

Comalcalco con 1,847.6 mm anuales y el mínimo mensual en marzo para ésta misma de 37.6 mm. La mayor concentración de lluvia se ubica en las cercanías del municipio de Teapa rumbo a la zona serrana.

Tabla 8.25 Registros de normales mensuales de precipitación

| ESTACIÓN | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 27007 CENTRO EXPERIMENTAL W-75 | 146.3 | 89.0 | 43.0 | 48.1 | 69.7 | 204.2 | 188.9 | 242.0 | 343.1 | 359.6 | 223.4 | 146.4 | 2,103.7 |
| 27008 CARDENAS | 137.5 | 90.8 | 43.0 | 51.0 | 69.7 | 217.2 | 172.3 | 232.1 | 339.0 | 344.9 | 212.7 | 136.1 | 2,046.3 |
| 27009 COMALCALCO (DGE) | 147.0 | 96.8 | 37.6 | 42.2 | 60.6 | 164.5 | 143.5 | 156.4 | 277.1 | 361.0 | 201.6 | 159.3 | 1,847.6 |
| 27010 CUNDUACAN | 122.4 | 99.3 | 49.1 | 44.1 | 80.5 | 206.1 | 138.8 | 215.7 | 292.7 | 302.4 | 201.4 | 137.2 | 1,889.7 |
| 27012 EMILIANO ZAPATA | 99.2 | 83.6 | 44.5 | 49.1 | 121.3 | 269.4 | 191.7 | 228.0 | 336.2 | 300.3 | 183.1 | 136.1 | 2,042.5 |
| 27017 HUIMANGUILLO (DGE) | 130.5 | 89.6 | 65.9 | 64.2 | 87.3 | 256.9 | 242.3 | 299.9 | 356.1 | 332.6 | 188.2 | 143.1 | 2,256.6 |
| 27020 JALPA DE MENDEZ | 125.8 | 96.2 | 50.3 | 54.8 | 63.4 | 165.2 | 160.7 | 189.5 | 281.3 | 330.7 | 207.0 | 140.4 | 1,865.3 |
| 27028 JONUTA | 87.8 | 73.7 | 46.2 | 57.1 | 93.0 | 229.7 | 196.8 | 237.6 | 338.9 | 288.1 | 162.8 | 121.1 | 1,932.8 |
| 27030 MACUSPANA (DGE) | 149.4 | 118.5 | 68.8 | 65.6 | 124.9 | 299.9 | 197.8 | 269.6 | 397.8 | 335.9 | 202.5 | 158.8 | 2,389.5 |
| 27044 TEAPA (DGE) | 263.7 | 206.6 | 112.3 | 111.9 | 148.7 | 361.1 | 279.2 | 405.5 | 524.4 | 447.3 | 279.3 | 262.3 | 3,402.3 |
| 27046 TENOSIQUE (DGE) | 100.5 | 92.8 | 64.7 | 74.8 | 141.7 | 272.4 | 200.8 | 226.8 | 383.1 | 297.9 | 150.6 | 137.8 | 2,143.9 |
| 27054 VILLAHERMOSA (DGE) | 125.6 | 79.0 | 50.1 | 44.6 | 95.9 | 208.5 | 178.9 | 216.8 | 328.2 | 299.9 | 187.2 | 145.0 | 1,959.7 |
| 27056 BALANCAN DE DOMINGUEZ (DGE) | 93.6 | 66.1 | 51.6 | 52.3 | 127.9 | 261.8 | 178.2 | 193.3 | 302.2 | 278.3 | 154.0 | 110.4 | 1,869.7 |
| Promedio | 133.0 | 98.6 | 55.9 | 58.4 | 98.8 | 239.8 | 190.0 | 239.5 | 346.2 | 329.1 | 196.4 | 148.8 | 2,134.6 |
| Máxima | 263.7 | 206.6 | 112.3 | 111.9 | 148.7 | 361.1 | 279.2 | 405.5 | 524.4 | 447.3 | 279.3 | 262.3 | 3,402.3 |
| Mínima | 87.8 | 66.1 | 37.6 | 42.2 | 60.6 | 164.5 | 138.8 | 156.4 | 277.1 | 278.3 | 150.6 | 110.4 | 1,847.6 |

Fuente.- Elaboración propia con información de la CONAGUA.

En la Figura 8.10 se graficaron los registros para mostrar su comportamiento a lo largo del año, se advierte una clara concentración de la lluvia entre los meses de junio a diciembre, pues en éste periodo se concentra el 80% de la precipitación. Aun considerando esa concentración, los meses más secos presentan precipitaciones considerables, solo en marzo y abril estas se reducen a totales cercanos a los 50 mm por mes.

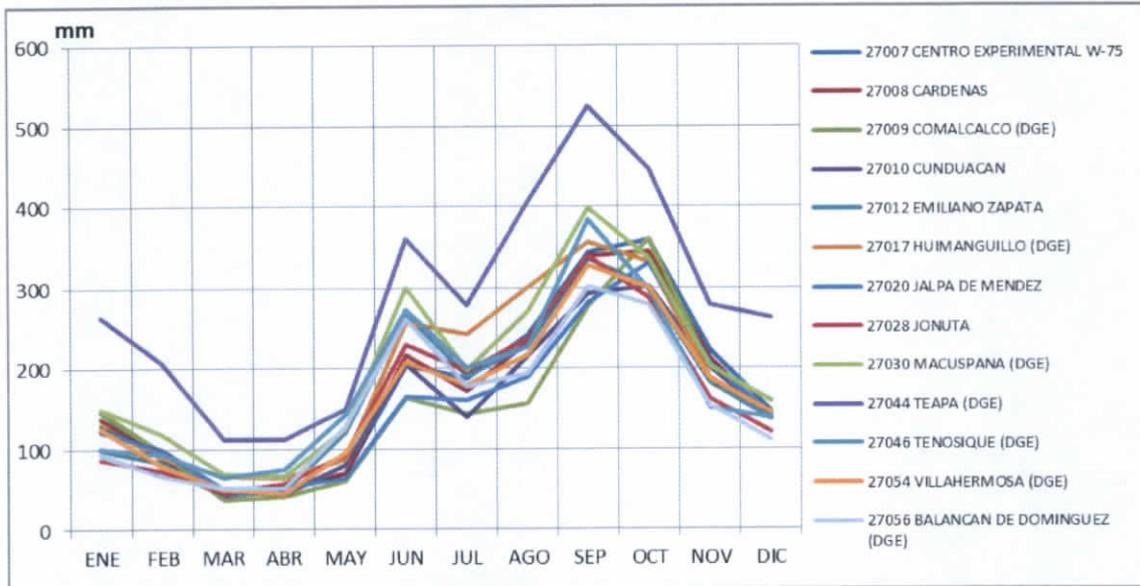


Figura 8.10 Evolución mensual de la precipitación

Al comparar los valores de la evaporación con los de la precipitación, como se muestra en la Figura 8.11 donde se asientan el promedio de las estaciones, se aprecia que durante el estiaje la evaporación supera la lluvia, siendo este un indicador de las necesidades de riego, notándose claramente que marzo, abril y mayo son los meses críticos.

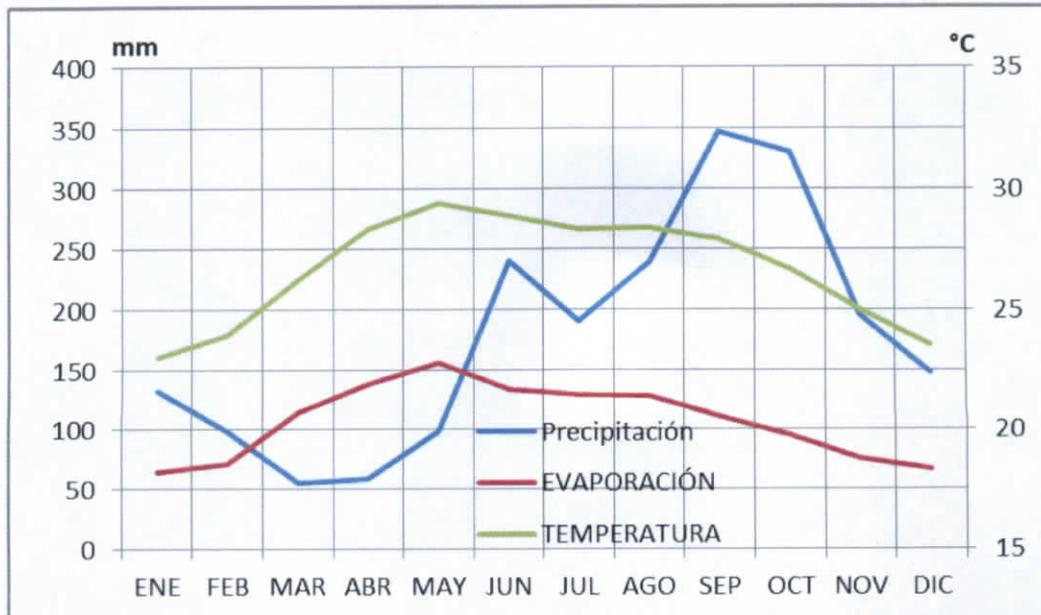


Figura 8.11 Promedios mensuales de precipitación y evaporación

ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PROTEGER A LA
POBLACIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAR MEJOR EL AGUA
(PROHTAB)

Para determinar las requerimientos de riego de los cultivos se seleccionaron los cultivos más representativos conforme la estadística agrícola; en los cíclicos se incluyó al maíz y las hortalizas, en los perennes se analizaron la caña de azúcar, cacao, plátano, limón y naranja, papaya y piña. Se aplicó el método de Blaney Criddle, utilizando los datos de las Estaciones Climatológicas Teapa, Cárdenas, Comalcalco, Centro Experimental W-75 y Balancán. Las láminas de riego anuales resultantes se muestran en la Tabla 8.26.

