



PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS, TZINTZUNTZAN

INFORME FINAL

HC0833.4

SUBCOORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA APROPIADA E INDUSTRIAL

COORDINACIÓN DE HIDRÁULICA



F U N D A C I O N
GONZALO RÍO ARRONTE, I.A.P.

México, 2010

F.CO.2.03.00



PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS, TZINTZUNTZAN

INFORME FINAL

HC0833.4

SUBCOORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA APROPIADA E INDUSTRIAL

COORDINACIÓN DE HIDRÁULICA



F U N D A C I Ó N
GONZALO RÍO ARRONTE, I.A.P.

Luis Gómez Lugo
Nahun Hamed García Villanueva

México, 2010

F.CO.2.03.00



Incluido en la tercera etapa del programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro a solicitud de la Fundación Gonzalo Río Arronte, el IMTA realizó el proyecto

”PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS, TZINTZUNTZAN”

a fin de implementar sistemas eficientes de riego para el desarrollo agrícola en comunidades rurales del municipio de Tzintzuntzan.

Convenio de colaboración con objeto de realizar la tercera etapa 2008-2011 del PROGRAMA PARA LA RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL LAGO DE PÁTZCUARO y el Anexo Técnico “PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS, TZINTZUNTZAN”

Vigencia del proyecto: 2008 - 2010.

Clave de control asignada al proyecto: HC0833.4



F U N D A C I Ó N
GONZALO RÍO ARRONTE, I.A.P.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO.....	1
ANTECEDENTES	2
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS	4
1. AMBITO Y MARCO GENERAL DEL PROYECTO.....	5
1.1. LOCALIZACIÓN.....	5
1.2. MEDIO FÍSICO DE TZINTZUNTZAN	5
1.3. COMUNIDADES DEL PROYECTO.....	6
1.4. FORMA DE RIEGO EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	7
2. - ESTUDIOS Y PROYECTOS DE LOS SISTEMAS TECNIFICADOS DE RIEGO.....	7
2.1. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS RIEGO.	7
2.1.1. Recopilación de la información	7
2.1.2. Caracterización del sitio del proyecto.....	8
2.1.3. Necesidades hídricas	9
2.1.4. Selección del método de riego	11
2.2. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR SURCOS	12
2.2.1. Definición y caracterización del sistema	12
2.2.2. Elementos básicos de diseño.....	14
2.2.3. Eficiencia de aplicación	18
2.3. GENERALIDADES DEL SISTEMA DE RIEGO INTERMITENTE POR SURCOS.....	20
2.3.1. Definición y caracterización del sistema de riego intermitente	20
2.3.2. Riego intermitente con tubería de compuerta	21
2.3.3. Aplicaciones de riego intermitente en sistema de riego por surcos	22
2.4. RIEGO INTERMITENTE PARCELARIO CON TANQUE DE DESCARGA DE FONDO “TDF”.....	22
2.4.1. Antecedente y principio del “TDF”	22
2.4.2. Aplicación del dispositivo “TDF” para riego parcelario.....	24
3. - DEFINICIÓN DE LA PROGRAMACIÓN AGRÍCOLA Y DEL PADRÓN DE USUARIOS (SELECCIÓN DE BENEFICIARIOS).	25
3.1. PROGRAMACIÓN AGRÍCOLA.....	25
3.2. PADRÓN DE USUARIOS (SELECCIÓN DE BENEFICIARIOS)	26
4. - GESTIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADOS EN LAS COMUNIDADES, EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS. .	29
4.1. INFORMACIÓN DE LA REGIÓN Y DEL SISTEMA DE RIEGO A IMPLEMENTAR.....	29
4.1.1. Características generales de la zona de riego.....	29
4.1.2. Croquis de localización	32

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN

INDICE GENERAL

4.1.3.	Tenencia de la tierra.....	33
4.1.4.	Topografía de la zona de riego	33
4.1.5.	Superficie de la zona de riego.....	34
4.1.6.	Caracterización del suelo y profundidad del nivel freático	34
4.1.7.	Fuente de abastecimiento	35
4.1.8.	Plan de cultivos viables (oferta y mercado)	36
4.1.9.	Clima	36
4.1.10.	Características socioeconómicas de los usuarios	37
4.1.11.	Selección preliminar del sistema de riego.....	37
4.1.12.	Descripción del sistema de riego	38
4.2.	GESTIÓN Y TRABAJO COMUNITARIO	40
4.2.1.	Diagnóstico inicial.....	40
4.2.2.	Actividades realizadas.....	42
4.3.	IMPLEMENTACIÓN DE PARCELAS DEMOSTRATIVAS	43
4.4.	CAPACITACIÓN, SUMINISTRO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO.....	46
4.5.	BENEFICIARIOS.....	50
5.	ASESORÍA Y SEGUIMIENTO EN LA OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS A USUARIOS BENEFICIADOS DEL PROYECTO.....	55
5.1.	RESULTADOS Y BENEFICIOS ALCANZADOS.....	55
5.2.	RESUMEN DE ACTIVIDADES Y SEGUIMIENTO.....	56
5.3.	ESQUEMA INTEGRAL DE ACCIONES PROPUESTAS A REALIZAR	63
6.	INFORMES PARCIALES Y FINAL.....	64
6.1.	INFORMES CUATRIMESTRALES A LA FUNDACIÓN GONZALO RIO ARRONTE.....	64
7.	ANEXO FOTOGRÁFICO.....	65
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Forma y dimensiones de los surcos.....	14
Tabla 2. Separación de surcos según tipo de suelos	14
Tabla 3. Longitudes de surco recomendables f(pendiente, caudal y textura del suelo)	15
Tabla 4. Pendientes recomendadas según tipo de suelos	15
Tabla 5. Longitudes recomendadas para surcos (pendiente y velocidad de infiltración)	16
Tabla 6. Caudal máximo ($Q_{m\acute{a}x}$) recomendadas según la pendiente del surco (S).....	17
Tabla 7. Aplicaciones y resultados del TDF para riego parcelario.....	24
Tabla 8. Relación de usuarios potenciales a ser beneficiados de los sistemas de riego en las comunidades del municipio de Tzintzuntzan, Michoacán.....	27
Tabla 9. Caracterización de la zona de estudio – área parcelada	31
Tabla 10. Caracterización de las comunidades de Tzintzuntzan.....	32
Tabla 11. Caracterización socioeconómica de las comunidades	37
Tabla 12. Relación de usuarios beneficiados de los sistemas de riego.	50
Tabla 13. Resumen de actividades desarrolladas	56
Tabla 14. Ejemplo de productores con introducción de nuevos cultivos	59
Tabla 15. Potencial de producción con nuevos cultivos para la zona	60
Tabla 16 . Listado de informes cuatrimestrales a la Fundación Gonzalo Río Arronte.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del Lago de Pátzcuaro y municipio de Tzintzuntzan.....	5
Figura 2. Localización de las comunidades, El Jagüey, Las Cuevas y El Rodeo.....	6
Figura 3. Evapotranspiración de las plantas	9
Figura 4. Factores a considerar en la elección del método de riego	11
Figura 5. Métodos de riego.....	12
Figura 6. Caracterización del sistema de riego por surcos	12
Figura 7. Operación de los sistemas de riego por surcos	13
Figura 8. Etapas y tiempos durante el proceso de riego por surcos.....	18
Figura 9. Esquemas de pérdidas de agua en riego por surcos	19
Figura 10. Ciclos de riego intermitente.....	20
Figura 11. Riego intermitente con tubería de compuerta	21
Figura 12. Esquemas de pérdidas por filtración profunda y escorrentía	22
Figura 13. Riego con cultivos cíclicos y perennes	25
Figura 14. Riego con cultivos de Otoño - Invierno	25
Figura 15. Riego con cultivos de primavera - Verano	26
Figura 16. Riego con cultivos del año agrícola (OI + PV)	26
Figura 17. Localización de la zona (DR 021 y modulo VI)	29
Figura 18. Tomas de agua en el Modulo Lázaro Cárdenas (Canales margen derecha y margen izquierda) ..	30
Figura 19. Localización del área parcelada y comunidades	32
Figura 20. Tenencia de la tierra en el Distrito de Riego Tsurumutaro, Modulo VI.	33
Figura 21. Topografía de la zona parcelada en el Distrito de Riego Tsurumutaro, Modulo VI.	33
Figura 22. Suelos de Tzintzuntzan	34
Figura 23. Ubicación de fuente de abastecimiento (manantiales)	35
Figura 24. Clima de Tzintzuntzan.....	36
Figura 25. Caracterización del sistema de riego por surcos	38
Figura 26. Secuencia de las fases de llenado y vaciado con el dispositivo “TDF” para el riego parcelario	39
Figura 27. Parcelas y condiciones iniciales en El Jagüey.....	40
Figura 28. Parcelas y condiciones iniciales en El Rodeo.....	41
Figura 29. Parcelas y condiciones iniciales en Las Cuevas	41
Figura 30. Localización general de los sistemas de riego	52
Figura 31. Localización de los sistemas de riego por parcela (1)	53
Figura 32. Localización de los sistemas de riego por parcela (2)	54
Figura 33. Esquema integral de acciones y programas para impulsar la agricultura de la zona	63
Figura 34. Ejemplo de informe cuatrimestral a la FGRA.....	64

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Condiciones actuales de riego	7
Ilustración 2. Ejemplo de aplicación del “TDF” a nivel huerto familiar	23
Ilustración 3. Condiciones actuales de riego	31
Ilustración 4 Parcela demostrativa	43
Ilustración 5. Sifón interno y tubería de riego	44
Ilustración 6. Siembra en parcela demostrativa	44
Ilustración 7. Tubería de compuerta para riego intermitente con TDF parcelario	45
Ilustración 8. Riego en parcela demostrativa	45
Ilustración 9. Brigadas de trabajo en la implementación de los sistemas de riego	46
Ilustración 10. Protocolo para la implementación de los sistemas de riego.	48
Ilustración 11. Capacitación, suministro e instalación del sistema de riego	49
Ilustración 12. Sistema de riego parcelario con TDF	55
Ilustración 13. Seguimiento de los sistemas de riego (1)	57
Ilustración 14. Seguimiento de los sistemas de riego (2)	57
Ilustración 15. Seguimiento de los sistemas de riego (3)	58
Ilustración 16. Seguimiento de los sistemas de riego (4)	58
Ilustración 17. Seguimiento de los sistemas de riego (5)	61
Ilustración 18. Seguimiento de los sistemas de riego (6)	61
Ilustración 19. Seguimiento de los sistemas de riego (7)	62
Ilustración 20. Seguimiento de los sistemas de riego (8)	62
Ilustración 21. Imágenes de tanques TDF´s en las parcelas (1)	65
Ilustración 22. Imágenes de tanques TDF´s en las parcelas (2)	66
Ilustración 23. Imágenes de tanques TDF´s en las parcelas (3)	67
Ilustración 24. Imágenes de tanques TDF´s en las parcelas (4)	68

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto HC-0833.4 intitulado "PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS, TZINTZUNTZAN", esta clasificado en el rubro de investigación básica, en el campo de ciencias agrícolas y agropecuarias con aportación de elementos para el desarrollo agrícola en comunidades rurales de México.

El proyecto fue contratado por la Fundación Gonzalo Río Arronte en el marco de la tercera etapa del programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, se desarrollo durante el periodo 2008 – 2010. Las actividades del proyecto fueron apoyadas por la Universidad Autónoma de Zacatecas bajo convenio de colaboración con el IMTA.

En un contexto general, se proyectaron, concertaron e implementar sistemas de riego intermitente a escala parcelaria para beneficio de aproximadamente 90 hectáreas distribuidas en las comunidades El Rodeo, El Jagüey y Las Cuevas en el municipio de Tzintzuntzan.

Estos nuevos sistemas de riego buscan reducir el desperdicio de agua mediante sistemas de riego eficientes auxiliados con un dispositivo autoperante denominado Tanque de Descarga de Fondo "TDF" y tubería de compuerta de 6 pulgadas.

El dispositivo "TDF" representa una alternativa de riego eficiente para la zona agrícola del municipio de Tzintzuntzan, utilizando los principios de automatización fluidica y amplificación del gasto fue posible regar parcelas mayores a 1 hectárea de manera eficiente a través de ciclos de llenado y vaciado de cisternas de riego.

ANTECEDENTES

La estadística Agropecuaria de México, indica que el sector agrícola consume el 83% del total del agua utilizada (61.2 km³), de este volumen una fracción se desperdicia entre otras causas por operación ineficiente, prácticas inadecuadas durante la conducción y aplicación del agua en las parcelas y por cultivos y sistemas de riego inapropiados para las condiciones regionales del país. Para fines prácticos, se asume que la eficiencia de conducción en la red de canales es del 64.7%, la de conducción interparcelaria es del 75% y la de aplicación de agua en las parcelas es del 70%, por tanto, la eficiencia global estimada en forma general corresponde a 34% (Peña, 2007). Sin embargo, los sistemas de riego por gravedad operan con eficiencias de aplicación a nivel parcelario menores del 50%.

Este escenario, no escapa de la agricultura practicada en la Cuenca del Lago de Pátzcuaro. En particular, en el municipio de Tzintzuntzan con una superficie aproximada de 400 hectáreas de producción considerando cultivos cíclicos y perennes, bajo la modalidad de riego (Sagarpa, 2005), se requiere que productor agrícola, cuente con opciones de riego que brinden mayor eficiencia en el uso del agua, a fin de ahorrar cantidades importantes de agua o bien aumentar la superficie cultivable. La tecnificación de los sistemas de riego constituye la posibilidad de incrementar las eficiencias. Una alternativa encaminada a lograr este fin, es el utilizar el sistema de riego por surcos en forma intermitente; es decir, aplicar el agua de riego en forma discontinua y alternada a grupos de surcos, simétricamente ubicados respecto a un punto de control, bajo una serie de ciclos de tiempo con duración constante o variable, hasta que el riego sea completado.

Esta técnica de riego, potencialmente capaz de incrementar la eficiencia de riego en la parcela, disminuye las pérdidas por percolación profunda (mayor uniformidad en la aplicación de la lámina de riego) y limita las pérdidas por escorrentía al final del surco. Durante la etapa en que el riego es suspendido las condiciones de infiltración del suelo cambian, contribuyendo así, en cada una de las siguientes etapas de riego, al aumento de la velocidad de conducción, al aumento de la uniformidad, a la mejora de los tiempos de oportunidad y a la disminución de la escorrentía al final de la parcela.

Al inicio del año 2008, incluido en la tercera etapa del programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, se inicio el proyecto “PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS, TZINTZUNTZAN” con ello se inicio un proceso de apropiación de un sistema de riego para el beneficio de aproximadamente 90 hectáreas.

INTRODUCCIÓN

Los elementos indispensables para lograr un desarrollo sustentable en las Cuencas de México, incluyen el mejoramiento de las condiciones de vida, el fomento al cuidado y explotación racional de los recursos naturales al interior de la Cuenca (Gómez, L. 2009).

En materia hídrica, el uso del agua para riego constituye un reto especial, dado que los volúmenes utilizados para tal fin representa un alto porcentaje, situación que exige utilizar los métodos y sistemas de riego que ofrezcan la mayor eficiencia posible.

Bajo este contexto, para el municipio de Tzintzuntzan resulta de interés especial implementar proyectos que permitan mejorar el riego en la zona a fin de incrementar la eficiencia en la aplicación del agua para el riego y con ello disminuir los desperdicios de agua. Para tal fin se puede mencionar que existen sistemas sofisticados de riego que ofrecen la posibilidad de atender esta problemática; sin embargo, los costos de inversión son muy altos para las posibilidades de los productores

Con el proyecto “PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS, TZINTZUNTZAN” se busca tener una cultura para disminuir los desperdicios de agua en la zona agrícola de Tzintzuntzan.

OBJETIVOS

General:

El objeto principal del proyecto es desarrollar un proyecto piloto en donde se tiene la posibilidad de mejorar la eficiencia de aplicación del agua de riego, mediante la implementación de sistemas de riego parcelario con el dispositivo autoperante “TDF” y tubería de compuerta de 6 pulgadas.

