozos que no son adecuadamente diseñados y operados, considerando el reducido espesor de agua dulce. Se propone instrumentar el acuífero de la península de Yucatán con una red de pozos de monitoreo para documentar la evolución de los niveles y la salinidad del agua subterránea.	Hidráulica.	
Especificaciones técnicas	El acuífero de la península de Yucatán se instrumentará con una red de pozos de monitoreo. Específicamente, se construirán algunos pozos con ese fin y se instalarán en ellos dispositivos de registro automático de la carga hidráulica y de la conductividad eléctrica del agua; como complemento, se utilizarán pozos de bombeo ya existentes para el monitoreo. Se integrará una base de datos con la información de la calidad del agua y los niveles medidos en la red de monitoreo; para asistir en el pronóstico y la gestión sustentable del acuífero de Yucatán y del Distrito de Riego 048.	Formulación del plan director para la modernización integral del riego del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, (IMTA, 2007). El Impacto del cambio climático sobre los acuíferos costeros. 2012. XXII Congreso Nacional de Hidráulica.	
Temporalidad	El periodo para llevar a cabo los trabajos de construcción de los pozos de observación es de 1 año y se requiere de periodos de observación permanente. La duración de los impactos de esta medida será permanente.		
Resultados esperados	Una base de datos que permita pronosticar y planificar la operación adecuada de los pozos de bombeo, afín de lograr un uso sustentable del acuífero de la península de Yucatán, que coadyuve al desarrollo sustentable de la agricultura del Distrito de Riego 048 de Ticul, Yucatán.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Monitoreo del Agua Subterránea		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Beneficiarios de la medida	Usuarios de riego y sus familias del Distrito de Riego 048, Ticul, Yucatán, así como de manera general todo el sector agrícola de la región. La sociedad tendrá la disponibilidad de utilizar un agua de calidad aceptable, bombeando a profundidades redituables económicamente.		
Pre-requisitos para la implementación	Realizar reuniones con los representantes de las ocho Asociaciones de usuarios, personal de la SEMARNAT, CONAGUA y del Gobierno del estado de Yucatán; para revisar e implementar las acciones. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos indicados.		
Estatus de implementación de la medida	No implementada o parcialmente implementada.		
Riesgos	Falta de recursos económicos por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	La información generada en las bases de datos de la calidad del agua y los niveles del acuífero, permitirá definir mejores políticas de manejo del acuífero de la Península de Yucatán.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección ambiental.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	Ing. Julio Muñoz Quiroz (Ingeniero en Jefe del Distrito de Riego 048, CONAGUA).	http://portaltransparencia.gob.mx/pot/directorio/consultarDirectorio.do?method=consulta&idServidorPublico=MUQJ461108HS	
Teléfonos:	01 (997) 975 04 68		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Monitoreo del Agua Subterránea		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Dirección, ciudad, estado:	Carretera Mérida-Chetumal Km. 110 Planta Baja S/N, Col. Oxkutzcab, Oxkutzcab, Yucatán, México, C.P. 97880.	RXRL09&_idDependencia=16101	
Correo electrónico:	julio.munoz@conagua.gob.mx		

3.4.- Región Cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas

Las medidas de adaptación de la región cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas son las siguientes:

1. Mejoramiento de las prácticas culturales del cafetal mediante la disponibilidad de información climatológica en tiempo real.
2. Transferencia de tecnología de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal.
3. Fomentar la diversificación productiva.
4. Captación de agua pluvial.

Para cada medida de adaptación de esta ficha se agregó un nuevo campo para indicar si la medida atiende aspectos de protección de infraestructura y/o de protección ambiental. La medida No. 3 "diversificación agrícola" considera aspectos de protección de los acuíferos y un análisis de una microcuenca de 3,000 ha con cultivo de cafetal.

Esta ficha técnica propone en las medidas de adaptación No. 2 y 4 la participación directa de productores en las comunidades seleccionadas para implementación de la medida en sus cafetales, y propone implementar eventos de capacitación sobre la cultura de uso sustentable del agua, con participación directa de los productores.

La medida de adaptación No. 2 de esta ficha técnica propone acciones de capacitación sobre prácticas sostenibles que promuevan la sensibilización a los impactos del Cambio Climático.

En la medida de adaptación No. 1 se propone la integración de la base de datos de la red de estaciones meteorológicas de este Distrito en un sistema de información geográfica (SIG) con fines de alertas a fenómenos climáticos extremos.

En la medida de adaptación No. 4 se consideró la instalación de sistemas de captación de agua pluvial.

3.4.1.- Mejoramiento de las prácticas culturales del cafetal mediante la disponibilidad de información climatológica en tiempo real

Nombre de la medida o proyecto:			
Mejoramiento de las prácticas culturales del cafetal mediante la disponibilidad de información climatológica en tiempo real.			
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Región cafetalera de Chiapas		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima; y precipitación: incremento de variabilidad de precipitación.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	La cafecultura en Chiapas presenta una importancia social, económica, cultural y ambiental, ya que 83 de los 118 municipios de la entidad tienen plantaciones de café, y dentro de ellos se encuentran más de 183 mil productores que se dedican al cultivo de este producto distribuidos en poco más de 193 mil predios (AMECAFE, 2010). Datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para el año 2009 reportan un total de 253,462 hectáreas de superficie sembrada de café cereza que corresponde al 32 % de la superficie nacional. En cuanto a la producción estatal del mismo producto, se reporta un total de 529,395 toneladas que equivalen al 36.8 % de la producción total nacional para el mismo periodo (SAGARPA, 2010).	SAGARPA. 2010. Servicio de información agroalimentaria y pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. AMECAFE. 2010. Padrón nacional cafetalero. Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café, A.C. México. (cartografía digital).	
Estímulo climático	Incremento en temperatura -> sequía meteorológica -> pérdida de producción agrícola.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclim	

Nombre de la medida o proyecto:	Mejoramiento de las prácticas culturales del cafetal mediante la disponibilidad de información climatológica en tiempo real.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
		atico/edo_sector/estados/chiapas.html	
Cadena de cambio climático	Los incrementos en la temperatura provocarán un desplazamiento de las áreas aptas para la práctica del cultivo de café a elevaciones más altas y reducción de la superficie total apta para su cultivo; lo que podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al abrir nuevas parcelas a elevaciones más altas para el cultivo mediante desforestación del bosque natural, eso provocará escurrimientos más grandes y una mayor erosión del suelo, reducciones de la humedad del suelo y de la recarga de los mantos freáticos. Al reducirse la disponibilidad del agua y fertilidad del suelo, las plantas de café se someten a estrés hídrico y nutritivo, disminuyendo el rendimiento y calidad de la cosecha.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	La superficie física de café cereza cultivada en 2009 en el estado de Chiapas, ascendió a 253,462 ha. Existen más de 183,000 pequeños productores, la mayoría indígenas, con una superficie promedio de 1.4 ha/usuario.	Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas".	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en el estado de Chiapas, para el año 2020 disminuirá entre 5 y 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2050 la precipitación variará entre +10 y -10% y la temperatura se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación variará entre +10 y -10% y la temperatura se incrementará entre 2 y 4 °C (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_chiapas.html ; PACCCH. Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (2011) Conservación Internacional, Secretaría de Medio	

Nombre de la medida o proyecto:	Mejoramiento de las prácticas culturales del cafetal mediante la disponibilidad de información climatológica en tiempo real.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	<p>reducción de la precipitación total anual para el Estado de Chiapas, en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 12.45%: en invierno disminuirá del orden de 16.4% y en el verano del orden del 7.91%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 3.69 °C; en el invierno aumentará 3.15 °C y en el verano 3.86 °C. El PACCCH con proyecciones más recientes indica que bajo un escenario de estabilización de emisiones globales a 670 ppm (escenario de emisiones altas) se prevé un aumento de 3 °C y hasta 3.4 °C en las temperaturas medias; y de 3 °C hasta 3.6 °C para las máximas en las regiones Centro, Frailesca, Fronteriza, Sierra y Altos para los finales de siglo, en comparación con el clima actual. Para la temperatura mínima se esperan probables incrementos de entre 2.5 °C y 2.8 °C en las regiones Centros, Altos, Frailesca, Fronteriza, Sierra y Norte y de 2.3 °C hasta 2.5 en las regiones Istmo-Costa, Soconusco y Selva en Chiapas para los finales de siglo (2080). Para finales de siglo se esperan aumentos en la cantidad de lluvia mayores a los 0.7 mm/día en la zona de Soconusco y reducciones que resultan preocupantes por estar en el orden de entre -0.7 y -1 mm/día para las regiones Altos, Sierra, Fronteriza y Selva.</p>	<p>Ambiente e Historia Natural, Embajada Británica, Centro Mexicano de Derecho Ambiental. http://www.cambioclimaticochiapas.org</p>	
Capacidad adaptativa	<p>Se tiene una muy baja capacidad adaptativa, debido a los siguientes factores: (a) Un índice de vulnerabilidad social que varía de alto a muy alto: la mayoría de las comunidades donde se encuentran los pequeños productores de café no cuentan con posibilidades de educación media y superior, ni con servicios de salud regulares; los índices de analfabetismo son calificados como muy alto y alto con promedios de 20.53%, (INEGI, 2000, Domínguez, 2009). (b) Los índices de pobreza en la Sierra Madre de Chiapas están entre los más altos de</p>	<p>Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011); http://www.imagenagropecuaria.com Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas";</p>	

Nombre de la medida o proyecto:	Mejoramiento de las prácticas culturales del cafetal mediante la disponibilidad de información climatológica en tiempo real.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	<p>México. Los servicios sociales son limitados y los excedentes económicos de las actividades productivas no son suficientes para atender las necesidades de la población. (c) Hay altos índices migratorios, y en particular en comunidades indígenas. (d) Del total de habitantes solo un 30% integra la población económicamente activa basada en casi su totalidad en actividades primarias. (e) Bajo nivel de mecanización agrícola; falta de sistemas de riego. (f) La mayoría de los productores minifundistas de café no participan en alguna organización y no disponen de medios de transporte para su cosecha, por lo que tienen que aceptar el precio que les imponen los acopiadores.</p>	<p>INEGI. 2000. Continuo de datos fisiográficos de la República Mexicana escala 250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. (mapa digital); Domínguez, E. 2009. Conectividad biológica y social-Zonas de influencia de las áreas naturales protegidas. CBM-México, CONABIO, Serie Conocimientos N°5. En: http://unam.academia.edu/EricaDom%C3%ADnguez/Papers/564470/Zonas_de_influencia_de_las_areas_naturales_protegidas</p>	
Susceptibilidad/sensibilidad	<p>La sensibilidad es alta: Las regiones Altos, Sierra, Fronteriza y Selva son especialmente vulnerables a cambios en la disponibilidad de agua debido a que al disminuir la precipitación se afecta directamente la disponibilidad del vital líquido; o por el contrario, su calidad es afectada con las lluvias torrenciales debido a que arrastra una mayor cantidad de azolves. Hay tasas altas de deforestación y degradación forestal (degradación de 3% por año). En Chiapas aproximadamente el 62 % (110,000 productores) cultivan parcelas de café con una superficie menor de 1 ha, el 35 % de 1 a 5 ha, el 2 % de 5 a 10 ha, y únicamente el 1 % tienen predios con más de 10 ha de superficie. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en la variabilidad de lluvias y</p>	<p>Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas".</p>	

Nombre de la medida o proyecto:	Mejoramiento de las prácticas culturales del cafetal mediante la disponibilidad de información climatológica en tiempo real.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	<p>temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. Los sistemas de riego son casi inexistentes, lo que pone en peligro los rendimientos y calidad del producto ya que sin riego suplementario es posible que no se satisfaga al requerimiento de riego bajo escenarios de cambio climático con lluvias deficientes y temperaturas elevadas.</p>		
Vulnerabilidad	<p>En el caso del sector agua, el estado se encontrará con presión moderada del recurso agua (<20%) para 2025. El pronóstico de crecimiento de la población y actividades económicas indica que la presión que existe sobre el recurso se incrementará en el futuro. Cuando el periodo de estiaje se prolonga, puede limitar el abastecimiento de algunas localidades o usuarios. (INE-SEMARNAT, 2006). A pesar de la alta precipitación en la Sierra Madre de Chiapas, se presentarán con más frecuencia en el futuro periodos de baja o nula precipitación que afectarán a la agricultura. El escenario de Cambio Climático en 50 años refleja una dramática disminución de las áreas cubiertas por bosques mesófilos en Chiapas y, por lo mismo, una reducción considerable del rango de distribución de especies en México, así como una mayor susceptibilidad de riesgo que la actualmente definida. Los tipos de vegetación más afectados por estas variaciones climáticas son los que están expuestos a condiciones más secas y más cálidas (Arriaga y Gómez, Villers-Ruiz y Trejo-Vázquez). El café también es uno de los tipos de vegetación que se verá afectada negativamente por estas variaciones del clima. Chiapas es entre las entidades con más alto riesgo ante la temporada de lluvias y el ingreso de ciclones tropicales, ya que sufre impactos de ciclones tropicales</p>	<p>Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulner_chiapas.html, INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático. Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XI Frontera Sur. México. Laura Arriaga y Leticia Gómez. Posibles efectos del cambio climático en algunos componentes de la biodiversidad de México. Cambio climático: una visión desde México. Lourdes Villers-Ruiz e Irma Trejo-Vázquez. El cambio climático y la vegetación en México.</p>	

Nombre de la medida o proyecto:	Mejoramiento de las prácticas culturales del cafetal mediante la disponibilidad de información climatológica en tiempo real.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	originando tanto del océano Atlántico como del Pacífico. Se observa un índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales extremos en la temporada de lluvias con valor de 6.5 (el tercer más alto en el país), y un índice de peligro de 7 (segundo más alto en el país). El índice combinado de riesgo para Chiapas es de 6.75, el segundo más alto en todo el país, lo que le ubica en la categoría de riesgo muy alto (IMTA, 2011).		
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Manejo de Recursos Naturales		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	Prácticas culturales en función del desarrollo del cultivo: La intensificación en el desarrollo de los cultivos, la disminución de la lluvia y el incremento de la temperatura demandarán un ajuste estacional en el manejo del cafetal, que requerirá la adecuación de las prácticas agronómicas, en el uso e intensidad de pesticidas y fertilizantes entre otros.	Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas".	
Especificaciones Técnicas	Elaborar los estudios de diagnóstico del estado actual de funcionamiento de la red de estaciones agrometeorológicas existentes operados por INIFAP, que forman parte de la Red Nacional de estaciones Estatales Agroclimatológicas, en las zonas de cafetal de la Sierra Madre de Chiapas. Elaborar y distribuir entre los productores cafetaleros las bases de datos climáticas generadas a través de estaciones meteorológicas instaladas en cada una de las zonas cafetaleras de la Sierra Madre de Chiapas, integradas en un sistema de información geográfica (SIG). Se estima que existen actualmente 13 estaciones meteorológicas en el área de la Sierra Madre de Chiapas, se considera la rehabilitación de 7 de éstas, y la adquisición de 7 nuevas estaciones; para completar 20 estaciones en total. El	Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas". Sitio web de la Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas del INIFAP: http://clima.inifap.gob.mx/redclima/clima/default.aspx?estado=7	

Nombre de la medida o proyecto:	Mejoramiento de las prácticas culturales del cafetal mediante la disponibilidad de información climatológica en tiempo real.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	costo estimado para implementar esta acción es de \$ 3' 500,000.00 M.N.		
Temporalidad	Rehabilitación de la red de estaciones agrometeorológicas existentes en la Sierra Madre de Chiapas e instalación de nuevas estaciones agroclimatológicas e iniciar con la elaboración de bases de datos y su mecanismo de distribución: 30 meses.		
Resultados esperados	Eficientizar la aplicación de prácticas culturales para el mejoramiento de los rendimientos del cultivo de cafetal, mediante la disponibilidad por parte de los productores de información climatológica en tiempo real. Información generada a través de estaciones meteorológicas instaladas en las zonas cafetaleras de la Sierra Madre de Chiapas.		
Beneficiarios de la medida	Los 110,000 productores de café de la Sierra Madre de Chiapas, así como de manera implícita todo el sector agrícola de la región; al disponer de información climatológica en tiempo real.		
Pre-requisitos para la implementación	Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo la rehabilitación de las estaciones existentes y adquisición de estaciones adicionales, si fuera necesario.		
Estatus de implementación de la medida	Implementada en forma parcial por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y existencia de estudios previos sobre escenarios de CC en Chiapas.		
Riesgos	Falta de recursos económicos por parte de los productores y falta de apoyo y financiamiento por parte de las instituciones. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	La implementación de esta medida de adaptación coadyuvará a tener un cuidado y un mejor mantenimiento		

Nombre de la medida o proyecto:	Mejoramiento de las prácticas culturales del cafetal mediante la disponibilidad de información climatológica en tiempo real.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	preventivo de la red de estaciones agroclimatológicas existentes, lo que también beneficiará a la sociedad en su conjunto al disponer de una base de datos de clima más confiable. Con el fortalecimiento de los conocimientos sobre los fenómenos hidrometeorológicos se tendrá una mayor capacidad de adaptación y de respuesta a las amenazas climáticas, para enfrentar eventos extremos incluyendo sequías y huracanes.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección ambiental, ya que al disponer de mayor información climatológica en tiempo real, permitirá ajustar las prácticas agronómicas y de uso e intensidad de pesticidas y fertilizantes entre otros.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	COMCAFE. Comisión para el Desarrollo y Fomento del Café de Chiapas; Comercializadora Máscafé, S.A. de C.V.: Delmar López Morales; Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural del Gobierno del Estado de Chiapas (SEMAHN): Lic. Lourdes Adriana López Moreno.		
Teléfonos:	COMCAFE: (961) 61 7-04-70 ext. 56000; Comercializadora Más Café S.A. de C.V.: 01 963 63 28270 y 01 963 63 28271; SEMAHN: 961 618 79 00 Ext. 304.		
Dirección, ciudad, estado:	COMCAFE: Carretera Juan Crispín-Chicoasén Km 2.5, Juan Crispín, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. C.P. 29020; Comercializadora Más Café S.A. de C.V.: 3ª. Calle Sur Poniente No. 21, Comitán, Chiapas; SEMAHN: 3ª Poniente Norte No. 148 2º Piso, Col. Centro, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.		
Correo electrónico:	COMCAFE: www.comcafe.gob.mx ; Comercializadora Más Café S.A de C.V: delmar@mas-cafe.com ; SEMAHN: lorena.gudino@gmail.com y flicline@hotmail.com		

3.4.2.- Transferencia de tecnologías de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Transferencia de tecnologías de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Región cafetalera de Chiapas		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima; y precipitación: incremento de variabilidad de precipitación.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	La cafecultura en Chiapas presenta una importancia social, económica, cultural y ambiental, ya que 83 de los 118 municipios de la entidad tienen plantaciones de café, y dentro de ellos se encuentran más de 183 mil productores que se dedican al cultivo de este producto distribuidos en poco más de 193 mil predios (AMECAFE, 2010). Datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para el año 2009 reportan un total de 253,462 hectáreas de superficie sembrada de café cereza que corresponde al 32 % de la superficie nacional. En cuanto a la producción estatal del mismo producto, se reporta un total de 529,395 toneladas que equivalen al 36.8 % de la producción total nacional para el mismo periodo (SAGARPA, 2010).	SAGARPA. 2010. Servicio de información agroalimentaria y pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. AMECAFE. 2010. Padrón nacional cafetalero. Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café, A.C. México. (cartografía digital).	
Estímulo climático	Incremento en temperatura -> sequía meteorológica -> pérdida de producción agrícola.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Transferencia de tecnologías de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
		http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/chiapas.html	
Cadena de cambio climático	Los incrementos en la temperatura provocarán un desplazamiento de las áreas aptas para la práctica del cultivo de café a elevaciones más altas y reducción de la superficie total apta para su cultivo; lo que podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al abrir nuevas parcelas a elevaciones más altas para el cultivo mediante desforestación del bosque natural, eso provocará escurrimientos más grandes y una mayor erosión del suelo, reducciones de la humedad del suelo y de la recarga de los mantos freáticos. Al reducirse la disponibilidad del agua y fertilidad del suelo, las plantas de café se someten a estrés hídrico y nutritivo, disminuyendo el rendimiento y calidad de la cosecha.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	La superficie física de café cereza cultivada en 2009 en el estado de Chiapas, ascendió a 253,462 ha. Existen más de 183,000 pequeños productores, la mayoría indígenas, con una superficie promedio de 1.4 ha/usuario.	Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas".	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en el estado de Chiapas, para el año 2020 disminuirá entre 5 y 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2050 la precipitación variará entre +10 y -10% y la temperatura se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación variará entre +10 y -10% y la temperatura se incrementará entre 2 y 4 °C	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_chiapas.html ; PACCCCH. Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (2011)	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Transferencia de tecnologías de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	(INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Chiapas, en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 12.45%: en invierno disminuirá del orden de 16.4% y en el verano del orden del 7.91%. La temperatura media en el período del 2061-2090 aumentará en 3.69 °C; en el invierno aumentará 3.15 °C y en el verano 3.86 °C. El PACCCH con proyecciones más recientes indica que bajo un escenario de estabilización de emisiones globales a 670 ppm (escenario de emisiones altas) se prevé un aumento de 3 °C y hasta 3.4 °C en las temperaturas medias; y de 3 °C hasta 3.6 °C para las máximas en las regiones Centro, Frailesca, Fronteriza, Sierra y Altos para los finales de siglo, en comparación con el clima actual. Para la temperatura mínima se esperan probables incrementos de entre 2.5 °C y 2.8 °C en las regiones Centros, Altos, Frailesca, Fronteriza, Sierra y Norte y de 2.3 °C hasta 2.5 en las regiones Istmo-Costa, Soconusco y Selva en Chiapas para los finales de siglo (2080). Para finales de siglo se esperan aumentos en la cantidad de lluvia mayores a los 0.7 mm/día en la zona de Soconusco y reducciones que resultan preocupantes por estar en el orden de entre -0.7 y -1 mm/día para las regiones Altos, Sierra, Fronteriza y Selva.	Conservación Internacional, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Embajada Británica, Centro Mexicano de Derecho Ambiental. http://www.cambioclimaticochiapas.org	
Capacidad adaptativa	Se tiene una muy baja capacidad adaptativa, debido a los siguientes factores: (a) Un índice de vulnerabilidad social que varía de alto a muy alto: la mayoría de las comunidades donde se encuentran los pequeños productores de café no cuentan con posibilidades de educación media y superior, ni con servicios de salud regulares; los índices de analfabetismo son calificados	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011); http://www.imagenagropecuaria.com Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Transferencia de tecnologías de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	<p>como muy alto y alto con promedios de 20.53%, (INEGI, 2000, Domínguez, 2009). (b) Los índices de pobreza en la Sierra Madre de Chiapas están entre los más altos de México. Los servicios sociales son limitados y los excedentes económicos de las actividades productivas no son suficientes para atender las necesidades de la población. (c) Hay altos índices migratorios, y en particular en comunidades indígenas. (d) Del total de habitantes solo un 30% integra la población económicamente activa basada en casi su totalidad en actividades primarias. (e) Bajo nivel de mecanización agrícola; falta de sistemas de riego. (f) La mayoría de los productores minifundistas de café no participan en alguna organización y no disponen de medios de transporte para su cosecha, por lo que tienen que aceptar el precio que les imponen los acopiadores.</p>	<p>reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas”; INEGI. 2000. Continuo de datos fisiográficos de la República Mexicana escala 250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. (mapa digital); Domínguez, E. 2009. Conectividad bilógica y social-Zonas de influencia de las áreas naturales protegidas. CBM-México, CONABIO, Serie Conocimientos N°5. En: http://unam.academia.edu/EricaDom%C3%ADnguez/Papers/564470/Zonas_de_influencia_de_las_areas_naturales_protectidas</p>	
Susceptibilidad/sensibilidad	<p>La sensibilidad es alta: Las regiones Altos, Sierra, Fronteriza y Selva son especialmente vulnerables a cambios en la disponibilidad de agua debido a que al disminuir la precipitación se afecta directamente la disponibilidad del vital líquido; o por el contrario, su calidad es afectada con las lluvias torrenciales debido a que arrastra una mayor cantidad de azolves. Hay tasas altas de deforestación y degradación forestal (degradación de 3% por año). En Chiapas aproximadamente el 62 % (110,000 productores) cultivan parcelas de café con una superficie menor de 1 ha, el 35</p>	<p>Gobierno del Estado de Chiapas 2011. “Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas”.</p>	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Transferencia de tecnologías de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	% de 1 a 5 ha, el 2 % de 5 a 10 ha, y únicamente el 1 % tienen predios con más de 10 ha de superficie. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en la variabilidad de lluvias y temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. Los sistemas de riego son casi inexistentes, lo que pone en peligro los rendimientos y calidad del producto ya que sin riego suplementario es posible que no se satisfaga al requerimiento de riego bajo escenarios de cambio climático con lluvias deficientes y temperaturas elevadas.		
Vulnerabilidad	En el caso del sector agua, el estado se encontrará con presión moderada del recurso agua (<20%) para 2025. El pronóstico de crecimiento de la población y actividades económicas indica que la presión que existe sobre el recurso se incrementará en el futuro. Cuando el periodo de estiaje se prolonga, puede limitar el abastecimiento de algunas localidades o usuarios. (INE-SEMARNAT, 2006). A pesar de la alta precipitación en la Sierra Madre de Chiapas, se presentarán con más frecuencia en el futuro periodos de baja o nula precipitación que afectarán a la agricultura. El escenario de Cambio Climático en 50 años refleja una dramática disminución de las áreas cubiertas por bosques mesófilos en Chiapas y, por lo mismo, una reducción considerable del rango de distribución de especies en México, así como una mayor susceptibilidad de riesgo que la actualmente definida. Los tipos de vegetación más afectados por estas variaciones climáticas son los que están expuestos a condiciones más secas y más cálidas (Arriaga y Gómez, Villers-Ruiz y Trejo-Vázquez). El café	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulnerabilidad_chiapas.html , INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático. Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XI Frontera Sur. México. Laura Arriaga y Leticia Gómez. Posibles efectos del cambio climático en algunos componentes de la biodiversidad de México. Cambio climático: una visión desde México. Lourdes Villers-Ruiz e Irma Trejo-Vázquez. El cambio	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Transferencia de tecnologías de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	también es uno de los tipos de vegetación que se verá afectada negativamente por estas variaciones del clima. Chiapas es entre las entidades con más alto riesgo ante la temporada de lluvias y el ingreso de ciclones tropicales, ya que sufre impactos de ciclones tropicales originando tanto del océano Atlántico como del Pacífico. Se observa un índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales extremos en la temporada de lluvias con valor de 6.5 (el tercer más alto en el país), y un índice de peligro de 7 (segundo más alto en el país). El índice combinado de riesgo para Chiapas es de 6.75, el segundo más alto en todo el país, lo que le ubica en la categoría de riesgo muy alto (IMTA, 2011).	climático y la vegetación en México.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Asistencia técnica y comunicación		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	Hay una experiencia acumulada, en el ámbito organizativo y productivo que ha permitido a los pobladores locales desarrollar hasta la fecha sus actividades económicas y sociales. No obstante el deterioro ambiental y productivo que se da actualmente, en las regiones cafetaleras de Chiapas se requiere fortalecer, consolidar y ampliar las capacidades y conocimientos de la población, particularmente ante la amenaza del cambio climático. Se propone la organización y ejecución de transferencia tecnológica, orientados a fortalecer y ampliar capacidades a nivel de productores, técnicos, decisores y la comunidad en general.	Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas".	
Especificaciones técnicas	Se promoverá un aprendizaje integral de conocimientos, habilidades, actitudes y valores haciendo síntesis entre	Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Transferencia de tecnologías de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	saberes científicos y comunes, permitiendo el fortalecimiento de una cafecultura sostenible en todos los ámbitos, mediante la promoción de buenas prácticas productivas y conservacionistas sostenibles <i>ante el cambio climático</i> : Se sistematizará, validará en cinco parcelas demostrativas y difundirá mediante acciones de capacitación en las zonas cafetaleras de la Sierra Madre de Chiapas una lista de prácticas sostenibles que promueva la sensibilización a los impactos del Cambio Climático, fortaleciendo la adaptación para disminuir la vulnerabilidad a partir de: manejo de sistemas agroforestales; prácticas de conservación y protección de suelos; conservación de áreas de bosque; utilización adecuada y eficiente de hojarasca para conservar la humedad en el suelo, de abonos orgánicos y sintéticos; utilización y manejo eficiente del riego; manejo integrado y agroecológico de plagas y enfermedades del café, entre otras. Asociado a lo anterior dichas prácticas deben contribuir a niveles sostenibles de productividad. El costo estimado para implementar estas acción es de \$ 3'000,000.00 M.N.	Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas".	
Temporalidad	Periodo de establecimiento de parcelas demostrativas (incluyendo la implementación de prácticas sustentables) y difusión de conocimientos entre los productores: 2 años. Con el fortalecimiento de las habilidades y capacidades en el manejo sustentable del cultivo de café se tendrá una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas; por lo que la duración del impacto de esta medida será de muchos años.		
Resultados esperados	Instalación de 5 parcelas demostrativas y transferencia de tecnologías de manejo sustentable a 5 productores participantes, mismos que sean ellos los que con sus acciones pongan el ejemplo al resto de los productores,		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Transferencia de tecnologías de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	a través de eventos demostrativos. Adicionalmente, se pueden aprovechar las experiencias de manejo de predios que se hayan obtenido en otras zonas de cafetal bajo manejo sustentable.		
Beneficiarios de la medida	Los 110,000 productores de café de la Sierra Madre de Chiapas, así como de manera implícita todo el sector agrícola y económico de la región; al tener mejores posibilidades de éxito para la producción agrícola.		
Pre-requisitos para la implementación	Contar con paquetes tecnológicos sobre el manejo sustentable de cafetal. Identificar en cada uno de los organismos de productores de café de Chiapas, los socios líderes en el manejo sustentable del cafetal que participarían en el establecimiento de parcelas demostrativas de cafetal en la que se lleven a cabo las parcelas demostrativas de manejo sustentable.		
Estatus de implementación de la medida	No implementada (pero se tienen los recursos humanos para su ejecución).		
Riesgos	El bajo nivel escolar de los participantes. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012..	
Oportunidades	Percibir por parte de los participantes la problemática real del manejo del cultivo de café para enfrentar los desafíos del cambio climático. La implementación de esta medida de adaptación coadyuvará a mejorar el nivel de organización de los productores agrícolas de la región, al convivir entre usuarios o participantes de otras asociaciones de productores de cafetal durante los		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Transferencia de tecnologías de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	eventos demostrativos y de capacitación.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección ambiental, al considerar prácticas de conservación y protección de suelos, conservación de áreas de bosque, utilización adecuada y eficiente de hojarasca para conservar la humedad en el suelo, aplicación de abonos orgánicos y sintéticos, utilización y manejo del riego, manejo integrado y agroecológico de plagas y enfermedades del café, entre otras.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	COMCAFE. Comisión para el Desarrollo y Fomento del Café de Chiapas; Comercializadora Máscafé, S.A. de C.V.: Delmar López Morales; Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural del Gobierno del Estado de Chiapas (SEMAHN): Lic. Lourdes Adriana López Moreno.		
Teléfonos:	COMCAFE: (961) 61 7-04-70 ext. 56000; Comercializadora Más Café S.A. de C.V.: 01 963 63 28270 y 01 963 63 28271; SEMAHN: 961 618 79 00 Ext. 304.		
Dirección, ciudad, estado:	COMCAFE: Carretera Juan Crispín-Chicoasén Km 2.5, Juan Crispín, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. C.P. 29020; Comercializadora Más Café S.A. de C.V.: 3ª. Calle Sur Poniente No. 21, Comitán, Chiapas; SEMAHN: 3ª Poniente Norte No. 148 2º Piso, Col. Centro, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.		
Correo electrónico:	COMCAFE: www.comcafe.gob.mx ; Comercializadora Más Café S.A de C.V: delmar@mas-cafe.com ; SEMAHN: lorena.gudino@gmail.com y flicline@hotmail.com		