Tabla 8.26 Láminas de riego para los cultivos más significativos

| Cultivo | Periodo | Zona 27044 TEAPA (DGE) | | | | Zona 27008 CARDENAS | | | | Zona 27009 COMALCALCO (DGE) | | | |
|----------------|---------|------------------------|-------------|------------------------|-------------------------|---------------------|-------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------|------------------------|-------------------------|
| | | Ucc (cm) | Lle (cm) | Lámina neta (cm) | Lámina bruta (cm) | Ucc (cm) | Lle (cm) | Lámina neta (cm) | Lámina bruta (cm) | Ucc (cm) | Lle (cm) | Lámina neta (cm) | Lámina bruta (cm) |
| Maíz Grano | P-V | 67.6 | 60.5 | 7.1 | 14.9 | 67.8 | 43.7 | 24.1 | 50.6 | 70.7 | 38.4 | 32.3 | 67.9 |
| Maíz Grano | O-I | 53.3 | 53.3 | 0.0 | 0.0 | 53.5 | 42.2 | 11.3 | 23.7 | 53.5 | 43.8 | 9.6 | 20.2 |
| Hortalizas | P-V | 53.5 | 51.1 | 2.3 | 4.9 | 53.7 | 40.7 | 13.0 | 27.2 | 70.7 | 38.9 | 31.8 | 66.8 |
| Hortalizas | O-I | 42.2 | 42.2 | 0.0 | 0.0 | 42.3 | 36.0 | 6.3 | 13.2 | 55.7 | 43.7 | 12.0 | 25.2 |
| Cacao | Perenne | 135.1 | 116.1 | 19.1 | 40.0 | 135.6 | 90.7 | 44.9 | 94.2 | 141.8 | 85.1 | 56.7 | 119.1 |
| Caña de Azúcar | Perenne | 155.3 | 147.3 | 8.0 | 16.8 | 155.8 | 118.0 | 37.7 | 79.3 | 162.1 | 112.2 | 49.9 | 104.8 |
| Limón | Perenne | 96.8 | 93.1 | 3.8 | 7.9 | 97.1 | 81.4 | 15.8 | 33.1 | 101.3 | 78.6 | 22.7 | 47.6 |
| Naranja | Perenne | 96.8 | 93.1 | 3.8 | 7.9 | 97.1 | 81.4 | 15.8 | 33.1 | 101.3 | 78.6 | 22.7 | 47.6 |
| Papaya | Perenne | 96.8 | 90.1 | 6.7 | 14.1 | 97.1 | 75.9 | 21.2 | 44.6 | 101.3 | 70.1 | 31.2 | 65.5 |
| Piña | Perenne | 96.8 | 90.2 | 6.7 | 14.0 | 97.1 | 76.2 | 20.9 | 43.9 | 101.3 | 70.2 | 31.1 | 65.3 |
| Plátano | Perenne | 155.3 | 138.9 | 16.4 | 34.4 | 155.8 | 111.0 | 44.8 | 94.0 | 162.1 | 105.4 | 56.7 | 119.1 |

Tabla 8.5... continuación

| Cultivo | Periodo | Zona 27007 CENTRO EXPERIMENTAL W-75 | | | | Zona 27056 BALANCAN DE DOMINGUEZ (DGE) | | | |
|----------------|---------|-------------------------------------|-------------|------------------------|-------------------------|--|-------------|------------------------|-------------------------|
| | | Ucc (cm) | Lle (cm) | Lámina neta (cm) | Lámina bruta (cm) | Ucc (cm) | Lle (cm) | Lámina neta (cm) | Lámina bruta (cm) |
| Maíz Grano | P-V | 68.2 | 43.9 | 24.3 | 51.0 | 68.8 | 50.4 | 18.4 | 38.7 |
| Maíz Grano | O-I | 53.4 | 43.5 | 9.8 | 20.7 | 55.0 | 34.4 | 20.7 | 36.1 |
| Hortalizas | P-V | 54.0 | 40.4 | 13.6 | 28.6 | 54.5 | 45.8 | 8.7 | 18.3 |
| Hortalizas | O-I | 42.2 | 37.1 | 5.2 | 10.9 | 43.6 | 30.9 | 12.7 | 26.7 |
| Cacao | Perenne | 135.9 | 90.9 | 45.0 | 94.6 | 138.5 | 97.3 | 41.7 | 86.6 |
| Caña de Azúcar | Perenne | 156.2 | 121.5 | 34.6 | 72.8 | 159.2 | 111.9 | 47.3 | 99.4 |
| Limón | Perenne | 97.4 | 81.5 | 15.8 | 33.3 | 99.2 | 85.4 | 13.9 | 29.1 |
| Naranja | Perenne | 97.4 | 81.5 | 15.8 | 33.3 | 99.2 | 85.4 | 13.9 | 29.1 |
| Papaya | Perenne | 97.4 | 76.4 | 20.9 | 44.0 | 94.4 | 80.6 | 18.7 | 39.2 |
| Piña | Perenne | 97.4 | 76.6 | 20.8 | 43.7 | 99.2 | 80.8 | 18.5 | 38.8 |
| Plátano | Perenne | 156.2 | 111.5 | 44.7 | 93.8 | 159.2 | 109.7 | 49.5 | 103.9 |

Con información de la SAGARPA y CONAGUA

VF

Cabe señalar que para determinar la lámina bruta se consideró una eficiencia global de riego de 48%, si bien esta es sólo indicativa para efectos comparativos y su valor dependerá de las condiciones de cada proyecto.

Los resultados obtenidos muestran que los requerimientos de riego en la entidad son, en general, de poca magnitud. Los mayores corresponden al plátano, cacao y la caña de azúcar, que llegan a alcanzar láminas de 1.2 m en los casos más críticos; por otra parte resulta claro que las menores demandas de riego se presentan en la zona de Teapa, donde las lluvias son más copiosas y las mayores corresponden a Comalcalco, en esta las láminas netas fluctúan entre 9.6 y 56.7 cm.

Por lo que se refiere a la distribución de los requerimientos de riego a lo largo del año, en la Figura se muestra el caso de la caña de azúcar para la zona de Cárdenas, que sirve para ilustrar su comportamiento temporal. Se aprecia claramente que la demanda de riego se concentra básicamente de diciembre a mayo, cuando las lluvias son menores, si bien las mayores demandas mensuales de riego apenas alcanzan láminas netas de aproximadamente 7 cm.

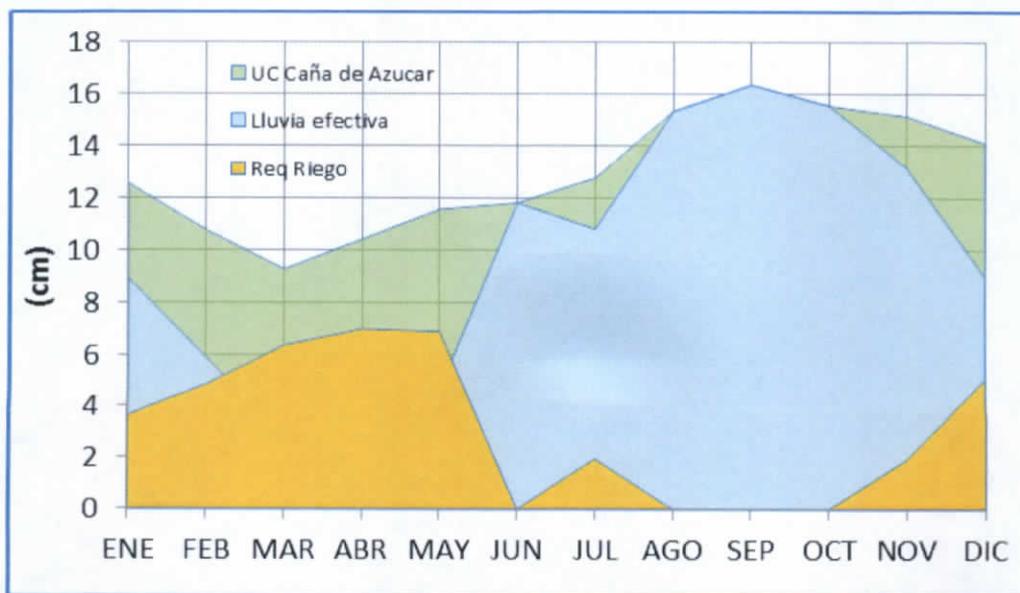


Figura 8.12 Requerimientos de riego, Cárdenas

Para poder obtener el recurso hídrico necesario para abastecer de riego a las zonas propuestas para este fin, fue necesario investigar las posibles fuentes de suministro, tanto superficiales como subterráneas, para ello, de los estudios existentes se investigaron y se pudo obtener lo siguiente:

Principales cuerpos de aguas superficiales

El estado de Tabasco debido a su orografía y topografía, está lleno de cuerpos de agua, pues dentro de su territorio se localizan 29 corrientes superficiales, Mezcalapa-Grijalva, Tepetitán-Chilapa, Pejelagarto, Samaria, Tancochapa, Puxcatán, Zanapa, Puyacatengo, Santana, Cuxcuchapa, Naranjeño, Nacajuca, Usumacinta, Teapa, San Pedro, Bitzal, San Pedro y San Pablo, Salsipuedes, Tacotalpa-La Sierra, San Antonio, Tonalá, Pichucalco, Chacamax, Maluco, Comoapa, El Azufre, Chico, Pimiental, éstas corrientes son perenes, , por tanto, son posibles fuentes de aprovechamiento ya sea con bombeos directos o con derivaciones, para su posterior aprovechamiento.