Particulares:

Proyectar, concertar e implementar sistemas de riego tecnificado de gravedad en tres comunidades: El Rodeo, El Jagüey y Las Cuevas del Municipio de Tzintzuntzan.

Fomentar, entrenar, asesorar y dar seguimiento en la operación de los sistemas de riego implementados en las comunidades: El Rodeo, El Jagüey y Las Cuevas del Municipio de Tzintzuntzan.

1. AMBITO Y MARCO GENERAL DEL PROYECTO.

1.1. Localización

El municipio de Tzintzuntzan se localiza al norte del estado de Michoacán, en las coordenadas 19°38'00" de latitud norte y 101°35'00" de longitud oeste, a una altura de 2,050 metros sobre el nivel medio del mar. Se encuentra a 55 kilómetros de la ciudad de Morelia y a 15 kilómetros del municipio de Pátzcuaro.

Es uno de los cuatro municipios que rodean el lago de Pátzcuaro, tiene una superficie de 165.15 km² (0.28 % de la superficie estatal). Territorialmente sus límites son: al norte con Quiroga, al este con Lagunillas, al sur con Pátzcuaro y al oeste con Erongarícuaro.



Figura 1. Localización del Lago de Pátzcuaro y municipio de Tzintzuntzan.

1.2. Medio físico de Tzintzuntzan

Su clima es templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación anual de 989.8 milímetros y temperaturas que oscilan entre 7.9 a 23.4° centígrados.

Orografía.- Su relieve lo conforman el sistema volcánico transversal y la depresión de Pátzcuaro y los cerros Lagarto, Tariácuri y Patambicho.

Hidrografía.- Su hidrografía está constituida por el Lago de Pátzcuaro principalmente.

Principales ecosistemas.- En el municipio domina el bosque mixto con pino, encino y cedro. Su fauna es representada por el coyote, ardilla, armadillo, conejo y comadreja.

Recursos naturales.- La superficie forestal maderable es ocupada por pino y encino y la no maderable es ocupada por arbustos de distintas especies.

Características y uso del suelo.- Los suelos datan de los períodos cenozoico, cuaternario, terciario y plioceno, son del tipo pradera y de montaña principalmente. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero

Vegetación.- Bosque Mixto de Pino, Encino, Aile y Liquidámbar.

1.3. Comunidades del proyecto

Las comunidades motivo del proyecto son: El Rodeo, El Jagüey y Las Cuevas.

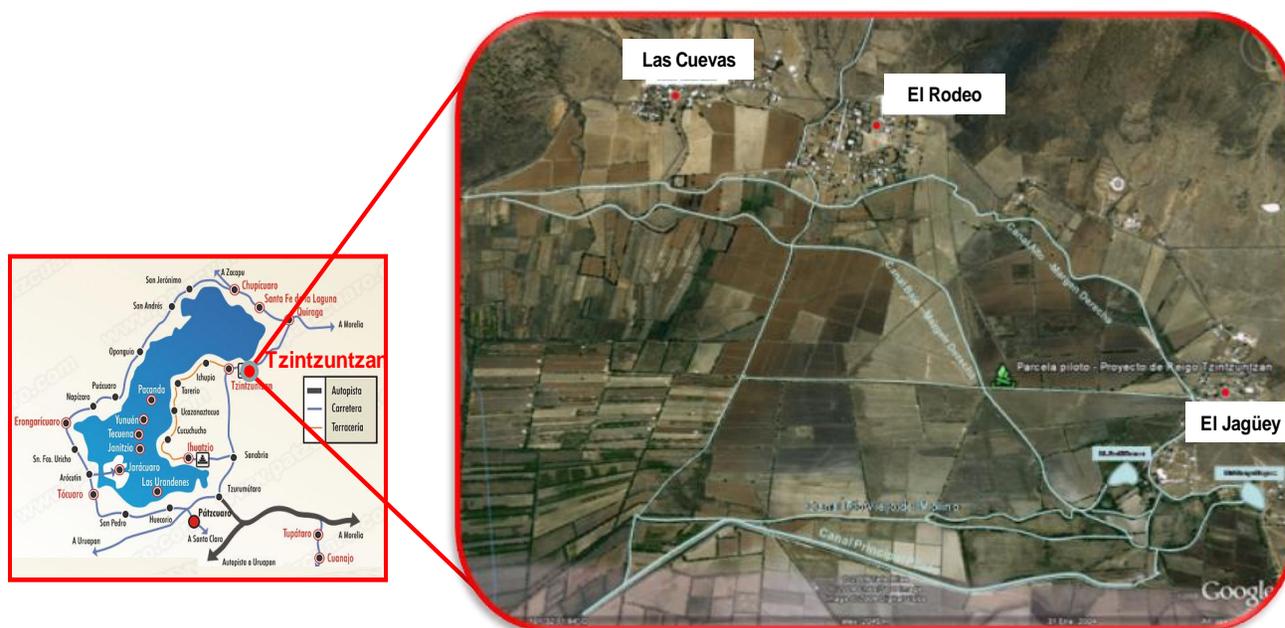


Figura 2. Localización de las comunidades, El Jagüey, Las Cuevas y El Rodeo

1.4. Forma de riego en la zona de estudio

Actualmente la zona perteneciente al modulo de riego Lázaro Cárdenas Chapultepec, se riega por inundación, con grandes pérdidas de agua por filtración profunda y escorrentía; además, los tiempos de riego son significativamente largos provocando la inundación de parcelas y caminos aledaños.



Ilustración 1. Condiciones actuales de riego

2. - ESTUDIOS Y PROYECTOS DE LOS SISTEMAS TECNIFICADOS DE RIEGO.

2.1. Generalidades de los sistemas riego.

2.1.1. Recopilación de la información

El primer paso en el proceso de diseño de un sistema de riego es la recopilación de información. La calidad de la información disponible es determinante para la realización de un diseño económico y funcional, su disponibilidad con oportunidad y confiabilidad es indispensable para la selección de la mejor alternativa viable para las condiciones técnicas, económicas y sociales del proyecto. Antes de iniciar el proyecto, la pregunta a plantearse es:

¿Qué es lo que se desea alcanzar con el nuevo sistema de riego?

Algunas respuestas son: Ahorrar agua en zonas con alto costo de extracción y/o con dotación limitada, incrementar los rendimientos y mejorar la calidad del producto para obtener una mayor ganancia.

La información inicial importante para la selección de sistemas de riego considera:

- ❖ Características generales de la zona de riego
- ❖ Localización geográfica y política
- ❖ Croquis de localización
- ❖ Tenencia de la tierra
- ❖ Características socioeconómicas de los usuarios
- ❖ Selección preliminar del sistema de riego

2.1.2. Caracterización del sitio del proyecto

La etapa inicial en la implementación de proyectos de riego es la caracterización del sitio, en esta, se debe incluir la información:

- ❖ Topografía de la zona de riego
- ❖ Superficie de la zona de riego (lotificación de la zona y plano planimétrico y altimétrico de la zona)
- ❖ Caracterización del suelo (Propiedades fisicoquímicas de los suelos, capacidad de almacenamiento y retención de humedad de los suelos, capacidad de infiltración de los suelos y profundidad del nivel freático)
- ❖ Fuente de abastecimiento (localización, variabilidad estacional del gasto, volumen disponible y calidad del agua)
- ❖ Plan de cultivos viables (oferta y mercado)
- ❖ Series climáticas

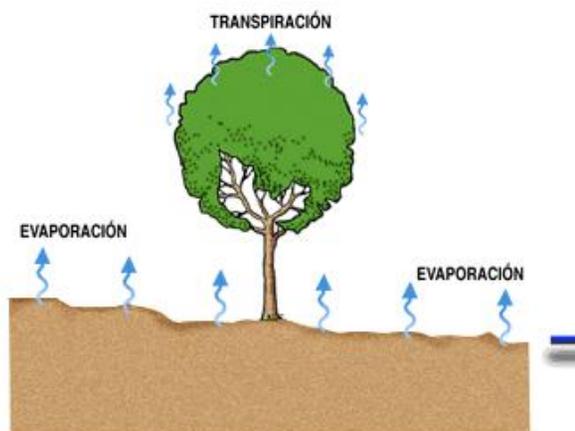
2.1.3. Necesidades hídricas

La cantidad de agua requerida por los cultivos, dependen de los factores siguientes:

- ❖ Tipo de cultivo (uso consuntivo de la planta)
- ❖ Clima (lluvia, humedad, temperatura, etc.)
- ❖ Suelo (propiedades físicas y químicas)

Estos factores definen las necesidades básicas de agua porque la demanda de agua es variable con el tipo de cultivo, clima y suelo.

Las necesidades básicas de agua de las plantas cultivadas o Uso consuntivo “Uc” es la cantidad de agua consumida por un cultivo en sus funciones de transpiración y de formación de tejidos, mas el agua evaporada desde el suelo donde se desarrolla el cultivo (Del Valle, H., 2000).



El término “uso consuntivo” se considera como sinónimo de la evapotranspiración “ET”, en esta última no se considera el consumo de agua por la formación de tejidos, pero esta cantidad de agua es tan pequeña comparada con la transpiración y la evaporación que por lo tanto se desprecia

Figura 3. Evapotranspiración de las plantas

Por tanto, una de las formas de determinar la cantidad de agua que necesita una planta está determinada por la evapotranspiración que es función del cultivo y del clima. La evapotranspiración no se determina en forma directa, se estima a partir de la medición de la evapotranspiración potencial (ETP), establecida para un caso típico de un vegetal bajo, que cubre totalmente una superficie, sobre un terreno franco y profundo y que no tiene limitaciones de humedad.

La ETP es función de varios factores.

ETP = f(radiación global, velocidad del viento, tensión de vapor, coeficiente de reflexión, temperatura, horas de sol).

La evapotranspiración real de un cultivo en particular (ET_{real}), se estima mediante la expresión:

$$ET_{real} = ETP * Kc \quad (1)$$

Donde:

Kc: Coeficiente de ponderación que es función del cultivo, suelo y humedad.

Las necesidades hídricas “NH” de los cultivos, se determinan a partir de un balance hídrico en el que se incluye la precipitación efectiva; es decir, se considera la demanda de agua de las plantas y la aportación efectiva de agua por la lluvia.

$$NH = ET_{real} - Pe \quad (2)$$

Donde:

Pe: precipitación efectiva, en mm

Para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos una práctica muy frecuente es el riego. En esta actividad, se consideran las necesidades hídricas más las pérdidas asociadas a la conducción y aplicación del agua para riego. Estas pérdidas están asociadas a:

- ❖ El sistema ó método de conducción y/ó distribución
- ❖ La capacidad del regante
- ❖ El sistema o método de riego

En lo general, estos factores incrementan el volumen de agua de riego (influyen en la eficiencia del riego). Por ejemplo el método de riego por aspersion tiene una eficiencia del 75 %.

El método de riego por inundación por surcos o melgas: 45 - 50 %.

2.1.4. Selección del método de riego

En algunas zonas de México, la producción de cultivos depende del agua de lluvia (temporal); en otras zonas, depende de la aplicación artificial del agua al suelo (riego). El riego constituye una técnica para infiltrar el agua a través del suelo con la finalidad de satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos.

Una clasificación de los métodos de riego los divide en dos grandes grupos: presurizados y superficiales, cada uno de éstos tiene al menos dos subsistemas que se pueden adaptar a las diferentes condiciones de los proyectos. Una vez seleccionado el método de riego, se debe definir cuál subsistema de riego se adapta mejor para las condiciones del proyecto; en general, puede haber más de un sistema aplicable.

Para la selección del método de riego intervienen una gran cantidad de factores; pero sólo algunos de ellos son estratégicos para obtener el máximo beneficio del sistema de riego. Una buena selección del método y sistema de riego permitirá obtener dos cosas: una alta uniformidad de emisión durante el proceso de diseño, así como una alta eficiencia de aplicación durante la operación del sistema. Una mala selección del método y sistema de riego provocará grandes dificultades para su diseño y su operación.

Los métodos de riego dependen de diversos factores

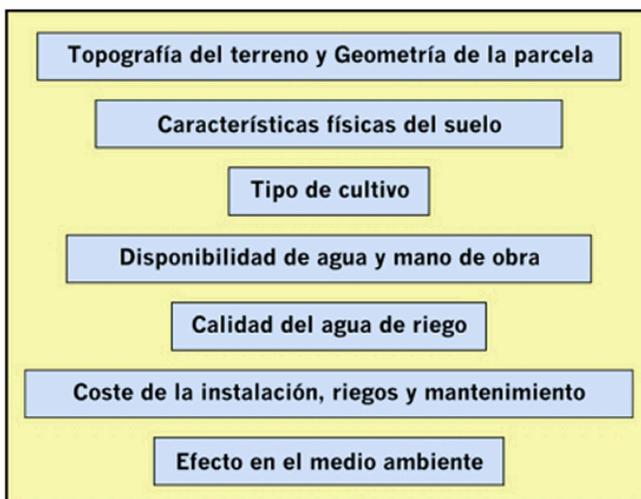


Figura 4. Factores a considerar en la elección del método de riego

RIEGO POR SUPERFICIE	RIEGO POR ASPERSIÓN	RIEGO LOCALIZADO
<ul style="list-style-type: none"> • El sistema de distribución es el suelo • Movimiento del agua de cabecera a cola • Ahorro de energía en la aplicación del agua • Surcos ó caballones para distribuir el agua • Baja eficiencia de aplicación 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor tecnificación del sistema • Riega una zona restringida del suelo • Posibilidad de fertirrigación • Alta inversión en equipos y mantenimiento • Posibilidad de automatización de las operaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación del agua en forma de lluvia • Aplicación condicionada a la climatología • Emisores usados: aspersores • Red de distribución cerrada a presión • Moja toda la superficie del suelo • Permite automatizar el sistema

Figura 5. Métodos de riego

2.2. Generalidades de los sistemas de riego por surcos

2.2.1. Definición y caracterización del sistema

El método de riego por surcos consiste en aplicar el agua por medio de pequeños canales (surcos), desde la acequia madre hacia cada surco distribuidos en hilera y con determinada pendiente. El agua escurre a través de los surcos mojando el terreno hasta haber aplicado determinada lámina de riego. Este método es el más utilizado en México y esta basado en la experiencia de los productores y en los procesos de ensayo - error.



Figura 6. Caracterización del sistema de riego por surcos

Hidráulicamente, los surcos funcionan como pequeños canales, se trata de conducir un caudal de agua a distancias determinadas y en el recorrido lograr la infiltración del agua que se conduce. La calidad del riego depende de una buena nivelación de la parcela y un correcto diseño de los surcos.

Las etapas en la operación del sistema de riego por surcos son como sigue:

1. Se vierte el agua en la cabecera del surco, avanza y se infiltra a través de la longitud de este - El agua llega al final del surco.
2. Continúa el riego humedeciendo la zona de raíces - una parte del agua escurre.
3. En la cabecera del surco se llega a humedecer a la profundidad deseada, pero al final del mismo todavía no - continúa el riego.
4. Cuando la lámina es suficiente al final del surco, se detiene el riego - una parte del agua de riego se percola fuera de la zona radicular y otra parte, escurre al final del surco.

