

## ASISTENCIA TÉCNICA PARA ACCIONES BÁSICAS DE TECNIFICACIÓN DEL RIEGO PARCELARIO EN LOS MÓDULOS DE RIEGO DEL DR 063 GUASAVE, SINALOA

Juan Carlos Herrera Ponce<sup>1\*</sup>; Pedro Pacheco Hernández<sup>1</sup>; Jorge Andrés Castillo Gonzalez<sup>1</sup>; Blas Espinosa Quintero<sup>2</sup>; Alberto Alatorre Márquez<sup>3</sup>; Erika Cecilia Gastelum Solano<sup>4</sup>

<sup>1\*</sup> Coordinación de Seguridad Hídrica. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec, Morelos, CP 62550. México.

jherrera@tlaloc.imta.mx – 7773293600 Ext 466 (\*Autor de correspondencia)

<sup>2</sup>Distrito de Riego 075 Río Fuerte. Guillermo Prieto s/n, Centro, Los Mochis Sinaloa, C.P. 81280. México.

<sup>3</sup>Distrito de Riego 063 Guasave. Benigno Valenzuela 54, Centro, Guasave, Sinaloa, C.P. 81000. México.

<sup>4</sup>Módulo de Riego II-2 Tetameche, DR 063 Guasave. 5 de Febrero Oriente 365, Centro, Guasave, Sinaloa, C.P. 81000. México.

---

### Resumen

En este trabajo se describen los resultados obtenidos con la capacitación y asistencia técnica que proporcionó el IMTA a los jefes de sección de los cinco Módulos de riego del DR 063 Guasave, Sinaloa, para implementar cuatro acciones básicas de tecnificación del riego parcelario en superficies dispersas. Para conseguir esto, los cinco Módulos de este Distrito, en conjunto con el IMTA, ejecutaron un Proyecto, mediante el cual, se proporcionó la capacitación y asistencia técnica al personal técnico de los Módulos de riego para implementar cuatro acciones de tecnificación del riego parcelario: diseño, trazo y receta del riego parcelario, determinación del momento oportuno del riego con la medición de humedad del suelo, instrumentación de la medición del riego parcelario y seguimiento de riegos mediante una aplicación digital.

**Palabras claves:** Tecnificación del riego, Receta de riego, Seguimiento del riego.

## Introducción

El Distrito de Riego 063 Guasave se encuentra al norte del estado de Sinaloa, siendo su principal fuente de abastecimiento el río Sinaloa. Cada año agrícola, los cinco Módulos de riego de este Distrito, enfrentan condiciones de riego deficitarias, por lo que, han aprovechado los apoyos de los programas federalizados de la CONAGUA para ejecutar proyectos de rehabilitación y modernización de su infraestructura de riego, y proyectos de asistencia técnica.

Respecto a la asistencia técnica, los cinco Módulos de este Distrito de riego participaron en el Programa de riego por gravedad tecnificado (RIGRAT), que se ejecutó en el estado de Sinaloa de 2014 a 2019, y al cierre del Programa, implementaron una superficie de 9,000 ha. Con este Programa, los Módulos de riego recibieron apoyos financieros de CONAGUA para el pago de personal técnico (75%), equipo de medición (75%) y trabajos de nivelación de terrenos agrícolas (50%)

Derivado de los resultados obtenidos con el Programa RIGRAT y considerando que los equipos de medición adquiridos con los apoyos del Programa quedaron inutilizados, los Módulos vieron la pertinencia de realizar un proyecto de asistencia técnica, que se adaptara a las necesidades particulares de los Módulos del Distrito de Riego, que apoyara a los Módulos para implementar acciones básicas de tecnificación del riego parcelario, y que proporcionara el conocimiento a los jefes de sección para implementar esas acciones básicas de tecnificación y para utilizar los equipos de medición disponibles.

Para el año agrícola 2023-2024, los cinco Módulos de este Distrito definieron una serie de acciones que permitieran continuar con la tecnificación del riego parcelario y acordaron una aportación económica equitativa, que transfirieron al Módulo de II-2 Tetameche, para que éste firmara con el IMTA un Convenio de prestación de servicios mediante el cual, el IMTA proporcionó la capacitación y asistencia técnica a los jefes de sección de los cinco Módulos de riego, para implementar cuatro actividades básicas de tecnificación del riego parcelario: diseño, trazo y receta del riego parcelario, determinación del momento oportuno del riego con la medición de humedad del suelo, instrumentación de la medición del riego parcelario y seguimiento de riegos mediante una aplicación digital.