Una tercera parte del agua dulce de México, está en Tabasco. El sistema fluvial se constituye con los escurrimientos del río Usumacinta, que es el más grande y caudaloso de la República, y el del río Grijalva el segundo por su caudal, que desembocan en el Golfo de México.

El río Mezcalapa-Grijalva, por su caudal, cuenta en el estado de Chiapas con cuatro de las presas hidroeléctricas más importantes de México, Peñitas, Malpaso, Chicoasén y La Angostura, que de alguna manera han regulado el caudal y han contribuido para reducir las inundaciones en el estado. Entre sus numerosos afluentes en Tabasco está el río de la Sierra, que baja de la sierra de Chiapas junto con el Tacotalpa, y con el Viejo Mezcalapa forma el Grijalva poco antes de llegar a la ciudad de Villahermosa. En la zona de pantanos de Centla se le unen los ríos Tulijá y Macuspana.

El río Usumacinta se interna en Tabasco en el vértice que forman la frontera con Guatemala, el límite con el estado de Chiapas y la propia entidad, a él confluye el río San Pedro que por el municipio de Tenosique, entra a México proveniente del Petén, Guatemala, se interna a territorio mexicano desplazándose hacia el norte en el vecino

municipio de Balancán, donde se une al río Usumacinta. En los pantanos de Centla se desprenden dos brazos para formar los ríos Palizada y el San Pedro y San Pablo, posteriormente se une al río Grijalva y descarga al Golfo de México por la barra de Frontera Tab.

Solo quedan fuera de este sistema el río Tonalá que sirve de límite entre Tabasco y Veracruz, y las corrientes que descargan a las lagunas litorales de El Carmen, Machona y Mecoacán, como el Santana, el Tancochapa o Pedregal, que se alimentan de excesos de aguas de lluvias acumuladas en la zona de La Chontalpa, así como los ríos Samaria y González, brazos desprendidos del Mezcalapa, que desembocan al mar por la barra de Chiltepec.

La disponibilidad de agua se basa en las cuencas bajas de los ríos Usumacinta y Grijalva; estas cuencas acumulan el agua de innumerables corrientes y se descargan al mar en forma conjunta.

El volumen medio anual es de 125,000 millones de metros cúbicos, que representan el 35% de las corrientes del país, formando un amplio cauce que inunda grandes áreas y origina en las zonas bajas numerosas lagunas de poca profundidad. En los meses de septiembre y noviembre se alcanza los máximos niveles de agua causando inundaciones.

8.3.3 Reconocimiento y análisis de la información de estudios hidrológicos y geohidrológicos existentes.

8.3.3.1 Información Hidrológica

Tomando en cuenta las estaciones hidrométricas para tener idea de los volúmenes que escurren en los principales ríos, posibles fuentes de abastecimiento de agua para riego, se analizaron los escurrimientos registrados en cinco estaciones hidrométricas que se juzgaron las más representativas de cada corriente, los registros se obtuvieron del sistema Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS) de la CONAGUA, resultando lo siguiente:

ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PROTEGER A LA POBLACIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAR MEJOR EL AGUA (PROHTAB)

Sobre el río Samaria, se analizó los registros de escurrimiento en la estación hidrométrica 3005 Samaria, en ésta se reportaron 68 años con registros de los que 51 cuentan con registros completos con un escurrimiento promedio anual de 16 493.6 hm³, ver Figura 8.13, el máximo anual registrado se presentó en el 2011 con 23 349 hm³, y el mínimo anual en el 2003 con 5 410 hm³, habiendo ocurrido el máximo escurrimiento mensual en septiembre con 5 266.4 hm³

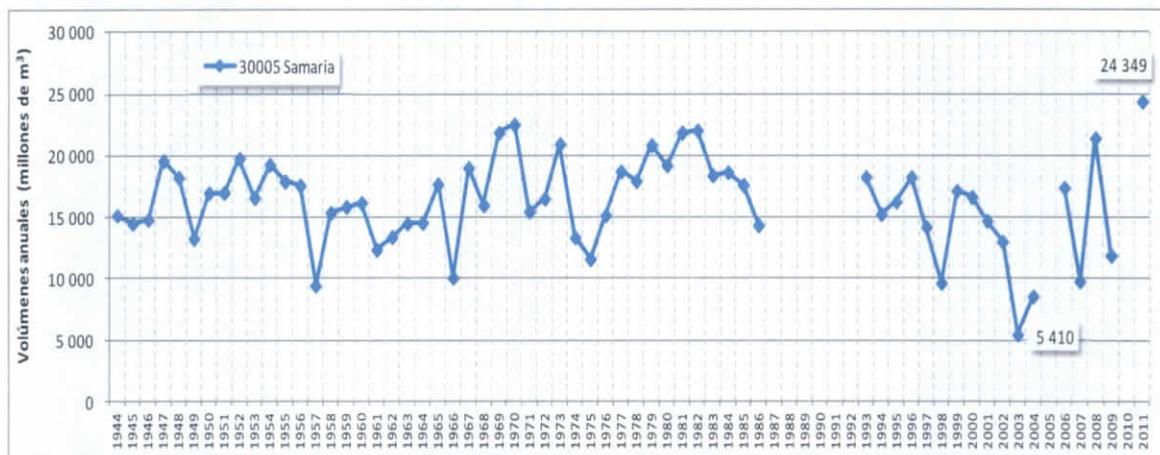


Figura 8.13 Escurrimientos anuales en la hidrométrica 3005 Samaria

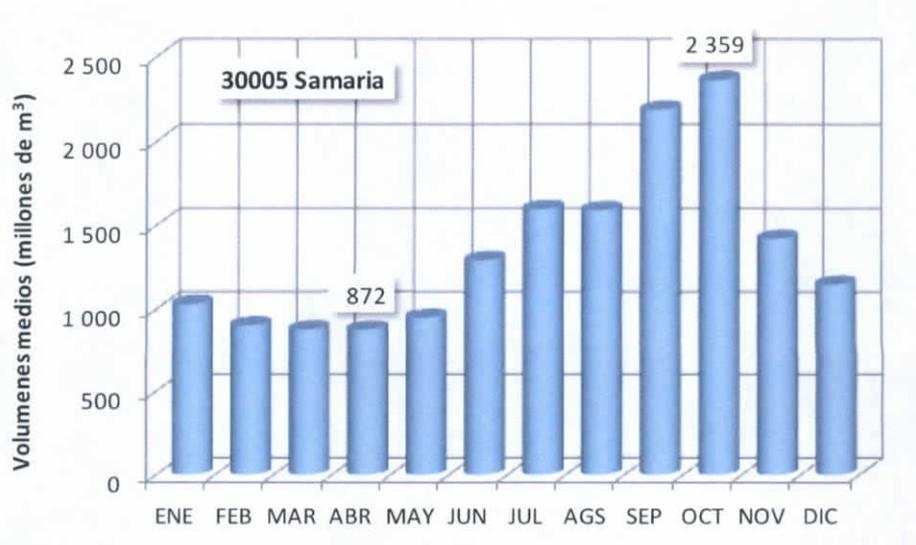


Figura 8.14 Escurrimientos medios mensuales en la EH 3005 Samaria

VF

Del río González, se analizó los registros de escurrimiento en la estación hidrométrica 3062 González, en ésta se reportaron 55 años con registros de los que 48 cuentan con registros completos con un escurrimiento promedio anual de 7 017.7 millones de m³, el máximo anual registrado se presentó en el 1999 con 16 972.5 y el mínimo anual en 1995 con 2 551.2 hm³. El máximo escurrimiento mensual en octubre con 882 hm³.



Figura 8.15 Escurremientos medios mensuales en la EH 3062 González

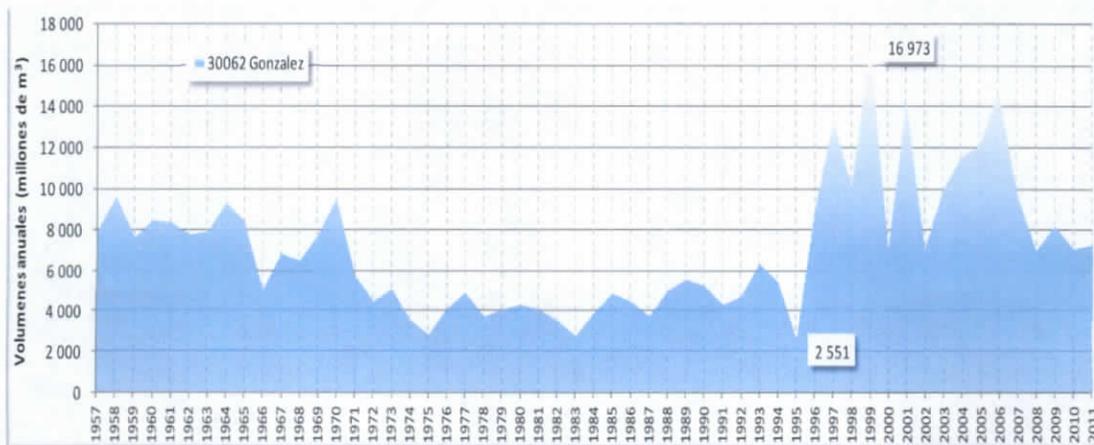


Figura 8.16 Escurremientos anuales EH 3062 González

ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PROTEGER A LA POBLACIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAR MEJOR EL AGUA (PROHTAB)

Del río Viejo Mezcalapa, se analizó los registros de escurrimiento en la estación hidrométrica 30083 Las Gaviotas II, en ésta se reportaron 49 años con registros de los que 37 cuentan con registros completos y dos sin registros, con un escurrimiento promedio anual de 8 751.3 hm³, el máximo anual registrado se presentó en el 2008 con 15 303.4 hm³, y el mínimo anual en 1972 con 5 624.1 h m³, habiendo ocurrido el máximo escurrimiento mensual en octubre con 1 557 hm³