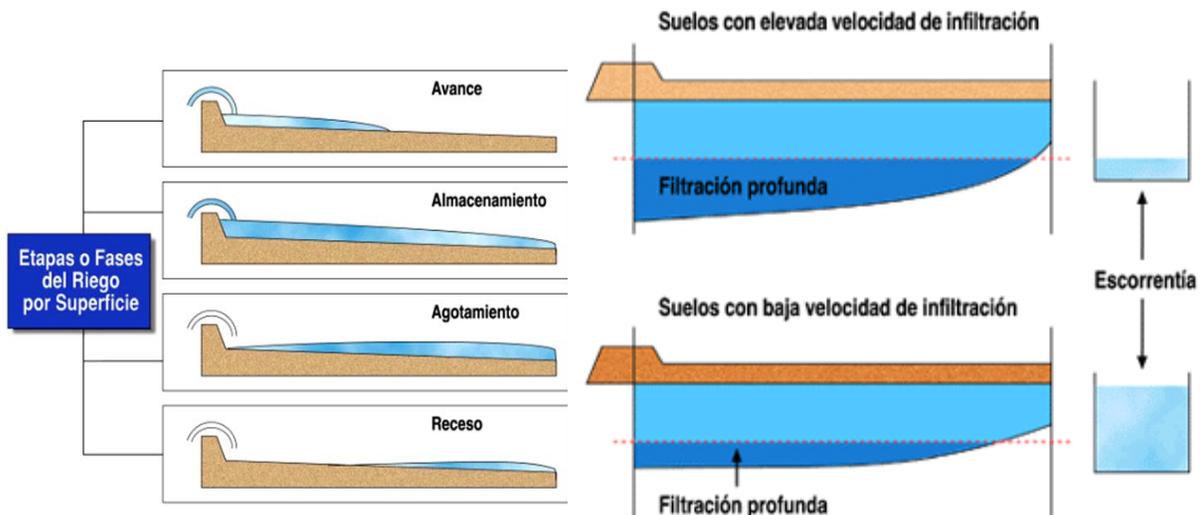


Figura 7. Operación de los sistemas de riego por surcos

En la hidráulica del riego por surcos intervienen un gran número de variables, a continuación algunas de ellas: caudal aplicado, velocidad de avance del agua sobre el terreno, longitud de la parcela, tirante de agua, velocidad de infiltración, pendiente del terreno, aspereza del terreno, forma del surco y lámina de agua a aplicar.

2.2.2. Elementos básicos de diseño

El diseño del sistema de riego por surcos toma en cuenta los siguientes factores:

- Orientación de los surcos, la orientación depende de la pendiente del terreno; si ésta es muy grande es necesario realizar una orientación adecuada de los surcos a fin de evitar procesos erosivos del suelo.
- Forma de los surcos, la forma y ancho de los surcos depende del implemento que se utilice para su construcción y varía de acuerdo con el tipo de suelo y el cultivo. Pueden ser de forma parabólica, triangular o rectangular.

Tabla 1. Forma y dimensiones de los surcos

Sección de surco	Profundidad (cm)	Ancho (cm)	Observación
Triangular	15-20	25-30	Suelos con baja velocidad de infiltración requieren surcos con mayor perímetro mojado (mayor área de infiltración), para reducir el tiempo de aplicación de agua.
Rectangular	15-25	30-40	
Parabólica	30-35	30-45	

- Distancia entre surcos, el espaciamiento entre surcos está determinada por el cultivo, las prácticas culturales y la naturaleza física del suelo. Una buena separación entre surcos permite que se humedezca gran parte de las raíces del cultivo. En la práctica se emplean distancias entre surcos que varían entre 0.75 y 1.5 m, según el cultivo y el tipo de suelo.

Tabla 2. Separación de surcos según tipo de suelos

Suelos	Separación (m)
Arenoso grueso (perfil uniforme)	0.30
Arenoso grueso s/subsuelo compacto	0.46
Arenoso fino a Franco arenoso (uniforme)	0.60
Arenoso fino o Franco arenoso s/subsuelo compacto	0.76
Franco arenoso a Franco limoso (uniforme)	0.90
Franco arenoso a Franco limoso s/subsuelo compacto	1.0
Franco arcilloso limoso (uniforme)	1.2
Suelos arcillosos	1.5

d) Longitud de los surcos, la longitud de los surcos depende del tamaño y la forma de la parcela, del tipo de suelo y del cultivo. En surcos largos, en la cabecera aumenta la cantidad de agua que se pierde por percolación profunda. La textura del suelo influye de manera importante en la definición de la longitud del surco. Para determinar la longitud máxima del surco es necesario hacer ensayos de campo con distintos caudales, para conocer sus velocidades de avance. La longitud máxima del surco será la distancia recorrida por el caudal máximo admisible, en aproximadamente 1/4 del tiempo de riego. Las longitudes más frecuentes están comprendidas entre 90 y 150 m. En surcos largos se producen pérdidas excesivas (percolación profunda y erosión).

A continuación longitudes de surcos para diferentes pendientes, caudales, láminas de riego y textura del suelo:

Tabla 3. Longitudes de surco recomendables f(pendiente, caudal y textura del suelo)

Pendiente %	Caudal (l/s) (l/s)	Longitud de los surcos según textura (m)					
		Lámina de agua (mm)					
		Gruesa		Media		Fina	
		50	100	50	100	50	100
0.25	2.50	150	220	250	350	320	460
0.50	1.20	105	145	170	245	225	310
0.75	0.85	80	115	140	190	175	250
1.00	0.60	70	100	115	165	150	230
1.50	0.40	60	80	95	130	120	175
2.00	0.30	50	70	80	110	105	145
3.00	0.16	40	55	65	90	80	120
5.00	0.11	30	40	50	79	65	90

e) Pendiente, la pendiente definida como el desnivel del terreno por longitud de surco generalmente expresada en porcentaje (%), es un elemento muy importante en el diseño de riego por surcos, dado la influencia que se tiene con los problemas de erosión. La forma más eficiente de regar por surcos es cuando éstos tienen pendiente uniforme, la pendiente de los surcos se define según el tipo de suelo.

Tabla 4. Pendientes recomendadas según tipo de suelos

Suelo	Pendiente máxima (%)	Observación
Arena	0.25	En suelos pesados la pendiente recomendable debe ser menor de 1.5-2.0% para no causar problemas de erosión.
Franco arenoso	0.4	
Franco limoso	0.5	
Arcilloso	2.0 – 2.5	
Franco	5,0 – 6,25	

Tabla 5. Longitudes recomendadas para surcos (pendiente y velocidad de infiltración)

Pendiente (%)	Velocidad de infiltración (mm/hr)		
	Suelo arcilloso (< 4 mm/hr)	Suelo franco (4-12 mm/hr)	Suelo arenoso (> 12 mm/hr)
	Longitud (m)		
0.1	350-500	200-450	80-150
0.3	400-800	300-600	150-400
0.5	400-750	300-500	120-300
1.0	250-600	220-450	80-250
2.0	200-400	150-350	50-150

A mayor pendiente se tiene como ventaja un avance más rápido del agua en el surco, tiempos de infiltración mas parecidos en toda la parcela y mayor uniformidad del agua infiltrada. Como desventajas de tener terrenos con pendiente mayores es el aumento de la erosión y riesgo de pérdidas por escorrentía.

f) Velocidad del agua en los surcos, la velocidad entendida como la distancia que recorre el agua por el surco por unidad de tiempo, es un factor muy importante dado que la cantidad de agua que llega a la zona de raíces depende de la velocidad con que el agua recorre el surco. Las variables más importantes que definen la velocidad de avance en el surco son: capacidad de infiltración del suelo, textura, pendiente, geometría del surco, etc. Si la velocidad es muy grande, el agua corre libremente causando erosión, sin permitir que se infiltre desde los lados de los surcos.

Si la velocidad es baja, el agua tiende a estancarse y las pérdidas por percolación profunda son muy elevadas.

g) Caudal de agua en los surcos, el caudal definido como un volumen de agua por unidad de tiempo, generalmente expresado en (l/s), no debe ser excesivo (erosivo), que no desborde y que alcance el final del surco un tiempo adecuado (1/4 del tiempo necesario para que se infiltre en el suelo la lámina neta de riego).

Al igual que en los canales el caudal que puede conducir un surco depende de su sección y de sus condiciones hidráulicas; además, el caudal a aplicar estará limitado además por la pendiente y la erodabilidad del suelo.

Una expresión ampliamente aceptada y que entrega un buen índice para estimar el "caudal máximo no erosivo" ($Q_{\text{máx}}$) en función de la pendiente (S) es la siguiente:

$$Q_{\text{máx}} = \frac{0.63}{S} \quad (3)$$

Donde:

$Q_{\text{máx}}$ = caudal máximo (l/s)

S = Pendiente del terreno (%)

Por ejemplo, para una pendiente de 1.5%, el caudal máximo erosivo a utilizar es 0.42 l/s.

También se puede hacer uso de tablas que relacionan el gasto máximo no erosivo con las pendientes críticas en los surcos.

Tabla 6. Caudal máximo ($Q_{\text{máx}}$) recomendadas según la pendiente del surco (S)

Pendiente del surco (S) en %	Caudal máximo ($Q_{\text{máx}}$) en l/s	Observaciones
0.1	6.0	Caudal indicado es, aproximadamente, el doble de la capacidad normal de los surcos para pendientes de 0,1%. La erosión no es significativa cuando los surcos trabajan en estas condiciones.
0.3	2.0	Esta pendiente está cerca del límite máximo donde los surcos trabajan a su capacidad total sin causar serios problemas de erosión.
0.5	1.2	A esta pendiente habrá erosión a menos que el caudal sea menor que la capacidad del surco.
2.0	0.3	Este caudal reducido es para prevenir la erosión a esta pendiente alta, considerada como máxima para el método de riego por surcos.

Basada en la ecuación $Q_{\text{máx}} = 0.63/S$

h) Tiempo de aplicación de agua, este tiempo esta definido por el tiempo necesario para que se infiltre el agua en el suelo, por el tiempo necesario para alcanzar el final del surco y por el tiempo de receso o retirada del agua del surco. Es decir, el tiempo de aplicación queda definido por la siguiente expresión:

$$T_a = T_o + T_{\text{avanc}} - P_{\text{ret}} \quad (4)$$

Donde:

T_a = tiempo de aplicación del caudal (min)

T_o = tiempo requerido para que se infiltre en el suelo la lámina neta de riego (min)

T_{avanc} = tiempo para que el agua alcance el final del surco (min)

T_{ret} = tiempo de retirada del agua del surco.

Se debe considerar las etapas del riego y en consecuencia la representación gráfica de los tiempos considerados en el tiempo de aplicación del agua en el surco:

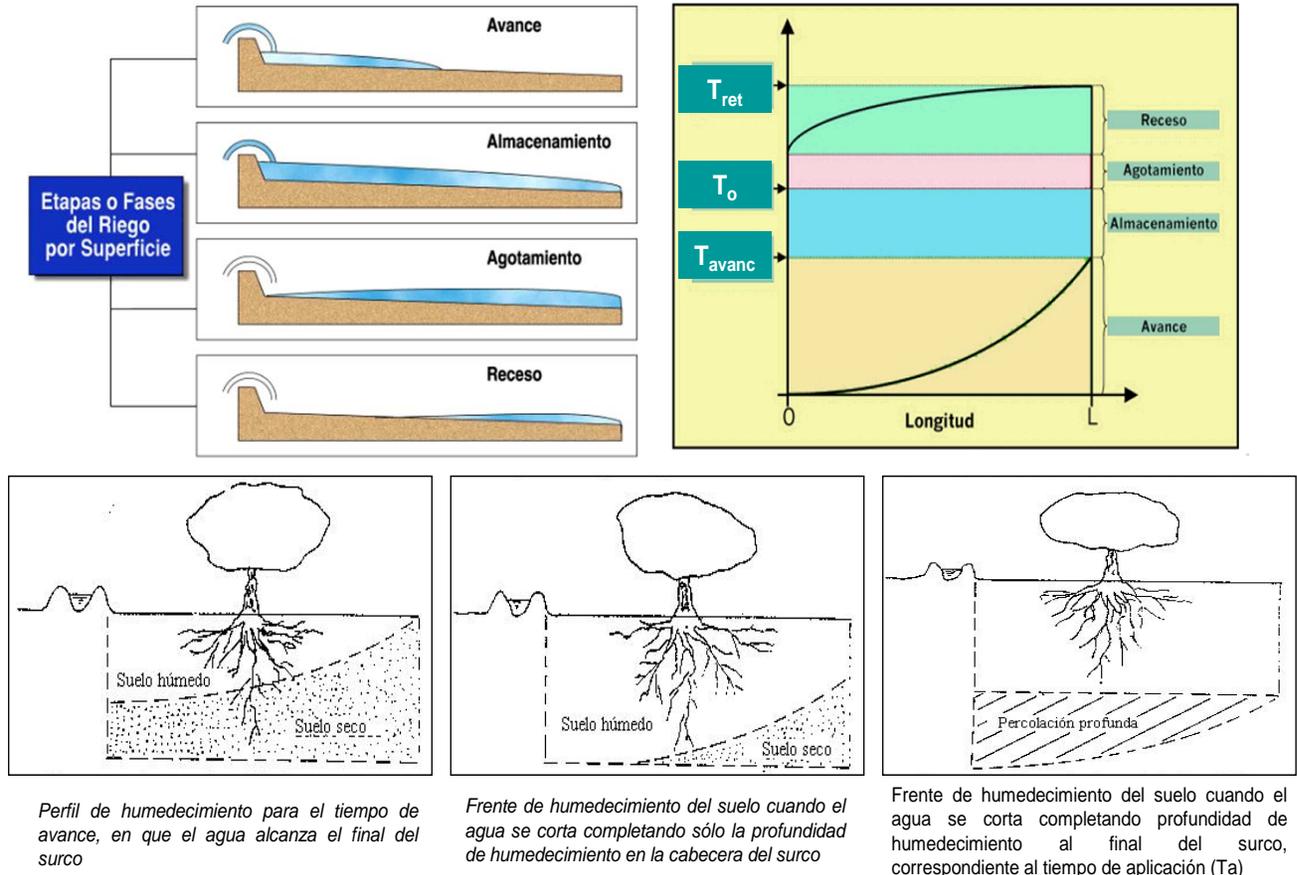


Figura 8. Etapas y tiempos durante el proceso de riego por surcos

2.2.3. Eficiencia de aplicación

La eficiencia del riego por surcos, dependen del caudal de entrada en la cabecera del surco y el tiempo de riego.

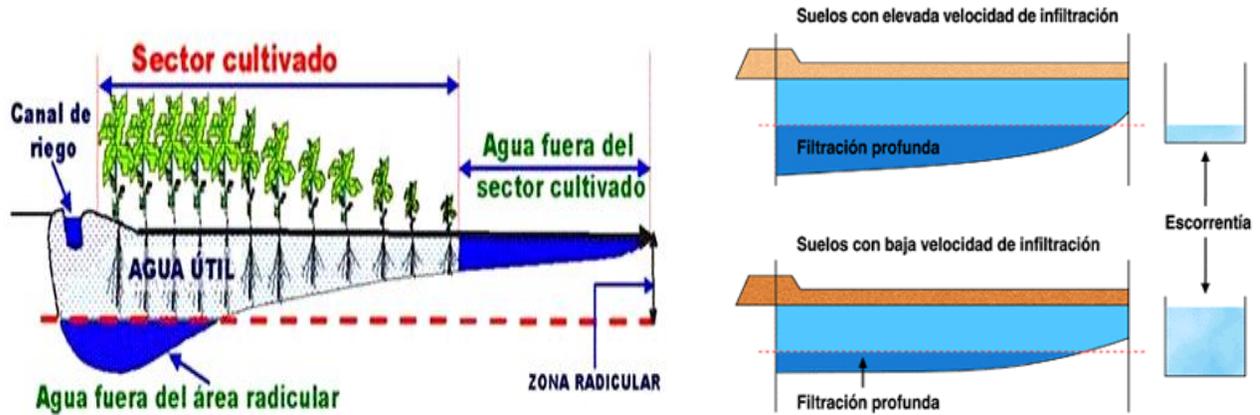


Figura 9. Esquemas de pérdidas de agua en riego por surcos

La eficiencia puede ser definida como la relación entre el volumen de agua realmente utilizado, necesario para la planta y el volumen de agua que se entrega, este último a su vez contempla a las pérdidas por la infiltración excesiva (superior a la lámina de riego para el cultivo) y por el escurrimiento al final del surco. La expresión para determinar la eficiencia es la siguiente:

$$E_f = \frac{V_u}{V_e} \quad (5)$$

Donde:

E_f = Eficiencia

V_u = Volumen útil

V_e = Volumen entregado

La eficiencia de aplicación que se logra con este método puede calificarse de buena, al compararla con el resto de métodos superficiales, sobre todo si las condiciones de diseño y manejo del sistema son las adecuadas. En el riego por surcos tradicional bien manejado, la eficiencia de aplicación puede alcanzar valores de 60-70%; en el riego por surcos modernizado, puede llegar a superar el 80%.

