



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



## Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



# SISTEMAS DE DRENAJE AGRÍCOLA SUPERFICIAL: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Erickdel Castillo Solis; José Rodolfo Namuche Vargas



Fecha de presentación del 09 al 11 de junio de 2021





# Introducción

La parte baja de la cuenca del río Huixtla durante los meses de junio a noviembre es afectado por excesos de humedad debido a las lluvias; los cultivos, específicamente caña de azúcar se ve mermada su producción y productividad. Con la finalidad de contrarrestar esta problemática la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) realizó el proyecto ejecutivo para la construcción de siete kilómetros de drenes interceptores. El proyecto consistió en: i) trazo y perfil longitudinal de los drenes interceptores, ii) diseño de la sección hidráulica y, iii) adecuación de los drenes. Se realizó un movimiento de tierras de 41,800 m<sup>3</sup> en la adecuación de los drenes interceptores: Totopostle, San Fernando 1, San Fernando 2 y Cahulotal. Se beneficiaron a 135 ejidatarios y 650 miembros de familias y a 900 ha de caña de azúcar.



# Materiales y Métodos

## Selección de la zona de proyecto

Se realizaron recorridos de campo con técnicos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y productores de la zona para seleccionar los drenes para su adecuación y que en lo posible no se afecte el área de los predios. La finalidad de los drenes es evacuar los excesos de agua debido a las lluvias (Figura 1).



Figura 1. Localización de los drenes interceptores



# Topografía, diseño y construcción del sistema de drenaje

a) **Topografía**, se realizó el levantamiento del eje longitudinal, para el sistema de drenaje superficial (figura 2), con secciones transversales cada 20 metros, siguiendo el cadenamamiento o también en puntos intermedios especiales. Para obtener las secciones transversales, se partió con base en los datos obtenidos para trazo y nivelación del eje en cuestión.



**Figura 2.** Levantamiento topográfico: perfil y secciones trasversales

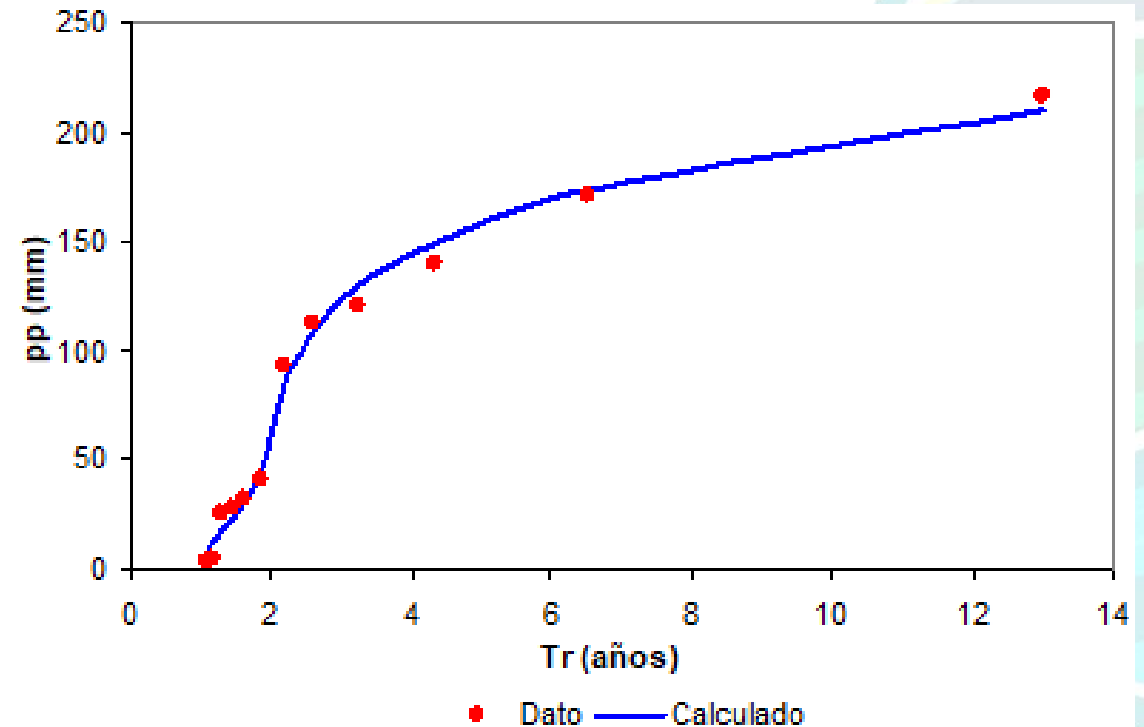


## b) Diseño del sistema de drenaje superficial

- **Estudio edafoclimatológico**, para realizar este estudio se determina la lluvia máxima, escurrimiento superficial y el módulo de drenaje superficial.

*Lluvia máxima:* De una serie histórica de datos de lluvia diaria, se obtienen las lluvias máxima y se ajustan a la distribución que menor error se obtenga, que para la zona es la doble Gumbel a la precipitación máxima en 24 horas. El ajuste se puede realizar con el software Ax del Centro Nacional de Prevención de Desastres (Jiménez, E. M., Domínguez, M., R., y Cruz, M., M., 1997).