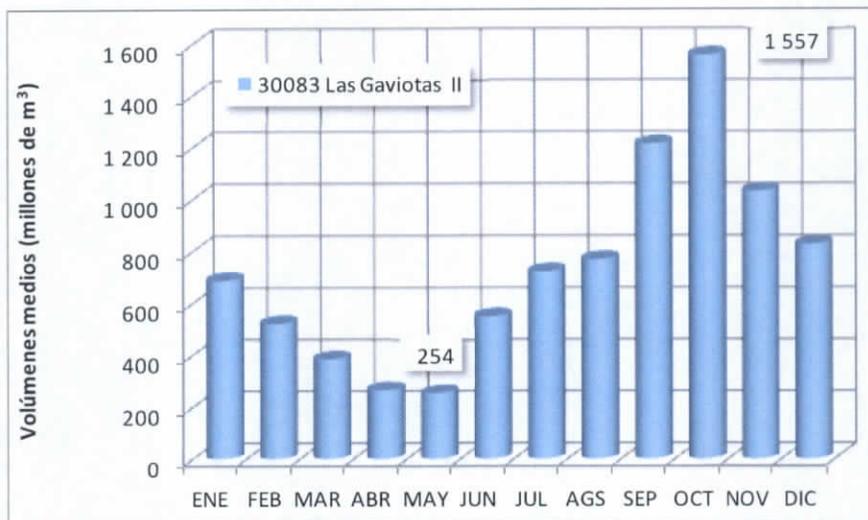


Figura 8.17 Escurrimientos medios mensuales EH 30083 Las Gaviotas

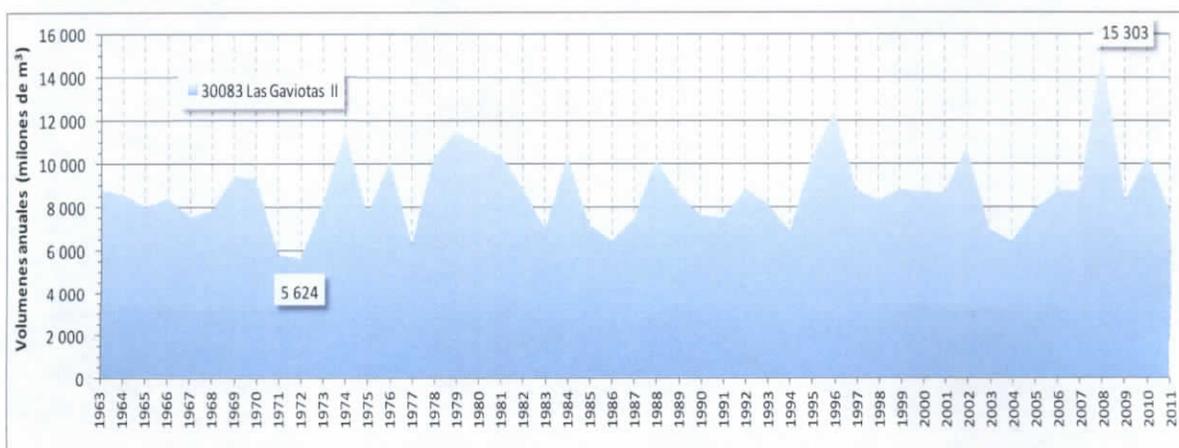


Figura 8.18 Escurrimientos anuales EH 30083 Las Gaviotas

De los ríos La Sierra y Tacotalpa, afluentes del río Grijalva, se analizaron los registros de escurrimiento en la estación hidrométrica 30016 Pueblo Nuevo, en ésta se reportaron 64 años con registros de los que 58 cuentan con registros completos y el 2007 sin registros, con un escurrimiento promedio anual de 6,483.4 hm³, el máximo anual registrado se presentó en el 2011 con 10,363.2 hm³, y el mínimo anual en 1949 con 3,605.8 hm³, habiendo ocurrido el máximo escurrimiento mensual en octubre con 1,142 hm³ Figura 8.19

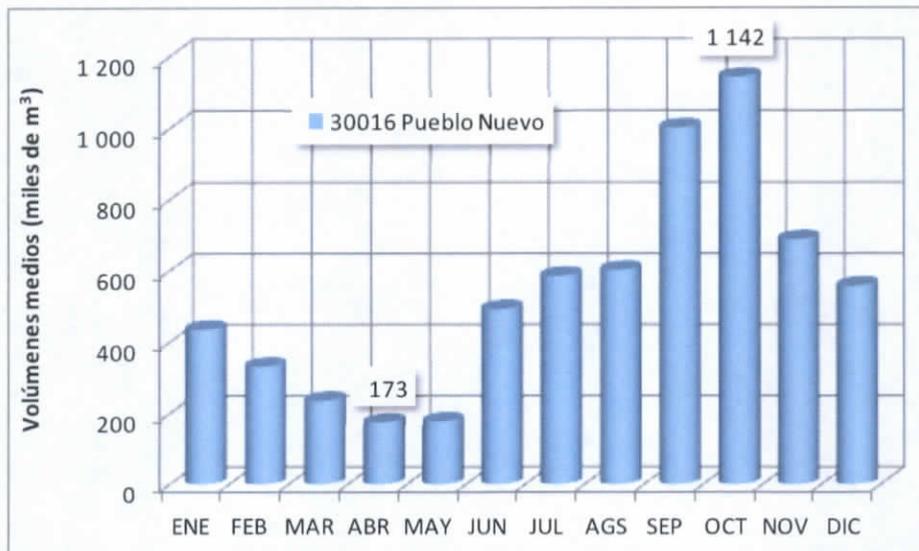


Figura 8.19 Escurrimientos medios mensuales EH 30016 Pueblo Nuevo

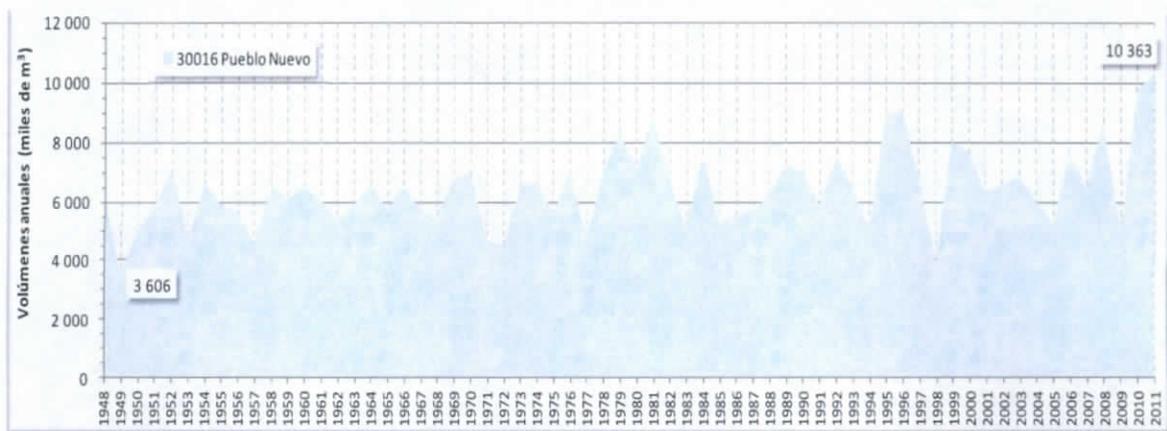


Figura 8.20 Escurrimientos anuales EH 30016 Pueblo Nuevo

Por otra parte, el río Usumacinta en el estado de Tabasco solo cuenta con una estación hidrométrica aforadora la 30019 Boca del Cerro en la que se analizaron los registros de escurrimiento, en ésta se reportaron 64 años con registros de los que 59 cuentan con registros completos, con un escurrimiento promedio anual de 60 246.8 hm³, Figura 8.22, el máximo anual registrado se presentó en el 2010 con 83 988.1 hm³, y el mínimo anual en 1949 con 27,567.9 hm³, habiendo ocurrido el máximo escurrimiento mensual en octubre con 1,142 hm³, para fines prácticos y de continuidad, en las gráficas las muestras se completaron con los promedios mensuales.



Figura 8.21 Escurrimientos medios mensuales EH 30019 Boca del Cerro

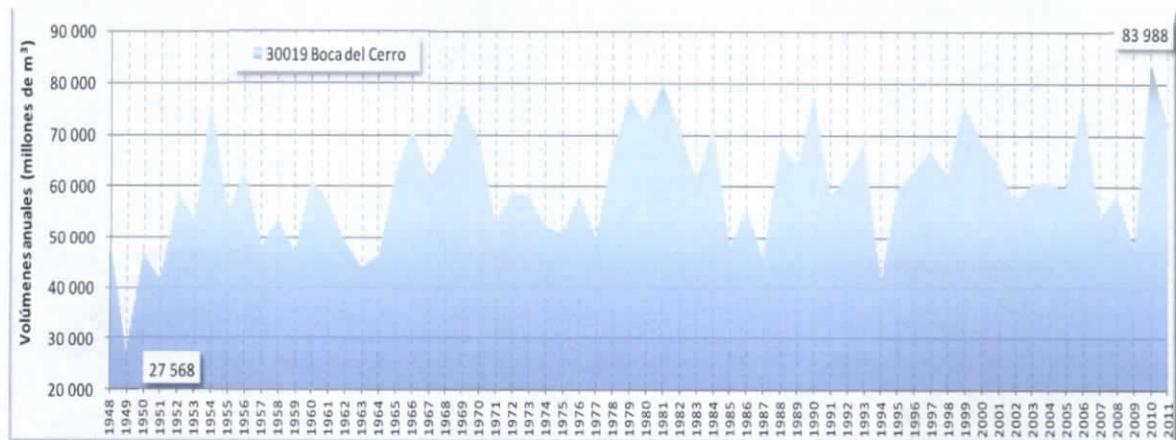


Figura 8.22 Escurrimientos anuales EH 30019 Boca del Cerro

VF

Como pudo apreciarse en la Tabla 8.27, sumados los escurrimientos registrados en las hidrométricas de la región del río Grijalva, son menores a la aportación registrada en la hidrométrica Boca del Cerro que mide los escurrimientos del río Usumacinta.