2.3. Generalidades del sistema de riego intermitente por surcos

2.3.1. Definición y caracterización del sistema de riego intermitente

El riego intermitente es una técnica de riego superficial parcelario, potencialmente capaz de modificar drásticamente las prácticas actuales de riego por gravedad, incrementando la eficiencia, tanto en lo que se refiere a disminuir las pérdidas por percolación profunda y escorrentía al final de la parcela, lo que representa un aumento en la uniformidad de aplicación del agua de riego.

El riego intermitente aplicado en surcos, consiste esencialmente en sustituir la aplicación continua de agua por ciclos de riego y no riego alternados. Durante la etapa en que se suspende el riego se producen modificaciones en las características de infiltración del suelo, de tal manera que en las siguientes etapas de riego se aumenta la velocidad de conducción, aumentando la uniformidad, mejorando los tiempos de oportunidad y por tanto disminuyendo pérdidas al final de la parcela.

Esta técnica utiliza un efecto natural que tienen todos los suelos en mayor o menor medida. Este efecto es la disminución de la capacidad de Infiltración que tiene un suelo, cuando una vez mojado, se retira el agua y se deja "descansar" por un corto tiempo. En este efecto intervienen causas de distinto origen. En resumen se logra que el agua escurra más rápido por una superficie mojada previamente, logrando que los caudales que llegan al final de cada ciclo de avance sean sensiblemente mayores que si fuera flujo continuo.

Para ejemplificarlo supongamos un lote que este regado dese la cabecera con un sistema con tuberías de compuertas y una válvula.

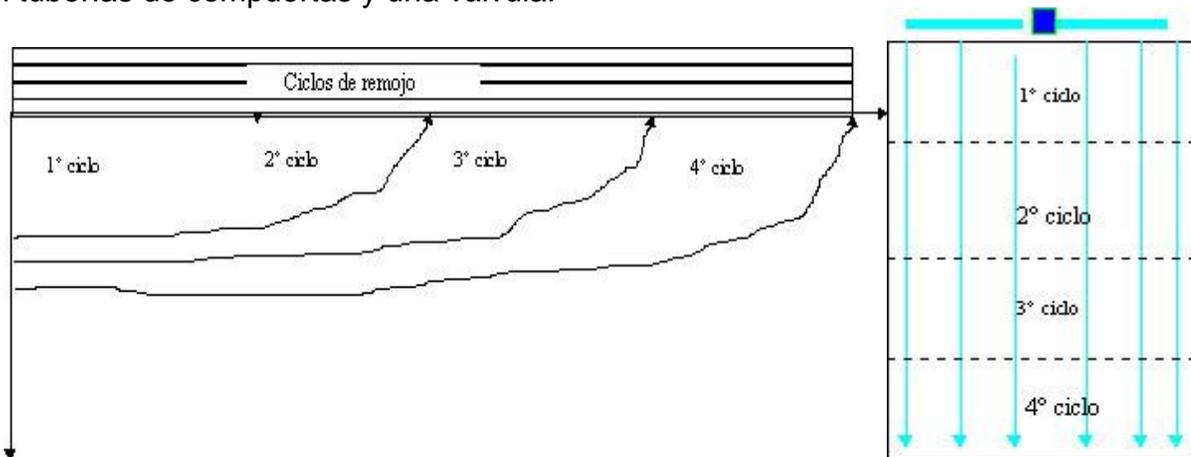


Figura 10. Ciclos de riego intermitente

Ahora tenemos el lote dividido en derecha e izquierda, con la válvula en el centro. El controlador administrara el tiempo, desviando el agua hacia un lado o hacia el otro. Esto lo realizará en tiempos conocido como tiempo de Avance, definiendo así los ciclos de avance.

Supongamos que estemos trabajando con cuatro ciclos. La sucesión de tiempos es la siguiente: avance de un lado hasta la primera línea punteada, luego del otro lado hasta esa misma línea.

Luego en el 2° ciclo, vuelve sobre el primer lado, escurre rápidamente sobre los surcos ya mojados y avanza hasta la 2° línea punteada. De esta forma, en sucesivos ciclos de avance se alcanza el final del lote.

Como la infiltración en las zonas húmedas, el agua escurre rápidamente, comienza a mojarse donde está seco. Todo ocurre casi como si fueran surcos cortos colocados uno a continuación de otros. Luego de finalizada la etapa de avance, comienza la parte del remojo, donde el objetivo es darle al suelo la profundidad de infiltración que nosotros necesitamos según el tipo de cultivo y capacidad de campo. Siguiendo esta secuencia de ciclos se logra aplicar la lámina de agua deseada.

2.3.2. Riego intermitente con tubería de compuerta

Este método de riego es muy eficiente, incluso compite con los pivotes centrales en EEUU, es una alternativa de bajo costo para los productores que tengan en su campo una topografía plana con ligeras pendientes y posibilidad de obtener agua en cantidad y calidad. Es una de las técnicas de mayor eficiencia en el uso del agua, lo que hace que este sistema sea designado como una de las mejores practicas de manejo por el departamento de agricultura, con esta tecnología se puede lograr eficiencias de aplicación del 80 al 85 % y reducir o eliminar grandes perdidas de agua en la parcela o al final de esta.



Figura 11. Riego intermitente con tubería de compuerta

2.3.3. Aplicaciones de riego intermitente en sistema de riego por surcos

Esta técnica surge en EEUU en los años ochentas. La técnica de riego intermitente fue propuesta formalmente por Stringham y Keller apenas en 1979 y desde entonces, por su importancia se han realizado estudios para modelar el avance del frente de agua (Coolidge et al. (1982)), Bishop et al. (1981) y para describir el proceso de infiltración (Samani et al. (1985)), como para su aplicación práctica y diseño (Karmeli, 1975).

Se ha encontrado que, en muy variadas condiciones, el método de riego intermitente, reduce pérdidas y aumenta la eficiencia de aplicación. Por ejemplo, se han establecido mejoras significativas para longitudes de surcos muy cortas (100 m) o muy largas (1000 m) o más (ver Stringham & Keller (1979), Coolidge et al. (1982)).

Una línea de investigación relevante a adoptar, es el diseño de dispositivos de riego intermitente automáticos para sistemas por gravedad. Actualmente existen en el mercado válvulas eléctricas que operan con energía solar; sin embargo, por su costo están fuera del alcance de muchos agricultores. Una alternativa que se ha demostrado viable, es el uso de dispositivos fluídicos, es decir dispositivos sencillos que controlen el agua sin medios eléctricos o electrónicos (Martínez Austria & Aldama (1991)).

2.4. Riego intermitente parcelario con Tanque de Descarga de Fondo “TDF”.

2.4.1. Antecedente y principio del “TDF”

El método de riego por gravedad intermitente es potencialmente capaz de incrementar la eficiencia de riego en una parcela porque permite disminuir las pérdidas por filtración profunda (mayor uniformidad en la aplicación de la lámina de riego) y limita las pérdidas por escorrentía al final del surco.

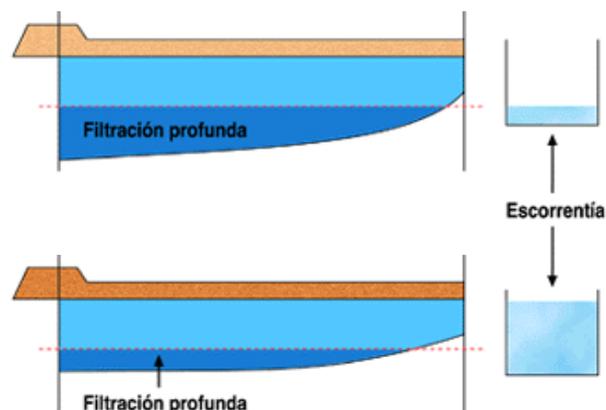


Figura 12. Esquemas de pérdidas por filtración profunda y escorrentía

Durante la fase en que el riego es suspendido las condiciones de infiltración del suelo cambian, contribuyendo así, en cada una de las siguientes etapas de riego, al aumento de la velocidad de conducción, al aumento de la uniformidad, a la mejora de los tiempos de oportunidad y a la disminución de la escorrentía al final de la parcela. Este método de riego intermitente es posible aplicarlo mediante un dispositivo autopercante denominado Tanque de Descarga de Fondo "TDF".

Durante el evento del riego se presentan dos fases (llenado y vaciado de un tanque o cisterna de almacenamiento). Ambas fases se producen por el cebado y descebado de un sifón autocebante de movimiento vertical. En la fase de llenado el nivel del agua y sifón asciende hasta un nivel de llenado del tanque previamente definido, una vez alcanzado este nivel se produce el cebado del sifón y con ello, la descarga del agua hacia la tubería regante de PVC provista de compuertas en cada surco.



Ilustración 2. Ejemplo de aplicación del "TDF" a nivel huerto familiar
(Gómez, L. 2005).

2.4.2. Aplicación del dispositivo “TDF” para riego parcelario.

La aplicación del sistema de riego a nivel parcelario surge de la necesidad de regar superficies mayores asegurando una adecuada eficiencia de riego, para ello se escalo el almacenamiento pasando de un tanque de 200 litros a una cisterna de 10m³ o 20m³. Se utiliza tubería de compuerta de 6 pulgadas para la aplicación del agua en cada surco.

Durante el evento de riego se desarrollan dos fases, una de llenado de la cisterna de riego “TDF” parcelario, donde se presenta el principio de amplificación del gasto y otra de vaciado de la cisterna de riego en donde se aplica el riego por medio de la tubería de compuerta y se presenta el principio de la automatización fluídica.

El riego con TDF en parcelas ha representado un modelo productivo de bajo costo con un amplio potencial de aplicación que abre la posibilidad de cultivar y procesar alimentos que forman parte de la dieta de millones de personas (medio rural y urbano) de México.

- ✓ Aplicaciones y resultados del sistema de riego con TDF para parcelas en el campo mexicano:

Tabla 7. Aplicaciones y resultados del TDF para riego parcelario

TDF para riego parcelario	No. TDF
En 9 Municipios de Zacatecas	18
Universidad Autónoma de Zacatecas	3
Cuenca del Lago de Pátzcuaro	70
TOTAL	91

Este sistema de riego con TDF busca reducir los tiempos y complejidades en la aplicación del agua de riego, facilitar la cuantificación del agua aplicada en cada riego y fomentar el uso eficiente del agua.

3. - DEFINICIÓN DE LA PROGRAMACIÓN AGRÍCOLA Y DEL PADRÓN DE USUARIOS (SELECCIÓN DE BENEFICIARIOS).

3.1. Programación agrícola.

En la región de riego del modulo Lázaro Cárdenas perteneciente al municipio de Tzintzuntzan los principales cultivos son: Alfalfa verde, avena forrajera verde, Ebo (Janammargo o Veza), Frijol, maíz grano, pastos y praderas verdes. La agricultura se concentra en cultivos de granos y forrajes. Según el servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera (Anuario estadístico de la producción agrícola, la programación y producción agrícola de la zona es la siguiente:

a. El riego con cultivos cíclicos y perennes representó para el año 2005 una superficie sembrada de 410 hectáreas con una valor total de la producción de 6,082,000.

SERVICIO DE INFORMACIÓN Y ESTADÍSTICA AGROALIMENTARIA Y PESQUERA
ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

CICLO
 OTONO - INVIERNO
 PRIMAVERA - VERANO
 PERENNES
 AÑO AGRÍCOLA (OI + PV)
 CÍCLICOS Y PERENNES

CLASIFICACIÓN
 POR DELEGACIÓN POR CULTIVO

AÑO: 2005
 DELEGACIÓN: MICHOACAN
 DISTRITO: PATZCUARO
 MUNICIPIO: TZINTZUNTZAN

MODALIDAD
 RIEGO
 TEMPORAL
 RIEGO + TEMPORAL

Imprimir el título en todas las páginas

Cultivo	Tipo	Sup. Sembrada (HA)	Sup. Cosechada (HA)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/HA)	Precio Medio Rural (\$/Ton)	Valor Producc (Miles de \$)
ALFALFA VERDE		50.00	50.00	3,500.00	70.000	900.00	3,150.00
AVENA FORRAJERA EN VERDE		80.00	80.00	960.00	12.000	762.50	732.00
EBO (JANAMARGO O VEZA)		80.00	80.00	960.00	12.000	800.00	768.00
FRIJOL	FLOR DE MAYO	15.00	15.00	12.00	0.800	6,000.00	72.00
MAIZ GRANO	BLANCO	175.00	175.00	437.50	2.500	2,000.00	875.00
PASTOS Y PRADERAS EN VERDE		10.00	10.00	450.00	45.000	900.00	405.00

Figura 13. Riego con cultivos cíclicos y perennes

b. El riego con cultivos de otoño - invierno representó para el año 2005 una superficie sembrada de 130 hectáreas con una valor total de la producción de 1,248,000.

SERVICIO DE INFORMACIÓN Y ESTADÍSTICA AGROALIMENTARIA Y PESQUERA
ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

CICLO
 OTONO - INVIERNO
 PRIMAVERA - VERANO
 PERENNES
 AÑO AGRÍCOLA (OI + PV)
 CÍCLICOS Y PERENNES

CLASIFICACIÓN
 POR DELEGACIÓN POR CULTIVO

AÑO: 2005
 DELEGACIÓN: MICHOACAN
 DISTRITO: PATZCUARO
 MUNICIPIO: TZINTZUNTZAN

MODALIDAD
 RIEGO
 TEMPORAL
 RIEGO + TEMPORAL

Imprimir el título en todas las páginas

Cultivo	Tipo	Sup. Sembrada (HA)	Sup. Cosechada (HA)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/HA)	Precio Medio Rural (\$/Ton)	Valor Producc (Miles de \$)
AVENA FORRAJERA EN VERDE		50.00	50.00	600.00	12.000	800.00	480.00
EBO (JANAMARGO O VEZA)		80.00	80.00	960.00	12.000	800.00	768.00

Figura 14. Riego con cultivos de Otoño - Invierno

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS, TZINTZUNTZAN

c. El riego con cultivos de primavera - verano representó para el año 2005 una superficie sembrada de 220 hectáreas con una valor total de la producción de 1,199,000.

SERVICIO DE INFORMACIÓN Y ESTADÍSTICA AGROALIMENTARIA Y PESQUERA

ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

CICLO
 OTOÑO - INVIERNO
 PRIMAVERA - VERANO
 PERENNES
 AÑO AGRÍCOLA (OI + PV)
 CÍCLICOS Y PERENNES

CLASIFICACIÓN
 POR DELEGACIÓN POR CULTIVO

AÑO: 2005
 DELEGACIÓN: MICHOACÁN
 DISTRITO: PATZCUARO
 MUNICIPIO: TZINTZUNTZAN

MODALIDAD
 RIEGO
 TEMPORAL
 RIEGO + TEMPORAL

Imprimir el título en todas las páginas

Cultivo	Tipo	Sup. Sembrada (HA)	Sup. Cosechada (HA)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/HA)	Precio Medio Rural (\$/Ton)	Valor Producc (Miles de \$)
▶ AVENA FORRAJERA EN VERDE		30.00	30.00	360.00	12.000	700.00	252.00
FRIJOL	FLOR DE MAYO	15.00	15.00	12.00	0.800	6,000.00	72.00
MAIZ GRANO	BLANCO	175.00	175.00	437.50	2.500	2,000.00	875.00

Figura 15. Riego con cultivos de primavera - Verano

d. El riego con cultivos del año agrícola otoño - invierno y primavera - verano representó para el año 2005 una superficie sembrada de 350 hectáreas con una valor total de la producción de 2,447,000.