3.4.3.- Fomentar la diversificación productiva

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Fomentar la diversificación productiva.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Región cafetalera de Chiapas		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima; y precipitación: incremento de variabilidad de precipitación.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	La cafecultura en Chiapas presenta una importancia social, económica, cultural y ambiental, ya que 83 de los 118 municipios de la entidad tienen plantaciones de café, y dentro de ellos se encuentran más de 183 mil productores que se dedican al cultivo de este producto distribuidos en poco más de 193 mil predios (AMECAFE, 2010). Datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para el año 2009 reportan un total de 253,462 hectáreas de superficie sembrada de café cereza que corresponde al 32 % de la superficie nacional. En cuanto a la producción estatal del mismo producto, se reporta un total de 529,395 toneladas que equivalen al 36.8 % de la producción total nacional para el mismo periodo (SAGARPA, 2010).	SAGARPA. 2010. Servicio de información agroalimentaria y pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. AMECAFE. 2010. Padrón nacional cafetalero. Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café, A.C. México. (cartografía digital).	
Estímulo climático	Incremento en temperatura -> sequía meteorológica -> pérdida de producción agrícola.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/chiapas.html	
Cadena de cambio climático	Los incrementos en la temperatura provocarán un desplazamiento de las áreas aptas para la práctica del	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Fomentar la diversificación productiva.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	cultivo de café a elevaciones más altas y reducción de la superficie total apta para su cultivo; lo que podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al abrir nuevas parcelas a elevaciones más altas para el cultivo mediante desforestación del bosque natural, eso provocará escurrimientos más grandes y una mayor erosión del suelo, reducciones de la humedad del suelo y de la recarga de los mantos freáticos. Al reducirse la disponibilidad del agua y fertilidad del suelo, las plantas de café se someten a estrés hídrico y nutritivo, disminuyendo el rendimiento y calidad de la cosecha.		
Sistema de interés	La superficie física de café cereza cultivada en 2009 en el estado de Chiapas, ascendió a 253,462 ha. Existen más de 183,000 pequeños productores, la mayoría indígenas, con una superficie promedio de 1.4 ha/usuario.	Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas".	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en el estado de Chiapas, para el año 2020 disminuirá entre 5 y 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2050 la precipitación variará entre +10 y -10% y la temperatura se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación variará entre +10 y -10% y la temperatura se incrementará entre 2 y 4 °C (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Chiapas, en el período del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 12.45%: en invierno disminuirá del orden de 16.4% y en el verano del orden del 7.91%. La temperatura media en el	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_chiapas.html ; PACCCH. Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (2011) Conservación Internacional, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Embajada Británica, Centro Mexicano de Derecho Ambiental.	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Fomentar la diversificación productiva.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	<p>período del 2061-2090 aumentará en 3.69 °C; en el invierno aumentará 3.15 °C y en el verano 3.86 °C. El PACCCH con proyecciones más recientes indica que bajo un escenario de estabilización de emisiones globales a 670 ppm (escenario de emisiones altas) se prevé un aumento de 3 °C y hasta 3.4 °C en las temperaturas medias; y de 3 °C hasta 3.6 °C para las máximas en las regiones Centro, Frailesca, Fronteriza, Sierra y Altos para los finales de siglo, en comparación con el clima actual. Para la temperatura mínima se esperan probables incrementos de entre 2.5 °C y 2.8 °C en las regiones Centros, Altos, Frailesca, Fronteriza, Sierra y Norte y de 2.3 °C hasta 2.5 en las regiones Istmo-Costa, Soconusco y Selva en Chiapas para los finales de siglo (2080). Para finales de siglo se esperan aumentos en la cantidad de lluvia mayores a los 0.7 mm/día en la zona de Soconusco y reducciones que resultan preocupantes por estar en el orden de entre -0.7 y -1 mm/día para las regiones Altos, Sierra, Fronteriza y Selva.</p>	<p>http://www.cambioclimaticochiapas.org</p>	
Capacidad adaptativa	<p>Se tiene una muy baja capacidad adaptativa, debido a los siguientes factores: (a) Un índice de vulnerabilidad social que varía de alto a muy alto: la mayoría de las comunidades donde se encuentran los pequeños productores de café no cuentan con posibilidades de educación media y superior, ni con servicios de salud regulares; los índices de analfabetismo son calificados como muy alto y alto con promedios de 20.53%, (INEGI, 2000, Domínguez, 2009). (b) Los índices de pobreza en la Sierra Madre de Chiapas están entre los más altos de México. Los servicios sociales son limitados y los excedentes económicos de las actividades productivas no son suficientes para atender las necesidades de la población. (c) Hay altos índices migratorios, y en particular en comunidades indígenas. (d) Del total de habitantes solo</p>	<p>Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011); http://www.imagenagropecuaria.com Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas"; INEGI. 2000. Continuo de datos fisiográficos de la República Mexicana escala 250,000. Instituto Nacional de</p>	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Fomentar la diversificación productiva.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	un 30% integra la población económicamente activa basada en casi su totalidad en actividades primarias. (e) Bajo nivel de mecanización agrícola; falta de sistemas de riego. (f) La mayoría de los productores minifundistas de café no participan en alguna organización y no disponen de medios de transporte para su cosecha, por lo que tienen que aceptar el precio que les imponen los acopiadores.	Estadística, Geografía e Informática. México. (mapa digital); Domínguez, E. 2009. Conectividad biológica y social-Zonas de influencia de las áreas naturales protegidas. CBM-México, CONABIO, Serie Conocimientos N°5. En: http://unam.academia.edu/EricaDom%C3%ADnguez/Papers/564470/Zonas_de_influencia_de_las_areas_naturales_protegidas	
Susceptibilidad/sensibilidad	La sensibilidad es alta: Las regiones Altos, Sierra, Fronteriza y Selva son especialmente vulnerables a cambios en la disponibilidad de agua debido a que al disminuir la precipitación se afecta directamente la disponibilidad del vital líquido; o por el contrario, su calidad es afectada con las lluvias torrenciales debido a que arrastra una mayor cantidad de azolves. Hay tasas altas de deforestación y degradación forestal (degradación de 3% por año). En Chiapas aproximadamente el 62 % (110,000 productores) cultivan parcelas de café con una superficie menor de 1 ha, el 35 % de 1 a 5 ha, el 2 % de 5 a 10 ha, y únicamente el 1 % tienen predios con más de 10 ha de superficie. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en la variabilidad de lluvias y temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. Los sistemas de riego son casi inexistentes, lo que pone en peligro los rendimientos y calidad del producto ya que sin riego suplementario es	Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas".	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Fomentar la diversificación productiva.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	posible que no se satisfaga al requerimiento de riego bajo escenarios de cambio climático con lluvias deficientes y temperaturas elevadas.		
Vulnerabilidad	<p>En el caso del sector agua, el estado se encontrará con presión moderada del recurso agua (<20%) para 2025. El pronóstico de crecimiento de la población y actividades económicas indica que la presión que existe sobre el recurso se incrementará en el futuro. Cuando el periodo de estiaje se prolonga, puede limitar el abastecimiento de algunas localidades o usuarios. (INE-SEMARNAT, 2006). A pesar de la alta precipitación en la Sierra Madre de Chiapas, se presentarán con más frecuencia en el futuro periodos de baja o nula precipitación que afectarán a la agricultura. El escenario de Cambio Climático en 50 años refleja una dramática disminución de las áreas cubiertas por bosques mesófilos en Chiapas y, por lo mismo, una reducción considerable del rango de distribución de especies en México, así como una mayor susceptibilidad de riesgo que la actualmente definida. Los tipos de vegetación más afectados por estas variaciones climáticas son los que están expuestos a condiciones más secas y más cálidas (Arriaga y Gómez, Villers-Ruiz y Trejo-Vázquez). El café también es uno de los tipos de vegetación que se verá afectada negativamente por estas variaciones del clima. Chiapas es entre las entidades con más alto riesgo ante la temporada de lluvias y el ingreso de ciclones tropicales, ya que sufre impactos de ciclones tropicales originando tanto del océano Atlántico como del Pacífico. Se observa un índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales extremos en la temporada de lluvias con valor de 6.5 (el tercer más alto en el país), y un índice de peligro de 7 (segundo más alto en el país). El índice combinado de riesgo para Chiapas es de 6.75, el segundo más alto en todo el país, lo que le</p>	<p>Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_chiapas.html, INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático. Comisión Nacional del Agua, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XI Frontera Sur. México. Laura Arriaga y Leticia Gómez. Posibles efectos del cambio climático en algunos componentes de la biodiversidad de México. Cambio climático: una visión desde México. Lourdes Villers-Ruiz e Irma Trejo-Vázquez. El cambio climático y la vegetación en México.</p>	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Fomentar la diversificación productiva.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	ubica en la categoría de riesgo muy alto (IMTA, 2011).		
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Asistencia técnica y comunicación		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	El cambio de prácticas productivas puede ayudar a adaptar los cultivos a las condiciones de cambio climático que se esperan para Chiapas. Como caso particular en la Sierra Madre de Chiapas, a partir de la información científica generada, los cambios en el clima proyectados en los escenarios de Cambio Climático sugieren que los productores de café y otras actividades tendrán que adaptarse a un ambiente impactado por el Cambio Climático, así como a identificar variedades de café que tengan una buena producción a diferentes alturas, y las prácticas en cuanto a captura, almacenaje y uso del agua tendrán que volverse eficientes en un nuevo entorno por parte de los productores y habitantes de esta región. Por otro lado, debido a los cambios en la temperatura también se prevee un incremento de la presencia de plagas y enfermedades.	Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas".	
Especificaciones técnicas	Se seleccionara una microcuenca con una superficie aproximada de 3,000 ha de cafetal, en donde se implementarán las siguientes acciones: (1) Fomentar la diversificación productiva con especies y variedades tolerantes a la variabilidad esperada del clima debido al cambio climático, haciendo uso de especies nativas, utilizando infraestructura natural, rehabilitando en la medida de lo posible su funcionalidad ecológica al mismo tiempo que se desarrollan actividades económicas que sean acordes con la capacidad productiva de los sistemas. (2) Integrar los resultados de las investigaciones sobre el uso, mezcla y mejoramiento de semillas criollas resilientes al incremento de temperatura y cambios en la	Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas".	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Fomentar la diversificación productiva.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	lluvia en los programas productivos. (3) Fomentar la conservación de suelos y vegetación nativa en áreas de bosques y selvas contiguas a las parcelas productivas, principalmente en las cuencas altas y las zonas de captación de agua, como parte del paisaje productivo. El costo es de \$ 1'500,000.00.		
Temporalidad	Periodo de recopilación de información y paquetes tecnológicos de especies resilientes, instalación de medidas de conservación de cuencas altas y difusión de conocimientos entre los productores: 2 años. Con el fortalecimiento de las habilidades y capacidades en el manejo sustentable se tendrá una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas; por lo que la duración del impacto de esta medida será de muchos años.		
Resultados esperados	En una microcuenca con una superficie aproximada de 3,000 ha de cafetal y maíz, los productores de la Sierra Madre de Chiapas contarán y utilizarán en sus procesos productivos una cartera de especies de cultivos, incluyendo semillas criollas tolerantes a la variabilidad esperada bajo escenarios de cambio climático. Rehabilitación/reforestación y conservación de suelos en las regiones naturales contiguas a las parcelas productivas para proteger los recursos naturales principalmente en zonas de captación de agua en las cuencas altas.		
Beneficiarios de la medida	En forma directa aproximadamente 2,000 productores de café de una microcuenca con una superficie aproximada de 3,000 ha de la Sierra Madre de Chiapas, así como de manera implícita todo el sector agrícola y económico de la región; al tener mejores posibilidades de éxito para la producción cafetalera del estado de Chiapas.		
Pre-requisitos para la implementación	Contar con paquetes tecnológicos sobre especies adaptados al clima adverso, adaptables a la región del estudio.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Fomentar la diversificación productiva.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Estatus de implementación de la medida	No implementada (pero se tienen los recursos humanos para su ejecución).		
Riesgos	El bajo nivel escolar de los participantes. No contar con los recursos financieros para la protección continua de las áreas naturales y zonas de captación de agua en las cuencas altas de la Sierra Madre de Chiapas. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Percibir por parte de los participantes la problemática del manejo de monocultivos. La implementación de esta medida de adaptación fortalecerá los conocimientos sobre las especies tolerantes a las condiciones climáticas variables esperadas bajo los escenarios de cambio climático; se tendrá una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección ambiental, ya que considera prácticas de Rehabilitación y Reforestación y Conservación de suelos en las regiones naturales contiguas a las parcelas productivas para proteger los recursos naturales principalmente en zonas de captación de agua en la cuenca alta.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	COMCAFE. Comisión para el Desarrollo y Fomento del Café de Chiapas; Comercializadora Máscafé, S.A. de C.V.: Delmar López Morales; Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural del Gobierno del Estado de Chiapas (SEMAHN): Lic. Lourdes Adriana López Moreno.		
Teléfonos:	COMCAFE: (961) 61 7-04-70 ext. 56000; Comercializadora Más Café S.A. de C.V.: 01 963 63 28270 y 01 963 63 28271; SEMAHN: 961 618 79 00 Ext. 304.		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Fomentar la diversificación productiva.		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
Dirección, ciudad, estado:	COMCAFE: Carretera Juan Crispín-Chicoasén Km 2.5, Juan Crispín, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. C.P. 29020; Comercializadora Más Café S.A. de C.V.: 3ª. Calle Sur Poniente No. 21, Comitán, Chiapas; SEMAHN: 3ª Poniente Norte No. 148 2º Piso, Col. Centro, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.		
Correo electrónico:	COMCAFE: www.comcafe.gob.mx ; Comercializadora Más Café S.A de C.V: delmar@mas-cafe.com ; SEMAHN: lorena.gudino@gmail.com y flicline@hotmail.com		

3.4.4.- Captación de agua pluvial

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Captación de agua pluvial		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
I. Descripción de la región y las amenazas			
Sector	Agrícola		
Región/zona de acción	Región cafetalera de Chiapas		
Amenazas del CC en esta región	Anomalías en las temperaturas mínima, media y máxima; y precipitación: incremento de variabilidad de precipitación.	http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México. IMTA (2011)	
Antecedentes de la región	La cafecultura en Chiapas presenta una importancia social, económica, cultural y ambiental, ya que 83 de los 118 municipios de la entidad tienen plantaciones de café, y	SAGARPA. 2010. Servicio de información agroalimentaria y pesca. Secretaría de	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Captación de agua pluvial		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	dentro de ellos se encuentran más de 183 mil productores que se dedican al cultivo de este producto distribuidos en poco más de 193 mil predios (AMECAFE, 2010). Datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para el año 2009 reportan un total de 253,462 hectáreas de superficie sembrada de café cereza que corresponde al 32 % de la superficie nacional. En cuanto a la producción estatal del mismo producto, se reporta un total de 529,395 toneladas que equivalen al 36.8 % de la producción total nacional para el mismo periodo (SAGARPA, 2010).	Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. AMECAFE. 2010. Padrón nacional cafetalero. Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café, A.C. México. (cartografía digital).	
Estímulo climático	Incremento en temperatura -> sequía meteorológica -> pérdida de producción agrícola.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/stimuli http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/chiapas.html	
Cadena de cambio climático	Los incrementos en la temperatura provocarán un desplazamiento de las áreas aptas para la práctica del cultivo de café a elevaciones más altas y reducción de la superficie total apta para su cultivo; lo que podría conducir a la pérdida de tierras de cultivo y, por tanto, la pérdida de tierra económicamente productiva. Al abrir nuevas parcelas a elevaciones más altas para el cultivo mediante desforestación del bosque natural, eso provocará escurrimientos más grandes y una mayor erosión del suelo, reducciones de la humedad del suelo y de la recarga de los mantos freáticos. Al reducirse la disponibilidad del agua y fertilidad del suelo, las plantas de café se someten a estrés hídrico y nutritivo, disminuyendo el rendimiento y calidad de la cosecha.	http://cigrasp.pik-potsdam.de/impacts	
Sistema de interés	La superficie física de café cereza cultivada en 2009 en el estado de Chiapas, ascendió a 253,462 ha. Existen más de 183,000 pequeños productores, la mayoría indígenas,	Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Captación de agua pluvial		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	con una superficie promedio de 1.4 ha/usuario.	adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas”.	
Grado de exposición a las amenazas de cambio climático	De acuerdo con los diferentes escenarios de emisiones que proyectan las concentraciones de gases de efecto invernadero, la precipitación en el estado de Chiapas, para el año 2020 disminuirá entre 5 y 10%, y la temperatura media anual se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2050 la precipitación variará entre +10 y -10% y la temperatura se incrementará entre 1 y 2 °C. Para el año 2080 la precipitación variará entre +10 y -10% y la temperatura se incrementará entre 2 y 4 °C (INE, 2012). De acuerdo con el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), la reducción de la precipitación total anual para el Estado de Chiapas, en el periodo del 2061-2090 bajo escenario A2, será del 12.45%: en invierno disminuirá del orden de 16.4 % y en el verano del orden del 7.91%. La temperatura media en el periodo del 2061-2090 aumentará en 3.69 °C; en el invierno aumentará 3.15 °C y en el verano 3.86 °C. El PACCCH con proyecciones más recientes indica que bajo un escenario de estabilización de emisiones globales a 670 ppm (escenario de emisiones altas) se prevé un aumento de 3 °C y hasta 3.4 °C en las temperaturas medias; y de 3°C hasta 3.6°C para las máximas en las regiones Centro, Frailesca, Fronteriza, Sierra y Altos para los finales de siglo, en comparación con el clima actual. Para la temperatura mínima se esperan probables incrementos de entre 2.5°C y 2.8°C en las regiones Centros, Altos, Frailesca, Fronteriza, Sierra y Norte y de 2.3°C hasta 2.5 en las regiones Istmo-Costa, Soconusco y Selva en Chiapas para los finales de siglo (2080). Para	Atlas de Vulnerabilidad Hídrica ante el Cambio Climático (IMTA, 2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_chiapas.html ; PACCCH. Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (2011) Conservación Internacional, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Embajada Británica, Centro Mexicano de Derecho Ambiental. http://www.cambioclimaticochiapas.org	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Captación de agua pluvial		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	<p> finales de siglo se esperan aumentos en la cantidad de lluvia mayores a los 0.7 mm/día en la zona de Soconusco y reducciones que resultan preocupantes por estar en el orden de entre -0.7 y -1 mm/día para las regiones Altos, Sierra, Fronteriza y Selva.</p>		
Capacidad adaptativa	<p>Se tiene una muy baja capacidad adaptativa, debido a los siguientes factores: (a) Un índice de vulnerabilidad social que varía de alto a muy alto: la mayoría de las comunidades donde se encuentran los pequeños productores de café no cuentan con posibilidades de educación media y superior, ni con servicios de salud regulares; los índices de analfabetismo son calificados como muy alto y alto con promedios de 20.53%, (INEGI, 2000, Domínguez, 2009). (b) Los índices de pobreza en la Sierra Madre de Chiapas están entre los más altos de México. Los servicios sociales son limitados y los excedentes económicos de las actividades productivas no son suficientes para atender las necesidades de la población. (c) Hay altos índices migratorios, y en particular en comunidades indígenas. (d) Del total de habitantes solo un 30% integra la población económicamente activa basada en casi su totalidad en actividades primarias. (e) Bajo nivel de mecanización agrícola; falta de sistemas de riego. (f) La mayoría de los productores minifundistas de café no participan en alguna organización y no disponen de medios de transporte para su cosecha, por lo que tienen que aceptar el precio que les imponen los acopiadores.</p>	<p>Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011); http://www.imagenagropecuaria.com Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas"; INEGI. 2000. Continuo de datos fisiográficos de la República Mexicana escala 250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. (mapa digital); Domínguez, E. 2009. Conectividad biológica y social-Zonas de influencia de las áreas naturales protegidas. CBM-México, CONABIO, Serie Conocimientos N°5. En: http://unam.academia.edu/EricaDom%C3%ADnguez/Papers/564470/Zonas_de_influencia_de_las_areas_naturales_pr</p>	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Captación de agua pluvial		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
		otegidas	
Susceptibilidad/sensibilidad	<p>La sensibilidad es alta: Las regiones Altos, Sierra, Fronteriza y Selva son especialmente vulnerables a cambios en la disponibilidad de agua debido a que al disminuir la precipitación se afecta directamente la disponibilidad del vital líquido; o por el contrario, su calidad es afectada con las lluvias torrenciales debido a que arrastra una mayor cantidad de azolves. Hay tasas altas de deforestación y degradación forestal (degradación de 3% por año). En Chiapas aproximadamente el 62 % (110,000 productores) cultivan parcelas de café con una superficie menor de 1 ha, el 35 % de 1 a 5 ha, el 2 % de 5 a 10 ha, y únicamente el 1 % tienen predios con más de 10 ha de superficie. Se esperan cambios en la productividad de los cultivos debido al incremento en la variabilidad de lluvias y temperaturas más altas causando un cambio del ciclo de desarrollo (ciclo de floración). Las temperaturas más altas también causarán apariciones de plagas más frecuentes. Los sistemas de riego son casi inexistentes, lo que pone en peligro los rendimientos y calidad del producto ya que sin riego suplementario es posible que no se satisfaga al requerimiento de riego bajo escenarios de cambio climático con lluvias deficientes y temperaturas elevadas.</p>	<p>Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas".</p>	
Vulnerabilidad	<p>En el caso del sector agua, el estado se encontrará con presión moderada del recurso agua (<20%) para 2025. El pronóstico de crecimiento de la población y actividades económicas indica que la presión que existe sobre el recurso se incrementará en el futuro. Cuando el periodo de estiaje se prolonga, puede limitar el abastecimiento de algunas localidades o usuarios. (INE-SEMARNAT, 2006). A pesar de la alta precipitación en la Sierra Madre de</p>	<p>Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, IMTA (2011), http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/vulne_chiapas.html, INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático. Comisión Nacional</p>	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Captación de agua pluvial		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	Chiapas, se presentarán con más frecuencia en el futuro periodos de baja o nula precipitación que afectarán a la agricultura. El escenario de Cambio Climático en 50 años refleja una dramática disminución de las áreas cubiertas por bosques mesófilos en Chiapas y, por lo mismo, una reducción considerable del rango de distribución de especies en México, así como una mayor susceptibilidad de riesgo que la actualmente definida. Los tipos de vegetación más afectados por estas variaciones climáticas son los que están expuestos a condiciones más secas y más cálidas (Arriaga y Gómez, Villers-Ruiz y Trejo-Vázquez). El café también es uno de los tipos de vegetación que se verá afectada negativamente por estas variaciones del clima. Chiapas es entre las entidades con más alto riesgo ante la temporada de lluvias y el ingreso de ciclones tropicales, ya que sufre impactos de ciclones tropicales originando tanto del océano Atlántico como del Pacífico. Se observa un índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales extremos en la temporada de lluvias con valor de 6.5 (el tercer más alto en el país), y un índice de peligro de 7 (segundo más alto en el país). El índice combinado de riesgo para Chiapas es de 6.75, el segundo más alto en todo el país, lo que le ubica en la categoría de riesgo muy alto (IMTA, 2011).	del Agua, 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XI Frontera Sur. México. Laura Arriaga y Leticia Gómez. Posibles efectos del cambio climático en algunos componentes de la biodiversidad de México. Cambio climático: una visión desde México. Lourdes Villers-Ruiz e Irma Trejo-Vázquez. El cambio climático y la vegetación en México.	
II. Características de la medida			
Tipo de medida	Manejo de recursos naturales		
Escala espacial	Local		
Descripción general de la medida	El Cambio Climático no solo se traduce en eventos catastróficos, también puede afectar la disponibilidad de agua y alimentos, el aprovechamiento forestal, la salud pública, entre otros muchos aspectos de la vida cotidiana	PACCCH. Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (2011) Conservación	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Captación de agua pluvial		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	de las personas que viven en el Estado de Chiapas. Por ejemplo, las regiones Altos, Sierra, Fronteriza y Selva son especialmente vulnerables a cambios en la disponibilidad de agua debido a que al disminuir la precipitación (lluvia) se afecta directamente la disponibilidad del vital líquido. Debido a la posible reducción en la disponibilidad del agua, se hace necesario que asentamientos en zonas rurales, adaptados a condiciones de cambio climático, cuenten con sistemas de captación pluvial que ayuden a satisfacer la demanda del vital líquido en temporadas secas prolongadas, tanto en los hogares como para riego suplementario de cafetales y parcelas de otros cultivos ubicadas cerca de los asentamientos. La instalación de sistemas de captación de agua pluvial, además de representar una fuente de agua adicional para las temporadas de estiaje, reducirán el escurrimiento superficial, la erosión del suelo, el consumo de energía fósil y las emisiones de CO ₂ mediante la reducción del volumen de agua bombeada.	Internacional, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Embajada Británica, Centro Mexicano de Derecho Ambiental. http://www.cambioclimaticochiapas.org ; Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas".	
Especificaciones técnicas	Se seleccionarán 4 comunidades principalmente en las cuencas altas de la Sierra de Chiapas, con superficies significativas de cafetal u huertas de otros cultivos cercanos a los asentamientos, en donde se implementarán las siguientes acciones: (1) Inventario de casas con techos aptos para la instalación de los sistemas de captación de agua de lluvia; (2) Adquisición de materiales para la instalación de los sistemas de captación de aguas pluviales en 5 casas de cada comunidad participante; (3) Instalación de los sistemas de captación de lluvia y tuberías para llevar el agua captada a cafetales y huertas cercanas; (4) Capacitación de los pobladores en las 4 comunidades participantes, en el mantenimiento de los sistemas de captación de agua pluvial para fomentar la	CONAFOR/SEMARNAT/IMT A: Paquete Tecnológico - "Sistema de captación, almacenamiento y purificación de agua de lluvia"; Gobierno del Estado de Chiapas 2011. "Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas".	