Tabla 8.27 Escurrimientos medios mensuales de los rios Grijalva y Usumacinta

| Estación | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGS | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Río Grijalva | | | | | | | | | | | | | |
| 30005 Samaria | 1 028 | 900 | 876 | 872 | 947 | 1 290 | 1 595 | 1 590 | 2 187 | 2 359 | 1 419 | 1 145 | 16 207 |
| 30062 González | 519 | 455 | 443 | 443 | 488 | 550 | 606 | 632 | 780 | 882 | 627 | 547 | 6 972 |
| 30016 Pueblo Nuevo | 435 | 331 | 235 | 173 | 177 | 491 | 585 | 601 | 1 001 | 1 142 | 688 | 557 | 6 416 |
| 30083 Las Gaviotas II | 688 | 520 | 384 | 265 | 254 | 548 | 721 | 769 | 1 213 | 1 557 | 1 031 | 827 | 8 778 |
| Suma | 2 670 | 2 207 | 1 938 | 1 753 | 1 866 | 2 880 | 3 507 | 3 592 | 5 181 | 5 940 | 3 765 | 3 076 | 38 374 |
| Río Usumacinta | | | | | | | | | | | | | |
| 30019 Boca del Cerro | 3 642 | 2 565 | 2 191 | 1 762 | 1 800 | 4 253 | 6 813 | 6 937 | 8 650 | 9 727 | 6 761 | 5 108 | 60 209 |

Con información del sistema BANDAS de la CONAGUA

8.3.3.2 Información Geohidrológica

Como puede apreciarse en la Figura 8.23 en el estado de Tabasco se localizan ocho acuíferos, de considerable importancia, con una recarga aproximada de 9 256.7 hm³ anuales la disponibilidad neta después de descontar extracciones y descargas naturales comprometidas asciende a 7 670.83 hm³.

VF

ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PROTEGER A LA POBLACIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAR MEJOR EL AGUA (PROHTAB)



Figura 8.23 Acuíferos de Tabasco

En la Tabla 8.28 se presenta un resumen de algunas condiciones en los acuíferos, el de mayor disponibilidad el acuífero 2707 Los Ríos, con una disponibilidad de 1,770.9 hm³ anuales, que representa el 23.1% del total estatal y una recarga de 1,895.0 hm³, le siguen en importancia el 2702 La Chontalpa y el 2706 Macuspana con más de 1,500 hm³, cada uno, el acuífero con menores recursos es el 2703 Samaria-Cunduacán, de la sub región Centro que es donde se ubica la capital del estado y el uso es prioritariamente urbano e industrial, con tan solo el 4.9% del total del recurso en el estado, esto es, 374.79 hm³, y una recarga probable de 546.6 hm³.

Tabla 8.28 Disponibilidad en los acuíferos

| Acuífero | Disponibilidad (Hm ³) | % | Recarga (Hm ³) | % | DNCOM | Zona Dispon |
|------------------------|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------------|--------|-------------|
| 2701 HUIMANGUILLO | 553.04 | 7.2% | 663.00 | 7.2% | 98.50 | 4 |
| 2702 LA CHONTALPA | 1 586.83 | 20.7% | 1 973.60 | 21.3% | 339.00 | 4 |
| 2703 SAMARIA-CUNDUACAN | 374.79 | 4.9% | 546.60 | 5.9% | 127.00 | 4 |
| 2704 CENTLA | 829.20 | 10.8% | 954.60 | 10.3% | 98.40 | 4 |
| 2705 LA SIERRA | 608.74 | 7.9% | 771.90 | 8.3% | 132.80 | 4 |
| 2706 MACUSPANA | 1 557.41 | 20.3% | 1 667.00 | 18.0% | 107.30 | 4 |
| 2707 LOS RÍOS | 1 770.93 | 23.1% | 1 895.00 | 20.5% | 109.20 | 4 |
| 2708 BOCA DEL CERRO | 389.89 | 5.1% | 785.00 | 8.5% | 390.00 | 4 |
| SUMA | 7 670.83 | 100.0% | 9 256.70 | 100.0% | | |

Con información proveniente de la CONAGUA jun-2013.

8.4 Formulación de Alternativas para las áreas de Riego y de Temporal

8.4.1 Alternativas de proyectos de riego y DTT

8.4.1.1 *Proyectos de temporal tecnificado*

El esquema de obras de las opciones de los proyectos de infraestructura identificados se integra principalmente por las siguientes componentes:

- Sistema de drenaje. Constituido por redes de drenes a cielo abierto, integrados por drenes principales, colectores y secundarios, para captar y desalojar el excedente de precipitación pluvial de los terrenos.
- Estructuras. El sistema de drenaje requerirá básicamente de estructuras de control y protección, puentes de cruce, entradas de agua y uniones de drenes, destinadas a mantener niveles convenientes en los drenes y permitir el paso a otras áreas dentro de la zona de estudio.
- Caminos. Obras necesarias para el mantenimiento de la red de drenaje, así como para el traslado de equipo, requiriéndose de una red de caminos paralela a los drenes. Los terraplenes se emplea el producto de las excavaciones de drenes y para el revestimiento, material de bancos cercanos.
- Bordos de protección. En función de las características de la zona, en ocasiones será necesario construir bordos de protección para evitar inundaciones de los terrenos por el desbordamiento de los ríos aledaños

Con el propósito de formular los esquemas de anteproyecto de las obras de drenaje correspondientes a las iniciativas identificadas, se procedió a analizar los registros de lluvia diaria y sus máximos anuales, para las estaciones climatológicas relevantes en las zonas de proyecto, y a partir de estos se realizó el análisis de lluvias máximas probables en 24 horas. Los resultados se muestran en la Tabla 8.29

Tabla 8.29. Precipitaciones diarias máximas probables

| Estación Climatológica | Periodo de retorno (Tr años) | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| 27017 HUIMANGUILLO (DGE) | 202.1 | 215.0 | 234.4 | 272.1 | 283.0 |
| 27032 MEZCALAPA | 160.8 | 168.5 | 179.9 | 202.2 | 208.7 |
| 27003 BLASILLO | 176.5 | 191.2 | 213.1 | 255.9 | 268.3 |
| 27008 CARDENAS | 222.4 | 239.5 | 265.1 | 314.9 | 329.3 |
| 27002 CENTRO EXPERIMENTAL W-75 | 218.5 | 236.7 | 264.0 | 317.1 | 332.5 |
| 27073 POBLADO C-09 | 186.0 | 208.2 | 241.4 | 306.2 | 325.0 |
| 27076 POBLADO C-16 | 250.7 | 278.0 | 319.0 | 398.7 | 421.9 |
| 27009 COMALCALCO (DGE) | 208.5 | 224.4 | 248.4 | 294.9 | 308.4 |
| 27010 CUNDUACAN | 203.1 | 219.1 | 243.0 | 289.5 | 303.0 |
| 27020 JALPA DE MENDEZ | 181.1 | 202.3 | 234.1 | 295.9 | 313.8 |
| 27054 VILLAHERMOSA (DGE) | 185.6 | 198.1 | 216.8 | 253.2 | 263.8 |
| 27044 TEAPA (DGE) | 240.4 | 252.3 | 270.1 | 304.6 | 314.6 |
| 27030 MACUSPANA (DGE) | 188.1 | 198.1 | 213.1 | 242.3 | 250.8 |
| 27019 JALAPA | 202.1 | 215.0 | 234.4 | 272.1 | 283.0 |
| 27046 TENOSIQUE (DGE) | 178.8 | 189.8 | 206.2 | 238.2 | 247.5 |
| 27012 EMILIANO ZAPATA | 181.5 | 200.3 | 228.6 | 283.6 | 299.6 |
| 27028 JONUTA | 173.7 | 194.4 | 225.4 | 285.7 | 303.2 |
| 27056 BALANCAN DE DOMINGUEZ (DGE) | 150.8 | 166.4 | 189.8 | 235.3 | 248.5 |
| 27059 EL TRIUNFO | 151.1 | 162.4 | 179.3 | 212.1 | 221.7 |
| 27004 BOCA DEL CERRO | 181.8 | 192.3 | 208.0 | 238.5 | 247.4 |
| 27040 SAN PEDRO | 148.6 | 158.0 | 171.9 | 199.1 | 207.0 |

Se puede apreciar que la lluvia máxima diaria para periodos de retorno de 5 años, oscila alrededor de los 190 mm, con extremos desde unos 150 mm hasta poco más de 250 mm. Las de menor intensidad ocurren en el extremo oriental del Estado, en la zona de Balancán, en tanto que las mayores se presentan en la porción central norte, alrededor de la zona de la Chontalpa, aunque también ocurren al sur, en la próxima a la sierra, en Teapa alcanzan 240 mm.

Por otra parte, para formular los esquemas de proyecto se generó, para las zonas de interés, una configuración topográfica de curvas de nivel a cada dos metros, derivada del Modelo digital de elevación de alta resolución LIDAR, tipo terreno con resolución horizontal de 5 m, levantado por el INEGI en 2008, del estado de Tabasco.