## Materiales y Métodos

A continuación se describe la metodología que se utilizó para proporcionar la capacitación y la asistencia técnica a los jefes de sección de los Módulos de riego del DR 063 Guasave, Sinaloa, para implementar las cuatro acciones básicas de tecnificación del riego parcelario en superficies dispersas de los Módulos de riego: diagnóstico de equipo de medición, elaboración de Material Didáctico, impartición de Cursos-taller y prestación de asistencia técnica.

## Diagnóstico de equipo de medición

En principio se realizó el inventario de los equipos de medición existentes en cada Módulo de riego, a continuación se revisó el estado físico de los equipos, y finalmente se realizó el diagnóstico de sus mediciones, para lo cual, se realizó una serie de mediciones de campo con las estaciones totales, medidores de flujo y medidores de humedad del suelo, que se compararon con equipos del IMTA. Las Figuras 1 y 2 muestran respectivamente un micro-molinete de copas para aforo parcelario y un medidor de humedad del suelo, y la Figura 3 muestra el inventario por Módulo de los equipos de medición en buen estado.



Figura 1. Micro-molinete de copas



Figura 2. Medidor de humedad TDR

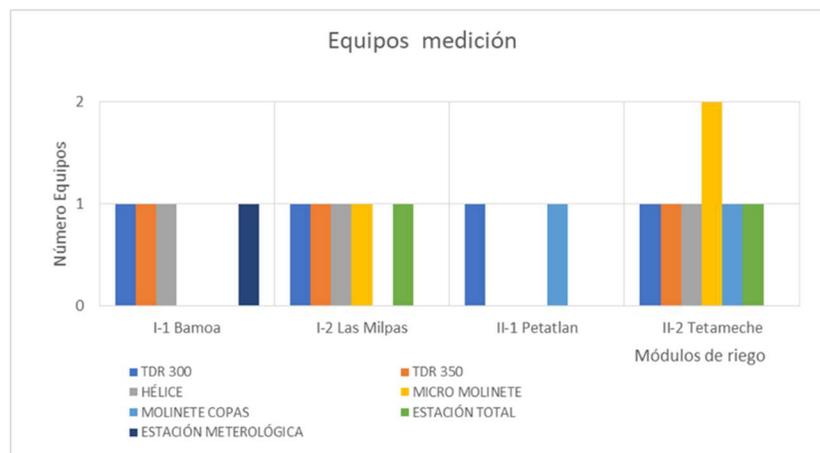


Figura 3. Inventario de equipo de medición en buen estado

## Elaboración de Material Didáctico

Se elaboró una Guía Técnica que sirvió de base para la capacitación del personal técnico, que incluye temas relacionados con acciones de tecnificación del riego parcelario: diseño, trazo y receta del riego parcelario, determinación del momento oportuno del riego con la medición de humedad del suelo, instrumentación de la medición del riego parcelario,

proyectos de nivelación de terrenos agrícolas, y seguimiento de riegos mediante una aplicación digital.

### Impartición de Cursos-taller

Se impartieron cinco Cursos-taller al personal técnico de los Módulos del Distrito de riego, con una duración de 20 horas, con los temas básicos para implementar las acciones de tecnificación del riego parcelario: uso de software para ingeniería de riego parcelario, pronóstico del riego con la medición de humedad del suelo, diseño, trazo y receta del riego por gravedad, diseño de estructuras de medición de régimen crítico, y seguimiento de riegos mediante una herramienta digital. La Figura 4 muestra la inauguración del Curso-taller “Diseño, trazo y receta de riego parcelario”, y la Figura 5 del Curso “Diseño de Estructuras de medición de régimen crítico”.



Figura 4. Curso-taller “Diseño, trazo y receta de riego parcelario”



Figura 5. Diseño de Estructuras de medición de régimen crítico

### Prestación de asistencia técnica

Se realizaron sesiones de asistencia técnica para los jefes de sección de los cinco Módulos, que fueron grupales o personalizadas, en gabinete o en campo, y durante las cuales, los técnicos realizaron prácticas para el manejo de software, de procedimientos o de equipos de medición.

Esta asistencia técnica, se enfocó para que los técnicos adquirieran práctica sobre las acciones de tecnificación del riego parcelario, a implementar con este Proyecto. La Figura 6 y 7 muestran la asistencia técnica grupal y personalizada, respectivamente, para el manejo de la aplicación digital para seguimiento de riegos.