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Captación de agua pluvial		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	conservación de agua y reducción de erosión de suelos y de emisiones de CO ₂ . El costo aproximado del proyecto es de \$ 2'000,000.00.		
Temporalidad	Periodo de recopilación de información y paquetes tecnológicos sobre sistemas de captación de agua pluvial, construcción e instalación de estos sistemas y difusión de conocimientos entre los pobladores: 1 año. Con el fortalecimiento de las habilidades y capacidades en el manejo sustentable se tendrá una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas; por lo que la duración del impacto de esta medida será de muchos años.		
Resultados esperados	Instalación de 20 sistemas de captación de agua pluvial y transferencia de tecnologías de manejo sustentable a 20 productores participantes, mismos que sean ellos los que con sus acciones pongan el ejemplo al resto de la población, a través de eventos demostrativos. Igualmente se podrán aprovechar las experiencias de conservación de agua y suelos que se hayan obtenidos en otras zonas de café bajo manejo sustentable. En los cafetales y huertas de los productores participantes de la Sierra Madre de Chiapas se utilizarán en sus procesos productivos métodos de conservación de agua y suelo, incrementando el rendimiento de los cultivos debido al riego suplementario aplicado en la temporada de estiaje, y reducción de erosión de suelo ya que se capturará el agua pluvial escurrida de los techos. En comunidades donde ya se está utilizando riego suplementario, se reducirán las emisiones de CO ₂ ya que se reducirá la cantidad de combustible o energía eléctrica requerida para el bombeo de agua de pozos locales. En caso que se sustituya el bombeo de pozos por sistemas de captación de agua pluvial, además se reducirá el abatimiento de los		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Captación de agua pluvial		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	acuíferos.		
Beneficiarios de la medida	En forma directa aproximadamente 20 productores de café de la Sierra Madre de Chiapas, así como de manera implícita todo el sector agrícola y económico de la región; al tener mejores posibilidades de éxito para la producción cafetalera del estado de Chiapas.		
Pre-requisitos para la implementación	Disposición de 5 productores cooperantes en cada una de las 4 comunidades seleccionadas, para implementar la tecnología de captación de agua pluvial en los techos de sus casas y utilizar el agua captada en el riego de sus cafetales y/o huertas familiares.		
Estatus de implementación de la medida	No implementada (pero se tienen los recursos humanos para su ejecución)		
Riesgos	No contar con los recursos financieros para el mantenimiento continuo de los sistemas de captación de agua pluvial a largo plazo. Falta de disponibilidad de recursos financieros asignados a la Entidad Nacional Implementadora (ENI) por parte del Fondo de Adaptación.	CICC (2009): Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 – DOF 28/08/2009; CICC (2012): Informe de Avances del Programa Especial de Cambio Climático, 2009-2012.	
Oportunidades	Percibir por parte de los participantes la problemática real del manejo del cultivo de café para enfrentar los desafíos del cambio climático. La implementación de esta medida de adaptación coadyuvará a mejorar el nivel de organización de los productores cafetaleros de la región, al convivir entre usuarios o participantes de otras comunidades durante los eventos demostrativos y de capacitación.		
Tipo de protección (Ambiental/Infraestructura)	Esta medida incluye aspectos de protección ambiental, ya que considera la implementación de sistemas de captación de agua pluvial que ayudará a reducir la erosión de suelos, y por otro lado reducir las emisiones de bióxido de carbono		

INFORMACIÓN BÁSICA			
Nombre de la medida o proyecto:	Captación de agua pluvial		
Categoría:	Descripción	Fuentes	Observaciones
	al disminuir los consumos de energía o de combustible debido a los bombeos actuales para extraer el agua de los pozos.		
III. Información de contacto de las personas asociadas a la potencial/actual implementación del proyecto			
Nombres de las personas y organizaciones a las que pertenecen:	COMCAFE. Comisión para el Desarrollo y Fomento del Café de Chiapas; Comercializadora Máscafé, S.A. de C.V.: Delmar López Morales; Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural del Gobierno del Estado de Chiapas (SEMAHN): Lic. Lourdes Adriana López Moreno.		
Teléfonos:	COMCAFE: (961) 61 7-04-70 ext. 56000; Comercializadora Más Café S.A. de C.V.: 01 963 63 28270 y 01 963 63 28271; SEMAHN: 961 618 79 00 Ext. 304.		
Dirección, ciudad, estado:	COMCAFE: Carretera Juan Crispín-Chicoasén Km 2.5, Juan Crispín, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. C.P. 29020; Comercializadora Más Café S.A. de C.V.: 3ª. Calle Sur Poniente No. 21, Comitán, Chiapas; SEMAHN: 3ª Poniente Norte No. 148 2º Piso, Col. Centro, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.		
Correo electrónico:	COMCAFE: www.comcafe.gob.mx ; Comercializadora Más Café S.A de C.V: delmar@mas-cafe.com ; SEMAHN: lorena.gudino@gmail.com y flicline@hotmail.com		

4.- PARTICIPACIÓN EN EL TALLER “HACIA EL ANÁLISIS MULTI-CRITERIO DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN LA AGRICULTURA DE RIEGO”

En esta actividad del proyecto, consistió en la participación en el taller “**Hacia el análisis multi-criterio de medidas de adaptación en la agricultura de riego: criterios e indicadores**”, y en la revisión y comentarios al documento “**Grupos de Criterios, Criterios, Indicadores y Escalas de calificación, MCA4 Climate, Sector Agricultura de Riego**”.

4.1.- Participación en el taller

En el desarrollo de la Fase 2, uno de los objetivos particulares de este proyecto fue aplicar el instrumento basado en el análisis multi-criterio MCA4climate, desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, o UNEP, en inglés), e implementado por el UNEP RisØ Center (URC).

Como parte de las acciones para adaptar este instrumento al contexto mexicano y las áreas bajo estudio se participó en el taller “**Hacia el análisis multi-criterio de medidas de adaptación en la agricultura de riego: criterios e indicadores**”, con actores claves expertos en la temática de cambio climático y agricultura de riego, en la que participaron por parte del IMTA, el Dr. Waldo Ojeda Bustamante y el M.C. Juan Manuel Ángeles Hernández, durante los días 21 y 22 de enero del presente año, en las instalaciones del GIZ, en la ciudad de México.

En el taller participaron entre otras las siguientes instituciones: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Colegio de Postgraduados (COLPOS), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

4.1.1.- Objetivo del taller

Revisar y analizar una lista de criterios e indicadores relevantes en términos de política pública que permitan comparar diferentes medidas de adaptación para la agricultura de riego.

4.1.2.- Temas

Los temas revisados y analizados fueron:

1. Presentación de criterios
2. Discusión y aportes de los participantes sobre los criterios

3. Definición de los criterios
4. Presentación sobre indicadores
5. Definición de los indicadores
6. Fuentes de datos
7. Conclusiones y cierre del taller

4.1.3.- Desarrollo del taller

Se realizó la presentación del programa “multi-criterio MCA4climate”, por parte del instructor Daniel Puig, posteriormente a todos los participantes nos integraron en tres grupos de trabajo. Se nos entregó por parte de GIZ un paquete de materiales, que contenía las instrucciones, cuatro medidas ya identificadas como orientación, el árbol de criterios, y las definiciones alcanzadas por los participantes del primer taller en cuanto a los grupos de criterios.

Primera sesión: selección de los criterios

Objetivo: adaptar la lista de criterios genéricos.

Insumos: fichas ‘grupos de criterios: nombres y alcance’, ‘criterios genéricos: nombres y alcance’ y ‘ejemplos de acciones de adaptación contempladas’.

Resultado: dos o tres criterios para cada grupo de criterios.

Dinámica: en dos o tres iteraciones:

- individualmente se indicaron dos o tres criterios.



Posteriormente, se elaboraron indicadores para cada uno de los criterios, preferentemente un solo indicador para cada criterio específico, señalando la fuente o en su caso, el modo de obtención del mismo.

Segunda sesión: definición de los criterios

Objetivo: documentar las discusiones de la primera sesión

Insumos: notas de la primera sesión y ficha 'criterios genéricos: nombres y alcance'

Resultado: definiciones completas y comprensibles

Dinámica: para cada criterio:

- Por parte de los instructores se nos mostró la tabla siguiente

Acción	por ejemplo, aumentar, reducir, cambiar
Objeto	por ejemplo, subsidios, agroquímicos, capacidades técnicas
Impulsor	por ejemplo, autoridades y consejos de cuenca
Receptor	por ejemplo, asociaciones de usuarios

4.1.4.- Resultados

Se definieron los criterios y se seleccionó un indicador para cada criterio específico, señalando la fuente o en su caso, el modo de obtención del mismo, de los grupos de criterios genéricos, presentados a continuación:

A. Grupo de criterios: Barreras a la Implementación

Definición del grupo: Se refiere a que la medida supera las limitantes relacionadas con la falta de recursos humanos y/o financieros para su implementación y cuenta con la participación de los diferentes actores necesarios para lograr sus objetivos.

Viabilidad de implementación: Reforzar los acuerdos entre los diferentes actores (multisectorial) y las autoridades para asegurar la viabilidad de implementación, es decir, reducir la oposición operativa.

Indicador: Porcentaje de actores consultados que están de acuerdo con la medida.

Elementos transversales: se refiere a integrar elementos transversales en el diseño, planeación e implementación de las políticas públicas (de acuerdo a sus competencias).

Indicador: Grado de alineación con instrumentos de la política de adaptación.

Uso de recursos: se refiere a la capacidad de orientar la aplicación de los recursos económicos de manera oportuna, maximizando los beneficios en un horizonte de corto, mediano y largo plazo.

Indicador: Porcentaje de incremento del valor de la producción por unidad monetaria invertida.

B. Grupo de Criterios: Necesidades Financiamiento de público

Definición del grupo: Se refiere al grado en el que la medida promueve u orienta la eficiencia en el uso de las diferentes fuentes de financiamiento (públicas y privadas).

Enfoque Territorial: diferenciación de la política de financiamiento y aseguramiento de acuerdo con los riesgos por regiones. Tipos de zonas identificadas como de mayor riesgo (medidos con base a cambios esperados en temperatura, precipitación y calidad del suelo).

Indicador: Se genera una “calificación” basada en la proporción de financiamiento público.

Favorece independencia del recurso público: se refiere a que, en el tiempo, se favorece la independencia del agricultor con respecto al financiamiento, con participación inicial de la inversión privada.

Indicador. El plan financiero prevé el mecanismo para la reducción gradual del financiamiento público (sí/no).

Creación de capacidades: se refiere a que la medida promueva la creación de capacidades nacionales en términos de generación de conocimiento para adaptación y mitigación.

Indicador. Tipología de demanda financiera con respecto al tipo de proyecto.

C. Grupo de Criterios: Resultados Políticos e institucionales

Seguridad alimentaria: se refiere a garantizar la seguridad alimentaria de la población (receptor) mediante el manejo sustentable de la tierra y del recurso hídrico.

Indicador. Aumento en toneladas de la producción de alimentos para consumo nacional con menor consumo de agua (a través de paquetes tecnológicos sustentables).

Coordinación interinstitucional: se refiere a mejorar la coordinación interinstitucional a través de la CICC para generar acciones que permitan hacer más eficiente el uso de los recursos públicos en los tres niveles de gobierno y a que se cuente con la participación de las organizaciones locales.

Indicador. Calificación de acciones de acuerdo con la siguiente evaluación: 1) La acción va acorde con objetivos y programas de las instituciones pertinentes, 2) La acción tiene contemplados acuerdos institucionales y 3) La acción ya fue consensada entre varias instituciones.

Gobernanza: se refiere a mejorar la gobernanza mediante elementos de negociación entre los actores para fortalecer la organización local y a que la medida cuente con mecanismos para la rendición de cuentas.

Indicador. 1) Grado de participación de los actores interesados: planeado para el proceso mucho / poco / nada, y 2) La medida tiene establecido un mecanismo de rendición de cuentas (Sí/no).

D. Grupo de Criterios: Resultados Sociales

Fortalecimiento de capacidades que mejoren la inclusión social y reduzcan las condiciones de vulnerabilidad social.

Preservar la agro-biodiversidad como patrimonio cultural: Se refiere a las acciones o medidas que el Estado promueve para preservar y fomentar a la biodiversidad generada por pequeños productores y población indígena.

Indicador. Hectáreas sembradas de maíz criollo en relación a las hectáreas de variedades en total.

Preservar y difundir el conocimiento tradicional y local que aporta a la adaptación sobre agricultura de riego.

Indicador. Porcentaje de áreas agrícolas con sistemas tradicionales y locales de riego y de producción agrícola. Porcentaje de técnicas y tecnologías tradicionales detectadas y/o apoyadas en agricultura de riego.

Fomentar el acceso a tierra, tecnología y créditos a los pequeños productores y mujeres.

Indicador. Proporción de mujeres y de pequeños productores que acceden a los beneficios de las medidas.

Contribuir al cumplimiento de la Ley Federal del Trabajo para mejorar las condiciones laborales de los jornaleros.

Indicador. Número de jornaleros que ganan un jornal mínimo.

Fortalecer las capacidades socio-organizativas de pequeños productores

Indicador. Número de usuarios de riego que pertenecen a asociaciones y que fortalecen capacidades locales.

E. Grupo de Criterios: Resultados Climáticos

Orientar los programas a reducir los impactos en los cultivos ante eventos meteorológicos extremos, especialmente sequías.

Promover tecnología: Implementar tecnologías (agricultura de conservación, sistemas agro-pastoriles, etc.) que como efecto colateral promueva la captura y reduzca las emisiones de carbono y consumo de energía.

Indicador: Cambio en el consumo de energía, kW/hr por ha. Superficie con tecnología de agricultura de conservación/superficie total.

Que las prácticas agrícolas (infraestructura) considere el ajuste ante cambios en los patrones de estacionalidad climática y eventos hidrometeorológicos extremos para reducir la siniestralidad.

Indicador: Superficie apoyada con prácticas que reduzcan el consumo de agua que ante un evento climático provoque un estrés térmico o estrés hídrico (sequía, onda de calor, helada, inundación). Superficie apoyada con prácticas que reduzcan el consumo de agroquímicos ante eventos climáticos extremos y presencia de plagas y enfermedades.

F. Grupo de Criterios: Resultados Económicos

Fortalecimiento y fomento de mercados: Se refiere a fomentar la producción en mercados locales y regionales, a través del apoyo de sectores públicos, privados y organizaciones de la sociedad civil (como productores, consejos de cuenca, organizaciones no gubernamentales, fundaciones, por ejemplo FIRA), con énfasis en pequeños propietarios y mujeres, y asociaciones de usuarios de riego parcelarios.

Indicadores: porcentaje de la producción generada cubre las necesidades de abastecimientos regionales o locales.

Mejoramiento de la productividad: Mejorar los sistemas productivos en términos de uso y manejo de recursos (agua, suelo e insumos agrícolas) por medio de sinergias entre gobierno, sector privado y organizaciones civiles, y con ellos incrementar la productividad

agrícola, que genere un co-beneficio en toda la cadena productiva, llegando hasta los consumidores.

Indicadores: Eficiencia por m³ de agua por grupo de cultivo.

Aumento de la competitividad: Se refiere a mejorar la competitividad y eficiencia de los sectores involucrados en las cadenas productivas de la agricultura de riego, por medio de acciones de política e incentivos económicos gubernamentales, privados y organizaciones, focalizado a sectores vulnerables (mujeres, pequeños propietarios y pequeños de usuarios de riego) para promover el acceso a mercados, tecnología y recursos financieros. Se debe fortalecer una cadena productiva focalizada a sectores vulnerables para optimizar recursos y disminuir los riesgos asociados al mercado.

Indicadores: Número de acciones que promueven la competencia de las cadenas productivas y número de acciones que eviten el engrosamiento de intermediarios en las cadenas productivas.

Fomento de la agricultura de baja demanda de insumos: Se refiere a fomentar un sistema de producción agrícola con baja dependencia de insumos agrícolas con alta huella ecológica por medio del impulso de programas gubernamentales para que productores usen tecnologías limpias (tradicionales o modernas).

Indicadores: porcentaje de costos de los insumos con respecto a los costos de producción

G. Grupo de Criterios: Resultados Ambientales

Mejorar la fertilidad del suelo: se refiere a promover prácticas agrícolas enfocadas al mejoramiento de la calidad de suelo, considerado tanto sus propiedades físicas como químicas, para asegurar la producción. Algunas prácticas pueden ser los policultivos, la rotación de cultivos, el uso de fertilizantes orgánicos, procurar la agricultura de conservación, etc.

Indicadores:

- Incremento positivo en el porcentaje de la concentración de materia orgánica
- Disminución en la conductividad eléctrica y del porcentaje de sodio intercambiable.

Considerar la aptitud del sitio para focalizar las actividades agrícolas: Se refiere a considerar el tipo de cultivo de acuerdo a la zona, tomando en cuenta el clima local y el impacto ambiental, para generar una producción eficiente y sustentable.

Indicadores:

- Aptitudes del suelo
- Zonificación de los cultivos a escala local

Considerar la disponibilidad y calidad del agua en los sistemas de riego. Se refiere a favorecer el manejo integral de las fuentes de agua para evitar riesgos por la variabilidad climática, la intrusión salina y otros contaminantes.

Indicadores:

- Disponibilidad hídrica.
- Cumplimiento de la norma de disponibilidad NOM-SEMARNAT -001 (Descarga a cuerpos de agua natural).

Favorecer las tecnologías agrícolas eco-eficientes. Se refiere a considerar la ecoeficiencia de la cadena productiva, implementando tecnología para la reducción de emisiones, del consumo de agua, de jornales, de insumos, de energéticos, plaguicidas, generación de residuos, etc., y así favorecer las prácticas agrícolas de protección de conservación, protección de la biodiversidad, hacer eficientes los insumos y protección de suelo.

Indicadores: Prácticas de conservación de suelo y agua, de protección de la biodiversidad y que hacen eficientes los insumos.

Por parte de GIZ, se mencionaron los requisitos previos con los que deben contar todas las medidas:

- ✓ Que tenga un estudio de viabilidad financiera (Evaluación financiera con la metodología de la Secretaría de Hacienda).
- ✓ Que sí reduzca la emisión de CO₂, y sí aumente la resiliencia ante el Cambio Climático.
- ✓ Que cumpla la ley laboral.
- ✓ Que esté sustentado con información pertinente y adecuada.
- ✓ Que sea capaz de documentar su proceso y que en su diseño, incluya la evaluación.

Al finalizar el taller se discutió sobre los indicadores y el análisis multi-criterio que resultaron en las mesas de trabajo. Esta discusión fue facilitada por María Zorrilla, coordinadora del proyecto. Sobre este tema, plantearon dos preguntas básicas: *¿cuál es la factibilidad de contar con indicadores necesarios para usar este tipo de metodología? y, ¿hay capacidades para decidir y comparar medidas?*

Algunos comentarios:

-Es una tarea sobre buscar datos en una base, revisar las propuestas realizadas y ver qué es lo que contemplan, no tanto basarse en datos externos. Se requiere una alta capacidad de análisis de las medidas, y por lo tanto, el nivel de experiencia que requiere el experto es alto también. Este trabajo es para estructurar el proceso y conseguir criterios comunes para esos expertos. El análisis tiene que ver con el juicio y con la territorialidad de las medidas, de acuerdo al lugar donde se van a aplicar. Podría haber un conjunto de expertos o de criterios generados por expertos, según la región a la que se refiera el grupo de medidas; o bien, podría estar integrado en el análisis de las mismas, el aspecto territorial como clave. Un ejemplo o una manera de reflejar las diferencias territoriales es hacer un anexo de ficha en los que sea relevante, es decir, que quien hace la evaluación, cuente con la documentación orientadora necesaria para evaluar con un marco ya establecido. Un problema del trabajo a escala nacional es que las medidas llegan en conjunto y su diferenciación por regiones puede oscurecer las buenas medidas que no se planteen en sitios prioritarios.

Una posibilidad para que sea fluido el proceso es tener personas con el conocimiento técnico y la habilidad para acercarse a los expertos y reunir sus opiniones, más que un grupo de expertos disponible para elaborar criterios cada vez que se quiere implementar la herramienta. Un punto importante es no confundir indicadores de evaluación con indicadores de decisión previos. Hay asuntos que no son indicadores de la calidad de las medidas, son pre requisitos de las mismas. Una opción es realizar un primer conjunto de éste tipo de asuntos, que permita seleccionar sólo aquellas medidas que deberían entrar en el proceso de priorización.

4.2.- Revisión y comentarios al documento “Grupos de criterios, criterios, indicadores y escalas de calificación, MCA4 climate, Sector Agricultura de Riego”.

Por parte del personal del IMTA, se realizó la revisión del documento “Grupos de Criterios, Criterios, Indicadores y Escalas de calificación, MCA4 Climate, Sector Agricultura de Riego”, enviado por el C. Camilo de la Garza Guevara, en la que se indicaron, en tiempo y forma, algunos comentarios al respecto.

Definiciones:

Grupos de criterios genéricos: A través de los cuales los implementadores de los planes de políticas climáticas pueden evaluar propuestas de planes y su contribución potencial con los objetivos de desarrollo social y económico.

Criterio: Uno de varios atributos que se usan para comparar el rendimiento de distintas políticas públicas, ya sea desde el punto de vista estratégico (por ejemplo, un programa marco a nivel federal) o en referencia a actuaciones locales concretas. Ejemplo: promoción de la inversión en nuevas (mejores) tecnologías.

Indicador: Medida verificable que se usa para hacer un seguimiento en los cambios al rendimiento mencionado más arriba, tanto a nivel temporal como a nivel espacial, si es relevante. Esta medida puede ser cuantitativa (monetarias o no) o cualitativa. Ejemplo: incremento relativo de la inversión en nuevas tecnologías, en comparación con la inversión en esas tecnologías generada hoy día.

En todos los casos nos referimos a medidas (tanto políticas públicas como proyectos).

A. ASPECTOS INSTITUCIONALES Y POLÍTICOS

Definición del grupo: Diseño, reestructuración y armonización de políticas integrales en sectores clave (como planeación, territorio, fomento de la agricultura y cambio climático), en función de la evidencia proporcionada por escenarios de cambio climático, y con base a la disponibilidad de recursos hídricos.

Criterio A.1: Congruencia y transversalidad

Definición del criterio: Se promueve la alineación con políticas marco (grandes prioridades nacionales como la seguridad alimentaria, la adaptación al cambio climático y la justicia social, entre otras).

Definición del indicador: Grado de relación con las prioridades nacionales en materia de adaptación al Cambio Climático (la Ley General de Cambio Climático; la Estrategia Nacional para el Cambio Climático).

Escala de calificación:

- La medida está alineada a los instrumentos nacionales de adaptación. (100%) (Totalmente alineada).
- La medida está alineada a los instrumentos nacionales de adaptación. (75%) (muy alineada).
- La medida está alineada a los instrumentos nacionales de adaptación. (50%) (medianamente alineada).
- La medida está alineada a los instrumentos nacionales de adaptación. (25% o menos) (poco o nada alineada).

Criterio A.2: Coordinación inter-institucional

Definición del criterio: Se promueve la alineación con políticas sectoriales relacionadas (programas específicos de las secretarías involucradas en cada sector).

Definición del indicador: grado en que la medida va acorde con objetivos y programas de las dependencias pertinentes.

Escala de calificación

- La medida está alineada a tres o más sectores y/o instituciones (con base en los Programas Sectoriales). 100% (totalmente alineada).
- La medida está alineada a dos sectores y/o instituciones (con base en los Programas Sectoriales). 75% (muy alineada)
- La medida está alineada sólo a los objetivos de sectores y/o instituciones (con base en los Programas Sectoriales). 50% (medianamente alineada).
- La medida no contempla ningún objetivo institucional. 25% o menos (poco o nada alineada).

B. BARRERAS A LA IMPLEMENTACIÓN

Por parte del IMTA se hizo el comentario de que *con respecto al el nombre de este criterio, creemos es más correcto utilizar: Riesgos para su implementación; que incluso se relaciona con la información requerida en las fichas técnicas.*

Definición del grupo: Se refiere a que la medida supera las limitantes relacionadas con la falta de recursos humanos y/o financieros para su implementación y cuenta con la participación de los diferentes actores necesarios para lograr sus objetivos.

Criterio B.1: Viabilidad para la implementación

Definición del criterio: se cuenta con recursos humanos y financieros suficientes para la implementación.

Definición del indicador: grado en que la medida incluye los recursos humanos y financieros necesarios para cumplir con la meta en todo su proceso.

Escala de calificación:

- Hay suficientes recursos humanos y financieros para garantizar el desarrollo de la medida desde el principio hasta el fin (100%)
- Hay recursos para iniciar el desarrollo de la medida pero se necesitan garantizar más recursos para el futuro (50%)

- La medida no tiene recursos humanos ni financieros asociados para su desarrollo (0%)

Criterio B.2: Gobernanza

Definición del criterio: se refiere a asegurar la participación de todas las partes interesadas relevantes, para contribuir colectivamente a la consecución del objetivo deseado.

Definición del indicador: grado de involucramiento de los actores relevantes.

Escala de calificación:

- La medida integra durante todo el proceso la participación de la población objetivo (100%).
- La medida integra en algunas etapas del proceso la participación de la población objetivo (50%).
- La medida no integra la participación de la población objetivo (0%).

C. FINANCIAMIENTO

Definición del grupo: Se refiere al grado en el que la medida promueve u orienta la eficiencia en el uso de las diferentes fuentes de financiamiento (públicas y privadas).

Criterio C.1: Origen y uso de los recursos financieros

Definición del criterio: Re-direccionamiento del financiamiento público y articulación de mecanismos para atraer otras fuentes de financiamiento, con el objetivo de facilitar la adaptación al cambio climático.

Definición del indicador: grado en que la medida está financiada por fondos públicos o privados.