Utilizando dicha información, la correspondiente a los suelos y en el caso de los proyectos que cuentan con redes de drenaje existentes, las fichas de rehabilitación proporcionadas por la Subdirección de Infraestructura Hidroagrícola de la CONAGUA en el Estado de Tabasco, se formularon los esquemas de proyecto para los sistemas de drenaje de cada una de las iniciativas.

Proyecto río Seco

El proyecto planteado se ubica, como fue señalado anteriormente, colindante con el DTT La Chontalpa, entre este y la carretera Cárdenas Comalcalco, que corre por la ribera izquierda del río Seco. La zona cubre una superficie de unas 34,000 ha de terrenos bajos de la planicie costera central de Tabasco, con elevaciones de entre 4 y 12 msnm, en la que se han construido redes de drenaje agrícola, aparentemente sin una planeación integral de desarrollo, que aprovechan las corrientes naturales como colectores para su descarga a las lagunas costeras y estuarios que la limitan por el norte.

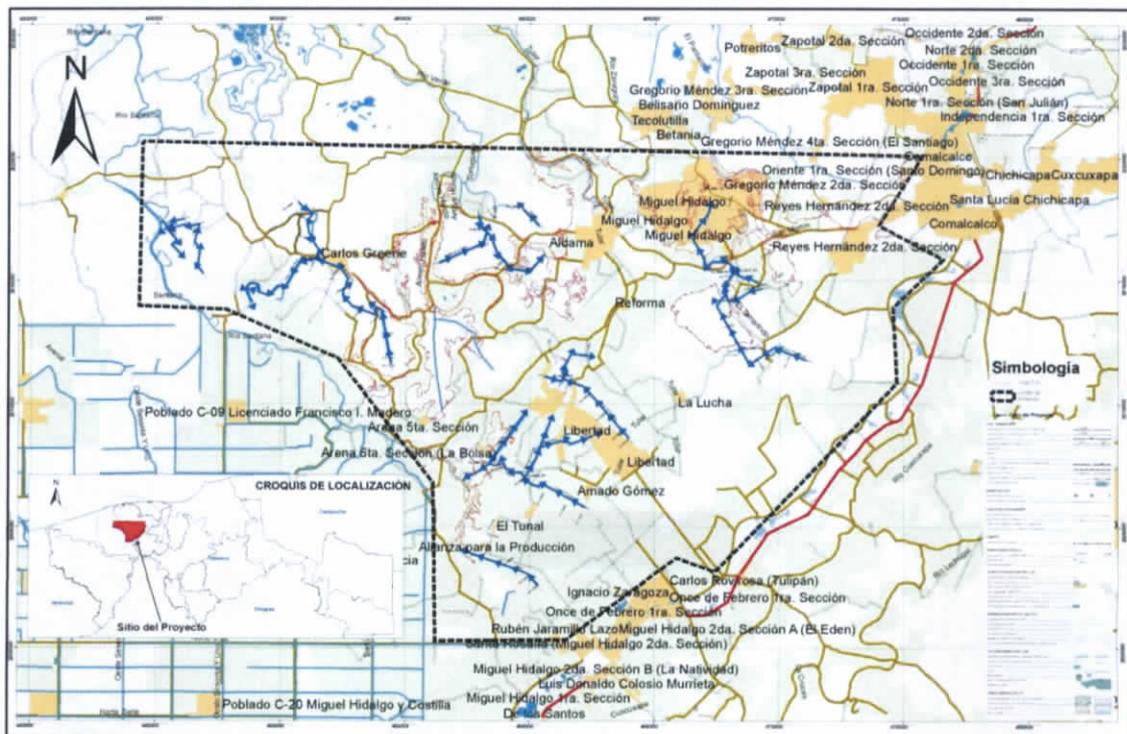


Figura 8.24 Esquema del sistema de drenaje. Proyecto río Seco

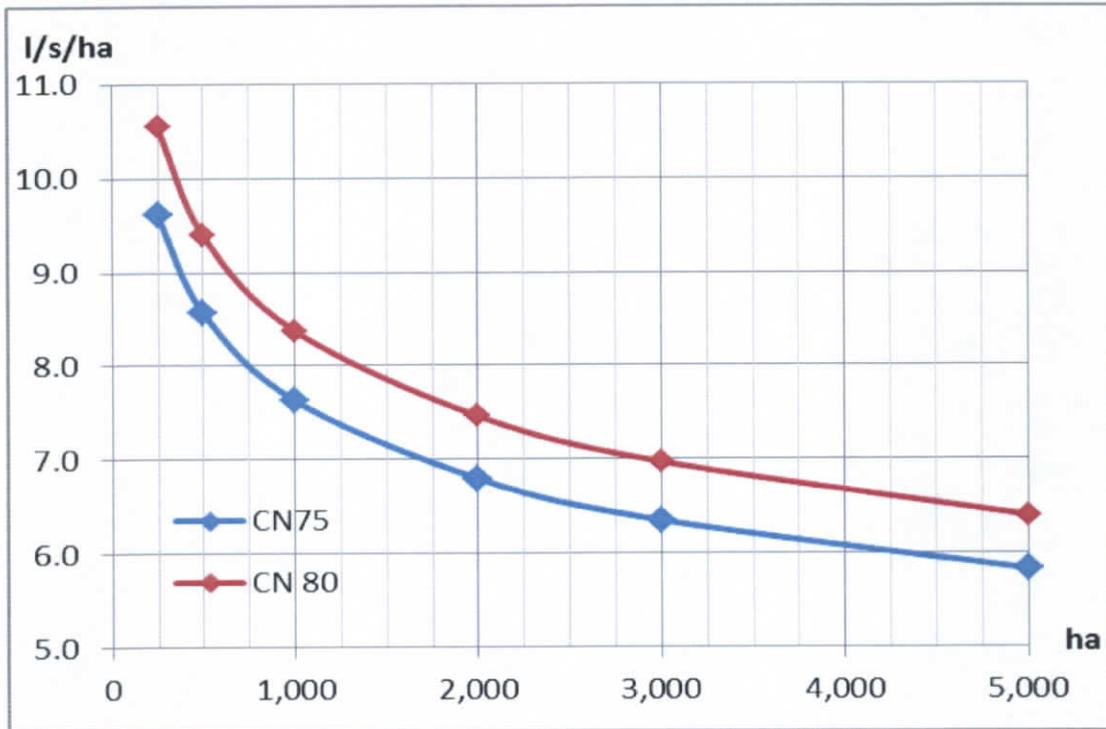


Figura 8.25 Coeficiente unitario de drenaje, río Seco

Considerando los coeficientes unitarios y la superficie de cuenca correspondiente a cada uno de los drenes principales, se calculó la capacidad máxima requerida por ellos en los sitios de descarga; los valores resultantes para los drenes principales se muestran en la Tabla 8.30 que también muestra la longitud estimada de drenes colectores.

Tabla 8.30 Gastos requerido río Seco

| Dren | Área drenada, ha | Gasto máx, m ³ /s | Principales, km | Colectores, km |
|-----------------------------|------------------|------------------------------|-----------------|----------------|
| Santana 1a (sur) | 1,486 | 10.6 | 4.6 | |
| Santana centro (Libertad W) | 3,773 | 23.1 | 5.8 | 5.8 |
| Greene Nte | 2,065 | 14.0 | 9.5 | 4.7 |
| Arroyo Hondo Nte | 2,788 | 17.9 | 5.5 | 4.8 |
| El Tular (Libertad E) | 1,138 | 8.5 | 5.4 | 0.9 |
| La Soledad | 4,333 | 25.9 | 9.2 | 16.7 |
| Suma | 15,583 | | 40.1 | 32.9 |

Adicionalmente a los drenes señalados se estima que se requiere de otros 39 km de drenes secundarios, con ellos se dispondría de una red de drenaje con longitud de 112 km, para desaguar los excedentes de lluvia en un área neta beneficiada de 18,700 ha.

Cabe señalar que no se cuenta con el inventario de los drenes existentes, que consigne sus características geométricas e hidráulicas, por lo que lo aquí señalado corresponde a una estimación preliminar basada en la información disponible.

Proyecto Samaria Mecoacán

El proyecto se localiza en la margen derecha del río Seco, que lo divide del anteriormente descrito, forma una franja irregular de entre 10 y 19 km de ancho por unos 36 km de largo, que abarca un área de estudio de aproximadamente de 56,000 ha.

Los principales vías de desagüe de la zona lo constituyen el Dren Samaria Mecoacán, que corre a lo largo de la zona en dirección noreste, y el arroyo Cuxcuchapa en el que se prolonga hasta su descarga a la laguna de Mecoacán. Al dren Samaria Mecoacán descargan el dren Veladero, que desagüa la porción Oeste de la zona y el dren Chicozapote que capta los escurrimientos de la zona Este.