SERVICIO DE INFORMACIÓN Y ESTADÍSTICA AGROALIMENTARIA Y PESQUERA

ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

CICLO
 OTOÑO - INVIERNO
 PRIMAVERA - VERANO
 PERENNES
 AÑO AGRÍCOLA (OI + PV)
 CÍCLICOS Y PERENNES

CLASIFICACIÓN
 POR DELEGACIÓN POR CULTIVO

AÑO: 2005
 DELEGACIÓN: MICHOACÁN
 DISTRITO: PATZCUARO
 MUNICIPIO: TZINTZUNTZAN

MODALIDAD
 RIEGO
 TEMPORAL
 RIEGO + TEMPORAL

Imprimir el título en todas las páginas

Cultivo	Tipo	Sup. Sembrada (HA)	Sup. Cosechada (HA)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/HA)	Precio Medio Rural (\$/Ton)	Valor Producc (Miles de \$)
▶ AVENA FORRAJERA EN VERDE		80.00	80.00	960.00	12.000	762.50	732.00
EBO (JANAMARGO O VEZA)		80.00	80.00	960.00	12.000	800.00	768.00
FRIJOL	FLOR DE MAYO	15.00	15.00	12.00	0.800	6,000.00	72.00
MAIZ GRANO	BLANCO	175.00	175.00	437.50	2.500	2,000.00	875.00

Figura 16. Riego con cultivos del año agrícola (OI + PV)

3.2. Padrón de usuarios (Selección de beneficiarios)

El proyecto esta dirigido a productores del modulo de riego “Lázaro Cárdenas Chapultepec” para la parte agrícola de Tzintzuntzan, esta región cuenta con una superficie aproximada a las 400 hectáreas, sin embargo, la implementación de los sistemas de riego considera a productores de la comunidades de Las Cuevas, El Rodeo y El Jagüey. El área potencial agrícola para cada comunidad es: El Jagüey – 90 hectáreas, El Rodeo – 110 hectáreas y Las Cuevas – 60 hectáreas. El tamaño promedio de las parcelas es de 1.5 hectáreas, hay parcelas pequeñas de ½ hectárea y las más grandes de 4 hectáreas.

De los recorridos y resultado de las actividades demostrativas se levanto un listado correspondiente al padrón de usuarios potenciales a ser beneficiarios del sistema de riego parcelario:

Tabla 8. Relación de usuarios potenciales a ser beneficiados de los sistemas de riego en las comunidades del municipio de Tzintzuntzan, Michoacán.

Nombre	Ejido	Superficie	Credencial de elector	Documento de la parcela
Albino Barriga Barriga	Las Trojes	1-25-00		
Ramón Barriga Barriga	Las Trojes	1-00-00		
Gildardo Barriga Almanza	Las Trojes	2-94-97.27	215539719459	CP N° 14208
Daniel Barriga Barriga	Las Trojes	1-00-00	2155116285517	
Guillermo Orozco Servin	Las Trojes	3-00-00		
Rogelio Barriga Barriga	Las Cuevas	2-00-00	2155011549087	Escritura Publica
Manuel Barriga Barriga	Tzurumutaro	1-00-00	215574050710	
Matías Barriga Barriga	Las Trojes	2-00-00	215574114376	
José Tovar Barriga	Las Trojes	1-25-00	215539720016	EP N° 2913
Esther Barriga Barriga	Las Cuevas	2-00-00	215539719476	
Alberto Barriga Barriga	Las Trojes	1-00-61.4	2153039718293	CP N° 14215
Porfirio Barriga Barriga	La Cadena	0-82-93	215389853902	CP N° 286823
Enedino Barriga Barriga	Tzurumutaro	0-44-91.2	2155039719475	CP N° 202752 y 202758
Francisco Barriga Barriga	Tzurumutaro	0-83-0683	215539719482	CP N° 320135,320136,320137 y 320138
Mario Martínez Orozco	Tzurumutaro	0-93-92.15	2155039719860	CP N° 166708,166709,166710 y 304824
Mateo Martínez O	La Cadena	1-26-96	2155039719861	CP N° 25471
Hector Coria Barriga	Ejido Nuevo Rodeo	1-00-00		
Cecilio Barriga Barriga	Las Trojes	2-00-00		
Salud Barriga Barriga	Las Trojes	2-00-00		
Bernabé Barriga B.	La Cadena	2-00-00		
		29-77-37.85		

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS, TZINTZUNTZAN

Continuación

Nombre	Ejido	Superficie	Credencial de elector	Documento de la parcela
José Luis López Pedraza	El Jagüey	1-50-00	215574150132	Constancia expedida por el Encargado del Orden con fecha del 09/02/2010 donde menciona que todos son propietarios de estas parcelas, no cuentan con Certificado Agrario ya que esta en posición y proceso de arreglo ante la Secretaria de la Reforma Agraria
Agustín Acosta Lara	El Jagüey	2-00-00	215573981659	
José Manuel Juárez	El Jagüey	1-50-00		
Gilberto Juárez	El Jagüey	1-50-00		
Armando Corona Hernández	El Jagüey	4-00-00	2155039719635	
Eleazar Barriga López	El Jagüey	1-00-00	2155074154406	
Ismael Alvarado Acosta	El Jagüey	1-00-00	2155039719436	
Salvador González Chávez	El Jagüey	0-50-00	2155039719762	
Roberto Estrada González	El Jagüey	0-50-00		
Miguel Ángel Corona Jiménez	El Jagüey	1-00-00	2155113672909	
Eusebio López Vásquez	El Jagüey	2-00-00	2155104206657	
Gilberto Barriga López	El Jagüey	1-00-00		
Joaquín Martínez Chávez	El Jagüey	1-00-00	2155101553611	
Gabriel Acosta Vásquez	El Jagüey	1-50-00	2155114842316	
Juan López Vásquez	El Jagüey	8-00-00	215573863140	
José Agustín Alvarado Acosta	El Jagüey	0-50-00		
Salvador González Ortiz	El Jagüey	1-50-00	2155091872363	
Leopoldo García	El Jagüey	2-00-00		
Salvador González Cansino	El Jagüey	2-00-00	2155116774065	
Alejandro González Melchor	El Jagüey	2-00-00	2155091034987	
Jesús González Melchor	El Jagüey	3-00-00		
Salvador Juárez Farías	El Jagüey	1-00-00		
Rafael Corona	El Jagüey	0-50-00		
		40-50-00		

4. - GESTIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADOS EN LAS COMUNIDADES, EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS.

4.1. Información de la región y del sistema de riego a implementar

4.1.1. Características generales de la zona de riego

La zona de estudio pertenece al distrito de riego 021 Tsurumutaro en el modulo de riego VI con una superficie de influencia mayor a 1,000 hectáreas, del municipio de Tzintzuntzan corresponden unas 480 hectáreas el resto son del municipio de Pátzcuaro. Las comunidades del proyecto suman una superficie de 260 hectáreas.

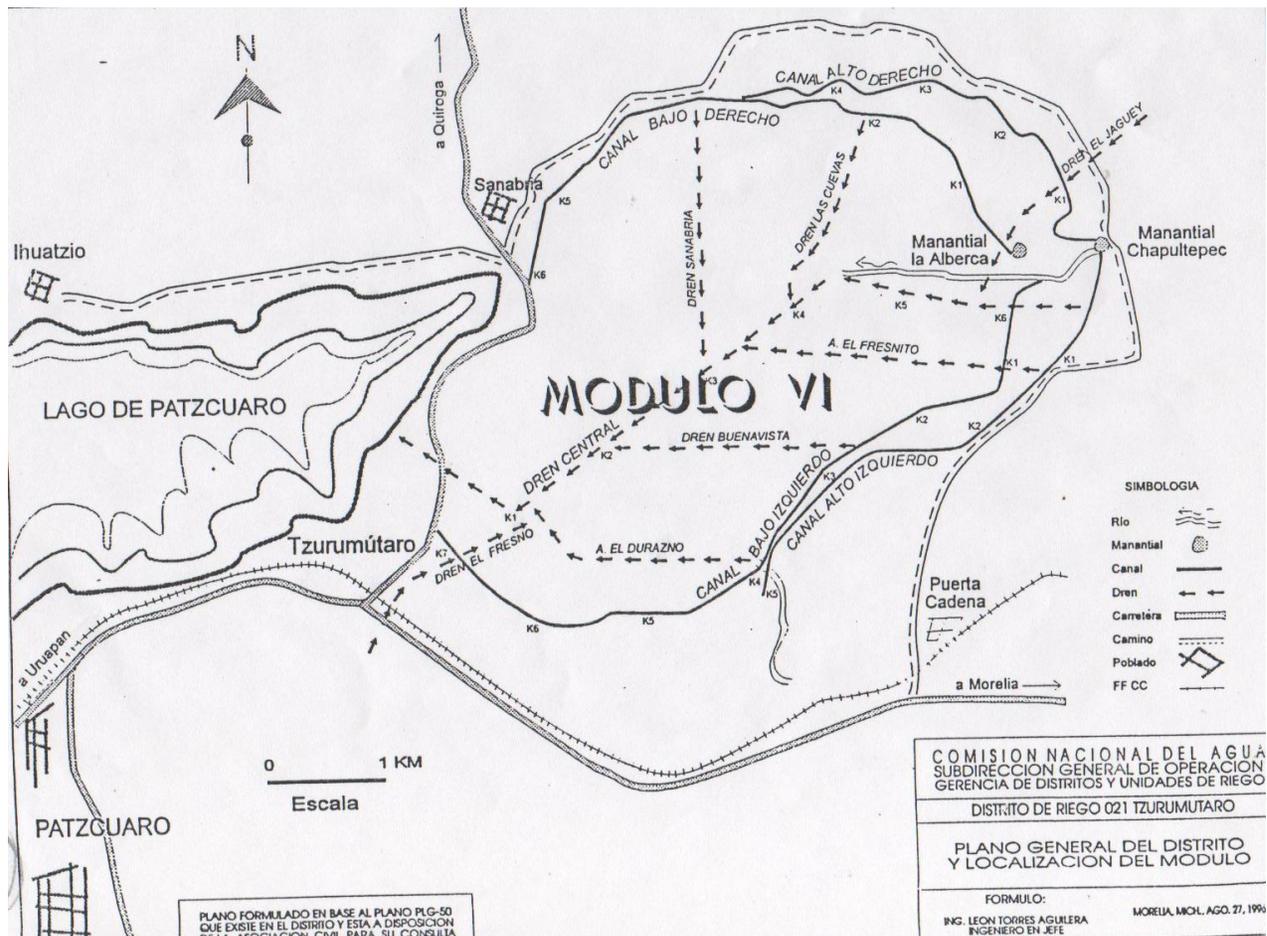


Figura 17. Localización de la zona (DR 021 y modulo VI)

El modulo de riego tiene una red de distribución del agua mediante canales de tierra y bados, la siguiente figura muestra alguna tomas a nivel parcelario.

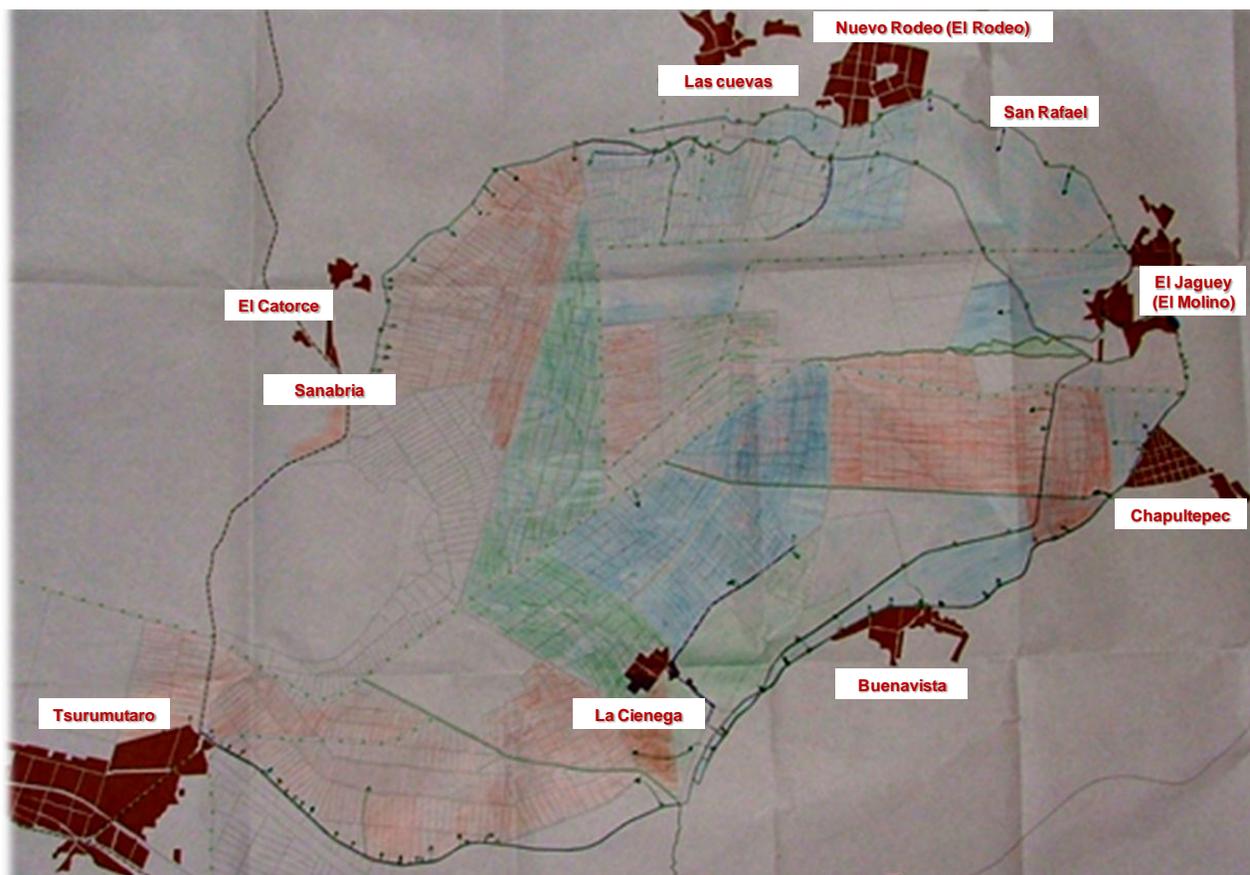


Figura 18. Tomas de agua en el Modulo LázarO Cárdenas (Canales margen derecha y margen izquierda)

Los productores de la región consideran como acciones prioritarias para mejorar las condiciones del modulo de riego, la limpieza y desazolve de los canales (revestimiento en la parte inicial y limpieza en la red principal y bados).

Actualmente la zona perteneciente al modulo de riego LázarO Cárdenas Chapultepec, se riega por inundación, con grandes pérdidas de agua por filtración profunda y escorrentía; además, los tiempos de riego son significativamente largos provocando la inundación de parcelas y caminos aledaños.

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN



Ilustración 3. Condiciones actuales de riego

En resumen las condiciones actuales de la zona de estudio se enuncian a continuación:

Tabla 9. Caracterización de la zona de estudio – área parcelada

Adscripción:	Área parcelada del modulo de riego “Lázaro Cárdenas Chapultepec”
Área potencial de riego	El Jagüey – 90 has, El Rodeo – 110 has y Las Cuevas – 60 has
Fuente de agua para riego	Margen derecha <ul style="list-style-type: none"> • Canal alto (Ojo de agua Chapultepec) • Canal bajo (Manantial La Alberca). También se utiliza en algunas secciones agua del canal principal o piloto
Condiciones actuales de riego	Forma de riego, en 3 etapas: <ol style="list-style-type: none"> 1.- Remanso y elevación del nivel del agua en los canales y vados 2.- Introducción de flujo hacia las parcelas mediante tubería y acequias 3.- Avance del agua en la parcela
Riego	por inundación – riego rodado
Problemática general de la zona	Canales y vados sucios, necesidades de nivelación parcelaria y precios altos de insumos y agroquímicos. Baja eficiencia de aplicación del riego, perdidas por Infiltración, escorrentía y evaporación. <ul style="list-style-type: none"> • Parcelas y caminos inundados - Desperdicio de agua • Largos tiempos de riego

4.1.3. Tenencia de la tierra

En el caso de los productores incluidos en el proyecto se trata de un grupo de ejidatarios de las comunidades El Jagüey, El Rodeo y Las Cuevas.