Escala de calificación:

- El proyecto está financiado en un 40 % por fondos públicos y un 60% por fondos privados o particulares (100%).
- El proyecto está financiado en un 50 % por fondos públicos y un 50% por fondos privados o particulares (75%).
- El proyecto está financiado en un 70 % por fondos públicos y un 30% por fondos privados o particulares (50%).
- La medida es financiada en su totalidad por recursos públicos (25%).

Criterio C.2: Focalización territorial (Antes, manejar el riesgo)

Definición del criterio: La medida enfoca el uso de los fondos públicos hacia las zonas identificadas como de mayor riesgo (medidos en base a cambios esperados en temperatura, precipitación y calidad del suelo).

Definición del indicador (política pública): Tipo de zona en donde será instrumentada con base en el atlas de vulnerabilidad hídrica del IMTA.

Escala de calificación:

La medida se aplicará en una zona de alta vulnerabilidad climática (100%).

La medida se aplicará en una zona de media vulnerabilidad (50%).

La medida se aplicará en una zona de baja vulnerabilidad (25%).

Criterio C.3: Robustez de la medida (antes Investigación y desarrollo)

Definición del criterio: La medida está fundamentada en el conocimiento de las condiciones locales y las necesidades para la adaptación.

Definición del indicador (política pública): Grado en el que la medida justifica *ex ante* que funciona para contribuir a la adaptación (con base en experiencias previas, o información científica).

Escala de calificación:

La medida está completamente sustentada en evidencias directas que muestran su efectividad (100%).

La medida está sustentada en evidencias indirectas sobre su efectividad (50%).

La medida no está sustentada en ningún tipo de evidencia que muestre su efectividad (0%).

D. CRITERIOS SOCIALES

Por parte del IMTA se hizo el comentario de que se debe dar más ponderación a los grupos vulnerables (40/60 en vez de 35/65) ya que la meta principal de este proyecto es, la reducción de la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático de la población marginada local.

Definición del grupo: se refiere a que la medida fortalece las capacidades a nivel local; fomenta la inclusión social y reduce las condiciones de vulnerabilidad social.

Criterio D.1: Atención a grupos vulnerables

Definición del criterio: Atiende a la población en mayores condiciones de vulnerabilidad.

Definición del indicador: Grado en que la medida está focalizada en la atención de la población más vulnerable.

Escala de calificación:

- La medida está fuertemente focalizada en la atención a la población más vulnerable (100%).
- La medida está medianamente focalizada en la atención a la población más vulnerable (60%).
- La medida no está focalizada en la atención de la población más vulnerable (40%).
- La medida puede aumentar las condiciones de vulnerabilidad de los habitantes más vulnerables (0%).

Criterio D.2: Capacidades socio-organizativas

Definición del criterio: Se refiere al grado en el cual las medidas contribuyen a crear y/o fortalecer capacidades organizativas de los habitantes de la región.

Definición del indicador: grado en que la medida crea o apoya asociaciones que fortalecen las capacidades locales.

Escala de calificación:

- La medida involucra en su diseño y ejecución la creación o apoyo de más de tres a organizaciones sociales con presencia local (100%).
- La medida involucra en su diseño y ejecución la creación o apoyo de al menos una organización con presencia local (75%).
- La medida involucra sólo en su ejecución a una o más organizaciones con presencia local (50%).
- La medida no involucra en su diseño ni ejecución a ninguna organización con presencia local (20% ó menos).

E. CAMBIO CLIMÁTICO

Definición del grupo: Se refiere a que la medida o programa debe orientarse a reducir los impactos en los cultivos ante eventos meteorológicos extremos, especialmente sequías.

Criterio E.1: Reducción de la siniestralidad

Definición del criterio: adaptación de las prácticas agrícolas a los cambios en los patrones de estacionalidad climática y eventos hidrometeorológicos extremos.

Definición del indicador: grado en que las prácticas agrícolas son flexibles para ajustarse a los cambios en los patrones de estacionalidad climática y eventos hidrometeorológicos extremos y como efecto colateral mejora el uso de recursos (hacen algo para adaptarse).

Escala de calificación:

- Un ajuste para adaptarse a nuevas condiciones climáticas implicaría el cambio de más del 60% de los elementos que constituyen la práctica o paquete tecnológico.
- Un ajuste para adaptarse a nuevas condiciones climáticas implicaría el cambio de entre el 40% y 60% de los elementos que constituyen la práctica o paquete tecnológico.
- Un ajuste para adaptarse a nuevas condiciones climáticas implicaría el cambio de menos del 40% de los elementos que constituyen la práctica o paquete tecnológico.

Criterio E.2: Reducción de consumo de energía y mitigación como beneficio colateral

Por parte del IMTA se hizo el comentario de *que es conveniente especificar, que se trata de dar preferencia a una reducción de consumo de energía fósil, no-renovable, lo que conduce a una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Ya que una reducción en consumo de energía renovable (ejemplo: generada por presas hidroeléctricas, plantas eólicas o de paneles fotovoltaicos) presentará un ahorro financiero a los consumidores (en este caso, agricultores) pero no contribuirá directamente a mitigar el Cambio climático.*

Definición del criterio: implementación de tecnologías que reduzcan el consumo de energía y contribuyan a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Definición del indicador: grado en que las prácticas agrícolas implementan tecnologías que reducen el consumo de energía.

Escala de calificación:

- La tecnología o práctica implementada reduce el consumo de energía en más del 20% (100).
- La tecnología o práctica implementada reduce su consumo de energía en 20% (50).

- La tecnología o práctica implementada reduce el consumo de energía en menos 20% (25).

F. ASPECTOS ECONÓMICOS

Definición del grupo: se refiere a que la medida o programa promueve el rendimiento económico en términos de la calidad de los productos a un precio óptimo para el mercado nacional.

Criterio F.1: Promoción de la competitividad

Definición del criterio: promoción de la competitividad y eficiencia de los sectores involucrados en las cadenas productivas de la agricultura de riego.

Definición del indicador: tipo y número de acciones previstas para mejorar la competitividad a través de la optimización del manejo de la cadena de proveedores y/o de comercialización.

Escala de calificación:

- Más de 2 acciones enfocadas hacia la optimización del manejo de la cadena de proveedores y/o de comercialización (100%).
- Menos de 2 acciones enfocadas hacia la optimización del manejo de la cadena de proveedores y/o de comercialización (50%).
- La medida no contempla acciones de este tipo (0%).

Criterio F.2: Fortalecimiento de los mercados locales y regionales

Por parte del IMTA se hizo el comentario de que *este criterio debería de tener más peso, y no ser considerado poco alineado con los argumentos del grupo. El fortalecimiento de la comercialización local implica que el producto llega con más alta calidad al consumidor, y un precio más accesible para los consumidores locales. Además, implica un beneficio colateral de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero ya que la cosecha se transportará a distancias más cortas para llegar al mercado final. Por lo anterior, se debe dar un poco más peso a este criterio (70/30 en vez de 75/25).*

Definición del criterio: priorización de la comercialización en los mercados locales y regionales nacionales.

Definición del indicador: proporción de la producción generada que se dirige a los mercados regionales o locales.

Escala de calificación:

- Más del 60% de la producción generada se dirige a los mercados regionales o locales (Calificación 100%).
- Entre el 30% y el 60% de la producción generada se dirige a los mercados regionales o locales (Calificación: 50%).
- Menos del 30% de la producción generada se dirige a los mercados regionales o locales (Calificación: 0%).

G. ASPECTOS AMBIENTALES

Definición del grupo: se refiere a que la medida o programa restauran, conservan y/o aprovechan sustentablemente los recursos naturales como parte del desarrollo de prácticas agrícolas.

Criterio G.1: Implementación de prácticas que mejoren el manejo de recursos naturales

Definición del criterio: implementación de prácticas que promuevan el manejo integrado de los recursos naturales en el sector de la agricultura de riego.

Definición del indicador: grado en que se mejora la fertilidad del suelo y, la disponibilidad de agua.

Escala de calificación:

- La práctica o tecnología evita la degradación del suelo y disminuye el consumo de agua (100%).
- La práctica o tecnología no evita la degradación del suelo pero disminuye el consumo de agua (75%).
- La práctica o tecnología no evita la degradación del suelo ni disminuye el consumo de agua (0%).

Por parte del IMTA se hizo el comentario de que es *muy acertado haber cambiado la escala de calificación con respecto a la versión anterior del documento en donde se consideraba la superficie total del distrito de riego. Ya que existen distritos de riego con una superficie muy grande, y muchas veces las medidas de adaptación propuestas no alcanzan a cubrir toda su superficie debido a los montos económicos requeridos.*

Criterio G.2: Reducción del uso de insumos agrícolas (pesticidas, herbicidas y fertilizantes de origen sintético)

Por parte del IMTA se hizo el comentario de *que este criterio está completamente alineado con los argumentos del grupo. Hay que resaltar que los*

agroquímicos/fertilizantes inorgánicos se basan en su mayoría en derivados del petróleo. La reducción de su uso directamente contribuirá a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Por otro lado, el uso de fertilizantes orgánicos y biopesticidas implica un manejo integral de los recursos naturales.

Definición del criterio: promoción de sistemas de producción agrícola con baja dependencia de insumos agrícolas con alta huella ecológica (agroquímicos) encaminados a potenciar el uso de tecnologías limpias (tradicionales o modernas).

Definición del indicador: porcentaje de la superficie donde se reduce del uso de insumos agrícolas.

Escala de calificación:

- La práctica o tecnología reduce el uso de agroquímicos en un 20% (100%).
- La práctica o tecnología reduce el uso de agroquímicos entre 15% y 10% (75%).
- La práctica o tecnología reduce el uso de agroquímicos en menos del 10% (25%).
- La práctica o tecnología no reduce el uso de agroquímicos (0%).

Por parte del IMTA se hizo el comentario, al igual que en el criterio G.1, de que es muy acertado haber cambiado la escala de calificación con respecto a la versión anterior del documento en donde se consideraba la superficie total del distrito de riego. Ya que existen distritos de riego con una superficie muy grande, y muchas veces las medidas de adaptación propuestas no alcanzan a cubrir toda su superficie debido a los montos económicos requeridos.

5.- DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PRIORIZADAS, A NIVEL DE GRAN VISIÓN DEL PROYECTO QUE PERMITA SU EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1.- Incorporación de rastrojos (labranza de conservación) al suelo, del distrito de riego 034 Zacatecas, Zacatecas.

5.1.1.- Datos generales

5.1.1.1.- Distrito de Riego 034 Zacatecas, Zacatecas

El Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas se conforma de seis zonas de riego dispersas en varios municipios del Estado, operadas por seis Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego (ACUR), que cuentan con un promedio de superficie de 3,000 ha cada una. Su fuente de abastecimiento es una presa o un bordo de almacenamiento, una pequeña red de canales de poca capacidad, sistemas de riego tradicionales con estructuras parcelarias para el riego por gravedad. Una condición muy semejante a las 40,000 Unidades de Riego del país. Los principales cultivos que se siembran son maíz, frijol, guayaba, avena forrajera, pasto y hortalizas. La superficie física regable es de 18,357 ha en beneficio de 5,658 usuarios; organizados a través de seis Asociaciones civiles.

De los 5,658 usuarios del Distrito 2,241 usuarios son del sector ejidal (39.6%), 224 (3.96%) son colonos y 3,193 son pequeños propietarios (56.43%), ver figura 1.2. La superficie media por usuario es de 3.235 hectáreas.

5.1.1.2.- Vulnerabilidad

El grado de vulnerabilidad del sector agua, para el estado de Zacatecas, se encontrará bajo muy fuerte presión (60-80%) en el año 2025. Las sequías se incrementarán notablemente, se presentarán con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura. (INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático). En la zona del altiplano mexicano, la presencia de sequías es recurrente, impactando fuertemente en la agricultura de la región. Se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura y la ganadería. En el ciclo agrícola 2011-2012 se llegó a tal grado de sequía hidrológica, que se restringieron al 100% las presas del Cazadero, Leobardo Reynoso y Santa Rosa pertenecientes al Distrito de Riego 034, de manera que no se autorizó ninguna hectárea de riego a sembrar, lo que provocó un problema social grave, al ser la agricultura y la ganadería actividades primarias en la zona.

5.1.1.3.- El papel de la incorporación de restos como medida de adaptación al cambio climático

El cambio en los patrones del clima global constituye uno de los problemas ambientales más graves que enfrenta la humanidad en los tiempos actuales. La causa fundamental de este fenómeno, denominado cambio climático, se asocia al incremento sostenido de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera como resultado de procesos naturales y de la actividad humana, (Cantú, et al., 2009). Es probable que los efectos de este cambio en los cultivos y en el ganado se agraven en la medida en que continúe el calentamiento del planeta. Mientras menos labores se realicen en el suelo este adsorbe y almacena más carbono, y por consiguiente sintetiza más materia orgánica, lo que a largo plazo aumenta su capacidad productiva. Al mismo tiempo disminuye el CO₂ que se libera a la atmósfera, ya que las continuas labores oxigenan el terreno en exceso, lo que favorece la oxidación del carbono, que se emite en forma de CO₂. Las operaciones de laboreo son las que más combustible fósil consumen, siendo reseñable que a lo largo de una la campaña, con labranza de conservación, se puede ahorrar más del 50% del combustible requerido que si se realizaran las labores agrícolas con un sistema de laboreo convencional, Asociación Española Agricultura de Conservación / Suelos Vivos (AEC/SV, 2008).

Desde el punto de vista medio ambiental, la labranza de conservación no sólo representa un sistema de manejo que mejora la calidad del suelo y reduce la cantidad de agua aplicada al cultivo, sino que también se presenta como un método eficaz para reducir la concentración de gases de efecto invernadero en el sector agrícola. Con base en las diferentes investigaciones realizadas, las técnicas de conservación son capaces de fijar 0.5-5.68 toneladas por hectárea/año de CO₂ más que las técnicas convencionales en los primeros 10 años de implantación y reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera hasta un 22 por ciento.

Además, con las técnicas de conservación, se consigue reducir la evaporación de agua desde el suelo a la par que se aumenta la infiltración de agua. No menos importante es el hecho de que al reducir la erosión, no se pierda suelo. Por este motivo al evitar la erosión, se mantiene el potencial en el volumen de agua disponible para los cultivos.

5.1.1.4.- Descripción de la medida

Para enfrentar el alto grado de sequía hidrológica que ha impactado al Distrito de Riego 034 en los últimos ciclos agrícolas, y dado los altos requerimientos de agua de riego y los altos consumos de fertilizantes (principalmente nitrógeno); se requiere implementar un sistema de conservación de la humedad del suelo, que permita dar sustentabilidad a la práctica de la agricultura. Esta propuesta consiste en incorporar al suelo los residuos del cultivo anterior (rastros), principalmente de los cultivos de maíz, avena y trigo, con la finalidad de: (a) conservar la humedad y reducir la erosión del suelo; (b) reducir las

deficiencias hídricas; (c) mejorar la estructura del suelo; (d) incrementar la productividad del suelo; y (e) reducir los costos de producción, entre otras ventajas.

5.1.2.- Especificaciones técnicas

5.1.2.1.- Especificaciones técnicas

Se implementarán sistemas de conservación de la humedad del suelo en una superficie de 100 h, en la rotación de cultivos avena-maíz. En el ciclo otoño-invierno se realizará la preparación tradicional para la siembra del cultivo de avena, pero incluyendo un paso de empareje de la parcela. Posterior a la cosecha de la avena se realizará la siembra del cultivo del maíz sin realizar las labores de labranza tradicional. Al implementarse esta medida, se mantendrá por lo menos 30% de la superficie del suelo cubierta con residuos (rastros) después de la siembra.

5.1.2.2.- Duración de las acciones

Un año agrícola (12 meses).

5.1.2.3.- Impactos

El empleo de estas técnicas por los agricultores conlleva notables mejoras ambientales que se resumen en el cuadro 5.1.

Cuadro 5.1. Principales beneficios medioambientales de la Agricultura de Conservación.

SUELO	Reducción de la erosión. Incremento en los niveles de materia orgánica. Mejora de la estructura. Mayor biodiversidad. Incremento de la fertilidad natural del suelo.
AIRE	Fijación de Carbono. Menor emisión de CO ₂ a la atmósfera.
AGUA	Menor escorrentía. Menor contaminación de aguas superficiales. Mayor capacidad de retención de agua. Menor lixiviado de nutrientes. Menor riesgo de inundaciones.

Fuente: Asociación Española Agricultura de Conservación / Suelos Vivos (AEAC/SV).

5.1.2.4.- Acciones no estructurales

Se requiere implementar reuniones con los representantes de cada módulo de riego, para seleccionar las parcelas demostrativas y los productores cooperantes, y definir las

acciones de capacitación. Definir instituciones que apoyen con el financiamiento para la implementación de la medida de adaptación.

Acercamiento de las diferentes instancias de gobierno con las Asociaciones civiles de usuarios de riego. Con los resultados obtenidos los productores agrícolas tendrán una mayor conciencia del uso sustentable de los recursos agua y suelo. Los usuarios tendrán una mejor capacidad de enfrentar los eventos extremos que puedan presentar una amenaza a sus cultivos, especialmente las sequías, ya que con esta medida de adaptación el suelo conservará durante un mayor tiempo la humedad e incrementará con el tiempo su fertilidad.

5.1.3.- Indicadores económicos

5.1.3.1.- Superficie de la medida de adaptación

En el cuadro 5.2 se presenta la superficie regable y la superficie para implementar la medida de adaptación.

Cuadro 5.2. Superficie regable, y superficie para implementar el sistema de labranza de conservación por Módulo de Riego.

No.	Módulo de riego	Superficie regable		Superficie Labranza de Conservación	Parcelas Demostrativas
		ha	%	ha	
1	Leobardo Reynoso	4,587	25.1	25	1
2	Santa Rosa	464	2.6	5	1
3	Excamé	4,743	25.8	25	1
4	Julián Adame	2,588	14	15	1
5	El Chique	2,880	15.7	15	1
6	El Cazadero	3,095	16.8	15	1
	Total	18,357	100	100	6

En el cuadro 5.3, se indica además la superficie a cultivar con el sistema de Labranza de conservación por Módulo de Riego. Se considera implementar una parcela demostrativa de una superficie de una hectárea en cada Módulo de riego.

5.1.3.2.- Costos de producción

Para llevar a cabo el sistema de Labranza de Conservación en los seis Módulos de Riego del Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas, en una superficie de 100 ha, se plantea la rotación de cultivos avena-maíz. Iniciar en el ciclo otoño-invierno (OI) con el cultivo la

avena y continuar como segundo cultivo el maíz. Los costos de producción de los cultivos de avena y maíz se indican en los cuadros 5.3 y 5.4, respectivamente.

Cuadro 5.3. Costos de producción del cultivo de avena, ciclo otoño-invierno. DR 034, Estado de Zacatecas.

Actividad	INFORMACIÓN PRODUCTIVA			
	Cantidad	Unidad de medida/ha	Costo o precio unitario (\$/unidad)	Importe (\$/ha)
1.- PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Rastreo	2	ha	500	1,000
Barbecho	1	ha	1,000	1,000
Paso de cuadro para emparaje	1	ha	600	600
Subtotal 1				2,600
2.- SIEMBRA Y/O PLANTACIÓN				
Siembra (Sembradora unitaria)	1	lote	2,000	2,000
Subtotal 2				2,000
3.- FERTILIZACIÓN				
Fertilizante: Mezcla nitrógeno, fosforo, potasio y azufre.	1	Lote	2,800	2,800
Subtotal 3				2,800
4.- LABORES CULTURALES (deshierbes)				
Herbicida y su aplicación	1	Lote	850	850
Subtotal 4				850
5.- RIEGO				
Costo de agua de riego	1	ha	800	800
Mano de obra de Regador	1	Jornal	600	600
Subtotal 5				1,400
6.- CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES				
Insecticida y su aplicación	1	ha	650	650
Subtotal 6				650
7.- COSECHA				
Corte mecanizado	4	ton	400	1,600
Subtotal 7				1,600
COSTO TOTAL (\$)				11,900

Cuadro 5.5. Costos de Producción del cultivo de maíz con el Sistema de Labranza de Conservación. Ciclo: Segundos Cultivos. DR 034, Estado de Zacatecas.

Actividad	INFORMACIÓN PRODUCTIVA			
	Cantidad	Unidad de medida/ha	Costo o precio unitario (\$/unidad)	Importe (\$/ha)
1.- PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Paso de maquina desmenuzadora	1	Labor	500	500
Otros:	1	Labor	300	300
Subtotal 1				800
2.- SIEMBRA Y/O PLANTACIÓN				
Semilla	30	kg	50	1,500
Siembra (Sembradora Unitaria)	1	Jornal	500	500
Tractor	1	Labor	500	500
Subtotal 2				2,500
3.- FERTILIZACIÓN				
Fertilizante: Mezcla nitrógeno, fosforo, potasio y azufre.	1	Lote	2,700	2,700
Aplicación	2	Jornal	150	300
Fertilizante: Urea	1	Lote	1,800	1,800
Aplicación	2	Jornal	150	300
Subtotal 3				5,100
4.- LABORES CULTURALES (deshierbes y podas)				
Herbicida	1	Lote	400	400
Aplicación de herbicida	1	Jornal	150	150
Deshierbe manual	2	Jornal	150	300
Subtotal 4				850
5.- RIEGO				
Costo de agua de riego	1	ha	600	600
Mano de obra de Regador	3	Jornal	150	450
Subtotal 5				1,050
6.- CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES				
Insecticida	1	ha	500	500
Aplicación manual	1	jornal	150	150
Subtotal 6				650
7.- COSECHA				
Corte mecanizado	8	*ton	250	2,000
Subtotal 7				2,000
COSTO TOTAL (\$)				12,950

5.1.3.3.- Costos y valor de la producción para la rotación avena-maíz

Esta medida de adaptación considera realizar al menos el seguimiento del cultivo durante un año agrícola. En el cuadro 5.6 se presentan los siguientes apartados de información:

- I. Presupuesto para implementar la medida de adaptación.
- II. Costos de producción de los cultivos de avena (ciclo O-I) y maíz (segundo cultivo).
- III. Valor de la producción del cultivo de avena.
- IV. Valor de la producción del cultivo de maíz.
- V. Beneficios adicionales por implementar la medida de adaptación.

Cuadro 5.6. Presupuesto para implementar la medida de adaptación, costos y valor de la producción de los cultivos avena-maíz. DR 034, Estado de Zacatecas.

No.	Concepto	Importe (\$)
I	Presupuesto para implementar la medida de adaptación	
1.1	Concertación con usuarios/módulos	100,000
1.2	Instalación y seguimiento de parcelas demostrativas (avena), 6 (ha)	480,000
1.3	Instalación y seguimiento de parcelas demostrativas (maíz), 6 (ha)	480,000
1.4	Capacitación	180,000
1.5	Seguimiento del proyecto	350,000
1.6	Informes parciales y final	50,000
	Subtotal	1,640,000
II	Costos de producción del cultivo (94 ha)	
2.1	Costo de producción de la avena (O-I)	1,118,600
2.2	Costo de producción del cultivo del maíz (Segundos cultivos)	1,217,300
	Subtotal	2,335,900
III	Valor de la producción avena (O-I)	
3.1	Rendimiento (ton/ha)	4
3.2	Superficie (ha)	100
3.3	Producción total (ton)	400
3.4	PMR (\$/ton)	5,000
3.5	Valor de la Producción (\$)	2,000,000
IV	Valor de la producción maíz (Segundos Cultivos)	
4.1	Rendimiento (ton/ha)	8
4.2	Superficie (ha)	100
4.3	Producción total (ton)	800
4.4	PMR (\$/ton)	3,700

No.	Concepto	Importe (\$)
4.5	Valor de la Producción (\$)	2,960,000
	Valor de la producción total (avena-maíz)	4,960,000
V	Beneficios adicionales	
5.1	Reducción volumen (m ³) de agua anual considerando una lámina de 10 cm	100,000
5.2	Reducción un 15% en costos de producción anual (\$), 100 ha, avena-maíz	372,750

Estadística Agrícola 2009-2010 R=7.58 ton/ha

El costo para implementar la medida de adaptación y su seguimiento incluyendo la 6 parcelas demostrativas es de \$1'640,000.00 durante un año. Los costos de producción de los cultivos de avena y maíz en una superficie de 100 ha es de \$ 2'485,000.00, y los beneficios son del orden de \$4'960,000.00, anuales y para todos los siguientes años de producción.

Otros beneficios se obtienen al considerar que a partir del segundo año se tendría una disminución de los costos de producción por la utilización de menor cantidad de fertilizante, los costos de producción disminuyen a 2'112,250.00, manteniendo los beneficios en \$4'960,000.00, anuales y para todos los siguientes años de producción.

En relación a los volúmenes de agua obtenidos por una reducción de la lámina de riego aplicada de 10 cm, en la superficie de las 100 ha, es de 100,000 metros cúbicos.

5.2.- Transferencia de tecnologías de manejo sustentable en parcelas demostrativas de cafetal en Chiapas.

5.2.1.- Datos Generales

5.2.1.1.- Región Cafetalera de Chiapas

La cafeticultura en Chiapas presenta una importancia social, económica, cultural y ambiental, ya que 83 de los 118 municipios de la entidad presentan plantaciones de café, y dentro de ellos se encuentran más de 183 mil pequeños productores, de mayoría indígenas, con una superficie promedio de 1.4 ha/usuario, que se dedican al cultivo de este producto distribuidos en poco más de 193 mil predios (AMECAFE, 2010). Datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para el año 2009 reportan un total de 253,462 hectáreas de superficie sembrada de café cereza que corresponde al 32% de la superficie sembrada nacional y aproximadamente al 3.4% de la superficie total de la entidad. En cuanto a la producción estatal del mismo producto, se reporta un total de 529,395 toneladas que equivalen al 36.8% de la producción total nacional para el mismo periodo (SAGARPA, 2010).

Una característica importante de la cafeticultura estatal, que también se presenta a nivel nacional, es la dominancia del minifundismo. En Chiapas aproximadamente el 62% (aproximadamente 110,000 productores) cultivan parcelas de café con una superficie de < 1 ha, el 35% de 1 a 5 ha, el 2% de 5 a 10 ha, y únicamente el 1 % tienen predios con más de 10 ha de superficie. Esta situación genera una variación regional en cuanto al nivel de organización de los productores, por un lado delegaciones con una vasta extensión territorial y/o gran número de productores pero con una baja cantidad de organizaciones registradas como es el caso de Palenque y Ocosingo con un promedio de 450 productores por organización; y por otro lado delegaciones con poca extensión territorial y/o bajo número de productores pero con una gran cantidad de organizaciones como es el caso de Copainalá, Mapastepec y Pichucalco con aproximadamente 150 productores en promedio por organización (COMCAFE-UNACH, 2007).

En el cuadro 5.7 se presenta el rendimiento, precio medio rural y el valor de producción. Como podrá observarse el municipio de Tapachula tiene la mayor superficie sembrada (26,598.82 ha); y el municipio de Mazapa de Madero tiene la menor superficie sembrada (3.35 ha). La superficie de café cereza en el Estado es de 246,242.5 hectáreas.

Cuadro 5.7. Superficie sembrada y cosechada, producción, rendimiento, precio medio rural y valor de la producción del cultivo de café cereza por municipio del estado de Chiapas.