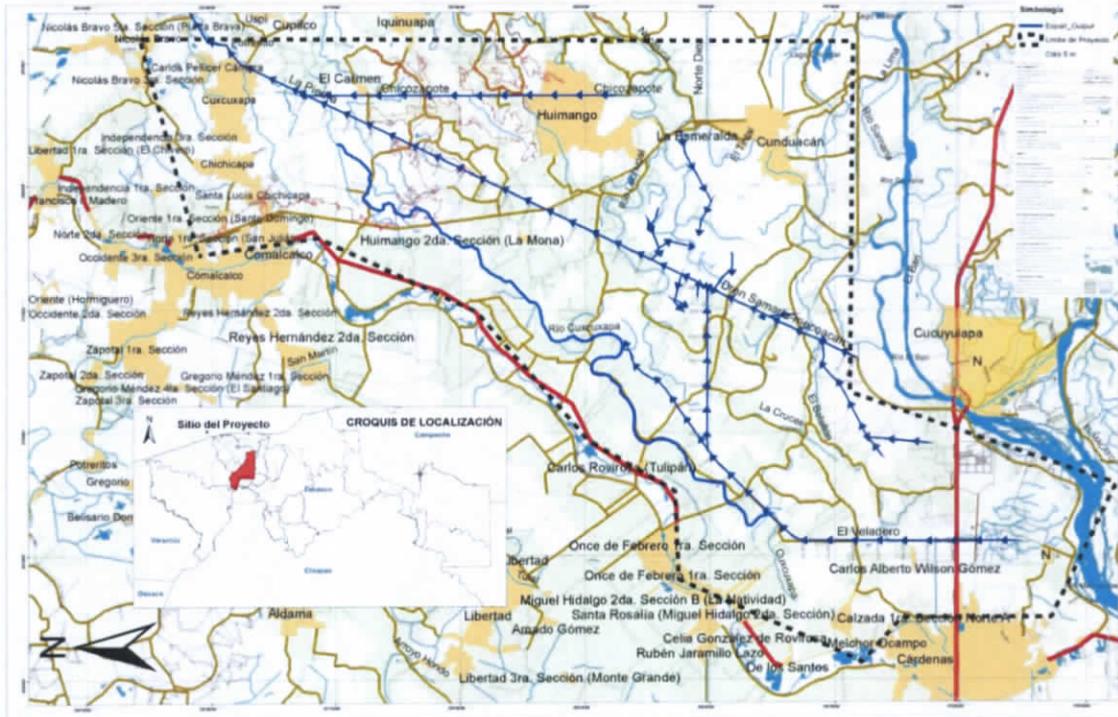


Figura 8.26 Esquema del sistema de drenaje. Proyecto Samaria Mecoacán

A partir de las lluvias estimadas para periodo de retorno de 5 años, usuales en el drenaje agrícola, y considerando las características de los suelos y uso del mismo en las zonas de proyecto, se determinó la lluvia en exceso y en función de esta, los coeficientes unitarios de drenaje para cada zona, aplicando el criterio del SCS para el drenaje en zonas agrícolas planas.

Con ese fin se utilizó la información de lluvia máxima diaria las estaciones climatológicas que tienen influencia en la zona, mismas que para este proyecto corresponden a las de 27008, Cárdenas, 27009 Comalcalco y 27010, Cunduacán. Con el promedio ponderado de ellas (206.5 mm) para periodos de retorno de cinco años, y considerando un número de curva CN de 75, en función de las características del suelo y del uso del mismo, se estimó la precipitación en exceso en 131.1 mm.

VF

Con los valores así determinados, se obtuvieron los coeficientes unitarios de drenaje. Los resultados se presentan en la gráfica siguiente donde se aprecia que los valores extremos alcanzan 10.3 y 6.2 l/s/ha, para superficies de 250 y 5,000 ha

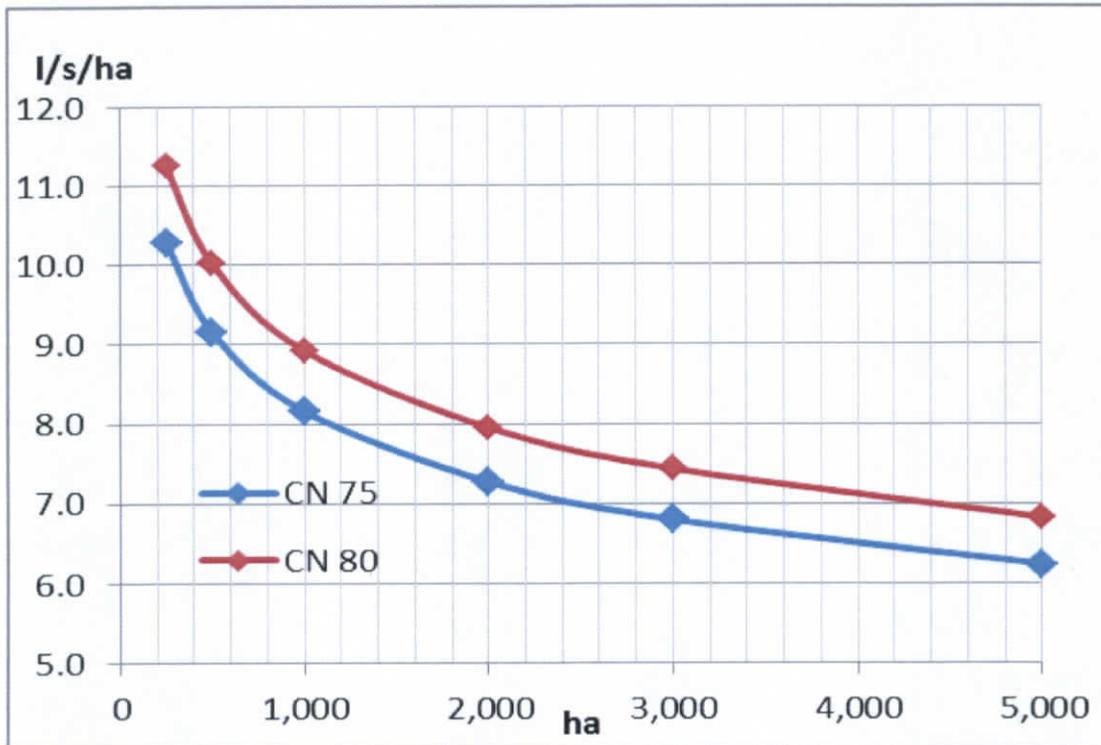


Figura 8.27 Coeficiente unitario de drenaje, Samaria Mecoacán

Con esos valores y la superficie de cuenca correspondiente a cada uno de los drenes principales se calculó la capacidad requerida por los mismos, resultando los caudales que se presentan en la Tabla 8.31, que incluye los datos del río Cuxcuchapa en el tramo dentro de la zona de proyecto

Tabla 8.31 Gastos requeridos Samaria Mecoacán

| Dren | Área drenada, ha | Gasto max, m ³ /s | Principal, km | Colectores, km |
|---------------------|------------------|------------------------------|---------------|----------------|
| Dren Samaria | 38,290 | 170.2 | 24.4 | 17.5 |
| dren Veladero | 9,403 | 52.8 | 18.0 | 5.52 |
| dren Chicozapote | 4,723 | 29.8 | 12.4 | 4.3 |
| río Cuxcuchapa | 6,192 | 37.3 | | |
| Suma | 38,290 | | 66.8 | 27.3 |

Los drenes secundarios requeridos acumulan otros 172.9 km, con los cuales se beneficia un área neta de 34,500 ha, mediante una red de drenaje que se extiende por una longitud de 267.1 km.

Al igual que en el proyecto río Seco, es importante destacar que los datos consignados corresponden a una estimación basada en la información disponible, ya que no se cuenta con el inventario de los drenes existentes que consigne sus características geométricas e hidráulicas.

Proyecto Sur de Balancán Tenosique

El área donde se ubica el proyecto corresponde a la porción sur del Distrito de temporal Tecnificado Balancán Tenosique, donde no se cuenta con la red de drenaje; la superficie por estudiar cubre unas 52,000 ha, en tanto que el área neta beneficiada se estima alcanzaría unas 40,400 ha; como se aprecia en la Figura 8.28, se localiza al sur de la calle N-S y está comprendida entre el río San Pedro y la frontera con Guatemala, los terrenos presentan elevaciones entre los 40 y 15 msnm.

ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PROTEGER A LA POBLACIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAR MEJOR EL AGUA (PROHTAB)

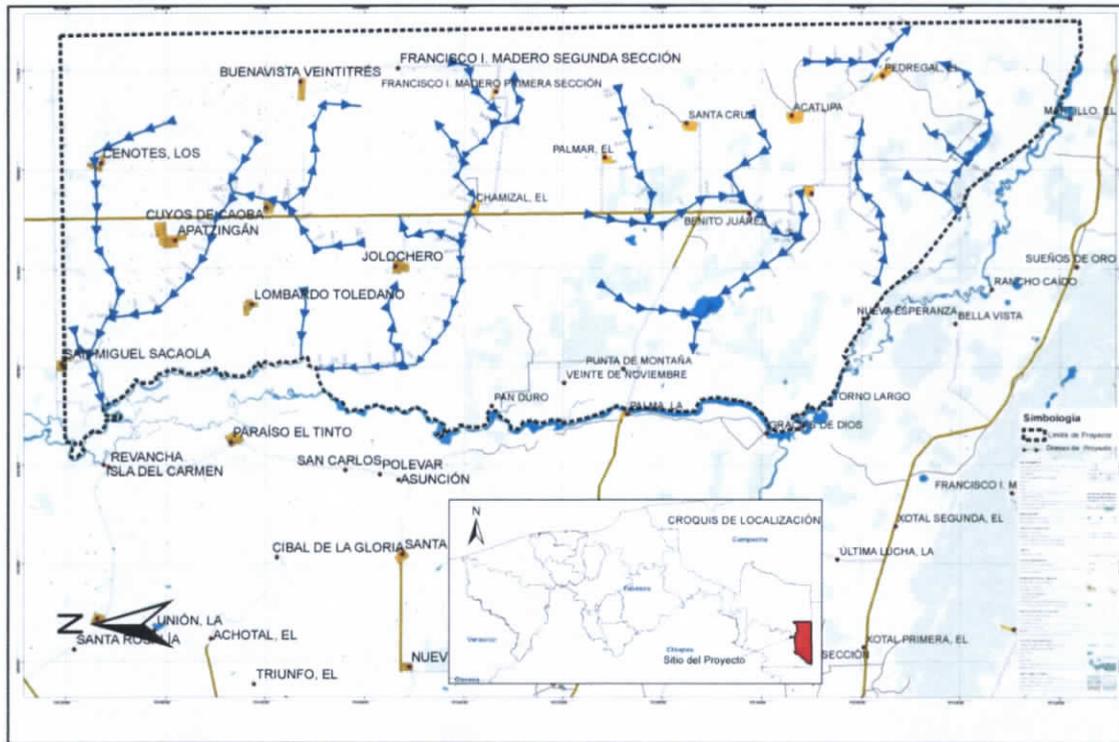


Figura 8.28 Esquema del sistema de drenaje. Proyecto sur de Balancán Tenosique

A fin de determinar los requerimientos de drenado de los terrenos, se utilizó la información de las estaciones climatológicas 27040, San Pedro y 27046, Tenosique, que tienen influencia en la zona. Tomando el promedio de las estimaciones de lluvia máxima en 24 horas de ellas, para un periodo de retorno de cinco años (163.7 mm), se calcularon los coeficientes unitarios de drenaje para la zona. Para ello se calculó la precipitación en exceso (106.3 mm), adoptando un número de curva CN de 80, estimado en función de las características del suelo y del uso del mismo.