Figura 6. Asistencia técnica grupal



Figura 7. Asistencia técnica personalizada

## Resultados y Discusión

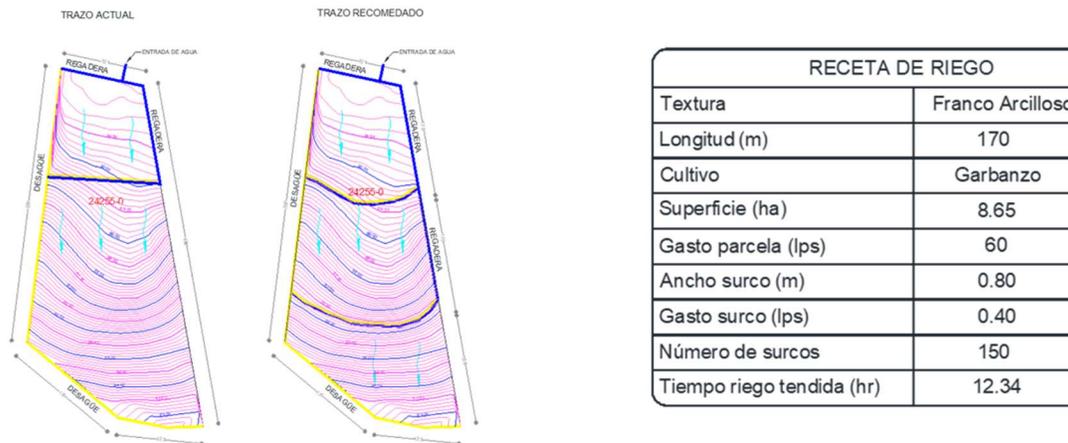
A continuación se presentan los resultados más relevantes de las cuatro actividades básicas de tecnificación del riego parcelario: diseño, trazo y receta del riego parcelario, determinación del momento oportuno del riego con la medición de humedad del suelo, instrumentación de la medición del riego parcelario y seguimiento de riegos mediante una aplicación digital.

### Diseño, trazo y receta del riego parcelario

Se proporcionó asistencia técnica a los jefes de sección para elaborar la receta de riego de 10 parcelas, por Módulo de riego, con dificultades para aplicar el riego, para lo cual, se realizó el levantamiento topográfico de parcelas, el muestreo de suelos, el trazo de riego propuesto y el diseño del riego parcelario. El trazo de riego propuesto se generó a partir de la configuración topográfica de la parcela con curvas de nivel a cada 20 cm; para el diseño del riego parcelario se utilizó la información de la configuración topográfica y de la textura del suelo de la parcela, este último, se realizó mediante el método simplificado desarrollado por el IMTA (Figura 8). Finalmente, para la receta de riego se desarrolló un formato con la información de la parcela y sus recomendaciones particulares: trazo propuesto, gasto por surco, tiempo de riego y tamaño de tendida de riego (Figura 9).



**Figura 8.** Asistencia técnica a técnicos para aplicar el diseño del riego simplificado



**Figura 9.** Información de la receta de riego

### Determinación del momento oportuno del riego con la medición de humedad del suelo

Se proporcionó la asesoría al personal técnico de los cinco Módulos de riego, para determinar el momento oportuno del riego en una superficie dispersa del orden de 800 ha por Módulo. Las parcelas se seleccionaron dando prioridad a aquellas parcelas que solicitaron sus riegos con intervalos de riego cortos. Lo anterior, para apoyar a los Módulos en la ampliación de los intervalos de riego, y de esta forma reducir el número de riegos, ya que, este Proyecto se ejecutó en el año agrícola 2023-2024, que fue un año extremadamente seco. La determinación del momento oportuno del riego se realizó con la medición "in situ" del contenido de humedad del suelo con equipo TDR (Figura 10), y la determinación de parámetros físicos del suelo, fenológicos y climatológicos. Esta información se vació en un formato de campo desarrollado por el IMTA para determinar el momento oportuno del riego (Figura 11).



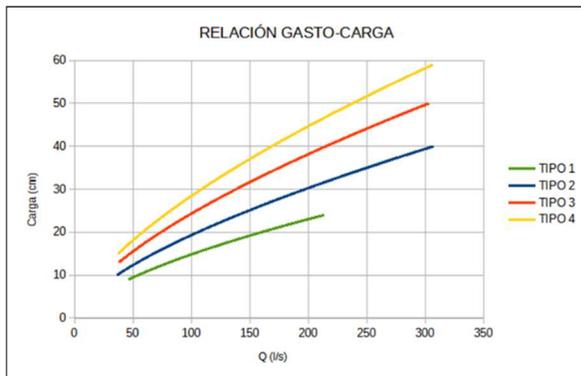
**Figura 10.** Medición del contenido de humedad con TDR