COMISION NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCION GENERAL DE OPERACION
GERENCIA DE DISTRITOS Y UNIDADES DE RIEGO

DISTRITO DE RIEGO 021 TZURUMUTARO, MICH.
MODULO No. VI

RESUMEN DEL PADRON DE USUARIOS

TIPO	SUPERFICIE (HA)	No. DE USUARIOS	No. DE DERECHOS
EJIDAL	560	329	329
PEQ. PROP.	459	81	81
TOTAL	1019	410	410

Figura 20. Tenencia de la tierra en el Distrito de Riego Tsurumutaro, Modulo VI.

4.1.4. Topografía de la zona de riego

Es una zona plana con pendientes no mayores al 5%.

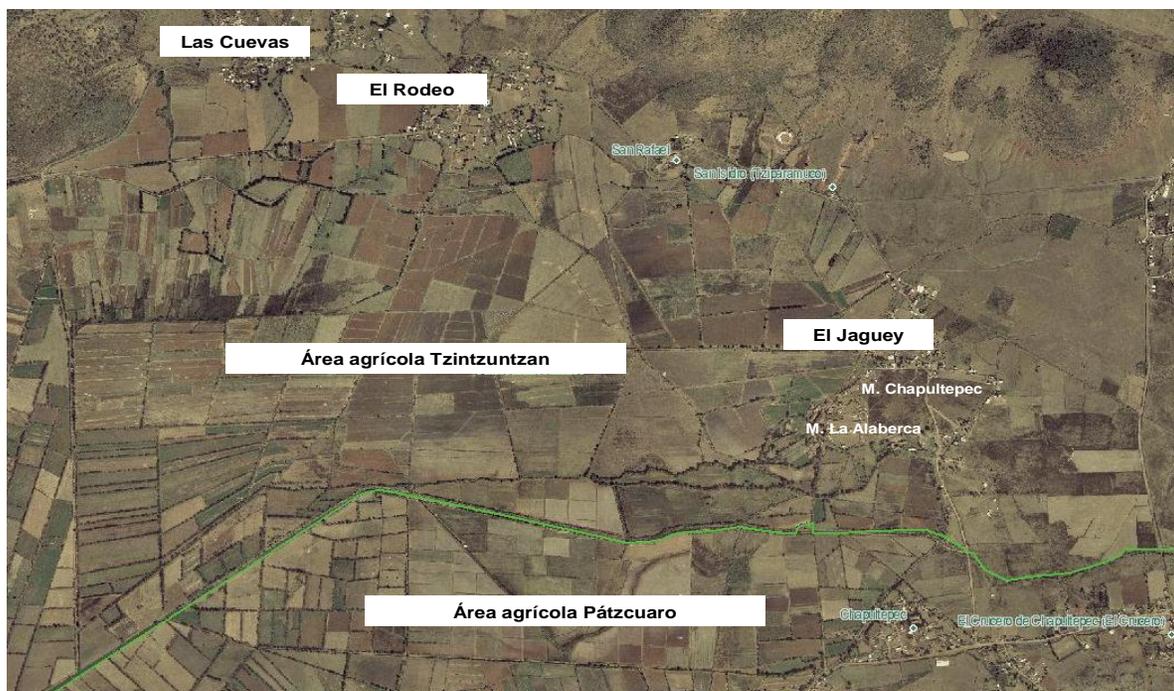


Figura 21. Topografía de la zona parcelada en el Distrito de Riego Tsurumutaro, Modulo VI.

4.1.5. Superficie de la zona de riego

Para las comunidades incluidas en el proyecto dentro del municipio de Tzintzuntzan se tiene una superficie de 260 hectáreas:

- El Jagüey – 90 has
- El Rodeo – 110 has y
- Las Cuevas – 60 has

4.1.6. Caracterización del suelo y profundidad del nivel freático

Las características geológicas de la zona corresponde al Periodo Plioceno-Cuaternario (66.34%), Cuaternario (13.19%) y Neógeno (0.05%), con desarrollo de material de rocas ígneas extrusivas: basalto (66.61%), basalto-brecha volcánica básica (1.27%), brecha volcánica básica (1.02%) y andesita (0.05%). Se presentan suelos Luvisoles, Phaeozem, Vertisoles, Andosoles y Durisoles.

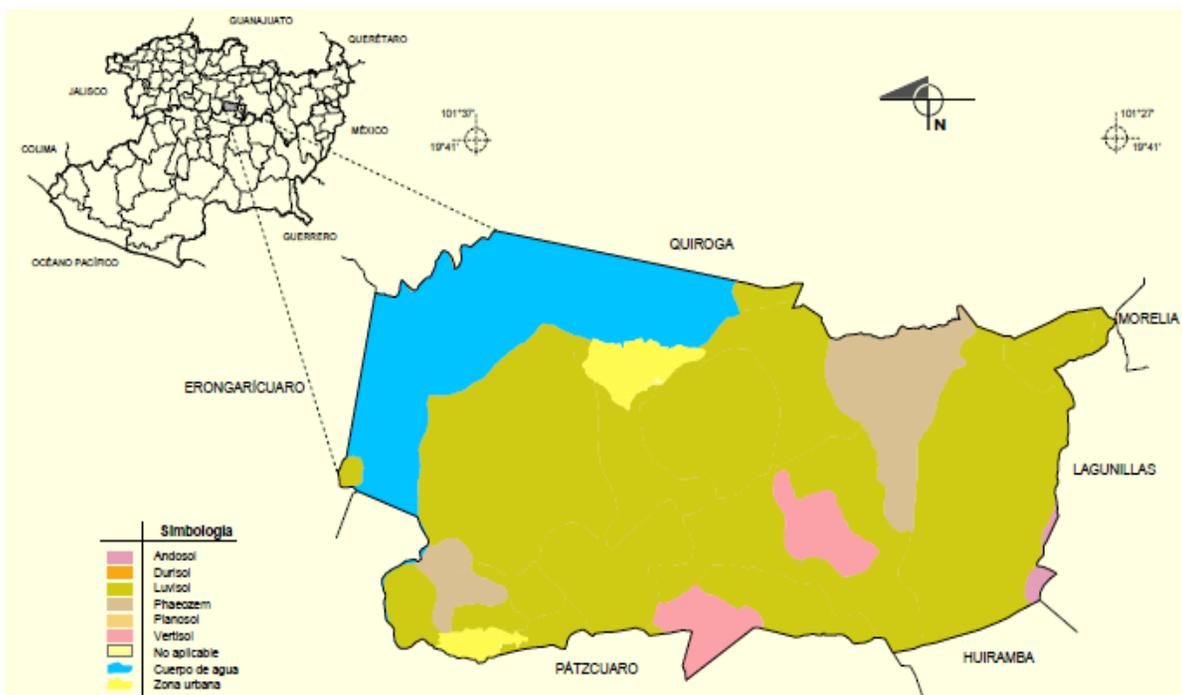


Figura 22. Suelos de Tzintzuntzan

Fuente: INEGI. Marco Geo estadístico Municipal, v.3.1

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS, TZINTZUNTZAN

4.1.7. Fuente de abastecimiento

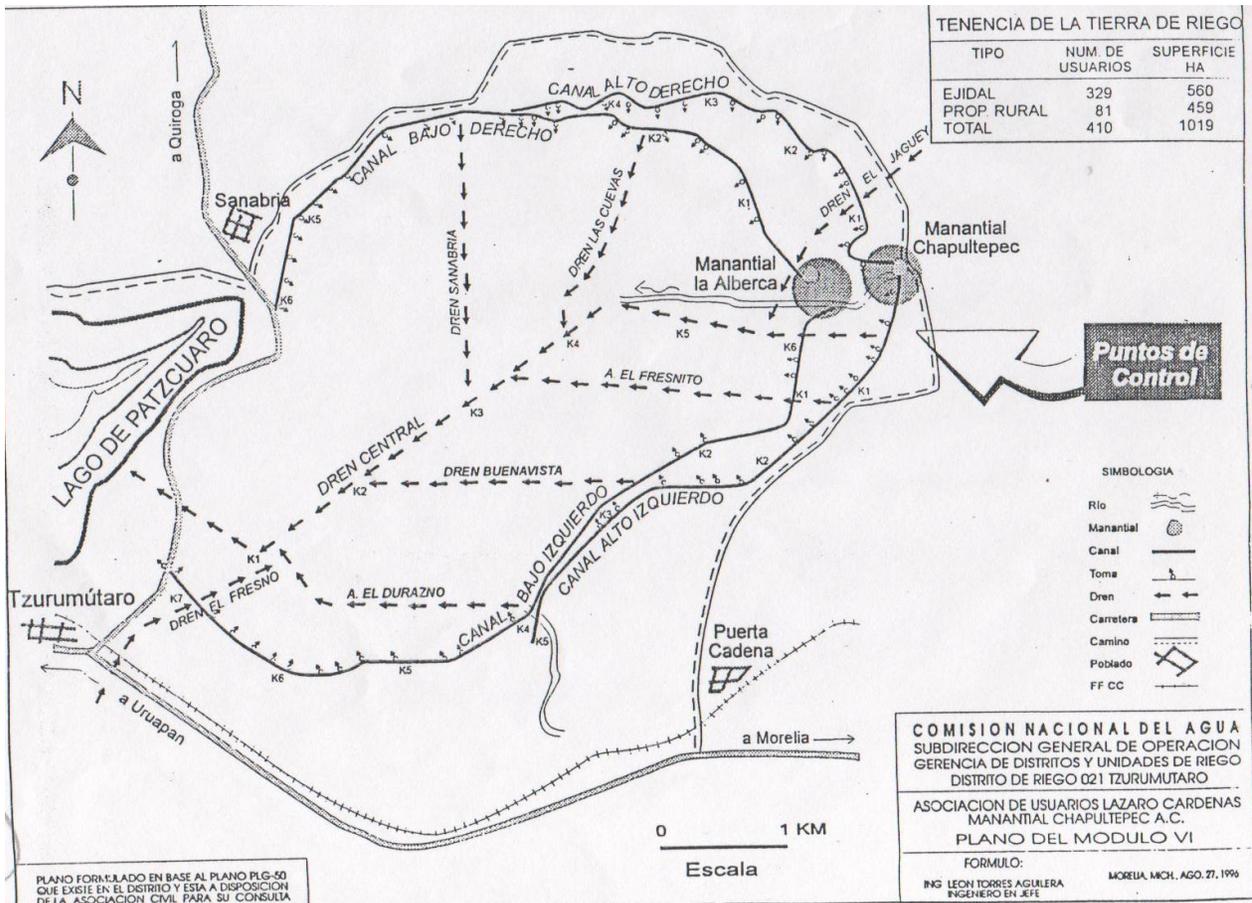


Figura 23. Ubicación de fuente de abastecimiento (manantiales)

Fuente de agua para riego:

- ✓ Margen derecha – Canal alto (Ojo de agua Chapultepec)
- ✓ Margen derecha - Canal bajo (Manantial La Alberca)
- ✓ Algunas secciones de riego con agua del canal principal o piloto.

4.1.8. Plan de cultivos viables (oferta y mercado)

En el modulo Lázaro Cárdenas perteneciente al municipio de Tzintzuntzan los principales cultivos son: Alfalfa verde, avena forrajera verde, Ebo (Janammargo o Veza), frijol, maíz grano, pastos y praderas verdes. La agricultura se concentra en cultivos de granos y forrajes.

4.1.9. Clima

El clima corresponde a Templado subhúmedo con lluvias en verano
 Rango de temperatura 14 – 18°C
 Rango de precipitación de 600 – 9,00 mm

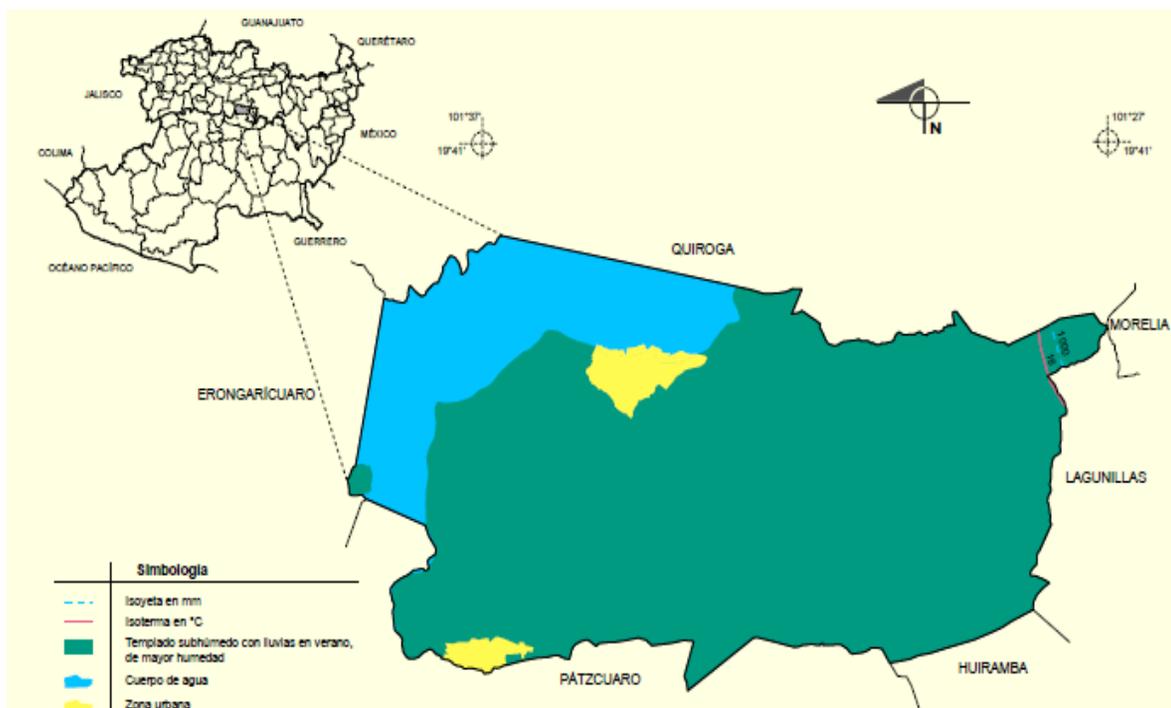


Figura 24. Clima de Tzintzuntzan

Fuente: INEGI. Marco Geo estadístico Municipal, v.3.1

4.1.10. Características socioeconómicas de los usuarios

Tabla 11. Caracterización socioeconómica de las comunidades

Indicador	Las Cuevas	El Jagüey	El Rodeo
Población de 15 años y más analfabeta	19	37	29
Población de 15 años y más sin escolaridad	21	34	34
Grado promedio de escolaridad	5.11	5.43	4.13
Población económicamente activa	57	80	41
Población no económicamente activa	105	154	98
Población derechohabiente del IMSS	23	32	2
Población derechohabiente del ISSSTE	4	7	2
Total de viviendas	11	148	110
Total de viviendas particulares habitadas	56	8	53
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	56	78	51
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	56	75	51
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	54	75	46
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	32	32	36
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje	32	31	36

4.1.11. Selección preliminar del sistema de riego

La aplicación del sistema de riego TDF a nivel parcelario surge de la necesidad de regar superficies mayores asegurando una adecuada eficiencia de riego. A continuación algunas características del riego intermitente con TDF

- El sistema de riego con TDF es sencillo
- Es una tecnología altamente confiable
- Fácilmente asimilable por el usuario
- Cualquier disponibilidad de agua puede ser usada para riego: papalotes, pequeñas fuentes de aguas tratadas, manantiales, etc.
- Uso de pequeñas fuentes (0.5-5 l/s) para riego por gravedad con sistemas eficientes.

4.1.12. Descripción del sistema de riego

Durante el evento de riego se desarrollan dos fases, una de llenado "TDF", donde se presenta el principio de amplificación del gasto y otra de vaciado del "TDF" en donde se aplica el riego por medio de la tubería de compuerta.



Figura 25. Caracterización del sistema de riego por surcos

La secuencia del proceso de riego se desarrolla en dos fases:

- 1.- Llenado del tanque TDF (amplificación del gasto)
- 2.- Vaciado del tanque TDF (aplicación de riego por medio de la tubería de compuerta)

En la primera fase (llenado del TDF), el nivel del agua y sifón asciende hasta un nivel de llenado previamente definido, una vez alcanzado este nivel se produce el cebado del sifón y con ello, la segunda fase (vaciado del TDF) en donde se presenta la descarga del agua hacia la tubería regante provista de compuertas en cada surco.