**Figura 3.** Ajuste de la función Gumbel Doble a los datos de precipitación de la estación Campo Experimental







*Estimación del escurrimiento:* En cuencas que no cuentan con información de aforos de corrientes superficiales para la estimación de la escorrentía total, el método más generalizado, es el del número de curva (CN) del Servicio de Conservación de Suelos (SCS, 1972). Se desarrolló utilizando información de un gran número de cuencas experimentales pequeñas y se ha validado en áreas con clima y condiciones geográficas tropicales. El punto de partida del método del número de curva (CN) es la relación:

$$\frac{F}{S} = \frac{R_e}{P_e}$$

Donde F es la infiltración real, S es la infiltración potencial, Re es el escurrimiento real y Pe es el escurrimiento potencial.

*Módulo de drenaje:* En forma general se puede expresar como un gasto por unidad de tiempo y área. Es una función de la escorrentía y del tiempo de drenaje. El módulo de drenaje, para drenaje superficial se calculó con la siguiente expresión:

$$q = \frac{\eta * R_e}{T_d}$$

Donde Re es la escorrentía total (mm), Td es el tiempo de drenaje (horas) y  $\eta$  es una constante con un valor de 2.78.





# Resultados y Discusión

## Diseño del sistema de drenaje superficial

Con base al estudio edafoclimatológico de Namuche 2007, se tomó el módulo de drenaje de 4.6 l/s/ha, se determinó el gasto requerido ( $Q_r$ ) de los drenes interceptores (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Gasto requerido por los drenes interceptores

Drenes Interceptores	Módulo de drenaje (l/s/ha)	Área drenada (ha)	$Q_r$ (m <sup>3</sup> /s)
Colector Totopostle	4.6	3000	13.8
Primario San Fernando 1	4.6	1500	6.9
Primario San Fernando 2	4.6	500	2.3
Primario Cahulotal	4.6	2000	9.2





Con base en el gasto requerido ( $Q_r$ ) se procedió a diseñar la sección hidráulica de los drenes interceptores para determinar los gastos de diseño ( $Q_d$ ). El diseño de la sección hidráulica se determinó con la fórmula de Mannig y se utilizó el software Hcanales.

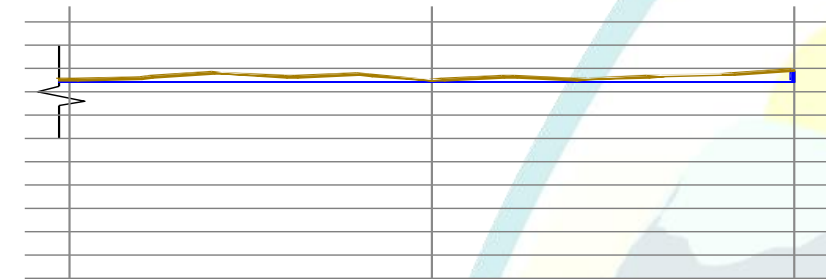
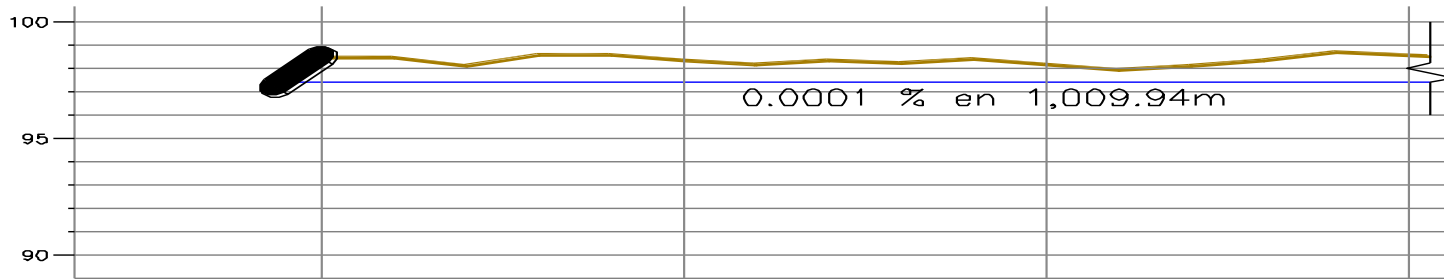
Si  $Q_r < Q_d$ , se acepta el gasto de diseño ( $Q_d$ ). Comparando los valores del cuadro 1 y 2, se acepta el diseño de la sección hidráulica, porque el gasto de diseño es menor que el gasto requerido.