Municipio	Sembrada (ha)	Cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	Precio medio rural (\$/ton)	Valor producción (miles de \$)
Acacoyagua	2,726.80	2,726.80	5,180.92	1.900	4,500.00	23,314.14
Acapetahua	21.00	21.00	39.90	1.900	4,000.00	159.60
Aldama	419.00	407.00	1,143.67	2.810	5,328.63	6,094.19
Altamirano	2,101.00	2,087.00	5,614.03	2.690	6,725.61	37,757.78
Amatenango de la Frontera	5,746.00	3,636.00	14,253.12	3.920	5,630.00	80,245.07
Amatán	2,519.00	2,494.00	3,366.90	1.350	5,500.00	18,517.95
Angel Albino Corzo	7,421.00	7,310.00	19,663.90	2.690	5,861.31	115,256.21
Bejucal de Ocampo	31.00	31.00	94.55	3.050	5,630.00	532.32
Bella Vista	4,855.40	4,820.40	15,762.71	3.270	3,996.29	62,992.36
Berriozábal	362.00	342.00	531.30	1.554	6,300.00	3,347.19
Bochil	265.00	265.00	503.50	1.900	6,800.00	3,423.80
Cacahoatán	7,240.00	7,240.00	17,980.00	2.483	4,520.25	81,274.10
Chalchihuitán	1,765.00	1,760.00	4,937.17	2.805	5,328.63	26,308.35
Chapultenango	656.00	646.00	794.58	1.230	5,500.00	4,370.19
Chenalhó	3,964.00	3,947.00	12,077.82	3.060	5,328.63	64,358.23
Chiapa de Corzo	49.50	47.00	76.14	1.620	6,200.00	472.07
Chicomuselo	3,220.00	1,288.00	772.80	0.600	2,698.76	2,085.60
Chilón	13,282.00	13,265.00	32,499.25	2.450	8,450.70	274,641.41
Cintalapa	421.00	395.00	577.50	1.462	6,100.00	3,522.75
Coapilla	370.00	356.00	498.40	1.400	6,500.00	3,239.60
Copainalá	1,637.00	1,597.00	2,554.74	1.600	6,500.00	16,605.81
El Bosque	5,500.00	5,470.00	11,487.00	2.100	5,300.00	60,881.10
El Porvenir	79.80	79.80	280.90	3.520	5,630.00	1,581.47
Escuintla	10,889.05	10,600.00	14,310.00	1.350	4,500.00	64,395.00
Francisco León	45.00	45.00	60.75	1.350	6,700.00	407.02
Frontera Comalapa	1,151.00	460.00	276.00	0.600	3,580.00	988.08
Huehuetán	2,876.00	2,876.00	5,752.00	2.000	6,000.00	34,512.00
Huitiupán	2,000.00	1,975.00	4,384.50	2.220	5,300.00	23,237.85
Huixtla	4,012.80	4,012.80	8,025.60	2.000	6,000.00	48,153.60
Ixhuetán	1,162.00	1,147.00	1,204.35	1.050	5,200.00	6,262.62
Ixtacomitán	125.00	125.00	101.25	0.810	5,500.00	556.88
Ixtapa	218.00	212.00	326.48	1.540	6,400.00	2,089.47
Ixtapangajoya	106.00	106.00	127.20	1.200	5,500.00	699.60
Jiquipilas	466.00	456.00	729.60	1.600	6,300.00	4,596.48
Jitotol	1,095.00	1,065.00	2,076.75	1.950	6,800.00	14,121.90
La Concordia	8,360.00	8,240.00	22,165.60	2.690	5,904.22	130,870.58
La Grandeza	141.00	141.00	483.63	3.430	5,630.00	2,722.84

Municipio	Sembrada (ha)	Cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	Precio medio rural (\$/ton)	Valor producción (miles de \$)
La Independencia	2,850.00	1,975.00	1,540.30	0.780	5,430.29	8,364.28
La Trinitaria	903.00	632.00	493.00	0.780	6,573.06	3,240.52
Larráinzar	566.00	560.00	1,573.60	2.810	5,536.71	8,712.57
Las Margaritas	9,900.00	6,195.00	4,832.00	0.780	4,471.68	21,607.16
Mapastepec	3,106.00	3,076.00	5,844.40	1.900	4,500.00	26,299.80
Maravilla Tenejapa	1,303.00	912.00	711.36	0.780	5,432.02	3,864.12
Mazapa de Madero	3.35	3.35	10.62	3.170	5,630.00	59.79
Mitontic	218.00	215.00	556.83	2.590	5,328.63	2,967.14
Montecristo de Guerrero	4,430.00	4,322.00	11,626.18	2.690	5,456.64	63,439.88
Motzintla	9,957.61	9,957.61	33,258.42	3.340	4,038.35	134,309.14
Ocosingo	5,750.00	3,500.00	7,189.00	2.054	4,000.00	28,756.00
Ocosingo	2,654.00	2,654.00	3,981.00	1.500	4,078.55	16,236.69
Ocotepec	1,200.00	1,165.00	1,631.00	1.400	6,500.00	10,601.50
Ocozacoautla de Espinosa	2,255.00	2,166.00	3,465.60	1.600	6,320.00	21,902.59
Ostuacán	9.00	9.00	11.70	1.300	6,700.00	78.39
Oxchuc	1,865.00	1,857.00	5,459.58	2.940	6,124.46	33,436.98
Palenque	1,120.00	1,120.00	3,024.00	2.700	5,100.00	15,422.40
Pantelhó	2,282.00	2,277.00	6,125.13	2.690	5,328.63	32,638.55
Pantepec	325.00	320.00	377.60	1.180	5,200.00	1,963.52
Pijijiapan	1,240.00	1,240.00	2,579.20	2.080	3,220.00	8,305.02
Pueblo Nuevo Solistahuacán	2,370.00	2,300.00	4,508.00	1.960	6,800.00	30,654.40
Rayón	128.00	126.00	146.16	1.160	5,200.00	760.03
Sabanilla	4,138.00	4,130.00	8,053.50	1.950	8,215.96	66,167.23
Salto de Agua	2,827.00	2,827.00	6,502.10	2.300	5,100.00	33,160.71
San Andrés Duraznal	737.00	727.00	1,454.00	2.000	5,300.00	7,706.20
San Fernando	340.00	335.00	536.00	1.600	6,500.00	3,484.00
San Juan Cancuc	2,720.00	2,710.00	7,629.15	2.815	6,413.05	48,926.12
Santiago el Pinar	575.00	565.00	1,587.65	2.810	4,261.04	6,765.04
Siltepec	6,381.00	6,381.00	22,780.17	3.570	5,630.00	128,252.36
Simojovel	7,763.00	7,743.00	16,879.74	2.180	5,300.00	89,462.62
Sitalá	2,063.50	2,055.00	3,699.00	1.800	7,981.22	29,522.53
Solosuchiapa	877.00	855.00	897.75	1.050	5,500.00	4,937.62
Tapachula	26,598.82	26,598.82	44,686.00	1.680	6,336.72	283,162.67
Tapalapa	600.00	590.00	666.70	1.130	5,200.00	3,466.84
Tapilula	1,165.00	1,135.00	1,362.00	1.200	5,200.00	7,082.40
Tecpatán	811.00	784.00	1,254.40	1.600	6,500.00	8,153.60
Tenejapa	3,270.00	3,240.00	9,914.40	3.060	4,906.52	48,645.20
Teopisca	461.00	447.00	1,202.43	2.690	5,376.03	6,464.30
Tila	9,108.50	9,099.00	22,110.57	2.430	7,981.22	176,469.32

Municipio	Sembrada (ha)	Cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	Precio medio rural (\$/ton)	Valor producción (miles de \$)
Tumbalá	3,500.00	3,495.00	6,046.35	1.730	6,582.16	39,798.04
Tuxtla Chico	1,250.00	1,250.00	2,500.00	2.000	5,000.00	12,500.00
Tuzantán	5,039.17	5,039.17	10,078.30	2.000	6,000.00	60,469.80
Unión Juárez	3,405.00	3,405.00	8,500.00	2.496	4,457.65	37,890.02
Villa Comaltitlán	4,234.50	4,234.50	8,469.00	2.000	5,849.92	49,542.97
Villa Corzo	3,198.00	3,198.00	8,474.70	2.650	8,000.00	67,797.60
Villaflores	823.75	823.75	2,215.90	2.690	8,000.00	17,727.20
Yajalón	2,623.00	2,619.00	4,530.87	1.730	8,215.96	37,225.45
Total	246,242.55	232,560.00	511,689.87	2.200	5,810.15	2,972,995.54

Fuente: Base de datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SAGARPA. 2011

En el Cuadro 5.8 se presenta la superficie sembrada y cosechada, rendimiento, precio medio rural y valor de la producción del cultivo de café cereza (orgánico) por municipios del estado de Chiapas. Año 2011. Se tiene una superficie cosechada de 11,107.44 ha.

Cuadro 5.8. Superficie sembrada, cosechada y producción, precio medio rural y valor de la producción del cultivo de café cereza (orgánico) por municipio del estado de Chiapas.

Municipio	Sembrada (ha)	Cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)	Precio medio rural (\$/ton)	Valor producción (miles de \$)
Amatenango de la Frontera	360.00	360.00	1,292.40	3.590	6,243.00	8,068.45
Bella Vista	295.00	295.00	1,026.60	3.480	6,243.00	6,409.06
El Porvenir	48.20	48.20	164.84	3.420	6,284.81	1,035.99
Escuintla	69.00	59.00	177.00	3.000	7,200.00	1,274.40
Huixtla	625.50	625.50	2,501.00	3.998	7,500.00	18,757.50
Mapastepec	25.58	25.58	84.41	3.300	7,150.00	603.53
Motozintla	4,818.00	4,818.00	15,899.40	3.300	6,243.00	99,259.95
Ocozocoautla de Espinosa	895.00	892.00	1,873.20	2.100	9,200.00	17,233.44
San Fernando	849.00	844.00	1,873.68	2.220	8,200.00	15,364.18
Siltepec	1,895.50	1,895.50	6,387.84	3.370	6,681.78	42,682.14
Tapachula	1,175.66	1,175.66	2,821.40	2.400	7,800.00	22,006.92
Tuxtla Gutiérrez	69.00	69.00	144.90	2.100	8,300.00	1,202.67
Total	11,125.44	11,107.44	34,246.67	3.083	6,829.81	233,898.24

Fuente: Base de datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SAGARPA. 2011.

5.2.1.2.- Vulnerabilidad

En el caso del sector agua, el estado se encontrará con presión moderada del recurso agua (<20%) para 2025. El pronóstico de crecimiento de la población y actividades económicas indica que la presión que existe sobre el recurso se incrementará en el futuro. Cuando el periodo de estiaje se prolonga, puede limitar el abastecimiento de algunas

localidades o usuarios. (INE-SEMARNAT, 2006). A pesar de la alta precipitación en la Sierra Madre de Chiapas, se presentarán con más frecuencia en el futuro periodos de baja o nula precipitación que afectarán a la agricultura. El escenario de Cambio Climático en 50 años refleja una dramática disminución de las áreas cubiertas por bosques mesófilos en Chiapas y, por lo mismo, una reducción considerable del rango de distribución de especies en México, así como una mayor susceptibilidad de riesgo que la actualmente definida. Los tipos de vegetación más afectados por estas variaciones climáticas son los que están expuestos a condiciones más secas y más cálidas (Arriaga y Gómez, Villers-Ruiz y Trejo-Vázquez). El café también es uno de los tipos de vegetación que se verá afectada negativamente por estas variaciones del clima. Chiapas es entre las entidades con más alto riesgo ante la temporada de lluvias y el ingreso de ciclones tropicales, ya que sufre impactos de ciclones tropicales originando tanto del océano Atlántico como del Pacífico. Se observa un índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales extremos en la temporada de lluvias con valor de 6.5 (el tercer más alto en el país), y un índice de peligro de 7 (segundo más alto en el país). El índice combinado de riesgo para Chiapas es de 6.75, el segundo más alto en todo el país, lo que le ubica en la categoría de riesgo muy alto (IMTA, 2011).

5.2.1.3.- Descripción de la medida

Hay una experiencia acumulada, en el ámbito organizativo y productivo que ha permitido a los pobladores locales desarrollar hasta la fecha sus actividades económicas y sociales. No obstante el deterioro ambiental y productivo que se da actualmente, en las regiones cafetaleras de Chiapas se requiere fortalecer, consolidar y ampliar las capacidades y conocimientos de la población, particularmente ante la amenaza del cambio climático. Se propone la organización y ejecución de transferencia tecnológica, orientados a fortalecer y ampliar capacidades a nivel de productores, técnicos, decisores y la comunidad en general.

La medida de adaptación a implementar consiste en instalar 5 parcelas demostrativas donde se implementarán las prácticas sustentables de manejo del cultivo; distribuidas en todo el Estado, en una superficie promedio de cada parcela de 1.4 ha, con un total de 7 ha beneficiados directamente por esta medida, y de manera indirecta, el total de los 246,242.55 hectáreas de superficie sembrada de café cereza en los 83 municipios de Chiapas con plantaciones de café.

5.2.2.- Especificaciones técnicas

5.2.2.1.- Especificaciones técnicas

Se promoverá un aprendizaje integral de conocimientos, habilidades, actitudes y valores haciendo síntesis entre saberes científicos y comunes, permitiendo el fortalecimiento de una cafecultura sostenible en todos los ámbitos, mediante la promoción de buenas

prácticas productivas y conservacionistas sostenibles ante el cambio climático: Se sistematizará, validará en cinco parcelas demostrativas y difundirá mediante acciones de capacitación en las zonas cafetaleras de la Sierra Madre de Chiapas una lista de prácticas sostenibles que promueva la sensibilización a los impactos del Cambio Climático, fortaleciendo la adaptación para disminuir la vulnerabilidad a partir de: manejo de prácticas de conservación y protección de suelos; utilización adecuada y eficiente de hojarasca para conservar la humedad en el suelo; utilización y manejo eficiente del riego, entre otras. Asociado a lo anterior dichas prácticas deben contribuir a niveles sostenibles de productividad. El Cuadro 5.9 muestra las acciones y prácticas de adaptación a implementar.

Cuadro 5.9 Actividades de adaptación para la región cafetalera de la Sierra Madre de Chiapas.

Actividades	Acciones a implementar
1. Identificar las zonas de producción cafetalera más vulnerables a los efectos del cambio climático.	1.1 Reuniones con organismos productores de café para identificar líderes de la región y seleccionar sitios para parcelas demostrativas. 1.2 Recorridos de campo.
2. Seleccionar parcelas demostrativas en 5 municipios de producción cafetera, donde se ha detectado vulnerabilidad más alta a los efectos del cambio climático.	2.1 Caracterización de sitios para 5 parcelas demostrativas para la transferencia de tecnología.
3. Transferencia de tecnología y seguimiento de las parcelas en riego eficiente complementario.	3.1 Estudios básicos y diseño del sistema de riego 3.2 Instalación del sistema de riego presurizado 3.3 Operación y seguimiento del sistema de riego y del cultivo durante un año.
4. Transferencia de tecnología y seguimiento en las parcelas de acolchado/incorporación de hojarasca y composta.	4.1 Diagnóstico de la cantidad de acolchado y selección del equipo y materiales a utilizar. 4.2 Adquisición de la maquinaria trituradora a utilizar. 4.3 Manejo y seguimiento al acolchado/incorporación de hojarasca y/o composta con el cultivo durante un año.
5. Transferencia de tecnología y seguimiento en las parcelas de conservación y protección de suelos.	5.1 Detección de áreas de riesgo de erosión en partes altas aledañas a la parcela demostrativa. 5.2 Selección e implementación de al menos dos tecnologías apropiadas para la conservación y protección de suelos. 5.3 Seguimiento de la tecnología de conservación y protección del suelo implementada durante un año.
6. Impartición de talleres de capacitación.	6.1 Taller sobre tecnologías de riego complementario. 6.2 Taller sobre acolchado de hojarasca. 6.3 Taller sobre conservación y protección del suelo.

5.2.2.2.- Productores beneficiados

Los 110,000 productores de café de la Sierra Madre de Chiapas, así como de manera implícita todo el sector agrícola y económico de la región; al tener mejores posibilidades de éxito para la producción agrícola de este cultivo.

5.2.2.3.- Duración de las acciones

Periodo de establecimiento de parcelas demostrativas (incluyendo la implementación de prácticas sustentables) y difusión de conocimientos entre los productores: 2 años. Con el fortalecimiento de las habilidades y capacidades en el manejo sustentable del cultivo de café se tendrá una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas; por lo que la duración del impacto de esta medida será de muchos años.

5.2.2.4.- Impactos

La agricultura de conservación reduce de forma efectiva el consumo de energía y de trabajo, con un ahorro de entre 15 - 50% de los costos, al realizar varias labores en un solo paso del implemento, contribuyendo a aumentar el contenido de materia orgánica y por tanto la fertilidad de los suelos, lo que permite una mayor formación natural de agregados y el incremento de la biodiversidad. Así mismo reduce la alteración mecánica del suelo y al aumentar los restos de cosecha dejados in situ, estos residuos orgánicos aportan riqueza a la tierra mejorando en cuanto a materia orgánica, fósforo y potasio, creando condiciones favorables en los suelos agrícolas para el desarrollo de una mayor actividad de las lombrices, un período de tres o cuatro años son suficientes para influir positivamente en estas poblaciones y ofrecer cambios importantes. Entre otros beneficios se pueden citar la menor erosión del suelo, mejor estructura y fertilidad del mismo, rápido establecimiento de los cultivos, menos mano de obra, maquinaria, combustible y por ende menos emisiones de gas de efecto invernadero.

Las operaciones de laboreo son las que más combustible fósil consumen, pudiéndose destacar que a lo largo de un ciclo de preparación de suelos, aplicando los principios de la agricultura de conservación, se puede ahorrar más del 50% del combustible necesitado en comparación con los gastos que se incurren con una tecnología de agricultura convencional.

5.2.3.- Acciones estructurales/no estructurales

Esta medida de adaptación considera la puesta de cinco parcelas demostrativas de cultivo de café en varios puntos de la Sierra de Chiapas; con las siguientes acciones principales:

1. Transferencia de tecnología y seguimiento de la parcela de café con riego eficiente complementario.
2. Transferencia de tecnología y seguimiento en la parcela de acolchado/incorporación de hojarasca y composta.
3. Transferencia de tecnología y seguimiento en la parcela de conservación y protección de suelos.
4. Impartición de talleres de capacitación en las tecnologías de riego complementario, acolchado de hojarasca, y conservación y protección de suelos.

Las cinco parcelas demostrativas tendrán una superficie promedio de 1.4 ha (superficie promedio por productor de café en Chiapas).

5.2.4.- Indicadores económicos

5.2.4.1.- Costos de producción del cultivo

Los costos de producción (con fertilización) generados para el manejo de una hectárea de café convencional con una densidad de 2,000 plantas por ha, para el año 2007, se presentan en el Cuadro 5.10.

Cuadro 5.10. Costo de producción promedio para 1 ha con 2,000 plantas de café convencional con fertilización en Chiapas para el año 2007.

No.	Actividad	Fecha de realización	Cantidad		Importe (\$)		
			Jornales	Insumos (Kg)	Por jornales	Por insumos	Total
1	Primera limpia	Abril-mayo	8	0	400	0	400
2	Regulación de sombra	Marzo-abril	10	0	500	0	500
3	Poda y deshijes	Marzo-abril	15	0	750	0	750
4	Segunda limpia	Julio-agosto	8	0	400	0	400
5	Reposición de fallas	Junio-julio	8	0	400	0	400
6	Primera fertilización	Junio-julio	6	300	300	1,200	1,500
7	Tercera limpia	Septiembre-octubre	8	0	400	0	400
8	Segunda fertilización	Septiembre-octubre	6	300	300	1,200	1,500
9	Cosecha	Septiembre-enero	58	0	2,900	0	2,900
Subtotal					6,350.0	2,400.0	8,750.0
Costo financiero ^{/1}					503.2	190.2	693.4
Costo total					6,853.2	2,590.2	9,443.4

Fuente:

Elaboración propia con datos de la COMCAFE de Chiapas (Oficinas Regionales de Comitán de Domínguez, Chiapas).

^{/1} El costo financiero resulta de multiplicar el subtotal por la tasa de interés de CETES del año 2007 en unidades, misma que para dicho año fue igual a 7.9250 (0.07925 en unidades).

5.2.4.2.- Presupuesto para implementar la medida de adaptación

Al ser ésta una medida de adaptación de asistencia técnica (capacitación), los beneficios tangibles se determinaron considerando que al menos en el 1 % de la superficie cosechada se tendrán incrementos en los rendimientos por efecto de la capacitación realizada a través de las parcelas demostrativas. La superficie cosechada de café en Chiapas es de 232,560 ha (SIAP, 2011). Entonces en una superficie de 2326 ha se tendrá un incremento en el rendimiento que pasará de una media actual de 2.2 ton/ha a 2.5 ton/ha con la implementación de esta medida de adaptación.

El presupuesto para implementar la medida de adaptación y su seguimiento durante un año es de \$ 2'955,110/ha, ver cuadro 5.11. Los beneficios son de \$6'356,360.40 anuales y para todos los siguientes años de producción de café.

Cuadro 5.11. Presupuesto para implementar la medida de adaptación.

Actividades	INFORMACIÓN PRODUCTIVA			
	Cantidad	Unidad de medida	Costo o precio unitario (\$/unidad)	Importe (\$/ha)
1. Reuniones con organismos productores de café para identificar líderes de la región y seleccionar sitios para parcelas demostrativas. Incluye recorridos de campo	1	Lote	200,000	200,000
2. Caracterización de sitios para parcelas demostrativas para la transferencia de tecnología.	5	Sitios	50,000	250,000
3. Transferencia de tecnología y seguimiento de la parcela en riego eficiente complementario				
3.1 Estudios básicos y diseño del sistema de riego	5	Parcelas	35,000	175,000
3.2 Instalación del sistema de riego presurizado	5	Parcelas	70,000	350,000
3.3 Operación y seguimiento del sistema de riego y del cultivo durante un año.	5	Parcelas	35,000	175,000
3.4 Costos de producción de parcelas demostrativas	5	parcelas	11,022	55,110
4. Transferencia de tecnología y seguimiento en la parcela de acolchado/incorporación de hojarasca y composta				
4.1 Diagnóstico de la cantidad de acolchado y selección del equipo y materiales a utilizar.	5	Parcelas	10,000	50,000
4.2 Adquisición de la maquinaria trituradora a utilizar.	5	Parcelas	50,000	250,000
4.3 Manejo y seguimiento al acolchado/incorporación de hojarasca y/o composta con el cultivo durante un año.	5	Parcelas	35,000	175,000
5. Transferencia de tecnología y seguimiento en la parcela de conservación y protección de suelos.				
5.1 Detección de áreas de riesgo de erosión en partes altas aledañas a la parcela demostrativa.	5	Parcelas	10,000	50,000
5.2 Selección e implementación de al menos dos tecnologías apropiadas para la conservación y protección de suelos.	5	Parcelas	70,000	350,000
5.3 Seguimiento de la tecnología de conservación y protección del suelo implementada durante un año.	5	Parcelas	35,000	175,000

Actividades	INFORMACIÓN PRODUCTIVA			
	Cantidad	Unidad de medida	Costo o precio unitario (\$/unidad)	Importe (\$/ha)
6. Impartición de talleres de capacitación en las tecnologías de riego complementario, acolchado de hojarasca, y conservación y protección de suelos.	15	Talleres	20,000	300,000
7. Seguimiento del proyecto	1	Lote	350,000	350,000
8. Informes parciales y final	1	Lote	50,000	50,000
Total				2,955,110

Se consideran cinco parcelas demostrativas de una superficie de 1.4 ha cada una.

5.2.4.3.- Beneficios de la medida de adaptación

En el cuadro 5.12 se presentan los beneficios factibles de obtener con la implementación de esta medida de adaptación para la región cafetalera de Chiapas. Se considera que se impactará en al menos en una superficie de 2,325.6 ha, elevando de un rendimiento promedio actual de 2.2 ton/ha a 2.5 toneladas por hectárea.

Cuadro 5.12. Beneficios esperados con la implementación de la medida de adaptación.

Parámetros	Cantidad
Superficie (ha) beneficiada (1.0% de la superficie cosechada en Chiapas).	2,325.6
Rendimiento promedio actual (ton/ha).	2.2
Rendimiento medio esperado con la implementación de la medida de Adaptación (ton/ha).	2.5
Precio medio Rural (\$/ton).	6,333.0
Volumen de la producción actual (ton).	5,116.3
Volumen de la producción esperada con el riego complementario (ton).	5,814.0
Volumen de la producción diferenciada (ton).	697.7
Valor de la producción actual (\$).	32,401,654.6
Valor de la producción esperada con riego complementario (\$).	36,820,062.0
Valor de la producción diferenciada (\$).	4,418,408.0
Otros beneficios adicionales:	
Protección de las áreas de cultivo	
Superficie (ha), considerando 20 ha beneficiadas por sitio de parcela demostrativa.	100.0
Disminución del volumen de producción, considerando una disminución del 20 % en el rendimiento si el área no estuviera protegida.	50.0
Valor de la producción recuperada por las acciones de protección (\$).	316,650.0
Capacitación	
Personal capacitado: 15 talleres de 30 personas por evento.	450

Para determinar los beneficios se considera que la medida de adaptación impactará, al menos, en el 1% de la superficie cafetalera del Estado de Chiapas.

En el cuadro 5.13 se presenta el cuadro resumen del presupuesto para la implementación de la medida de adaptación, los beneficios obtenidos al capacitar a 450 productores en tecnologías sustentables del cultivo de café.

Cuadro 5.13. Resumen de los costos de implementación y valor de la producción a generar con la medida de adaptación.

No.	Concepto	Importe (\$)
I	Presupuesto para implementar la medida de adaptación	2,955,100
II	Valor de la producción con la medida de adaptación.	4,418,408
III	Beneficios adicionales por la protección de áreas de cultivos.	316,650
IV	Capacitación de productores.	450

Se considera la superficie promedio por productor de café en 1.4 ha en el estado de Chiapas.

5.3.- Asistencia técnica a Usuarios de los Sistemas de riego, del Distrito de Riego 005, Delicias, Chihuahua

5.3.1.- Datos generales

5.3.1.1.- Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua

El Distrito de Riego 005 Delicias Chihuahua, es un Distrito de Riego con más 80,000 ha, cuenta con 2 grandes presas de almacenamiento, y una vasta red de grandes canales y estructuras de riego que irrigan una gran cantidad de cultivos. Cuenta con más de 9,000 usuarios organizados en 10 Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego que son las encargadas de la administración, conservación y operación de la infraestructura hidroagrícola. Estas características son representativas de más de 2 millones de hectáreas de Distritos de Riego que tienen como fuentes de abastecimientos a grandes presas de almacenamientos.

El Distrito de Riego se encuentra en la porción norte de la República Mexicana, en la región conocida como Llanura del Altiplano Mexicano o bien Mesa del Norte, dentro del Estado de Chihuahua. Políticamente lo integran total o parcialmente, los municipios de Camargo, La Cruz, Saucillo, Delicias, Rosales, Meoqui y Julimes en la zona centro - sureste del estado de Chihuahua. Geográficamente se ubica entre los paralelos 27° 30' y 28° 35' latitud norte y entre los meridianos 105°10' y 105°58' longitud oeste. Su altura sobre el nivel del mar fluctúa entre los 1110 y 1400 m, y sus suelos presentan pendientes suaves en las vegas de los ríos y aumentan rumbo a los canales principales.

5.3.1.2.- Superficie beneficiada por Módulo de riego

En el cuadro 5.14 se presentan las superficies física y regable de cada uno de los 10 módulos que integran el Distrito de Riego de acuerdo con el REPDA y el Reglamento del Distrito de Riego.

Cuadro 5.14. Relación de superficies física y regable por Módulo, Unidad y Distrito de Riego.