A continuación la secuencia de las fases de llenado y vaciado durante el riego parcelario:

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN



Figura 26. Secuencia de las fases de llenado y vaciado con el dispositivo “TDF” para el riego parcelario (Gómez, L. 2009).

Con este nuevo sistema de riego parcelario se busca:

- reducir los tiempos y complejidades en la aplicación del agua de riego en la parcela
- facilitar la cuantificación del agua aplicada en cada riego
- fomentar el uso eficiente del agua
- evitar inundaciones y altas infiltraciones en canales, parcelas y caminos.

4.2. Gestión y trabajo comunitario

4.2.1. Diagnóstico inicial

Durante los primeros recorridos se detectaron varias complejidades para la implementación del proyecto.

- ✓ Los productores de la región comunidades de Las Cuevas, El Rodeo y El Jagüey, consideran prioritario mejorar las condiciones de los canales (revestimiento en la parte inicial y limpieza en la red principal y bados).
- ✓ La aplicación del riego se complica por la falta de nivelación adecuada
- ✓ Dados los precios de mercado de algunos productos como el maíz se inclinan por cultivos forrajeros (para producción de ganado), además resaltan que el precio del fertilizante y agroquímicos es un factor de decisión para realizar una siembra.



Figura 27. Parcelas y condiciones iniciales en El Jagüey

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN

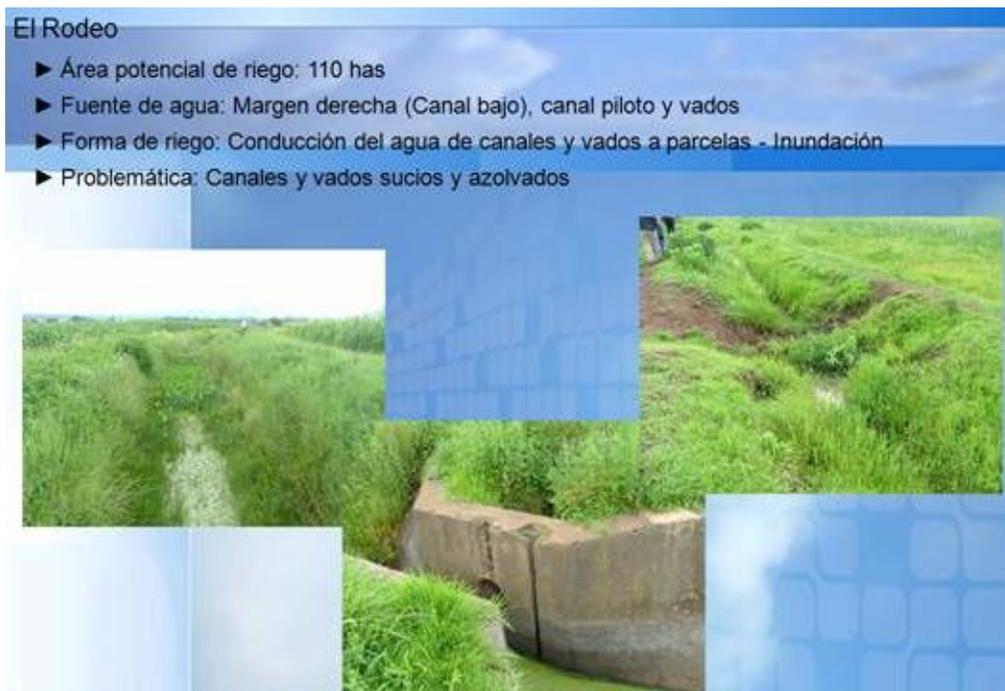


Figura 28. Parcelas y condiciones iniciales en El Rodeo

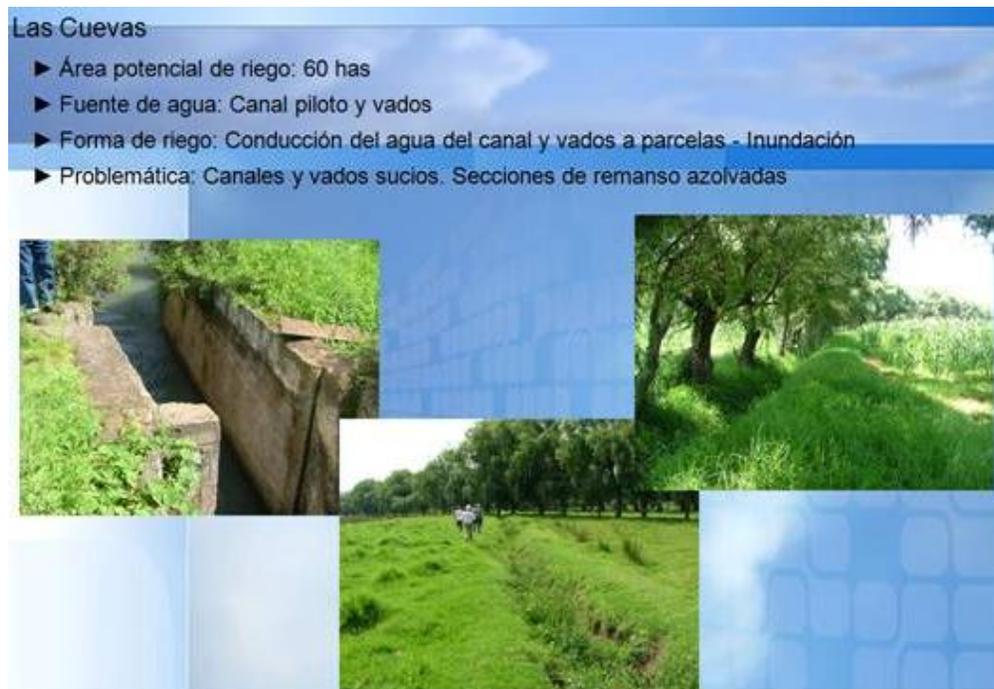


Figura 29. Parcelas y condiciones iniciales en Las Cuevas

4.2.2. Actividades realizadas

Todas las actividades se enfocaron a la gestión, implementación y seguimiento de los elementos de los sistemas de riego puestos en las parcelas de las comunidades de El Jagüey, El Rodeo y Las Cuevas, para ello se programaron y realizaron una serie de actividades con autoridades y productores de cada comunidad.

Algunas de ellas se resumen a continuación:

- Recorridos de campo y caracterización de las comunidades
- Revisión del padrón de usuarios y programación agrícola
- Disponibilidad espacio temporal de agua para el riego
- Infraestructura potencialmente aprovechable para tecnificar parcelas
- Producción y mercado
- Disponibilidad y programa de riego
- Demostraciones, capacitación, asesoramiento y seguimiento de los sistemas instalados.

4.3. Implementación de parcelas demostrativas

Para implementación de los sistemas de riego en las comunidades de El Jagüey, El Rodeo y Las Cuevas pertenecientes al modulo de riego Lázaro Cárdenas Chapultepec, se realizaron reuniones con autoridades y productores de cada comunidad, posteriormente actividades demostrativas y de capacitación. A continuación se presenta un ejemplo de una parcela propiedad del Sr. José Luis López.

- ✓ Productor José Luis López
- ✓ Superficie 1.4 has
- ✓ Siembra de varias especies
- ✓ Talleres de capacitación
 - Tanque de almacenamiento
 - Dispositivo autocebante
 - Instalación de tubería de riego
- ✓ Demostraciones de riego
- ✓ Taller de preparación de Bocashi para fertilización orgánica



Ilustración 4 Parcela demostrativa

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN



Ilustración 5. Sifón interno y tubería de riego



Ilustración 6. Siembra en parcela demostrativa

Para el riego se utiliza tubería de compuerta de 6 pulgadas para la aplicación del agua en cada surco.

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN



Ilustración 7. Tubería de compuerta para riego intermitente con TDF parcelario



Ilustración 8. Riego en parcela demostrativa



Ilustración 9. Brigadas de trabajo en la implementación de los sistemas de riego

Las parcelas demostrativas permitieron replicar el proceso entre productores de la zona.

4.4. Capacitación, suministro e implementación de los sistemas de riego

Posterior a las actividades demostrativas y de capacitación se implementaron los sistemas de riego compuestos por:

1. Tanque de riego – amplificación de gasto (almacenamiento 10,000 y 20,000 litros)
2. Dispositivo interno de cebado –sifón (elementos de PVC 4”)
3. Tubería con compuertas para riego por surcos (6”)
4. Bomba hidráulica de 10l/s
5. Mangueras y elementos de conducción

Se instalaron cisternas de riego de 10m³ y 20 m³ para regar parcelas desde media hectárea hasta dos hectáreas, realizando demostraciones a fin de replicar el proceso y uso del sistema de riego, además de talleres de capacitación y asesoría a los productores.

El protocolo para la implementación del sistema de riego parcelario con los productores de las comunidades involucradas en el proyecto fue el siguiente:

- 1.- Instalación de tanque de riego
- 2.- Instalación de dispositivo interno de cebado
- 3.- Instalación de tubería de compuertas (6")
- 4.- Instalación de equipo de bombeo
- 5.- Pruebas y aplicación de riego en parcelas

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN



Limpieza del terreno



Marcaje del terreno



Relleno y nivelación del terreno



Armado del fondo y cilindro del tanque



Colado del fondo



Levantamiento de muro capuchino



Repellado de paredes



Terminado de Repellado



Tanque TDF terminado



Talleres de instalación del sifón interno
autocebante



Llenado del tanque TDF



Pruebas y aplicación del riego en parcelas

Ilustración 10. Protocolo para la implementación de los sistemas de riego.

5 personas terminan un TDF en 1 jornada - Un día.

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN



Ilustración 11. Capacitación, suministro e instalación del sistema de riego

4.5. Beneficiarios

Los beneficiarios y datos de las parcelas con el sistema de riego implementado, son:

Tabla 12. Relación de usuarios beneficiados de los sistemas de riego.

No	Nombre	Superficie (Has)	Latitud N			Longitud O			msnm
			°	'	"	°	'	"	
1	Salvador Juárez Farías	0.4578	19°	35'	05.26"	101°	31'	45.61"	2063
2	Miguel Eraclio	0.7675	19°	35'	03.79"	101°	31'	40.83"	2064
3	Armando Corona Jiménez	0.9071	19°	34'	56.87"	101°	31'	53.39"	2053
4	Gustavo Farías	0.6644	19°	34'	59.26"	101°	31'	53.51"	2054
5	Leopoldo	1.9801	19°	35'	02.17"	101°	32'	01.77"	2053
6	Alejandro González Patiño	1.2481	19°	34'	49.08"	101°	31'	24.30"	2057
7	Salvador González Cansino	3.9100	19°	34'	43.80"	101°	31'	31.86"	2055
8	Jesús González Patiño	2.6900	19°	34'	46.20"	101°	31'	41.95"	2055
9	Rafael Díaz González	0.2454	19°	34'	40.83"	101°	31'	20.47"	2062
10	Gilberto Juárez Aguilar	1.2300	19°	34'	39.82"	101°	31'	29.53"	2056
11	José Manuel Juárez Aguilar	0.8709	19°	34'	40.96"	101°	31'	30.17"	2057
12	Fabián Peña Villagómez	6.6584	19°	34'	36.76"	101°	31'	44.59"	2051
13	José Luis López Pedraza	1.2180	19°	34'	40.04"	101°	31'	56.66"	2051
14	Agustín Acosta Lara	2.0690	19°	34'	37.13"	101°	32'	01.50"	2048
15	Orlando López López	1.7028	19°	34'	31.73"	101°	32'	03.47"	2048
16	Juan López Vásquez	3.6700	19°	34'	36.89"	101°	32'	12.30"	2048
17	Eusebio López Vásquez	3.5537	19°	34'	36.86"	101°	33'	23.48"	2047
18	Miguel Ángel Corona Jiménez	1.7370	19°	34'	20.37"	101°	32'	19.06"	2047
19	Ismael Alvarado Acosta	1.4021	19°	34'	20.34"	101°	32'	23.64"	2046
20	Eleazar Barriga Pedraza	2.4000	19°	34'	19.94"	101°	32'	29.16"	2047
21	Delfina González Chávez	3.0753	19°	34'	29.74"	101°	32'	34.31"	2048
22	Salvador González Chávez	3.9500	19°	34'	26.22"	101°	32'	34.70"	2046
23	Ismael Alvarado Acosta	2.5700	19°	34'	21.34"	101°	32'	35.16"	2046
24	Agustín Acosta Lara	1.8000	19°	34'	26.12"	101°	32'	46.10"	2045
25	Cruz Jiménez Santibáñez	1.5700	19°	34'	29.77"	101°	32'	44.17"	2044
26	Gilberto Barriga Pedraza	1.8500	19°	34'	37.21"	101°	32'	51.51"	2046
27	Gabriel Corona Hernández	1.6300	19°	34'	38.57"	101°	32'	59.63"	2046
28	Salvador González Chávez	1.4500	19°	34'	40.92"	101°	33'	12.35"	2045
29	Ramón Barriga Barriga	1.7100	19°	34'	26.11"	101°	32'	53.92"	2046

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
 TZINTZUNTZAN

Continuación

No	Nombre	Superficie (Has)	Latitud N			Longitud O			msnm
			°	'	"	°	'	"	
30	Albino Barriga Barriga	1.2400	19°	34'	23.10"	101°	32'	54.70"	2047
31	Rogelio Barriga Barriga	1.5500	19°	35'	09.94"	101°	33'	15.05"	2054
32	Maurilio Cruz López	1.3500	19°	35'	03.16"	101°	33'	19.16"	2047
33	Héctor Coria Barriga	0.4096	19°	35'	03.90"	101°	33'	24.84"	2050
34	Mario Martínez Orozco	2.0400	19°	34'	34.89"	101°	33'	33.47"	2045
35	Enedino Barriga Barriga	0.2481	19°	34'	35.79"	101°	33'	33.11"	2045
36	Efren Barriga	1.2600	19°	35'	00.71"	101°	33'	35.01"	2050
37	Francisco Barriga Barriga	1.0500	19°	34'	54.78"	101°	33'	43.04"	2048
38	José Tovar Barriga	2.4800	19°	35'	15.57"	101°	32'	28.82"	2054
39	Daniel Barriga Barriga	1.4200	19°	34'	27.79"	101°	33'	25.38"	2045
40	Camerina Barriga Barriga	1.7100	19°	33'	48.40"	101°	33'	30.88"	2046
41	Porfirio Barriga Barriga	1.0000	19°	34'	13.60"	101°	33'	25.80"	2045
42	Mateo Martínez Orozco	1.0500	19°	33'	57.60"	101°	33'	24.00"	2046
43	Manuel Barriga Barriga	1.8700	19°	34'	05.25"	101°	33'	11.13"	2047
44	Salud Barriga Bedolla	1.9700	19°	34'	14.63"	101°	33'	22.25"	2046
45	José Tovar Barriga	1.0500	19°	34'	25.20"	101°	33'	10.79"	2046
46	Alberto Barriga Barriga	1.0600	19°	34'	26.07"	101°	32'	55.18"	2046
47	Gildardo Barriga Almansa	2.3500	19°	34'	24.61"	101°	32'	55.92"	2045
48	Cecilio Barriga Barriga	2.7000	19°	34'	19.90"	101°	32'	57.25"	2046
49	Gerardo Barriga Tovar	1.2200	19°	34'	17.82"	101°	32'	57.98"	2048