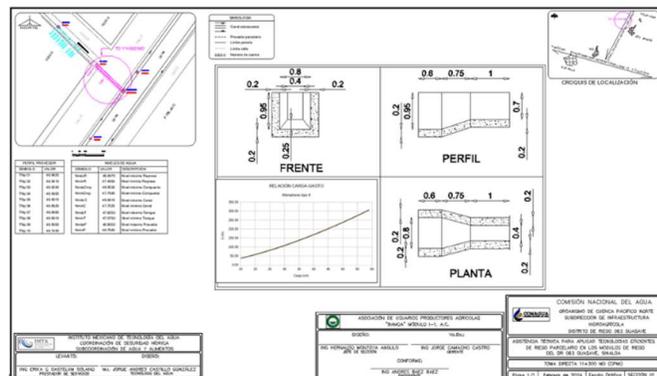
**Figura 11.** Llenado de Formato para determinar momento oportuno del riego

### Instrumentación de la medición del riego parcelario

Se proporcionó asistencia técnica a los jefes de sección para elaborar los proyectos ejecutivos de Aforadores de Garganta Larga (AGL), para diez Tomas granja por Módulo de riego. Para simplificar el proceso de diseño, el IMTA diseñó cuatro “AGL tipo” (Figura 12), para instalarse a continuación del tanque distribuidor de la toma granja, sobre un tramo de canal de sección rectangular, para facilitar su construcción en concreto reforzado. Estos “AGL tipo” permiten cubrir un rango de gastos de 40 a 300 l/s, para la medición de hasta cuatro riegos por Toma granja, considerando el gasto servido a nivel de parcela por los Módulos de riego de este Distrito. Los jefes de sección seleccionaron las Tomas granja en las que se realizó el levantamiento topográfico, la selección del “AGL tipo”, y la integración del proyecto ejecutivo del AGL (Figura 13).



**Figura 12.** Relaciones Carga-Gasto de los cuatro AGL Tipo



**Figura 13.** Plano del Proyecto ejecutivo de un Aforador de Garganta Larga

### Seguimiento de riegos mediante una aplicación digital

Se generó una aplicación digital para el seguimiento de los riegos denominada Libreta Digital, para cada sección de riego de los cinco Módulos del DR 063 Guasave. Esta

Libreta Digital es análoga a la libreta de campo de los jefes de sección, pero está programada en hoja de cálculo. La “puesta a punto” de las Libretas Digitales de las 49 secciones de riego del Distrito se realizó en tres etapas: primera, en campo, se revisó y actualizó la información de los padrones de usuarios por Toma granja, incluyendo su infraestructura hidroagrícola; segunda, en gabinete, se generó la estructura de las Libretas Digitales, con la sistematización y organización de información, y con la programación de la captura y el seguimiento de riegos; y tercera, se asesoró a los jefes de sección en el uso de las libretas digitales, en particular, para el alta de la infraestructura de riego, cultivos y usuarios (Figura 14), para la captura de información (Figura 15), para el cálculo de parámetros de riego, y para elaboración de reportes de avance de riegos.

	H	I	J	K	L	M	N	O
1	jsMondaca Rodriguez Carlos							
2								
3	NÚMERO DE CUENTA	SUPERFICIE EMPADRONADA (ha)	TENENCIA TIERRA	MUNICIPIO	NOMBRE PRODUCTOR	NOMBRE REGADOR	SISTEMA RIEGO	AÑO AGRÍCOLA
4								
5	_2162_0	9.42	ttEjidal	Guasave	Jorge Ivan Quiñones	Antonio Gastelum		
6								
7								

Figura 14. Alta de información básica de la parcela

	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
1													
2	RIEGO DE PRESIEMBRA												
3	Riego 1	Validación riego 1	SUPERFICIE REGADA (ha)	Duración riego 1 (días)	R ini_Turno (fecha)	R ini_Tiempo (horas/turno)	R ini_Gasto (l/s)	R med_Tiempo (días)	R med_Tiempo (horas/día)	R med_Gasto (l/s)	R fin_Turno (fecha)	R fin_Tiempo (horas/turno)	R fin_Gasto (l/s)
4													
5	1	permitido	5.00	5				3					
6		Sin presiembra											
7		Sin presiembra											

Figura 15. Pantalla para captura de turnos, gastos y tiempos de riego

## Conclusiones

Con este Proyecto se proporcionó capacitación y asistencia técnica a los jefes de sección y se beneficiaron superficies dispersas, con problemas para aplicar el riego, localizadas en los cinco Módulos de riego del DR 063 Guasave, Sinaloa. En términos generales, se impartieron 4,078 horas-hombre de capacitación y asesoría, cuyo costo unitario fue de \$103/hora-hombre; y se ejecutaron cuatro acciones de tecnificación del riego que beneficiaron una superficie dispersa de 2,378 ha, con un costo unitario de \$409/ha.

## Referencias Bibliográficas

IMTA (2024). Informe Final del Proyecto “Asistencia técnica para aplicar tecnologías eficientes de riego parcelario en los módulos de riego del DR 063 Guasave, Sinaloa. Jiutepec, Morelos, México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. pp. 001 – 171.