Módulo	Asociación Civil de Usuarios	Superficie física	Superficie regable	Relación de superficies
		ha	ha	%
1	Asociación Civil de Usuarios de la Unidad de Riego Número I Uno, Estación Conchos del Distrito de Riego 05 Cero Cinco, A.C.	5,157.69	4,833.00	93.70
2	Usuarios de la Unidad de Riego Módulo 2 Estación Saucillo del Distrito de Riego 05 de Delicias, Chihuahua, A.C.	6,836.04	6,272.00	91.75
3	Asociación Civil De Usuarios de la Unidad de Riego Módulo 3 del Canal 72-6 del Distrito de Riego 05 de Cd. Delicias, Chih., A.C.	6,443.37	5,944.00	92.25
4	Usuarios de la Unidad de Riego Módulo 4 del Canal K-73-9 del Distrito de Riego 05 de Delicias, Chihuahua, A.C.	8,942.84	7,997.00	89.42
5	Asociación Civil de Usuarios de la Unidad de Riego Módulo 5 Cinco	11,885.81	11,057.00	93.03

Módulo	Asociación Civil de Usuarios	Superficie física	Superficie regable	Relación de superficies
		ha	ha	%
	"Las Delicias" del Distrito de Riego 05 de Delicias, Chihuahua, A.C.			
12	Asociación Civil de Usuarios del Río Conchos, Canal Saucillo, A.C.	3,932.00	3,932.00	100.00
	Subtotal Unidad Conchos	43,197.75	40,035.00	92.68
6	Usuarios del Distrito de Riego 005 de Delicias, Módulo Número Seis de Rosales, Chihuahua, A.C.	4,921.89	4,824.00	98.01
7	Asociación de Agricultores "Octavio Legarreta Soto" Segunda Unidad Distrito de Riego 05, A.C.	24,681.32	22,757.00	92.20
8	Usuarios del Distrito de Riego 005 de Delicias, Chihuahua Módulo Número 8 Bachimba, A.C.	9,580.12	6,612.00	69.02
9	Usuarios Tercera Unidad Distrito de Riego 05 "Ruben Acosta", A.C.	5,584.22	5,327.00	95.39
	Subtotal Unidad San Pedro	44,767.55	39,520.00	88.28
	Total Distrito de Riego	87,965.00	79,555.00	90.44

Fuente: REDPA y reglamento del Distrito de Riego 005.

5.3.1.3.- Productores beneficiados

Existen 9,657 usuarios en todo el Distrito de Riego, de los cuales 4,500 usuarios son del sector ejidal (46.67%) y 5,009 usuarios de la pequeña propiedad (51.87%), y existen además 148 usuarios precarios representando un 1.53% del total. La 5.1 muestra la distribución de usuarios por Módulo de Riego.

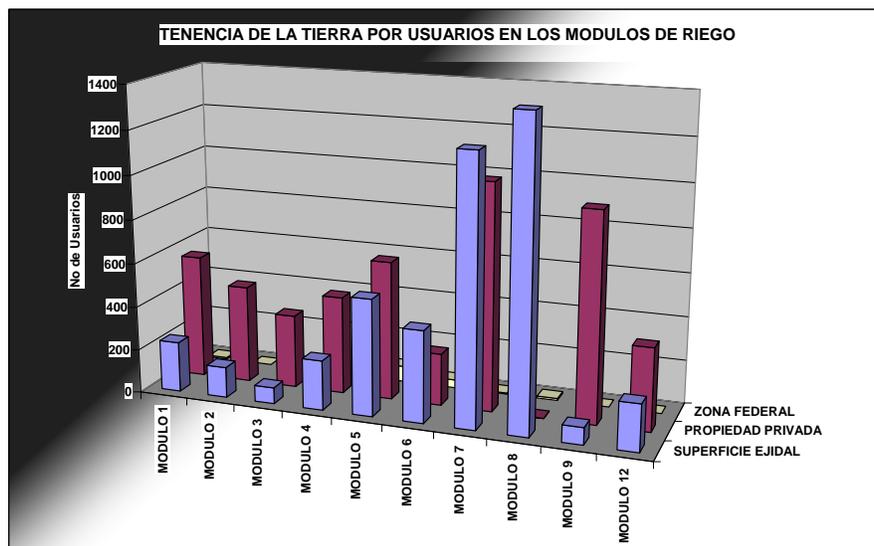


Figura 5.1. Tenencia de la tierra por usuarios en los Módulos de Riego.

5.3.1.4.- Vulnerabilidad

En el caso del sector agua, se estima que el estado de Chihuahua se encontrará bajo fuerte presión (60-80%) en el año 2025 y que las sequías se incrementarán notablemente. Los periodos de sequía actualmente son extensos y se presentan incluso en los meses de julio y septiembre, los cuales corresponden normalmente a la temporada de lluvias. Actualmente se vive un periodo de sequía iniciado en 1993. En el caso del sector agrícola los efectos de las sequías son muy graves ya que consideran pérdidas totales o parciales en la producción.

5.3.1.5.- Descripción de la medida

La lámina de riego aplicada de acuerdo con la estadística oficial del Distrito de Riego es de 92.5 cm promedio en los últimos 10 años y la lámina bruta en presa es de 186 cm, de acuerdo con los índices de agua neta y bruta entregada del Distrito de Riego. Estos valores de lámina aplicada repercuten en un bajo aprovechamiento del recurso agua a nivel parcelario y por lo tanto en eficiencias de aplicación del orden del 58%, debido principalmente a que las texturas del suelo son ligeras en un 59.7% de la superficie total. Se requiere entre otras acciones capacitar a los usuarios y regadores en temas de manejo y operación de los sistemas de riego; para lograr mayores eficiencias de aplicación y una disminución de los volúmenes de riego aplicados. En forma directa se beneficiaran 600 productores, pero en general el beneficio de la medida de adaptación será para todos los productores del Distrito de Riego. Al tener una mayor capacitación se tendrán mejores posibilidades de éxito para la producción agrícola.

5.3.2.- Especificaciones técnicas

5.3.2.1.- Especificaciones técnicas

Se requiere realizar los siguientes cursos y/o talleres de capacitación, dirigidos a los usuarios y regadores de los sistemas de riego por gravedad y presurizados:

- (1) Manejo y operación de sistemas de riego por gravedad y multicompuertas,
- (2) Manejo, operación y mantenimiento de sistemas de riego por aspersión,
- (3) Manejo, operación y mantenimiento de sistemas de riego por goteo,
- (4) Sensibilización a los impactos de los efectos del Cambio Climático en la agricultura.

Cada curso-taller se impartirá en cinco ocasiones, haciendo un total de 20 cursos, con una duración de dos días cada uno. En total 40 días de cursos-talleres. Se requiere preparar, editar e imprimir material para entregar a los participantes.

5.3.2.2.- Duración de las acciones

El periodo de impartición de los cursos (incluyendo la preparación de material de apoyo): seis meses. Con el fortalecimiento de las habilidades y capacidades en el manejo del agua de riego se tendrá una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas.

5.3.2.3.- Impactos

Para el caso del Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua, se han detectado los siguientes impactos en su agricultura de riego.

- Disminución de volúmenes disponibles para riego en las fuentes de abastecimiento.

El incremento de la temperatura del aire, así como los cambios en las precipitaciones estacionales o sequías, afectarán a la agricultura del Distrito principalmente en la disponibilidad de volúmenes para riego y otros usos, mismo que se reflejará en las presas del Distrito. De acuerdo con el estudio realizado por el IMTA (2011) la disponibilidad de volúmenes escurridos en la Cuenca del Río Conchos disminuirá de un 10 a un 15% de acuerdo con el escenario de emisiones que se considere.

Esta disponibilidad de volúmenes de agua para riego se traduce en menores superficies sembradas y por lo tanto afectaciones al entorno socioeconómico de la región centro del Estado de Chihuahua, que sin duda, generarán mayores conflictos en la asignación de volúmenes para riego y otros usos teniendo como efecto inmediato una mayor competencia por los recursos hídricos en la región.

Otros impactos en la agricultura de riego:

- Incremento de los requerimientos de riego y de la demanda de agua.
- Incremento del periodo libre de heladas.
- Problemas con las necesidades de horas frío de los cultivos.
- Incremento de enfermedades y plagas (por condiciones más benignas en invierno).
- Abatimiento del nivel estático y dinámico en los pozos agrícolas.

5.3.3.- Acciones No Estructurales

5.3.3.1.- Capacitación requerida

Realizar los siguientes cursos y/o talleres de capacitación, dirigidos a los usuarios y regadores de los sistemas de riego por gravedad y presurizados: (1) Manejo y operación de sistemas de riego por gravedad y multicompuertas, (2) Manejo, operación y mantenimiento de sistemas de riego por aspersión, (3) Manejo, operación y

mantenimiento de sistemas de riego por goteo, (4) Sensibilización a los impactos de los efectos del Cambio Climático en la agricultura.

5.3.3.2.- Organización de productores agrícolas

Capacitación y fortalecimiento de habilidades de 375 usuarios de riego y regadores en aspectos de manejo y operación de sistemas de riego de gravedad y presurizado y 150 productores en aspectos de sensibilización a los 450 impactos de los efectos del cambio climático en la agricultura; con la finalidad de mejorar la aplicación del agua de riego, y coadyuvar en la reducción de los volúmenes de agua de riego aplicada. A través de estos cursos los usuarios participantes también podrán compartir y asimilar las experiencias de otras zonas de riego.

5.3.3.3.- Requerimientos tecnológicos y de implementación

Identificar en cada uno de las Asociaciones de Usuarios de Riego, los socios líderes en el manejo del agua de riego y de los cultivos que participarían en los cursos-talleres. Localizar las parcelas de riego en la que se lleven a cabo las prácticas de riego eficiente y uniforme, de riego por gravedad, aspersión y goteo. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos indicados. Difusión del programa de cursos e incentivar a los usuarios para que asistan a los eventos de capacitación.

5.3.3.4.- Temas de cursos

Los temas que se consideran para realizar los cursos y/o talleres de capacitación, dirigidos a los usuarios y regadores de los sistemas de riego por gravedad y presurizados son los siguientes:

(1) Manejo y operación de sistemas de riego por gravedad y multicompuertas.

- I. Descripción de los sistemas de riego por gravedad.
- II. Requerimiento de los sistemas de riego por gravedad.
- III. Eficiencias de riego.
- IV. Nivelación de terrenos agrícolas
- V. Manejo y evaluación hidráulica del riego por gravedad.
- VI. El fertirriego en sistemas de riego por gravedad.
- VII. Práctica del riego por gravedad.

(2) Manejo, operación y mantenimiento de sistemas de riego por aspersión.

- I. Descripción de los sistemas de riego por aspersión.
- II. Eficiencias de riego.
- III. Requerimiento de riego de los cultivos.

- IV. Operación de los sistemas de riego por aspersión.
- V. Evaluación hidráulica de los sistemas de riego por aspersión.
- VI. Mantenimiento de los sistemas de riego por aspersión.
- VII. Práctica del riego por aspersión.

(3) Manejo, operación y mantenimiento de sistemas de riego por goteo.

- I. Descripción de los sistemas de riego por goteo.
- II. Eficiencias de riego.
- III. Requerimiento de riego de los cultivos.
- IV. Operación de los sistemas de riego por goteo.
- V. El fertirriego en los sistemas de riego por goteo.
- VI. Evaluación hidráulica de los sistemas de riego por goteo.
- VII. Mantenimiento de los sistemas de riego por goteo.
- VIII. Práctica del riego por goteo.

(4) Sensibilización a los impactos de los efectos del Cambio Climático en la agricultura.

- I. Disponibilidad de los recursos hídricos a nivel local y nacional.
- II. Análisis y variabilidad del clima.
- III. Impactos del cambio climático en la disponibilidad del agua para la agricultura local y nacional.
- IV. Vulnerabilidad de la agricultura de riego local y nacional ante el cambio climático.
- V. Análisis de la capacidad de adaptación al cambio climático.
- VI. Desarrollo y análisis de medidas de adaptación de la agricultura de riego al cambio climático.

Se considera que a través de la capacitación de los productores de riego, se puede incrementar la eficiencia de aplicación en un 7% en la superficie de los productores participantes. Se impartirán 15 cursos técnicos de riego con una participación total de 450 productores, y al considerar la superficie promedio regada actualmente por productor de 6.25 ha, obtenemos una superficie de 2,812.5 ha; en donde se puede mejorar la eficiencia de riego del 58% a una del 65%, lo que representa un volumen ahorrado de 2.812 millones de metros cúbicos, volumen que podría utilizarse para incrementar la superficie de riego, con esta nueva eficiencia de aplicación, en 339.4 ha, ver cuadro 5.15.

Cuadro 5.15. Volumen de agua ahorrado mediante la mejora de la eficiencia de aplicación por los productores agrícolas que recibiría capacitación en riego.

Situación	Superficie (ha)	Requerimiento de riego (m)	Eficiencia de aplicación (%)	Lámina de riego bruta (m)	Volumen (millares de m ³)
Actual (sin capacitación)	2,812.5	0.5365	0.58	0.925	2,6015.6
Futuro (con capacitación)	2,812.5	0.5365	0.65	0.825	2,3213.9
Volumen de agua ahorrado (millares de m ³)					2,801.7
Superficie de riego adicional (ha) con el volumen ahorrado, mediante la capacitación.	339.4				

En esta superficie adicional de 339.4 ha se obtendrían beneficios económicos al cultivarse con maíz y chile como se indica en los cuadros 3.7 y 3.8.

5.3.4.- Indicadores económicos

5.3.4.1.- Costos de producción del cultivo

En el cuadro 5.16 se presenta el costo de producción del cultivo de maíz de alta tecnología para el Estado de Chihuahua.

Cuadro 5.16. Costo de producción del cultivo de maíz con riego de alta tecnología, del ciclo Primavera-Verano, Estado de Chihuahua.

Actividad	INFORMACIÓN PRODUCTIVA			
	Cantidad	Unidad de medida/ha	Costo o precio unitario (\$/unidad)	Importe (\$/ha)
1.- PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Barbecho	1	Labor	567	567
Rastreo	2	Labor	309	618
Empareje o Tabloneo	1	Labor	144	144
Subtotal 1				1,329
2.- SIEMBRA Y/O PLANTACIÓN				
Semilla	20	kg	63	1,260
Siembra	1	Jornal	277	277
Subtotal 2				1,537
3.- FERTILIZACIÓN				

Actividad	INFORMACIÓN PRODUCTIVA			
	Cantidad	Unidad de medida/ha	Costo o precio unitario (\$/unidad)	Importe (\$/ha)
Surcado y Fertilización	1	Jornal	216	216
Fertilizantes: 250-100-50: 18-46-00 (217 kg @ \$9.35) Urea (458.5 kg @ \$6.30) SP (100 kg @ \$9.20)	1	Lote	5,838	5,838
Aplicación (2da fertilización)	1	Jornal	100	100
Subtotal 3				6,154
4.- LABORES CULTURALES (deshierbes y podas)				
Herbicidas (Gasoprim Cal 90 1.0kg @ \$250.00, Herbamina 1.0 l @ \$101.00)	1	Lote	351	351
Aplicación de herbicida	1	Jornal	193	193
Escardilla	1	Jornal	245	245
Cultivos	2	Jornal	245	490
Aporque o Bordeo	1	Jornal	245	245
Subtotal 4				1,524
5.- RIEGO				
Riego Presiembra	1	Lote	364	364
Riegos	4	Lote	339	1,356
Subtotal 5				1,720
6.- CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES				
Insecticida (Sevin 80 PH 1 kg @ \$279.00, Folimat 800 0.75 l @ \$800)	1	Lote	879	879
Aplicación de insecticida	2	Jornal	193	386
Subtotal 6				1,265
7.- COSECHA				
Corte mecanizado	1	ha	551	551
Subtotal 7				551
COSTO TOTAL				14,080

Datos para 2011 (INIFAP), para región maicera representativa: Baja Babicora, Zona Campos Menonitas

El costo de producción del cultivo de maíz asciende a la cantidad de \$14,080 por hectárea.

En el cuadro 5.17 se presenta el rendimiento, el precio medio rural y el valor de la producción para el cultivo del maíz.

Cuadro 5.17. Rendimiento, Precio Medio Rural y Valor de la producción del cultivo del maíz.

VALOR DE LA PRODUCCIÓN (ha)	
Rendimiento (ton/ha) *	9.65
Precio Medio Rural (\$/ton) *	3,909
Valor de la Producción (\$)	37,718

* Fuente: SIAP, 2012

En el cuadro 5.18 se presenta el costo de producción del cultivo de chile con riego, para el Estado de Chihuahua. El costo de producción es de \$28,381 por hectárea.

Cuadro 5.18. Costo de producción del cultivo de chile con riego, Estado de Chihuahua.

CONCEPTO	UNIDADES			COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
	VECES	CANTIDAD	UNIDAD		
1.- PREPARACION DE TERRENO					
Subsoleo	1	1	ha	564	564
Barbecho	1	1	ha	584	584
Rastreo	4	1	ha	262	1,048
Desterronado	1	1	ha	120	120
Empareje	1	1	ha	240	240
Surcado	1	1	ha	150	150
Subtotal 1					2,706
2.- FERTILIZACION					
Subtotal 2					2,785
3.- SIEMBRA					
Planta de chile (F2)	1	1	lote	7,000	7,000
Trasplante de chile	1	15	jor	90	1,350
Subtotal 3					8,350
4.- LABORES CULTURALES					
Subtotal 4					2,280
5.- RIEGOS					
Subtotal 5					3,555
6.- CONTROL FITOSANITARIO					
Subtotal 6					3,930
7.- COSECHA					
Pizca chile jalapeño	1	8	ton	550	4,400
Pizca chile jalapeño	1	12	ton	550	6,600
Pizca chile jalapeño	1	2.5	ton	550	1,375
Subtotal 7					12,375
8.- DIVERSOS					
Seguro agrícola	1	1	ha	750	750
Subtotal 8					750
COSTO TOTAL					28,381

Fuente: FIRA, Agencia Delicias, Costos de cultivo 2003

En el cuadro 5.19 se presenta el rendimiento, le precio medio rural y el valor de la producción para el cultivo de chile seco.

Cuadro 5.19. Rendimiento, Precio Medio Rural y Valor de la producción del cultivo del chile seco.

VALOR DE LA PRODUCCIÓN (ha)	
Rendimiento (ton/ha) chile seco PV*	2.40
Precio Medio Rural (\$) 2012*	21,764.45
Valor de la Producción (\$)	52,235

* Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2012

Cuadro 5.20. Presupuesto para implementar la medida de adaptación. Costos, valor de la producción y beneficios de los cultivos en la superficie adicional.

No.	Concepto	Importe (\$)
I	Presupuesto para la implementación de la medida de adaptación	
1.1	Concertación con usuarios/módulos	100,000
1.2	Capacitación, 20 cursos	1,000,000
	Subtotal	1,100,000
II	Costos de producción del cultivo (339.4 ha)	
2.1	Costo de producción del maíz (211 ha)	2,970,880
2.2	Costo de producción del chile (128.4 ha)	3,644,120
	Subtotal	6,615,000
III	Valor de la producción maíz (211 ha)	
3.1	Rendimiento (ton/ha)	9.65
3.2	Superficie (ha)	211
3.3	Producción total (ton)	2,036.15
3.4	Precio Medio Rural (\$/ton)	3,909
3.5	Valor de la Producción (\$)	7,959,310
IV	Valor de la producción chile (128.4 ha)	
4.1	Rendimiento (ton/ha)	2.40
4.2	Superficie (ha)	128.4
4.3	Producción total (ton)	308.16
4.4	Precio Medio Rural (\$/ton)	61,764
4.5	Valor de la Producción (\$)	19,033,333
V	Valor de la producción total (\$)	26,992,643
VI	Beneficios adicionales	
6.1	O bien el volumen de agua (m ³) recuperado puede estar disponible para otros usos.	9,458,820

Con el volumen ahorrado, de 2.8 millones de m³, se pueden sembrar alrededor de 339.4 ha con cultivos de maíz y chile, obteniéndose beneficios en el valor de la producción de estos cultivos del orden de 26'992,643 de pesos.

Cuadro 5.21. Resumen de los costos y beneficios para implementarse la capacitación.

No.	Concepto	Importe (\$)
I	Presupuesto para implementar la Capacitación	1,100,000
II	Costos de producción de los cultivos en 339.4 ha.	6,615,000
III	Valor de la producción generada en una superficie de 339.4 ha.	26,992,643

5.4.- Tecnificación de los sistemas de Riego Parcelarios del Distrito de Riego 034 Zacatecas, Zacatecas

5.4.1.- Datos generales

5.4.1.1.- Distrito de Riego 034 Zacatecas, Zacatecas

El Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas se conforma de seis zonas de riego dispersas en varios municipios del Estado, operadas por seis Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego (ACUR), que cuentan con un promedio de superficie de 3,000 ha cada una. Su fuente de abastecimiento es una presa o un bordo de almacenamiento, una pequeña red de canales de poca capacidad, sistemas de riego tradicionales con estructuras parcelarias para el riego por gravedad. Una condición muy semejante a las 40,000 Unidades de Riego del país. Los principales cultivos que se siembran son maíz, frijol, guayaba, avena forrajera, pasto y hortalizas. La superficie física regable es de 18,357 ha en beneficio de 5,658 usuarios; organizados a través de seis Asociaciones civiles.

De los 5,658 usuarios del Distrito 2,241 usuarios son del sector ejidal (39.6%), 224 (3.96%) son colonos y 3,193 son pequeños propietarios (56.43%), ver figura 5.2. La superficie media por usuario es de 3.235 hectáreas.

5.4.1.2.- Superficie por Módulo de riego

En el cuadro 5.22 se presenta la distribución de la superficie y el número de usuarios por Módulo de riego, se cuenta con 5,658 usuarios, distribuidos en 8 zonas de riego, 27 secciones de riego y 6 Módulos que integran a las Unidades de Riego convertidas en Asociaciones de Usuarios en el DR 034, Estado de Zacatecas. De acuerdo con el padrón de usuarios actual, existe una superficie regable de 18,357 hectáreas.

Cuadro 5.22. Distribución de usuarios, superficie regable, secciones, zonas y Módulos de riego por unidad de riego transferida en el DR 034 Estado de Zacatecas. Fuente IMTA, 2006.

Unidad de riego	Módulo de riego	Zonas	Secciones	Superficie regable (ha)	No. Usuarios
Leobardo Reynoso	1	1	5	4,587	573
Santa Rosa	2	1	1	464	145
Excamé	3	2	6	4,743	1,570
Julián Adame	4	1	5	2,588	846
El Chique	5	2	5	2,880	783
El Cazadero	6	1	5	3,095	1,741
Total	6	8	27	18,357	5,658

De los 5,658 usuarios del Distrito 2,241 usuarios son del sector ejidal (39.6%), 224 (3.96%) son colonos y 3,193 son pequeños propietarios (56.43%), ver figura 5.2. La superficie media por usuario es de 3.235 hectáreas.

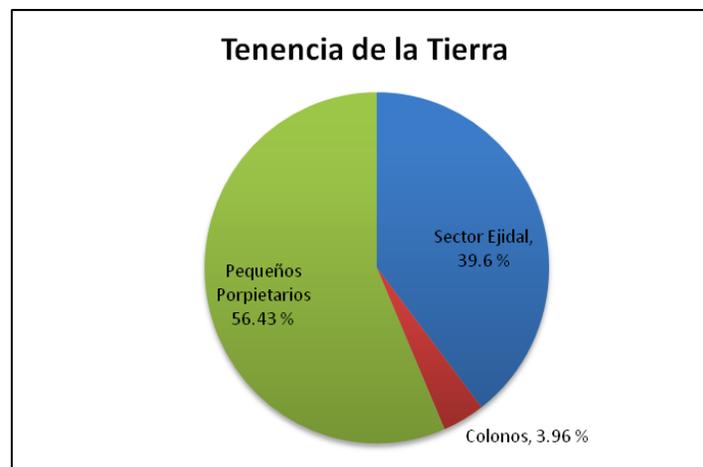


Figura 5.2. Distribución del número de usuarios por tipo de tenencia de la tierra.

5.4.1.3.- Superficie por cultivo

En el cuadro 5.23 se muestra la superficie sembrada, producción, rendimiento, precio medio rural y el valor de la producción de los cultivos en este Distrito de riego, del año 2011 en el ciclo Año agrícola, por lo que destacan las superficies dedicadas a los cultivos de frijol, chile seco y maíz.

Cuadro 5.23. Valor de la superficie sembrada, cosechada y siniestrada, producción, rendimiento, precio medio rural y valor de la producción de los cultivos en el Distrito de Riego 034, Estado de Zacatecas.

Cultivo	Tipo/Variiedad	Superficie Sembrada (ha)	Superficie Siniestrada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento (ton/Ha)	Precio medio rural (\$/ton)	Valor producción (miles de \$)
Ajo		1,677.00	0.00	21,352.00	12.73	24,277.01	518,362.63
Avena Forrajera seca		2,117.00	0.00	11,328.60	5.35	1,829.74	20,728.44
Brócoli		4.00	0.00	72.00	18.00	4,700.00	338.40
Calabacita	Invernadero	0.50	0.00	39.50	79.00	8,000.00	316.00
Calabacita	Italiana (zucchini)	20.00	0.00	400.00	20.00	3,000.00	1,200.00
Calabaza		5.00	0.00	192.50	38.50	3,000.00	577.50
Camote		70.00	0.00	1,465.00	20.93	3,950.51	5,787.50
Canola		60.00	60.00				
Cebada forrajera seca		53.00	0.00	212.00	4.00	1,500.00	318.00
Cebada grano		246.00	0.00	658.00	2.68	2,250.46	1,480.80
Cebolla	Blanca	2,700.00	0.00	98,840.00	36.61	2,177.99	215,272.79
Chile seco	Ancho	2,003.00	0.00	2,918.50	1.46	36,161.28	105,536.70
Chile seco	Guajillo	3,197.00	0.00	5,475.06	1.71	41,079.10	224,910.54
Chile seco	Mirasol	12,472.50	0.00	21,396.95	1.72	39,014.31	834,787.14
Chile seco	Pasilla	1,840.00	0.00	2,627.70	1.43	36,828.52	96,774.30
Chile seco	Puya	610.00	0.00	653.00	1.07	35,451.61	23,149.90
Frijol	Flor de junio	4,190.00	0.00	5,366.00	1.28	11,995.46	64,367.61
Frijol	Flor de mayo	5,517.00	0.00	6,542.31	1.19	12,061.11	78,907.49
Frijol	Negro zacatecas	500.00	0.00	720.00	1.44	10,810.00	7,783.20
Frijol	Pinto nacional	470.00	0.00	888.30	1.89	10,758.51	9,556.78
Girasol		100.00	0.00	160.00	1.60	5,900.00	944.00
Lechuga	Romana	400.00	0.00	9,900.00	24.75	3,000.00	29,700.00
Maíz forrajero verde		125.00	0.00	4,660.00	37.28	807.29	3,761.99
Maíz grano	Amarillo	2,209.00	0.00	12,409.80	5.62	5,343.95	66,317.35
Maíz grano	Blanco	3,291.00	0.00	19,434.00	5.90	5,314.73	103,286.52
Papa	Alpha (blanca)	970.00	0.00	42,200.00	43.50	7,530.57	317,789.95
Pepino	Invernadero	53.00	0.00	6,768.00	127.70	3,850.41	26,059.60
Tomate rojo (jitomate)	Invernadero	221.00	0.00	40,439.00	182.98	5,491.25	222,060.58
Tomate rojo (jitomate)	Saladette	586.00	0.00	27,973.50	47.74	5,336.37	149,276.94
Tomate verde		212.00	0.00	2,754.00	12.99	4,784.47	13,176.43
Trigo grano	Suave	78.00	0.00	180.00	2.31	3,015.47	542.78
Zanahoria	Nantes	2,691.00	0.00	106,115.00	39.43	1,250.06	132,649.89
Total		48,688.00	60.00				3,275,721.77

Fuente: Anuario SIAP, 2011. Sistema de Información Agrícolas y Pecuarias.

5.4.1.4.- Vulnerabilidad

El grado de vulnerabilidad del sector agua, para el estado de Zacatecas, se encontrará bajo muy fuerte presión (60-80%) en el año 2025. Las sequías se incrementarán notablemente, se presentarán con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura. (INE-SEMARNAT. Tercera Comunicación de Cambio Climático). En la zona del altiplano mexicano, la presencia de sequías es recurrente, impactando fuertemente en la agricultura de la región. Se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura y la ganadería. En el ciclo agrícola 2011-2012 se llegó a tal grado de sequía hidrológica, que se restringieron al 100% las presas del Cazadero, Leobardo Reynoso y Santa Rosa pertenecientes al Distrito de Riego 034, de manera que no se autorizó ninguna hectárea de riego a sembrar, lo que provocó un problema social grave, al ser la agricultura y la ganadería actividades primarias en la zona.