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS, TZINTZUNTZAN



Figura 30. Localización general de los sistemas de riego

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN

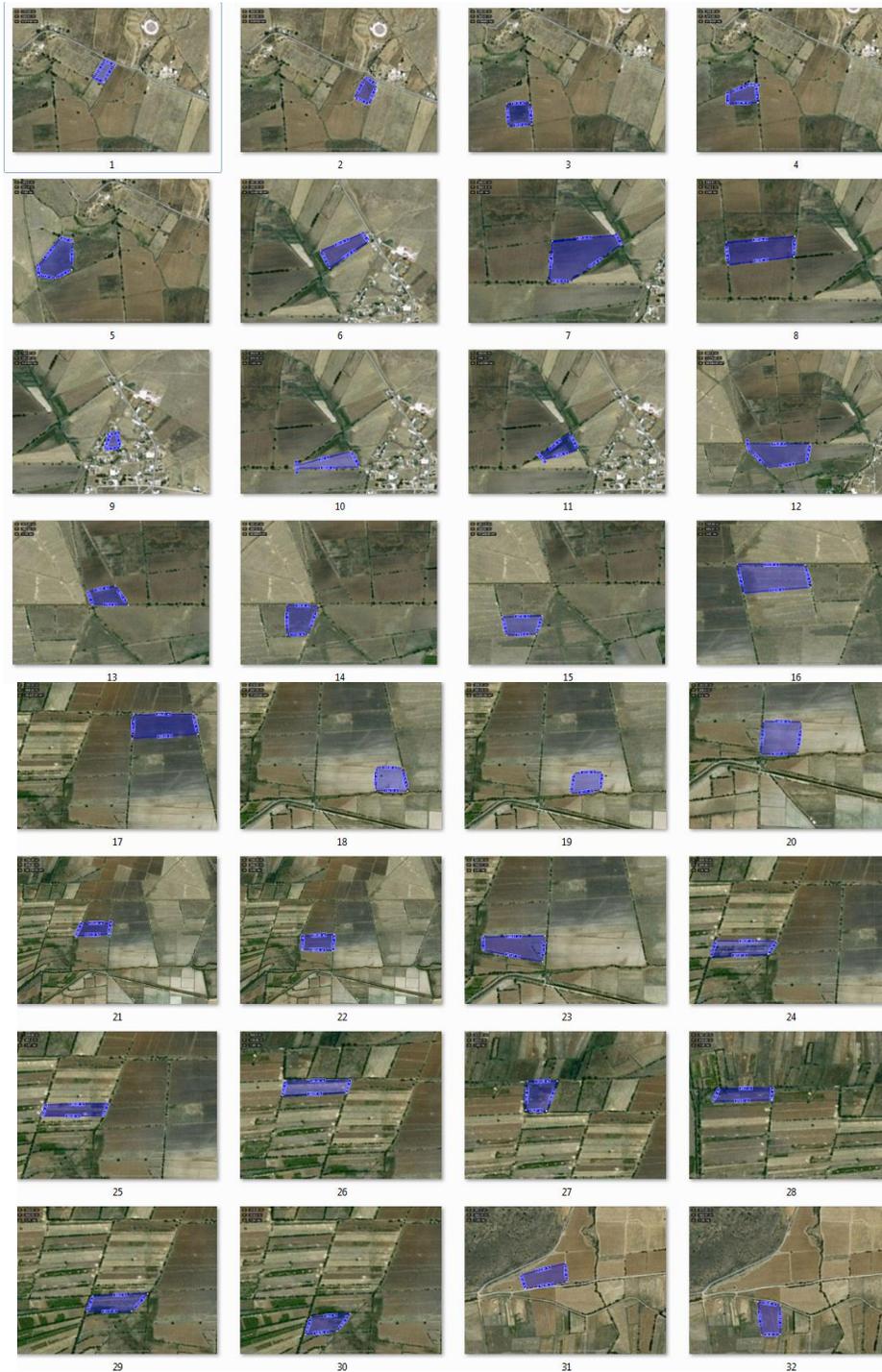


Figura 31. Localización de los sistemas de riego por parcela (1)

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN

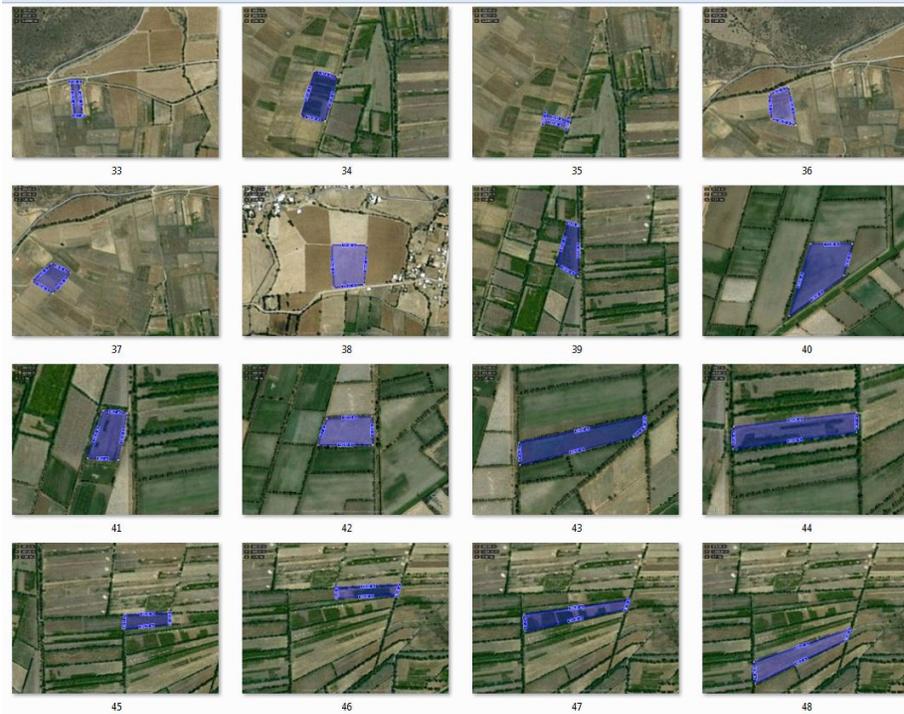


Figura 32. Localización de los sistemas de riego por parcela (2)

5. ASESORÍA Y SEGUIMIENTO EN LA OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS A USUARIOS BENEFICIADOS DEL PROYECTO.

5.1. Resultados y beneficios alcanzados

Como resultado del proyecto se cuenta con una alternativa que puede atender una problemática particular de la zona agrícola de Tzintzuntzan, Michoacán (desperdicio de agua para riego). Mediante la técnica de riego intermitente auxiliados con Tanques de Descarga de Fondo y tubería de compuerta de 6 pulgadas es posible ahorra importantes cantidades de agua que pueden ser utilizadas para incrementar la superficie de riego y con ello la producción agrícola o bien utilizar el agua para cubrir otras necesidades de la población de las comunidades de El Jagüey, El Rodeo y Las Cuevas, los beneficios alcanzados son para un aproximado de 90 hectáreas a partir de sistemas de riego compuestos por: Tanque de riego para almacenamiento, sifón interno de cebado, tubería de compuertas para riego por surcos (6”), bomba hidráulica de 10l/s y mangueras y elementos de conducción. Con el uso y aplicación del TDF se busca:

1. Promover la sustentabilidad del recurso hídrico con fines de riego
2. Implementar proyectos productivos a bajo costo, con facilidad y tiempos de riego cortos
3. Generar, difundir y propagar conocimientos aplicados al riego a diferentes escalas.
4. Producir diversidad de especies hortícolas con altos rendimientos por metro cuadrado.



Ilustración 12. Sistema de riego parcelario con TDF
(Gómez, L. 2008)

5.2. Resumen de actividades y seguimiento

La metodología del proyecto tuvo de base un modelo de transferencia y apropiación tecnológica, en donde una vez seleccionados los productores beneficiarios se realizaron talleres de capacitación e implementación de parcelas demostrativas con el fin de replicar la experiencia con productores de las tres comunidades.

Los talleres de capacitación realizados fueron:

1. Implementación del TDF y sifón autocebante
2. Instalación de tubería de riego
3. Aplicación del riego parcelario.

El protocolo para la implementación del sistema de riego parcelario con cada productor consideró las siguientes actividades: (1) implementación del dispositivo TDF y sifón autocebante, (2) instalación de tubería de 6 pulgadas con compuertas para riego por surcos, (3) instalación del equipo de bombeo, y (4) pruebas y aplicación de riego en parcelas.

Se instalaron dispositivos TDF con capacidad de almacenamiento 10 m³ y 20 m³ para regar parcelas desde media hectárea hasta dos hectáreas.

Tabla 13. Resumen de actividades desarrolladas

Actividad	El Jagüey	El Rodeo	Las Cuevas
Gestiones para la implementación del proyecto	Reuniones y recorridos	Reuniones y recorridos	Reuniones y recorridos
Elementos puestos en campo de los sistemas de riego	40	2	24
Parcelas demostrativas piloto	2	1	1
Talleres de capacitación	5	2	5
Gestión, capacitación, asesoría y seguimiento	Si	Si	Si
Superficie beneficiada	90 hectáreas		

Este proyecto multianual (2008 – 2010), busca fomentar el uso eficiente del agua en el riego parcelario.

Se ha utilizado para regar los cultivos tradicionales de la zona: forrajeros (hamnamargo y avena), maíz y frijol, con ello se demostró a los usuarios que el riego parcelario con el nuevo sistema se puede ordenar, facilitar y ahorrar cantidades importantes de agua.

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN



Ilustración 13. Seguimiento de los sistemas de riego (1)



Ilustración 14. Seguimiento de los sistemas de riego (2)

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN



Ilustración 15. Seguimiento de los sistemas de riego (3)



Ilustración 16. Seguimiento de los sistemas de riego (4)

Adicional a los cultivos de la zona en coordinación con los productores se cultivaron nuevos cultivos:

1. Calabacita
2. Brócoli
3. Tomate
4. Zanahoria

Tabla 14. Ejemplo de productores con introducción de nuevos cultivos

Nombre	Calabacita	Tomate	Brócoli
Armando Corona Hernández		3,000	3,000
Gustavo Farías		1,500	1,500
Jesús González Patiño		1,250	1,250
Gilberto Juárez Aguilar	1,000	1,000	1,000
José Manuel Juárez Aguilar		1,250	1,250
Fabián Peña Villagómez		6,000	5,000
José Luis López Pedraza	2,500		
Agustín Acosta Lara		1,250	1,250
Orlando López López	2,500		
Juan López Vásquez		5,000	7,500
Eusebio López Vásquez	5,000		
Miguel Ángel Corona Jiménez	2,500	1,250	1,250
Ismael Alvarado Acosta (2)	1,000	1,000	1,000
Eleazar Barriga Pedraza		1,750	1,750
Maurilio Cruz López		1,000	
Héctor Coria Barriga	2,500	2,500	2,500

Con los nuevos sistemas de riego implementados se mejoro la eficiencia de riego, facilitado y ordenado esta práctica. Sin embargo, la agricultura de la zona no solo depende del uso del agua o en particular del riego.

Por tanto, de las observaciones hechas durante la ejecución y seguimiento del proyecto, se resalta que es necesario realizar la limpieza de canales (primarios y secundarios), nivelación de parcelas y der posible implementar una red de conducción con tubería 8 – 10 pulgadas.

Durante el proceso de apropiación de los sistemas de riego (que puede durar varios años), es necesario la continuidad del proceso productivo; en particular, la operación de los sistemas de riego está condicionada por algunas necesidades de los productores:

- Siembra de cultivos alternativos y redituables – plantas - (80,000/Ha)
- Siembra de cultivos alternativos y redituables - Semilla - (2kg/Ha)
- Apoyo para Fertilización (1.5 -2 ton/Ha)
- Apoyo de combustible para el bombeo en el riego parcelario con TDF (\$240/riego/Ha) – 5-7 riegos (90 hectáreas)

Si se logra cambiar la cultura agrícola de los productores y potenciar la agricultura con mayores apoyos se podría proyectar la siguiente producción:

Tabla 15. Potencial de producción con nuevos cultivos para la zona

Cultivo	Ton/ha
Espinaca	17.5
Rábano	12
Cebolla	6.5
Lechuga	16.57
Papa	5.28
Pimiento	4.3
Col	24.8
Brócoli	24
Zanahoria	18.5
Jitomate	57.5
Chícharo (grano)	0.8
Habas	1.5
Calabaza (invierno)	6
Calabaza	5.5
Pepino	13.52
Melón	17.5

Valores ajustados considerando valores promedio a nivel nacional

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN



Ilustración 17. Seguimiento de los sistemas de riego (5)



Ilustración 18. Seguimiento de los sistemas de riego (6)

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN



Ilustración 19. Seguimiento de los sistemas de riego (7)



Ilustración 20. Seguimiento de los sistemas de riego (8)

5.3. Esquema integral de acciones propuestas a realizar

En la zona de estudio se propone impulsar el potencial agrícola mediante la integración de acciones y programas institucionales.



Figura 33. Esquema integral de acciones y programas para impulsar la agricultura de la zona

Mediante sistemas de riego eficientes y de bajo costo, sería posible ahorrar importantes cantidades de agua que podrían ser utilizadas para incrementar la superficie de riego y con ello la producción agrícola, o bien, utilizar el agua para cubrir otras necesidades de la población.

Bajo un proceso de asesoramiento y seguimiento de los sistemas y con apoyos gubernamentales se puede impulsar el potencial agrícola mediante la vinculación de programas y acciones del gobierno federal y estatal.

Con ello fomentar, entrenar, asesorar en la operación de sistemas de riego eficientes en favor de la sustentabilidad hídrica del País.

6. INFORMES PARCIALES Y FINAL.

6.1. Informes Cuatrimestrales a la fundación Gonzalo Río Arronte.

Durante la ejecución del proyecto (2008 – 2010), se realizaron 8 informes cuatrimestrales:

Tabla 16 . Listado de informes cuatrimestrales a la Fundación Gonzalo Río Arronte.

No	Cuatrimestre	Año
1	Mayo - Agosto	2008
2	Septiembre - Diciembre	2008
3	Enero - Abril	2009
4	Mayo - Agosto	2009
5	Septiembre - Diciembre	2009
6	Enero - Abril	2010
7	Mayo - Agosto	2010
8	Septiembre - Diciembre	2010



Figura 34. Ejemplo de informe cuatrimestral a la FGRA.

7. ANEXO FOTOGRÁFICO



Ilustración 21. Imágenes de tanques TDF's en las parcelas (1)

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN



13



14



15



16



17



18



19



20



21



22



23



24

Ilustración 22. Imágenes de tanques TDF's en las parcelas (2)

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS,
TZINTZUNTZAN



Ilustración 23. Imágenes de tanques TDF's en las parcelas (3)

PROYECTOS PILOTO EFICIENTES Y DE BAJO COSTO DE SISTEMAS DE RIEGO EN EL RODEO, EL JAGÜEY Y LAS CUEVAS, TZINTZUNTZAN



37



38



39



40



41



42



43



44



45



46



47



48

Ilustración 24. Imágenes de tanques TDF's en las parcelas (4)

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrios D., Natividad; *et al.* (2005). “**Los Bici huertos – una alternativa para la producción de alimentos**”. XIII Congreso Nacional de Irrigación, Acapulco, Gro.

Barrios D., Natividad; *et al.*, (2005). “**Propuesta técnica para la construcción de cisternas en zonas rurales**”, II Encuentro nacional de ecotecnias; Morelia, Mich.

García V. Nahun H. *et al.* (2001). “**Riego en huertos familiares mediante tanques de descargas de fondo y bombeo fotovoltaico**”. 6to Simposium Internacional de Ferti-irrigación. Morelia. Mich.

García V. Nahun H. *et al.* (2009). “**Sistema eficiente de riego parcelario con “TDF” en comunidades de la cuenca del Lago de Pátzcuaro**”, IX SEREA - Seminario Iberoamericano sobre Planificación, Proyecto y Operación de Sistemas de Abastecimiento de Agua. Valencia (España), 24-27 de noviembre de 2009.

Gómez L., Luis; *et al.*, (2005). “**Propuesta técnica para dimensionar una cisterna en proyectos de captación de agua de lluvia**”, II Encuentro nacional de ecotecnias; Morelia, Mich.

Gómez L., Luis; (2008 - 2010), **Proyectos piloto eficientes y de bajo costo de sistemas de riego en El Rodeo, El Jagüey y Las Cuevas**, Tzintzuntzan, Informes cuatrimestrales, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua / Fundación Gonzalo Río Arronte.

Mundo M., Martín. *et al.*, (1997). “**Tecnologías alternativas en hidráulica**”, guía técnica, IMTA, Jiutepec, Mor.