**Cuadro 2.** Características hidráulicas de los drenes interceptores

Drenes interceptores	Coef. de rugosidad $n$ (adim)	Plantilla $b$ (m)	Tirante $y$ (m)	$L_b$ (m)	$D$ (m)	$T$ (m)	Pendientes (m/m)	Talud $z$ (adim)	$Q_d$ ( $m^3/s$ )	Velocidad (m/s)
Colector Totopostle	0.035	14	2	1	3	18	0.00016	1	16.004	0.500
Primario San Fernando 1	0.035	6	2	0.6	2.6	10	0.00028	1	9.447	0.590
Primario San Fernando 2	0.035	10	2	0.6	2.6	14	0.00001	1	2.882	0.120
Primario Cahulotal	0.035	8	2	0.5	2.5	12	0.0003	1	12.763	0.638



Con la sección hidráulica del cuadro 2, y la sección tipo, se elaboró el perfil longitudinal con la finalidad de determinar los cortes y rellenos (figura 5).



ELEVACION	ESPOSOR		VOLUMEN		ORDENADAS DE LA CURVA MASA
	SUBRASANTE	TERRENO	TERRAPLEN	CORTE	
98.47	97.43	1.04	0.00	0.00	10,000
98.47	97.43	1.04	100.12	0.00	10,100
98.12	97.43	0.70	84.17	0.00	10,184
98.60	97.43	1.17	95.10	0.00	10,279
98.56	97.43	1.14	121.20	0.00	10,401
98.36	97.43	0.93	105.71	0.00	10,506
98.15	97.43	0.73	80.39	0.00	10,587
98.32	97.43	0.89	77.48	0.00	10,664
98.20	97.43	0.77	78.90	0.00	10,743
98.41	97.43	0.98	78.68	0.00	10,822
98.16	97.43	0.73	73.40	0.00	10,895
97.93	97.43	0.50	53.45	0.00	10,949
98.12	97.43	0.69	55.80	0.00	11,004
98.32	97.43	0.89	75.10	0.00	11,079
98.67	97.43	1.25	103.71	0.00	11,183
98.56	97.43	1.13	117.46	0.00	11,301

97.53	97.43	0.10	10.96	0.00	12,754
97.58	97.43	0.15	10.31	0.00	12,764
97.80	97.43	0.38	22.67	0.00	12,787
97.62	97.43	0.19	23.75	0.00	12,810
97.76	97.43	0.33	21.03	0.00	12,831
97.48	97.43	0.06	15.68	0.00	12,847
97.65	97.43	0.23	11.87	0.00	12,859
97.51	97.43	0.09	14.29	0.00	12,873
97.65	97.43	0.22	14.54	0.00	12,888
97.72	97.43	0.29	21.92	0.00	12,910
97.90	97.43	0.47	32.28	0.00	12,942

**PERFIL SAN FERNANDO 2**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 2000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 200  
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 2,942.07m<sup>3</sup>

**Figura 5.** Perfil longitudinal del dren san Fernando con cortes y rellenos, volumen total



## Construcción o adecuación del sistema de drenaje

La adecuación de los drenes interceptores se realizó con una retroexcavadora (figura 6), la cual se consideraba en algunos tramos solamente la extracción de maleza y en otros casos la extracción de sedimentos o movimientos de tierra (figura 7).



**Figura 6.** Adecuación del dren interceptor

**Figura 7.** Extracción de sedimentos y maleza acuática







## Volúmenes de tierra

En el siguiente cuadro se muestra el volumen de movimiento de tierra por dren.

**Cuadro 3.** Volúmenes de tierra

<b>Dren</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Totopostle</b>	10,384
<b>San Fernando 1</b>	23,905
<b>San Fernando 2</b>	2,942
<b>Cahulotal</b>	4,577
<b>Total</b>	<b>41,808</b>





# Conclusiones

En este trabajo se presentó la metodología empleada para la adecuación de 7 km de drenes superficiales en la parte baja de la cuenca del río Huixtla, Chiapas. El proyecto consistió en: i) trazo y perfil longitudinal de los drenes interceptores, ii) diseño de la sección hidráulica y, iii) adecuación de los drenes. Se realizó un movimiento de tierras de 41,808 m<sup>3</sup> en la adecuación de los drenes interceptores de: Totopostle, San Fernando 1, San Fernando 2 y Cahulotal. Se beneficiaron a 135 ejidatarios y 650 miembros de familias y a 900 ha de caña de azúcar.

## Referencias Bibliográficas

- Jiménez, E. M., Domínguez, M., R., & Cruz, M., M. (1997). Manual de operación de los programas AX.EXE y CARACHID.EXE (para hidrología). México, DF: Área de Riesgos Meteorológicos, Cenapred.
- Levi, E. (1996). Tratado elemental de hidráulica. IMTA. Jiutepec, Morelos.
- Namuche, J.R. (2007). Difusión de tecnología de drenaje agrícola en el distrito de temporal tecnificado 018 Huixtla, Chiapas. Jiutepec, Morelos.
- Soil Conservation Service (1972). Drainage of agricultural lands. Water Information Center.



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



## Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



# ¡GRACIAS!

**Erickdel Castillo Solís**

**IMTA**

 [erickdel\\_castillo@tlaloc.imta.mx](mailto:erickdel_castillo@tlaloc.imta.mx)