5.4.1.5.- Descripción de la medida

Para enfrentar el alto grado de sequía hidrológica que ha impactado al Distrito de Riego 034 en los últimos ciclos agrícolas, y dado los altos requerimientos de agua de riego, es importante hacer un uso eficiente del agua de riego y sobre todo incrementar la productividad del agua. Los valores altos de lámina aplicada repercuten en un bajo aprovechamiento del recurso agua a nivel parcelario y por lo tanto en eficiencias de aplicación del orden del 52% a nivel Distrito. Por lo anterior, es importante implementar sistemas de riego más eficientes, como los sistemas de riego por goteo y cintilla, para elevar la eficiencia de aplicación al 75%. Se requiere implementar sistemas de riego por goteo y cintilla en una superficie de 3,233 ha.

En forma directa se beneficiaran 1,000 productores, pero en general el beneficio de la medida de adaptación será para todos los productores del distrito de riego y la sociedad mexicana en general al tener garantizado un mayor volumen de agua para la producción de alimentos.

5.4.2.- Especificaciones técnicas

5.4.2.1.- Especificaciones técnicas

La tecnificación de los sistemas de riego por gravedad consiste en reemplazar los sistemas de riego rodado por sistemas de riego por goteo para cultivos anuales (maíz, frijol y hortalizas). El sistema de riego por goteo consta de un equipo de bombeo, un sistema de filtrado y de inyección de fertilizantes, una red de conducción principal, una unidad de control autónoma, una red de distribuidores, de líneas regantes y de los emisores (goteros). Se propone utilizar polietilenos o cintillas biodegradables, esto con el

fin de minimizar los riesgos ambientales al ser desechados y abandonados por parte de los usuarios.

5.4.2.2.- Duración de las acciones

El periodo para llevar a cabo los trabajos de tecnificación de los sistemas de riego es de 5 años.

5.4.3.- Acciones estructurales

Con la instalación de los sistemas de riego por goteo, se mejorará las eficiencias de aplicación del riego y se tendrá una disminución en los consumos de agua de riego. Logrando una mayor capacidad de respuesta a las amenazas climáticas. La duración de los impactos de esta medida será de al menos 20 años y pudiendo ser mayor en la medida que los productores realicen un mantenimiento preventivo a los componentes del sistema de riego.

Con la tecnificación de las 3,233 ha de riego por gravedad y su reemplazamiento por sistemas de riego por goteo, se logrará incrementar de manera sustancial la eficiencia de aplicación actual del 52% hasta un 75%.

En el cuadro 5.24 se indica que para el requerimiento de riego promedio actual de los cultivos de 42 cm, se reporta una lámina bruta de 81.1 cm, que representa una eficiencia de aplicación del 51,8% y un volumen aplicado de 26.2 millones de m³. Con los trabajos de tecnificación del riego se espera incrementar la eficiencia de aplicación al 75% lo que representa una lámina bruta de 56 cm, reduciendo el volumen de agua utilizado a 18.1 millones de metros cúbicos; por lo que representa un ahorro de agua de 8.1 millones de metros cúbicos.

Cuadro 5.24. Volumen de agua ahorrado con los trabajos de tecnificación de los sistemas de riego parcelario.

Situación	Superficie (ha)	Requerimiento de riego (m)	Eficiencia de aplicación (decimal)	Lámina de riego bruta (m)	Volumen (millares de m ³)
Actual (sin tecnificación)	3,233.00	0.42	0.52	0.81	26,213.51
Futuro (con tecnificación)	3,233.00	0.42	0.75	0.56	18,104.80
Volumen de agua ahorrado (millares de m ³)					8,108.71
Superficie de riego adicional (ha) con el volumen ahorrado, en un área tecnificada	1,447.98				

Con este volumen de agua ahorrado, en una segunda etapa de tecnificación del riego se alcanzarían a irrigar una superficie adicional de 1,448 hectáreas, claro está que este volumen ahorrado se podría utilizar para otros usos, sin embargo, de la superficie regable (18,357 ha) que presenta el D.R. 034, únicamente se sembraron 11,028 ha en el año agrícola 2009-2010; por lo que es importante que con los volúmenes de agua ahorrados se pueda recuperar (fortalecer) la superficie de riego para que los productores agrícolas tengan una mayor capacidad de adaptación al cambio climático.

5.4.4.- Acciones no estructurales

5.4.4.1.- Capacitación requerida

Realizar reuniones con los representantes de las seis Asociaciones civiles de usuarios para revisar las acciones de implementación de la tecnificación del riego parcelario.

5.4.4.2.- Organización de productores agrícolas

Realizar reuniones con los representantes de las seis Asociaciones civiles de usuarios para revisar las acciones de implementación de la tecnificación del riego parcelario.

5.4.4.3.- Requerimientos tecnológicos y de implementación

Elaborar los estudios y proyectos ejecutivos de construcción e instalación de los sistemas de riego. Disponer de los recursos e inversiones para llevar a cabo los trabajos indicados. Por otro lado, con los sistemas de riego por goteo, el productor apoyado con asesoría y con el acompañamiento de un paquete tecnológico de los cultivos obtendrá mayores rendimientos y calidad de su producto, aumentando sus ingresos que le permitan mejorar su calidad de vida.

5.4.5.- Indicadores económicos

5.4.5.1.- Costos de producción

En el cuadro 5.25 se presenta el costo de producción del cultivo de maíz con riego, para el D.R. 034, Estado de Zacatecas.

Cuadro 5.25. Costos de producción del cultivo de maíz con riego (D.R. 034, Estado de Zacatecas).

Actividad	Información Productiva			
	Cantidad	Unidad de medida/ha	Costo o precio unitario (\$/unidad)	Importe (\$/ha)
1.- PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Paso de máquina desmenuzadora	1	Labor	500	500
Otros:	1	Labor	300	300
Subtotal 1				800
2.- SIEMBRA Y/O PLANTACIÓN				
Semilla	30	kg	50	1,500
Siembra (Sembradora Unitaria)	1	Jornal	500	500
Tractor	1	Labor	500	500
Subtotal 2				2,500
3.- FERTILIZACIÓN				
Fertilizante: Mezcla nitrógeno, fosforo, potasio y azufre.	1	Lote	2,700	2,700
Aplicación	2	Jornal	150	300
Fertilizante: Urea	1	Lote	1,800	1,800
Aplicación	2	Jornal	150	300
Subtotal 3				5,100
4.- LABORES CULTURALES (deshierbes y podas)				
Herbicida	1	Lote	400	400
Aplicación de herbicida	1	Jornal	150	150
Deshierbe manual	2	Jornal	150	300
Subtotal 4				850
5.- RIEGO				
Costo de agua de riego	1	ha	600	600
Mano de obra de Regador	3	Jornal	150	450
Subtotal 5				1,050
6.- CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES				
Insecticida	1	ha	500	500
Aplicación manual	1	jornal	150	150
Subtotal 6				650
7.- COSECHA				
Corte mecanizado	8	*ton	250	2,000
Subtotal 7				2,000
COSTO TOTAL (\$)				12,950

* Estadísticas agrícolas ciclo agrícola 2009-2010 CONAGUA.

Para el cultivo del maíz, se tiene un costo de producción de \$12,950.00, un valor de la producción de \$29,600/ha, con un rendimiento de 8 toneladas y precio medio rural de \$3,700 por tonelada (Cuadro 4.5).

Cuadro 5.26. Valor de la producción para el cultivo de maíz.

VALOR DE LA PRODUCCIÓN (ha)	
Rendimiento (ton/ha)	8
Precio Medio Rural (\$)	3,700
Valor de producción (\$/ha)	29,600

Fuente: Rendimiento promedio, PMR, estado de Zacatecas, SIAP 2012.

En el cuadro 4.6 se presenta el costo de producción del cultivo de frijol con riego para el D.R. 034, Estado de Zacatecas.

Cuadro 5.27. Costos de producción del cultivo de frijol con riego (D.R. 034, Estado de Zacatecas).

Actividad	INFORMACIÓN PRODUCTIVA			
	Cantidad	Unidad de medida/ha	Costo o precio unitario (\$/unidad)	Importe (\$/ha)
1.- PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Rastreo	0	ha	n/a	n/a
Barbecho*	1	ha	630	630
Emparaje**	2	lote/ha	169	338
Subtotal 1				968
2.- SIEMBRA Y/O PLANTACIÓN				
Adquisición semilla ***	1	ha	720	720
Mecánica	1	ha	350	350
Subtotal 2				1,070
3.- FERTILIZACIÓN				
Escarda	1	ha	419	419
Fertilizante: 18-46-00 dos aplicaciones (80 y 30 kg/ha aplicados en 3 bultos/ha)	3	bultos/ha	350	1,050
Subtotal 3				1,469
4.- LABORES CULTURALES (deshierbes)				
Herbicida y su aplicación****	1	Lote/ha	800	800
Deshierbe manual	3.5	jornal	100	350
Sobreescarda**	1	ha	419	419
Aflojado **	1	ha	419	419
Ajiladera **	1	ha	169	169
Subtotal 4				2,157

Actividad	INFORMACIÓN PRODUCTIVA			
	Cantidad	Unidad de medida/ha	Costo o precio unitario (\$/unidad)	Importe (\$/ha)
5.- RIEGO				
Costo de agua de riego	1	ha	800	800
Mano de obra de Regador	1	Jornal	600	600
Subtotal 5				1,400
6.- CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES				
Insecticida y su aplicación****	1	lote/ha	320	320
Subtotal 6				320
7.- COSECHA				
Precosecha	1.5	ton	800	1,200
Cosecha	1.5	ton	350	525
Acarreo	1.5	ton	36	54
Subtotal 7				1,779
COSTO TOTAL (\$)				9,163

Fuente: (2011, 03). Costos de Producción de Frijol en Zacatecas. BuenasTareas.com. Recuperado 03, 2011, de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Costos-De-Produccion-De-Frijol-En/1726331.html>

* incluye precio de diesel: 15 litros @ \$8.64/l;** incluye precio de diesel: 8 litros @ \$8.64/l; *** compra de 40 kg/ha de semilla @ \$18/kg; **** incluye 1litro/ha flex @ \$450/l y renta de maquinaria @ \$350; ***** incluye LORSBAN 480 E 2L/HA @ \$125.00 y \$70 aplicación.

Para el cultivo del frijol se tiene un costo de producción de \$9,163/ha, con un valor de la producción de \$17,550/ha, con un rendimiento de 1.5 toneladas y precio medio rural de \$11,700 por hectárea. (Cuadro 5.28).

Cuadro 5.28. Valor de la producción para el cultivo de frijol.

VALOR DE LA PRODUCCIÓN (ha)	
Rendimiento (ton/ha)	1.50
Precio Medio Rural estimado para 2013 ⁽⁺⁾	11,700
Valor producción (\$/ha)	17,550

(+) Análisis de competitividad, Chih. 2010.

En el cuadro 5.29 se presenta el costo de producción del cultivo de chile para el D.R. 034, Estado de Zacatecas.

Cuadro 5.29. Costos de producción del cultivo de chile seco con riego (DR 034, Estado de Zacatecas).

Actividad	INFORMACIÓN PRODUCTIVA			
	Cantidad	Unidad de medida/ha	Costo o precio unitario (\$/unidad) para año 2007	Importe (\$/ha)
1.- PREPARACIÓN DEL TERRENO				
Rastro	2	ha	350	700
Subsuelo	1	ha	700	700
Volteo	1	ha	700	700
Rodillo	2	ha	350	700
Subtotal 1				2,800
2.- SIEMBRA Y/O PLANTACIÓN				
Adquisición semilla ***	1	ha	1,500	1,500
Trasplante	1	ha	540	540
Subtotal 2				2,040
3.- FERTILIZACIÓN				
Fertilización de fondo	1	ha	1,968	1,968
Fertirrigación	1	ha	1,007	1,007
Subtotal 3				2,975
4.- LABORES CULTURALES (deshierbes)				
Herbicida y su aplicación	1	Lote/ha	350	350
Deshierbe manual	2	jornal	360	720
Rayado	1	ha	350	350
Cultivo 1 (tapapie)	1	Lote/ha	350	350
Cultivo 2 - 5	4	Lote/ha	350	1,400
Primer pica manual	1	Lote/ha	540	540
Segunda pica manual	1	Lote/ha	520	520
Subtotal 4				4,230
5.- RIEGO				
Cintilla	1	ha	3,290	3,290
Colocación cintilla	1	ha	24	24
Movimiento cintilla	1	ha	120	120
Primera aspersión	1	ha	413	413
Segunda aspersión	1	ha	677	677
Tercera aspersión	1	ha	1,375	1,375
Riego (jornales)	1	ha	1,666	1,666
Riego (electricidad)	1	ha	333	333
Recolección de cintilla	1	ha	180	180
Subtotal 5				8,078

Actividad	INFORMACIÓN PRODUCTIVA			
	Cantidad	Unidad de medida/ha	Costo o precio unitario (\$/unidad) para año 2007	Importe (\$/ha)
6.- CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES				
Insecticida y su aplicación	1	lote/ha	n/a	n/a
Subtotal 6				0
7.- COSECHA				
Cosecha	1	ha	4,320	4,320
Empaque	1	ha	5,528	5,528
Subtotal 7				9,848
COSTO TOTAL (\$)				29,971

Fuente: Situación y perspectivas de la producción de chile seco en Zacatecas, Revista de Geografía Agrícola núm. 45 / 27.

Para el cultivo del chile seco se tiene un costo de producción total de \$29,971/ha, con un valor de producción de \$35,873.03/ha con un rendimiento de 1.2 ton y precio medio rural de \$29,894.19 por tonelada.

Cuadro 5.30. Valor de la producción para el cultivo de chile seco.

VALOR DE LA PRODUCCIÓN (ha)	
Rendimiento (ton/ha) chile seco*	1.20
Precio Medio Rural (\$/ton) estimado para 2012*	29,894.19
Valor Producción (\$/ha)	35,873.03

* Rendimiento y PMR preliminar para 2 municipios de Zacatecas, SIAP 2012.

5.4.5.2- Beneficios

En el cuadro 5.31 se presenta el resumen de los costos y el valor de la producción con la tecnificación del riego.

Cuadro 5.31. Resumen de los costos y valor de la producción de la medida de adaptación: Tecnificación de los sistemas de riego parcelario. Distrito de riego 034, Estado de Zacatecas.

No.	Concepto	Importe (\$)
I	Costos de implementación de la medida de adaptación	
1.1	Elaborar proyecto ejecutivo de tecnificación del riego en 3,233 ha de riego por goteo	2,500,000
1.2	Seguimiento a los trabajos de tecnificación	1,000,000
	Subtotal 1	3,500,000
II	Costo de instalación de sistemas de riego en 3,233 ha (\$50,000/ha)	161,650,000
III	Costos de producción del cultivo	
3.1	Costo de producción del cultivo del maíz	38,396,750

No.	Concepto	Importe (\$)
3.2	Costo de producción del cultivo del frijol	2,737,800
3.3	Costo de producción del cultivo del chile seco	3,356,752
	Subtotal 2	44,491,302
IV	Valor de la producción maíz	
4.1	Rendimiento (ton/ha)	8.00
4.2	Superficie (ha)	2,965
4.3	Producción total (ton)	23,720
4.4	Precio Medio Rural (\$/ton)	3,700
4.5	Valor de la Producción (\$)	87,764,000
V	Valor de la producción frijol	
5.1	Rendimiento (ton/ha)	1.89
5.2	Superficie (ha)	156
5.3	Producción total (ton)	295
5.4	Precio Medio Rural (\$/ton)	10,758
5.5	Valor de la Producción (\$)	3,171,889
VI	Valor de la producción chile seco	
6.1	Rendimiento (ton/ha)	1.71
6.2	Superficie (ha)	112
6.3	Producción total (ton)	192
6.4	Precio Medio Rural (\$/ton)	41,079
6.5	Valor de la Producción (\$)	7,867,469
	Valor de la producción total (Maíz-Frijol-Chile Seco) (\$)	98,803,358
	Costo total para implementar la medida de adaptación, incluyendo la instalación de los sistemas de riego.	165,150,000
VII	Beneficios (Valor Producción total-Costo de producción de los cultivos)	54,312,056

El costo para implementar la medida de adaptación y su seguimiento es de 3'500,000 pesos. Los costos de instalación de los sistemas de riego por goteo, para una superficie de 3,233 ha es de \$165,150,000.00, considerando un costo promedio de \$50,000 por hectárea, el cual considera también el costo de adquisición e instalación del equipo de bombeo.

El costo de producción de los cultivos de maíz, frijol y chile seco en una superficie total de 3,233 ha es de \$44'491,302.00, su valor de producción asciende a \$98'803,358.00; teniendo un beneficio neto de 54'312,056 de pesos.

5.4.5.3.- Beneficios adicionales con el volumen ahorrado

Con base en el volumen ahorrado (8.1 millones de m³), indicando en el cuadro 5.24, se puede incrementar la superficie de riego, previa tecnificación en una segunda etapa, en

1,448 ha repartidas en 1,328 ha de maíz, 70 ha de frijol y 50 ha de chile seco. Los resultados de la tecnificación de esta segunda etapa, los costos, valor de la producción y el beneficio neto se indican en el cuadro 5.32.

Cuadro 5.32. Resumen de los costos y valor de la producción de la superficie adicional en una segunda etapa con el volumen ahorrado (DR 034, Estado de Zacatecas).

No.	Concepto	Importe (\$)
I	Costos de implementación de la medida de adaptación	
1.1	Elaborar proyecto ejecutivo de tecnificación del riego en 1,448 ha de riego por goteo	1,500,000
1.2	Seguimiento a los trabajos de tecnificación	750,000
	Subtotal 1	2,250,000
II	Costo de instalación de sistemas de riego en 1,448 ha	72,400,000
III	Costos de producción del cultivo	
3.1	Costo de producción del cultivo del maíz (1,328 ha)	17,197,600
3.2	Costo de producción del cultivo del frijol (70 ha)	641,410
3.3	Costo de producción del cultivo del chile seco (50 ha)	1,498,550
	Subtotal 2	19,337,560
IV	Valor de la producción maíz	
4.1	Rendimiento (ton/ha)	8.00
4.2	Superficie (ha)	1,328
4.3	Producción total (ton)	10,624
4.4	Precio Medio Rural (\$/ton)	3,700
4.5	Valor de la Producción (\$)	39,308,800
V	Valor de la producción frijol	
5.1	Rendimiento (ton/ha)	1.89
5.2	Superficie (ha)	70
5.3	Producción total (ton)	132.30
5.4	Precio Medio Rural (\$/ton)	10,758
5.5	Valor de la Producción (\$)	1,423,283
VI	Valor de la producción chile seco	
6.1	Rendimiento (ton/ha)	1.71
6.2	Superficie (ha)	50
6.3	Producción total (ton)	86
6.4	Precio Medio Rural (\$/ton)	41,079
6.5	Valor de la Producción (\$)	3,512,263
	Valor de la producción total (Maíz-Frijol-Chile Seco) (\$)	44,244,346

No.	Concepto	Importe (\$)
	Costo total para implementar la medida de adaptación, incluyendo la instalación de los sistemas de riego.	74,650,000
VII	Beneficios (Valor Producción total-Costo de producción de los cultivos)	24,906,786

El costo para implementar esta segunda etapa de tecnificación y su seguimiento, en una superficie de 1,448 ha es de 74'650,000 pesos.

El costo de producción de los cultivos de maíz, frijol y el chile en una superficie adicional de 3,233 ha es de \$19'337,560; teniendo un beneficio neto de 24'906,786 de pesos.

Cuadro 5.33. Resumen de los costos de implementación y valor de producción para 3,233 ha y 1,448 hectáreas.

Concepto	Importe (\$)
Costo de implementación de la medida 3,233 ha	165,150,000
Costo de producción 3,233 ha	44,491,302
Valor de la producción 3,233 ha	98,803,358
Beneficios	54,312,056
Costo de implementación de la medida (Etapa 2)	74,650,000
Costo de producción 1,448 ha	19,337,560
Valor de la producción 1,448 ha	44,244,346
Beneficios	24,906,786

Por otro lado, con los sistemas de riego por goteo, el productor apoyado con asesoría y con el acompañamiento de un paquete tecnológico de los cultivos obtendrá mayores rendimientos y calidad de su producto, aumentando sus ingresos que le permitan mejorar su calidad de vida y tener una mayor capacidad de adaptación de la agricultura de riego que desarrolla ante el cambio climático.

5.5.- Rehabilitación y modernización de equipos de bombeo del Distrito de riego 048 Ticul, Yucatán

5.5.1.- Datos generales

5.5.1.1.- Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán

El Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán se localiza en el cono sur del estado de Yucatán, en la región Pucc (*del Maya, zona de cerros o montículos*).

El Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán está integrado por ocho módulos de riego que agrupan a 179 unidades de riego por bombeo, las cuales extraen el volumen de agua del acuífero de la Península de Yucatán. La superficie física del Distrito asciende a 13,005.30 ha, la superficie dominada a 9,694.50 ha y la superficie sembrada a 8,891.71 ha.

5.5.1.2.- Superficie por Módulo de riego

El Cuadro 5.34 muestra la distribución de la superficie por Módulos de riego. Como puede observarse el módulo Morelos tiene la menor superficie física (385.00 ha); y el módulo Oxkutzcab tiene la mayor superficie (4,497.50 ha).

Cuadro 5.34. Distribución de superficie y usuarios por Módulo de riego.

Módulo de riego	Superficie física (ha)	Superficie dominada (ha)	Superficie sembrada* (ha)	Número de Usuarios
Muna	2,850.00	1,576.00	1,544.00	702
Sacalum	1,033.00	1,002.00	901.94	375
Morelos	385.00	358.00	316.00	217
Emiliano Zapata	668.00	606.00	565.00	211
Oxkutzcab	4,497.50	3,527.00	3,184.54	2,372
Tekax	1,971.80	1,523.50	1,308.73	604
Tzucacab	687.00	290.00	260.00	133
Las Palmas	913.00	812.00	811.50	725
Total	13,005.30	9,694.50	8,891.71	5,339

* No incluye segundos cultivos.

5.5.1.3.- Productores por tipo de tenencia

Los beneficiarios son un total de 5,339 pequeños usuarios de riego, con una superficie promedio por usuario de 1.665 ha, organizados en 179 unidades de riego con igual número de equipos de bombeo. El Cuadro 5.1 muestra el número de usuarios de cada Módulo de riego.

El padrón de usuarios del DR 048 tiene registrado a un total de 5,339 usuarios que se distribuyen según el tipo de tenencia de la tierra de la siguiente manera: ejidal, 4,842

usuarios que representan el 91% del padrón; y pequeña propiedad, 497 usuarios que representan el 9% del padrón (Figura 5.3).

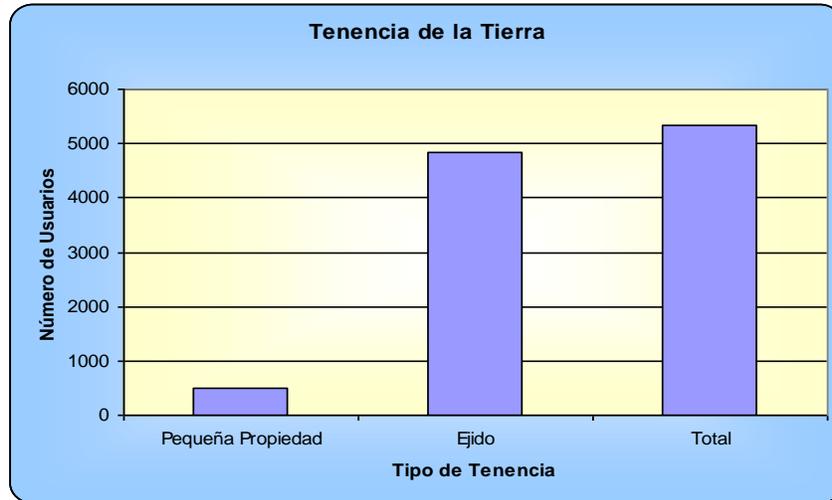


Figura 5.3. Distribución de la pequeña propiedad ejidal en el DR 048.

Para clasificar la superficie promedio (SP) se consideraron los niveles mostrados en el cuadro 5.35. En este Distrito de riego la tenencia de la tierra se encuentra sumamente pulverizada, ya que el 94.4% las parcelas tienen una superficie menor de 5 ha, y en el 52% los usuarios disponen de una superficie menor de 2 ha de las Unidades de Riego.

Cuadro 5.35. Niveles para la superficie promedio.

Nivel	Rango (ha)	Unidades de riego	%
A	20 < SP > _ 10	5	2.8
B	10 < SP > _ 5	5	2.8
C	5 < SP > _ 2	76	42.4
D	2 < SP > _ 0	93	52

5.5.1.4.- Vulnerabilidad

En el caso del sector agua, el estado de Yucatán se encontrará con presión media (20-40%) del recurso agua para el año 2025 (INE-SEMARNAT, 2003). A pesar de la alta precipitación en la península de Yucatán, se presentan con frecuencia periodos de baja o nula precipitación que afectan a la agricultura, la ganadería y en determinada medida la pesca, por el impacto en los humedales costeros de la región. De acuerdo con el índice de vulnerabilidad de afectación por ciclones tropicales más extremos en la temporada de lluvias, se observa un valor de 4.75, y un índice de peligro de 6. El índice combinado de riesgo para Yucatán es de 5.34, que lo ubica en la categoría de riesgo alto (IMTA, 2011).

Para el caso específico de este Distrito de Riego, de acuerdo a la superficie promedio por usuario estos son sumamente vulnerables, ya que más de la mitad de los productores disponen de menos de 2 ha de riego.

5.5.1.5.- Descripción de la medida de adaptación

El 56% de los equipos de bombeo (100) del Distrito opera con una eficiencia electromecánica menor del 40%, la cual es muy baja, mientras que el resto de los equipos (79) opera con una eficiencia superior al 40%. Se propone la rehabilitación y modernización de los equipos electromecánicos con el objetivo de que todos los equipos de bombeo trabajen con eficiencias electromecánicas superiores al 60% para lograr un uso eficiente de la energía eléctrica y una disminución en las erogaciones por consumo de energía eléctrica.

5.5.2.- Especificaciones técnicas

5.5.2.1.- Especificaciones técnicas

La modernización de los equipos electromecánicos incluye la reposición completa de la bomba, la columna de succión y el motor eléctrico; mientras que la rehabilitación considera la reposición de algunas partes mecánicas y la reparación del motor eléctrico. Se requiere la modernización de 100 equipos y la rehabilitación de 52. Adicionalmente, se pretende rehabilitar 157 casetas de control que actualmente se encuentran en mal estado. La inversión para la rehabilitación y modernización del equipo electromecánico incluyendo la rehabilitación de las casetas de control asciende a 30.03 millones de pesos y se distribuye de la siguiente manera: 22.04 millones de pesos para la modernización de equipos electromecánicos; 3.93 millones de pesos para la rehabilitación de equipo electromecánicos; 4.05 millones de pesos para la rehabilitación de casetas de control. Estos costos se han actualizado de diciembre de 2007 al mes de abril de 2013, utilizando el valor de la inflación del 25.97% en este periodo, obtenido del Índice Nacional de Precios al Consumidor, INEGI.

5.5.2.2.- Duración de las acciones

El periodo para llevar a cabo los trabajos de rehabilitación y modernización de los equipos de bombeo (incluyendo la elaboración de los proyectos) es de 5 años. La duración de los impactos de esta medida será de al menos 20 años y pudiendo ser mayor en la medida que los productores realicen un mantenimiento preventivo a sus equipos de bombeo.

La programación de las inversiones totales corresponden al corto plazo, es decir los primeros cinco años posteriores al inicio de acciones y proyectos propuestos. En el cuadro 5.36 se presenta la planeación de la inversión.

Cuadro 5.36. Planeación de las inversiones a un periodo de cinco años.

Acciones y Proyectos	Planeación de Inversión				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	(miles de \$)	(miles de \$)	(miles de \$)	(miles de \$)	(miles de \$)
Rehabilitación del equipo electromecánico	1,965	1,965	-	-	-
Modernización del equipo electromecánico	4,409	4,409	4,409	4,409	4,409
Rehabilitación de caseta y malla perimetral	2,027	2,027	-	-	-
Total de Inversión	8,401	8,401	4,409	4,409	4,409
Total de Inversión Acumulado	8,401	16,802	21,211	25,620	30,029

5.5.3.- Acciones estructurales

5.5.3.1.- Infraestructura requerida por Módulo de riego

La modernización de los equipos electromecánicos, incluye la reposición completa de la bomba, la columna de succión y el motor eléctrico; mientras que, la rehabilitación considera la reposición de algunas partes mecánicas y la reparación del motor eléctrico. Los equipos que requieren modernización son 100, los que requieren rehabilitación suman 52, además se pretende rehabilitar 157 casetas de control que actualmente se encuentran en mal estado (Cuadro 5.37).

Cuadro 5.37. Necesidades de modernización y rehabilitación de equipos de bombeo y casetas de control por Módulo de Riego.

Concepto	Módulos de Riego								
	Muna	Sacalum	Morelos	Emiliano Z.	Oxkutzcab	Tekax	Tzucacab	Las Palmas	Distrito
Rehabilitación	1	11	3	3	16	13	0	5	52
Modernización	33	2	0	3	42	8	7	5	100
Rehabilitación de caseta de control	34	13	5	8	59	22	7	9	157

Los módulos con mayores necesidades de modernización y rehabilitación de equipos de bombeo son los de Oxkutzcab y Muna seguidos por Tekax; esto se debe a que son los módulos más grandes del Distrito, tienen más unidades de riego.

El cuadro 5.38 muestra la calendarización de la rehabilitación parcial o completa de los equipos electromecánicos.

Cuadro 5.38. Calendarización para la Rehabilitación y Modernización de la infraestructura, a un periodo de cinco años.

Acciones y Proyectos	Cantidad	Unidad	Calendarización				
			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Rehabilitación del equipo electromecánico	52	lote	26	26	-	-	-
Modernización del equipo electromecánico	100	lote	20	20	20	20	20
Rehabilitación de caseta y malla perimetral	157	lote	78	79	-	-	-
Total	309	lote	124	125	20	20	20

Para determinar la situación actual de los equipos electromecánicos se utilizó la información de los muestreos de la eficiencia electromecánica de los pozos; realizados por el IMTA. Incluye la reposición de la parte mecánica, de la bomba y la reparación del equipo eléctrico; mientras que la rehabilitación considera la reposición de algunas partes mecánicas y la reparación del motor eléctrico.

5.5.4.- Indicadores económicos

5.5.4.1.- Inversión requerida

La inversión para la rehabilitación y modernización del equipo electromecánico incluyendo la rehabilitación de las casetas de control asciende a 30.03 millones de pesos y se distribuye de la siguiente manera: 22.04 millones de pesos para la modernización de equipos electromecánicos; 3.93 millones de pesos para la rehabilitación de equipo electromecánicos; y 4.05 millones de pesos para la rehabilitación de casetas de control. Considerando la superficie total beneficiada de 9,694.50 ha y el monto de inversión de 30.029 millones de pesos, el costo inicial por hectárea es de 3,097.56 pesos.

Analizando la inversión requerida, el que requiere mayor inversión en estos rubros es el Módulo de Oxkutzcab, con 11.99 millones de pesos; el que requiere menor inversión es el Morelos con 0.35 millones de pesos (Cuadro 5.39).

Cuadro 5.39. Inversión para modernización y rehabilitación de equipos electromecánicos por Módulo.

Concepto	Inversión para la Rehabilitación y Modernización de los Equipos de Bombeo y Caseta de control (miles de \$)								
	Muna	Sacalum	Morelos	Emiliano Z.	Oxkutzcab	Tekax	Tzucacab	Las Palmas	Distrito
Rehabilitación	75.58	831.40	226.75	226.75	1,209.31	982.57	-	377.91	3,930.26
Modernización	7,274.77	440.90	-	661.34	9,258.80	1,763.58	1,543.13	1,102.24	22,044.75
Rehabilitación de caseta de control	878.01	335.71	129.12	206.59	1,523.61	568.12	180.77	232.41	4,054.34
Total	8,228.36	1,608.01	355.87	1,094.68	11,991.71	3,314.27	1,723.90	1,712.56	30,029.36

El Cuadro 5.40 presenta la calendarización de las acciones e inversiones de modernización y rehabilitación. La rehabilitación de los equipos electromecánicos y caseta de control se calendarizó en los primeros dos años y la modernización en los primeros cinco años.

Cuadro 5.40 Calendarización de las acciones e inversiones de Modernización y rehabilitación.

Acciones y Proyectos	Calendarización de la inversión					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Total
	(miles de \$)	(miles de \$)	(miles de \$)	(miles de \$)	(miles de \$)	(miles de \$)
Rehabilitación del equipo electromecánico	1,965.13	1,965.13	-	-	-	3,930.26
Modernización del equipo electromecánico	4,408.95	4,408.95	4,408.95	4,408.95	4,408.95	22,044.75
Rehabilitación de caseta y malla perimetral	2,014.26	2,040.08	-	-	-	4,054.34
Total	8,388.34	8,414.17	4,408.95	4,408.95	4,408.95	30,029.36

5.5.4.2.- Costos de operación

La figura 5.4 muestra que la mayoría de los equipos electromecánicos tiene un motor con una potencia de 150 HP. También se determinó que la mayoría de los equipos opera con una eficiencia electromecánica generalizada del 40% y una carga dinámica promedio de 56 m; con esta medida de adaptación de Modernización y Rehabilitación se espera que los equipos lleguen a una eficiencia electromecánica de al menos el 60%.

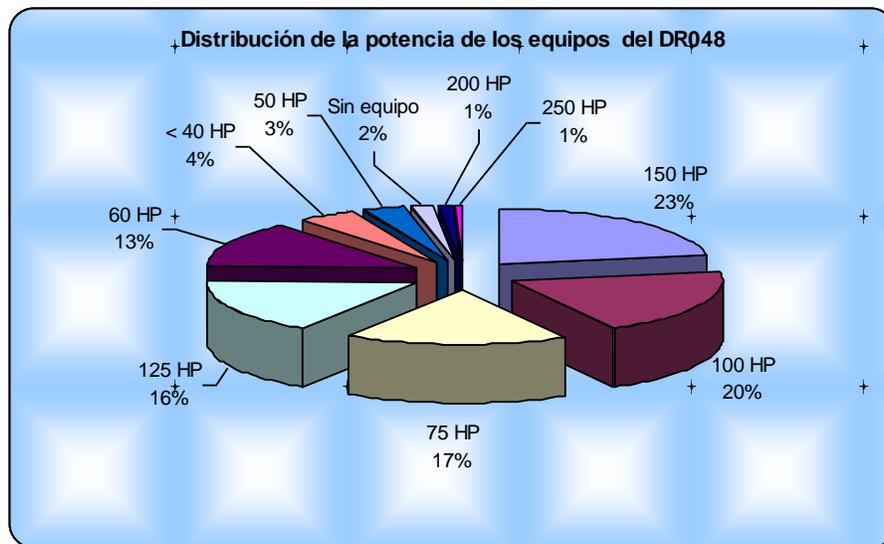


Figura 5.4. Distribución de las potencias en los motores eléctricos del DR 048.

En el cuadro 5.41 se presenta el costo de bombeo del agua de riego, para un potencia de los equipos de 149.21 hp para una carga dinámica de 56 m, considerando eficiencias electromecánicas el 40% y 60%.

Cuadro 5.41. Costo de energía eléctrica por millar de m³ para un equipo con motor de 150 HP.

No.	HDT (m)	η_{e-m} (%)	Potencia (hp)	Costo por millar de m ³ (\$/millar m ³) (2007)	Factor Inflación de INEGI* (%)	Costo(\$ ₃ millar m ³) (abril 2013)
1	56	40	149.21	150.8	25.97	189.96
2	56	60	149.21	100.54	25.97	126.65

* Se actualizó el costo de de energía de acuerdo al valor de la inflación 25.97 % de INEGI, de diciembre de 2007 a abril de 2013.

Para el año agrícola 2007, a partir del levantamiento de información de campo por parte del IMTA, se estimó un volumen neto de agua de 69.29 millones de metros cúbicos y un volumen bruto de 62.72 millones de metros cúbicos, para regar una superficie de 9,841.09 ha, teniéndose un déficit de 6.57 millones de metros cúbicos de agua, debido a que los cultivos perennes no se les aplica la cantidad de agua requerida (Cuadro 5.42).

Cuadro 5.42. Volumen bruto considerando requerimiento de riego del cultivo y la eficiencia global de riego.

Cultivos	Requerimiento de riego	Superficie Sembrada	Eficiencia Global	Lámina	Volumen neto	Volumen bruto
	(cm)	(ha)	(decimal)	Bruta (cm)	(millares de m ³)	(millares de m ³)
Primavera - verano						
Maíz	34	1,021.80	0.4	84.89	3,474.12	8,674.46
Frijol	18	12.50	0.4	44.94	22.50	56.18
Chile	27	21.28	0.4	67.42	57.46	143.46
Cacahuete	30	2.00	0.4	74.91	6.00	14.98
Calabaza	12	96.34	0.4	29.96	115.61	288.66
Melón	25	5.00	0.4	62.42	12.50	31.21
Pepino	21	43.49	0.4	52.43	91.33	228.04
Sandía	18	51.46	0.4	44.94	92.63	231.28
Camote	26	24.50	0.4	64.92	63.70	159.05
Yuca	26	8.00	0.4	64.92	20.80	51.94
Otras hortalizas	30	16.99	0.4	74.91	50.97	127.27
Subtotal		1,303.36			4,007.62	10,006.53
Otoño - invierno						
Maíz	34	873.80	0.4	84.89	2,970.92	7,418.03
Frijol	18	9.00	0.4	44.94	16.20	40.45
Chile	27	26.50	0.4	67.42	71.55	178.65

Cultivos	Requerimiento de riego	Superficie Sembrada	Eficiencia Global	Lámina	Volumen neto	Volumen bruto
	(cm)	(ha)	(decimal)	Bruta (cm)	(millares de m ³)	(millares de m ³)
Calabaza	12	57.26	0.4	29.96	68.71	171.57
Tomate	22	12.62	0.4	54.93	27.76	69.32
Melón	25	4.00	0.4	62.42	10.00	24.97
Pepino	21	9.48	0.4	52.43	19.91	49.71
Sandía	18	63.20	0.4	44.94	113.76	284.04
Camote	26	22.00	0.4	64.92	57.20	142.82
Yuca	26	9.00	0.4	64.92	23.40	58.43
Otras hortalizas	30	11.66	0.4	74.91	34.98	87.34
Subtotal		1,098.52			3,414.39	8,525.33
Perenne						
Cítricos	80	5,260.93	Déficit	57.14	42,087.44	30,062.46
Cítricos asociados	80	-	Déficit	57.14	-	-
Naranja	80	-	Déficit	57.14	-	-
Mandarina	80	-	Déficit	57.14	-	-
Limón	80	730.95	Déficit	57.14	5,847.60	4,176.86
Aguacate	85	614.00	Déficit	60.71	5,219.00	3,727.86
Zapote	119	74.75	Déficit	85.00	889.53	635.38
Forraje	103	85.00	Déficit	73.57	875.50	625.36
Mamey	119	317.25	Déficit	85.00	3,775.28	2,696.63
Mango	119	83.00	Déficit	85.00	987.70	705.50
Nance	80	61.20	Déficit	57.14	489.60	349.71
Plátano	80	78.00	Déficit	57.14	624.00	445.71
Pitajaya	80	51.08	Déficit	57.14	408.64	291.89
Papaya	80	39.00	Déficit	57.14	312.00	222.86
Coco	80	18.10	Déficit	57.14	144.80	103.43
Otros frutales	80	25.95	Déficit	57.14	207.60	148.29
Subtotal	-	7,439.21	-	-	61,868.69	44,191.94
Total	-	9,841.09	-	-	69,290.70	62,723.80

En el cuadro 5.43 se presentan los costos de energía eléctrica, el volumen bruto de agua por cultivo por ciclo agrícola y el costo de la energía eléctrica para equipos de bombeo con eficiencia electromecánica del 40% y 60% para el Distrito de Riego 048 Ticul, Yucatán. Los costos de energía se consideraron del 2007 reportados en el Plan Director de este Distrito de Riego (IMTA, 2007) y se actualizaron al mes de abril del 2013 de acuerdo al Índice Nacional de Precios al Consumidor del INEGI.

Cuadro 5.43. Costos de energía por cultivo en función del volumen bruto, considerando las eficiencias electromecánicas actuales y proyectadas.

Cultivo	Superficie	Volumen bruto	Costo de energía (2007)	Eficiencia electromecánica del 40%		Eficiencia electromecánica del 60%	
				Costo de energía (abril 2013)	Costo energía / ha	Costo de energía (abril 2013)	Costo energía / ha
	(ha)	(millar de m ³)	(miles de \$)	(miles de \$)	(miles de \$ / ha)	(miles de \$)	(miles de \$ / ha)
Primavera - verano							
Maíz	1,021.80	8,674.46	1,308.13	1,647.82	1.61	1,098.62	1.08
Frijol	12.50	56.18	8.47	10.67	0.85	7.12	0.57
Chile	21.28	143.46	21.63	27.25	1.28	18.17	0.85
Cacahuete	2.00	14.98	2.26	2.85	1.42	1.90	0.95
Calabaza	96.34	288.66	43.53	54.83	0.57	36.56	0.38
Melón	5.00	31.21	4.71	5.93	1.19	3.95	0.79
Pepino	43.49	228.04	34.39	43.32	1.00	28.88	0.66
Sandía	51.46	231.28	34.88	43.93	0.85	29.29	0.57
Camote	24.50	159.05	23.99	30.21	1.23	20.14	0.82
Yuca	8.00	51.94	7.83	9.87	1.23	6.58	0.82
Otras hortalizas	16.99	127.27	19.19	24.18	1.42	16.12	0.95
Subtotal	1,303.36	10,006.53	1,509.01	1,900.87		1,267.33	
Otoño - invierno							
Maíz	873.80	7,418.03	1,118.66	1,409.15	1.61	939.50	1.08
Frijol	9.00	40.45	6.10	7.68	0.85	5.12	0.57
Chile	26.50	178.65	26.94	33.94	1.28	22.63	0.85
Calabaza	57.26	171.57	25.87	32.59	0.57	21.73	0.38
Tomate	12.62	69.32	10.45	13.17	1.04	8.78	0.70
Melón	4.00	24.97	3.77	4.74	1.19	3.16	0.79
Pepino	9.48	49.71	7.50	9.44	1.00	6.30	0.66
Sandía	63.20	284.04	42.83	53.96	0.85	35.97	0.57
Camote	22.00	142.82	21.54	27.13	1.23	18.09	0.82
Yuca	9.00	58.43	8.81	11.10	1.23	7.40	0.82
Otras hortalizas	11.66	87.34	13.17	16.59	1.42	11.06	0.95
Subtotal	1,098.52	8,525.33	1,285.64	1,619.50		1,079.74	
Perenne							
Cítricos	5,260.93	30,062.46	4,533.51	5,710.75	1.09	3,807.42	0.72
Limón	730.95	4,176.86	629.88	793.45	1.09	529.00	0.72
Aguacate	614.00	3,727.86	562.17	708.15	1.15	472.13	0.77
Zapote	74.75	635.38	95.82	120.70	1.61	80.47	1.08
Zacate	85.00	625.36	94.31	118.80	1.40	79.20	0.93
Mamey	317.25	2,696.63	406.66	512.26	1.61	341.53	1.08

Cultivo	Superficie	Volumen bruto	Costo de energía (2007)	Eficiencia electromecánica del 40%		Eficiencia electromecánica del 60%	
				Costo de energía (abril 2013)	Costo energía / ha	Costo de energía (abril 2013)	Costo energía / ha
	(ha)	(millar de m ³)	(miles de \$)	(miles de \$)	(miles de \$ / ha)	(miles de \$)	(miles de \$ / ha)
Mango	83.00	705.50	106.39	134.02	1.61	89.35	1.08
Nance	61.20	349.71	52.74	66.43	1.09	44.29	0.72
Plátano	78.00	445.71	67.22	84.67	1.09	56.45	0.72
Pitaya	51.08	291.89	44.02	55.45	1.09	36.97	0.72
Papaya	39.00	222.86	33.61	42.34	1.09	28.23	0.72
Coco	18.10	103.43	15.60	19.65	1.09	13.10	0.72
Otros frutales	25.95	148.29	22.36	28.17	1.09	18.78	0.72
Subtotal	7,439.21	44,191.94	6,664.29	8,394.82		5,596.92	
Total	9,841.09	62,723.80	9,458.94	11,915.19		7,943.98	

El costo de la energía eléctrica anual para una eficiencia electromecánica del 40% es de 11.915 millones de pesos, y para una eficiencia del 60% es de 7.943 millones de pesos, para el riego de una superficie de 9,841.09 ha, utilizando un volumen bruto de agua de 62,723.80 millares de metros cúbicos.

5.5.4.3.- Resumen de los costos y beneficios de la medida de adaptación

En el cuadro 5.44 se presentan los costos de la elaboración del proyecto ejecutivo para la rehabilitación y modernización de los 179 pozos de \$895,000.00 y el seguimiento de los trabajos de rehabilitación y modernización de los pozos de \$500,000.00, además se muestra una inversión requerida para la adquisición e instalación de los equipos de bombeo de \$30'029,360.00, haciendo un costo total de \$31'424,360.00 para la implementación de esta medida de adaptación.

Considerando el costo anual de pago de energía eléctrica sin rehabilitación y modernización de \$11'915,190 y con rehabilitación y modernización de \$7'943,980.00, se presenta un ahorro en consumo de energía eléctrica anual de 3'971,200 de pesos.

Cuadro 5.44. Costos de implementación de la medida de adaptación.

No.	Concepto	Importe (\$)
1	Elaborar proyecto ejecutivo de rehabilitación y modernización de cada uno de los 179 pozos.	895,000
2	Seguimiento a los trabajos de rehabilitación y modernización de los pozos.	500,000
3	Inversión requerida para la adquisición e instalación de los equipos de bombeo.	30,029,360
4	Costo anual de pago de energía eléctrica sin rehabilitación y Modernización.	11,915,190
5	Costo anual de pago de energía eléctrica con rehabilitación y Modernización.	7,943,980
6	Ahorro anual en consumo de energía eléctrica (con subsidio).	3,971,200

Con estos costos para implementar la medida de adaptación y el ahorro en energía eléctrica se requiere realizar un análisis económico para determinar en cuantos años se paga la inversión.

6.- BIBLIOGRAFÍA

Chávez Guillén R., Ordaz Ayala A., Soto Navarro P. R. (2012). El efecto del cambio climático sobre los acuíferos costeros. Congreso Nacional de Hidráulica.

CONAGUA, 2009. Estadísticas de producción agrícola de los Distritos de Riego. Comisión Nacional de Agua. Gerencia de Distritos de Riego. México, D. F.

CONAGUA. 2010. Estadísticas del agua en México. Comisión Nacional de Agua. México, D. F. 249 pp.

CONAGUA, 2007 Plan Nacional Hidráulico 2007-2012. México, D. F. 249 pp.

IMTA, 2005. Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua. Informe de Proyecto. Jiutepec, Morelos.

IMTA, 2006. Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 034 Estado de Zacatecas. Informe de proyecto. Jiutepec, Morelos.

IMTA, 2007. Plan Director para la modernización del riego del Distrito de Riego 048 Ticúl, Yucatán. Informe de proyecto. Jiutepec, Morelos.

IMTA, 2011. Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México ante el cambio climático. Capítulo 5. Vulnerabilidad de la agricultura de riego ante el cambio climático. Jiutepec, Morelos.

IMTA, 2011. Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México ante el cambio climático. Capítulo 4. Vulnerabilidad de las aguas superficiales ante el cambio climático.

Rivas et al. 1ra Edición, Jiutepec, Morelos.

INE, 2012. Cambio Climático en México. Información por estado y por sector.

http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/estados.html

Agrawala, S. (ed.). 2005. Bridge over troubled waters: linking climate change and development. Organization for Economic Cooperation and Development. Francia. 154 pp.

Alvarado, C., H. Juárez y B. Ramírez. 2006. La comercialización de café en una comunidad indígena: estudio en Huehuetla, Puebla. Ra Ximhai 2(2): 293-318 Álvarez, M. 1958. Provincias fisiográficas de la República Mexicana. Memorias del XX Congreso Geológico Internacional. México. 18 pp.

AMECAFE. 2010. Padrón nacional cafetalero. Asociación Mexicana de la Cadena Productiva del Café, A.C. México. (cartografía digital).

- Briggs, J.C. 1996. Global biogeography. Elsevier. E.U.A. 454 pp.
- CABAL. 2010. REDD+ con equidad y justicia social en Mesoamérica: Insumos de Estrategia. PRISMA-CABAL-Climate Works. Editado por Desiree Elizondo. 71p.
- CENAPRED. 2009. Trayectorias de ciclones tropicales en la República Mexicana. Centro Nacional para la Prevención de Desastres. México. (Programa informático)
- CI. 2011. Áreas naturales protegidas de la Sierra Madre de Chiapas. Conservation International Mexico, A.C. México. (mapa digital)
- CIAT. 2011. Escenarios futuros sobre la producción de café ante el cambio climático en Chiapas y posibles alternativas. Presentación ppt en Foro “Vulnerabilidad y Adaptación del Sector Cafetalero ante el Cambio Climático, Chiapas, México, Abril de 2011.
- CICC. 2007. Estrategia nacional de cambio climático. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 163 pp.
- CMNUCC. 1998. Protocolo de Kyoto. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Alemania. 25 pp.
- COMCAFE-UNACH. 2007. Estudio de factibilidad para un programa integral de formación de recursos humanos en cafecultura en vías de la creación de la universidad virtual del café de Chiapas. Comisión para el Desarrollo y Fomento del Café en Chiapas, Universidad Autónoma de Chiapas. México. 123 pp.
- Domínguez, E. 2009. Conectividad biológica y social- Zonas de influencia de las áreas naturales protegidas. CBM-México, CONABIO, Serie Conocimientos N°5. En: http://unam.academia.edu/EricaDom%C3%ADnguez/Papers/564470/Zonas_de_influencia_de_las_areas_naturales_protegidas
- Gobierno del Estado de Chiapas 2011. “Estrategia del Sector Cafetalero para la adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la Sierra Madre de Chiapas”. 80 pp.
- ICO. 2000. Convenio internacional del café de 2001. International Coffee Organization. Inglaterra. 47 pp.
- ICO. 2009. Reporte anual sobre la producción de café en México. International Coffee Organization. Inglaterra. 1 pp.
- ICO. 2010. Botanical aspects of coffee. International Coffee Organization. Sitio web: http://www.ico.org/botanical.asp?section=About_Coffee. (15 Marzo 2011).

IDESMAC-DFID-SEMARNAT-CONANP. 2003. Ordenamiento ecológico del territorio para la Cuenca del Río Coapa, Municipio de Pijijiapan, Chiapas. Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica, A.C., Department of International Development, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. 95 pp.

IMTA. 2008. Extractor rápido de información climatológica. Instituto Mexicano de Tecnología del agua. México. (programa informático).

INE. 2008. Mapa de riesgos hidrológicos de la República Mexicana. Instituto Nacional de Ecología. México. (cartografía digital).

INE. 2009. Cuarta comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología. México. 277 pp.

INEGI. 2000. Continuo de datos fisiográficos de la República Mexicana escala 250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. (mapa digital)

INEGI. 2001. Continuo de datos edafológicos de la República Mexicana escala 250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. (mapa digital).

INEGI. 2005. Continuo de datos geológicos de la República Mexicana escala 250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. (mapa digital)

INEGI. 2009. Marco geoestadístico estatal de la República Mexicana. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. (mapa digital)

INEGI. 2010. Usos de la tierra y tipos de vegetación de la República Mexicana serie III. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. (mapa digital).

INEGI. 2011. Continuo de elevaciones mexicano. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. (cartografía digital).

IPCC. 2007. Cambio climático 2007: informe de síntesis. Cambridge University Press. Suiza. 104 pp.

Kandji, S.T., L.V. Verchot, J. Mackensen, a. Boye, M. Van Noordwijk, T.P. Tomich, C. Ong, A. Albrecht, C. Palm. 2006. Opportunities for linking climate change adaptation and mitigation through agroforestry systems. En: Garrity, D., A. Okono, M. Gryson y S. Parrott (eds). World Agroforestry into the future. World Agroforestry Centre. Kenya. p. 113-12.1

Metz, B., O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave y L.A. Meyer (eds.). 2007. Climate change 2007: mitigation of climate change. Contribution of working group III to the fourth

assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. E.U.A. 841 pp.

Mora, J.C., L.M. García, C. Cárdenas, S.I. Franco, A. Quezada y L.L. Sol. 2008. Ciencias de la Tierra para la sociedad: Tema Sismos. Universidad Nacional Autónoma de México, Protección Civil del Estado de Chiapas, Servicio Sismológico Nacional, Museo de Chiapas de Ciencia y Tecnología. México. 5 pp.

Nakicenovic, N. y R. Swart. 2000. Emissions scenarios. IPCC Special Report. Cambridge University Press. Inglaterra. 570 pp.

NSS Chiapas. 2010. Deslizamiento de tierra en Nueva Colombia; autoridades realizan trabajos preventivos de evacuación. 01 Octubre 2010. <http://www.nsschiapas.com>

Osorio. 2002. La crisis mundial del café: una amenaza al desarrollo sostenible. Organización Internacional del Café. Inglaterra. 6 pp.

PACCCH. Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas (2011) Conservación Internacional, Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Embajada Británica, Centro Mexicano de Derecho Ambiental. <http://www.cambioclimaticochiapas.org>

Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson (eds.). 2007. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. E.U.A. 976 pp.

PEF. 2009. Programa especial de cambio climático 2008-2012. Poder Ejecutivo Federal. México. 112 pp.

Pérez, J.R. y S. Díaz. 2000. El café, bebida que conquistó al mundo. Universidad Autónoma Chapingo. México. 151 pp.

Rivadeneira, J.I. y B. Ramírez. 2006. El comercio local del café a raíz de su crisis en la Sierra Norte de Puebla. Revista Mexicana de Agronegocios 10(18): 1-14.

Rivera, M.A. 1999. El cambio climático. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México. 85 pp.

SAGARPA. 2010. Servicio de información agroalimentaria y pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. (programa informático)

Schroth, G.; Laderach, P.; Dempewolf, J.; Philpott, S.; Hagggar, J.; Eakin, H.; Castillejos, T.; Garcia, J.; Soto, L., Hernandez, R.; Eitzinger, A.; Villegas, J. 2009. Towards a climate

change adaptation strategy for coffee communities and ecosystems in the Sierra Madre de Chiapas, México. Springer Science + Business Media B.V. 2009, Mitig Adapt Strateg Glob Change- DOI 10.1007/s11027-009-9186-5.

SEMAHN. 2010. Inventario estatal de emisiones de gases de efecto invernadero. Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural. México. 88 pp.

Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor y H.L. Miller (eds.). 2007. Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. E.U.A. 996 pp.

Torres, J., A. Tenorio y A. Gómez (eds.). 2008. Agroforestería: una estrategia de adaptación al cambio climático. Comisión Europea, Soluciones Prácticas-ITDG. Perú. 125 pp.

www.imagenagropecuaria. Triunfa café ecológico chiapaneco en EU, Europa y Japón. Núm. 1. Domingo 04 de julio de 2010, en: <http://www.imagenagropecuaria.com>