Con los valores así determinados, se obtuvieron los coeficientes unitarios de drenaje que se presentan en la gráfica siguiente donde se aprecia que los valores extremos alcanzan 8.7 y 5.3 l/s/ha, para superficies de 250 y 5,000 ha

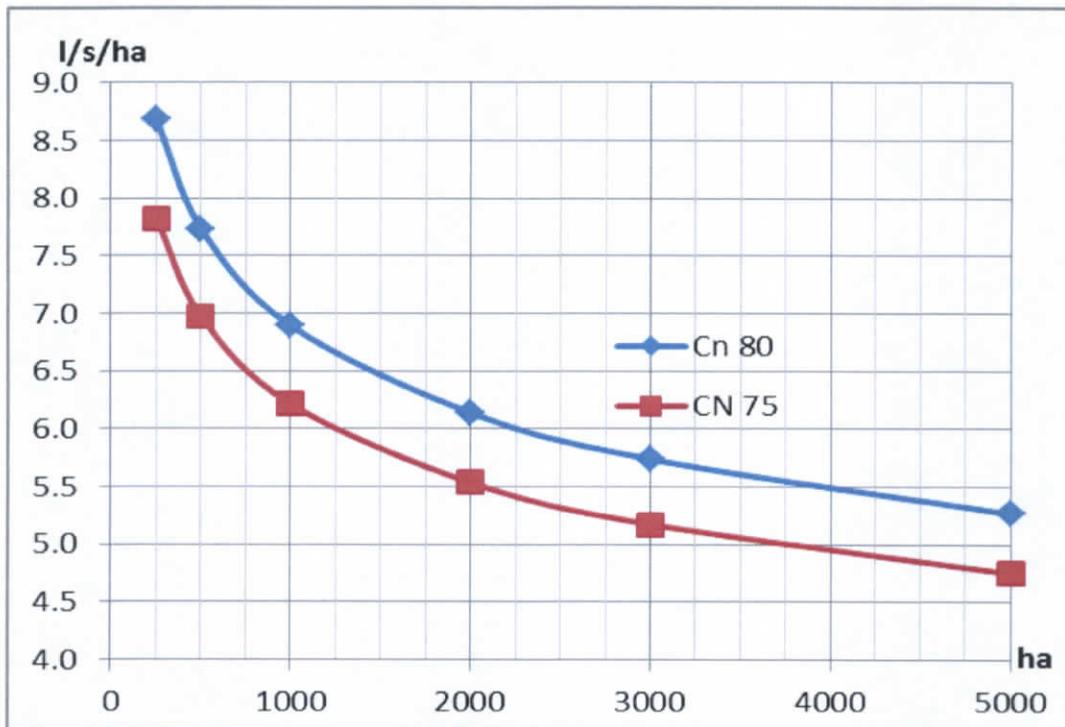


Figura 8.29 Coeficiente unitario de drenaje, Sur de Balancán Tenosique

Con esos valores y la superficie de cuenca correspondiente a cada uno de los drenes principales se calculó la capacidad requerida por los mismos; los valores resultantes se muestran en la Tabla 8.32

Tabla 8.32 Gastos requeridos Sur de Balancán Tenosique

| Dren | Área drenada, ha | Gasto máx, m ³ /s | Principal, km | Colectores, km |
|----------------------------|------------------|------------------------------|---------------|----------------|
| S-1 Apatzingán | 14,025 | 62.2 | 14.1 | 23.5 |
| S-2 Cuyos 2 | 625 | 4.7 | 0.0 | 2.6 |
| S-3 Jolochero Chamizal | 9,520 | 45.1 | 15.1 | 15.2 |
| S-4 Juarez Ensenada Grande | 15,695 | 68.4 | 14.9 | 21.7 |
| S-5 Sta Isabel | 2,009 | 12.3 | 0.0 | 6.9 |
| S-6 El Pedregal | 3,030 | 17.4 | 7.6 | 4.0 |
| Suma | 44,904 | | 51.81 | 73.98 |

Adicionalmente se estima se requieren 145.0 km de drenes secundarios, que recibirían los caudales de desagüe en las parcelas.

Proyecto río Tacotalpa Margen Derecha

El desagüe natural del área, que cubre aproximadamente 33,000 ha, está formado por un sistema de ríos interiores que descarga en las lagunas costeras, su pendiente es muy pequeña y forman meandros pronunciados invadidos por lirios y otras plantas acuáticas, esto dificulta el escurrimiento, lo que origina durante la época de lluvias inundaciones en los terrenos dedicados a la agricultura y ganadería.

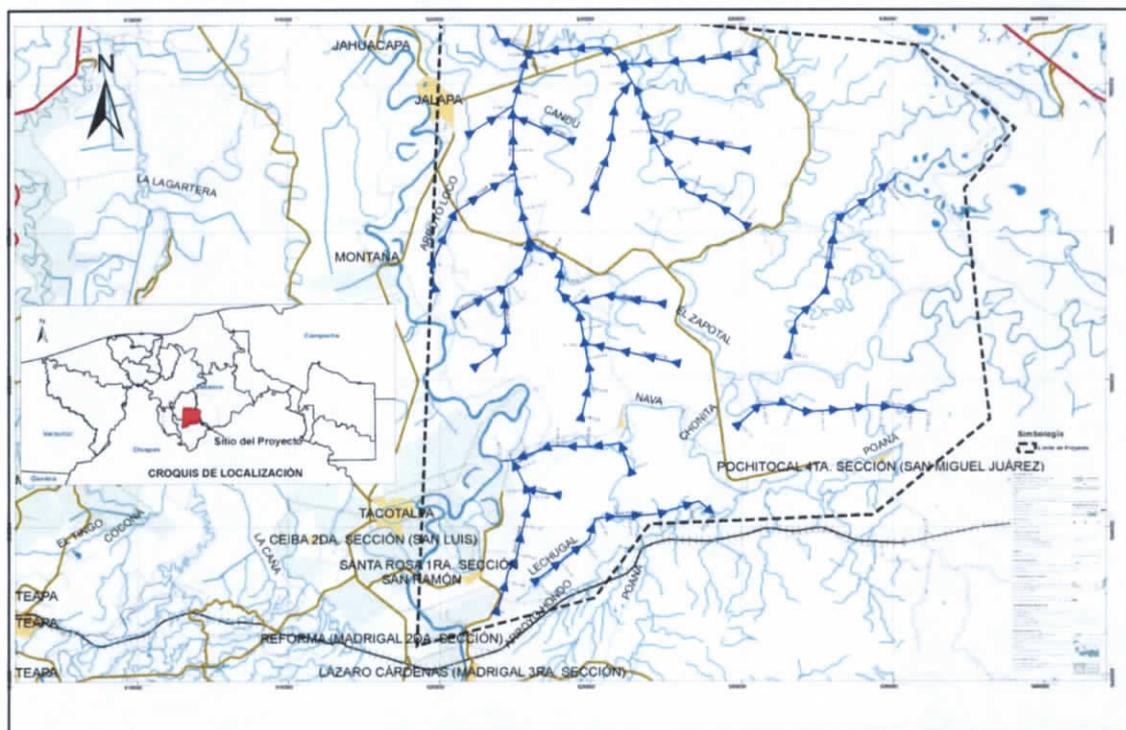


Figura 8.30 Esquema del sistema de drenaje Proyecto río Tacotalpa, md

La obra por realizar consistirá en una red de drenaje excavada a cielo abierto, que se localiza siguiendo los talwegs y corrientes de avenamiento natural, buscando dar salida a los escurrimientos en las depresiones que provocan el estancamiento de los caudales pluviales e inundación de los terrenos aledaños, y causan los elevados niveles freáticos que imperan en la zona. La superficie neta que beneficiaría el proyecto se estima que alcanza unas 17,700 ha.

Para calcular la capacidad de los drenes se utilizó la información de las estaciones climatológicas 27011 Dos Ríos, 27019 Jalapa y 27003 Macuspana; a partir de los valores de precipitación máxima diaria, para un periodo de retorno de cinco años, se obtuvo la media ponderada por su área de influencia (206.5 mm) y se calcularon los coeficientes unitarios de drenaje para la zona. Para ello se estimó el exceso de precipitación (146.0 mm) adoptando un número de curva CN de 80, estimado en función de las características del suelo y del uso del mismo. Los coeficientes unitarios de drenaje resultantes se presentan en la gráfica siguiente donde se aprecia que los valores extremos alcanzan 11.2 y 6.8 l/s/ha, para superficies de 250 y 5,000 ha

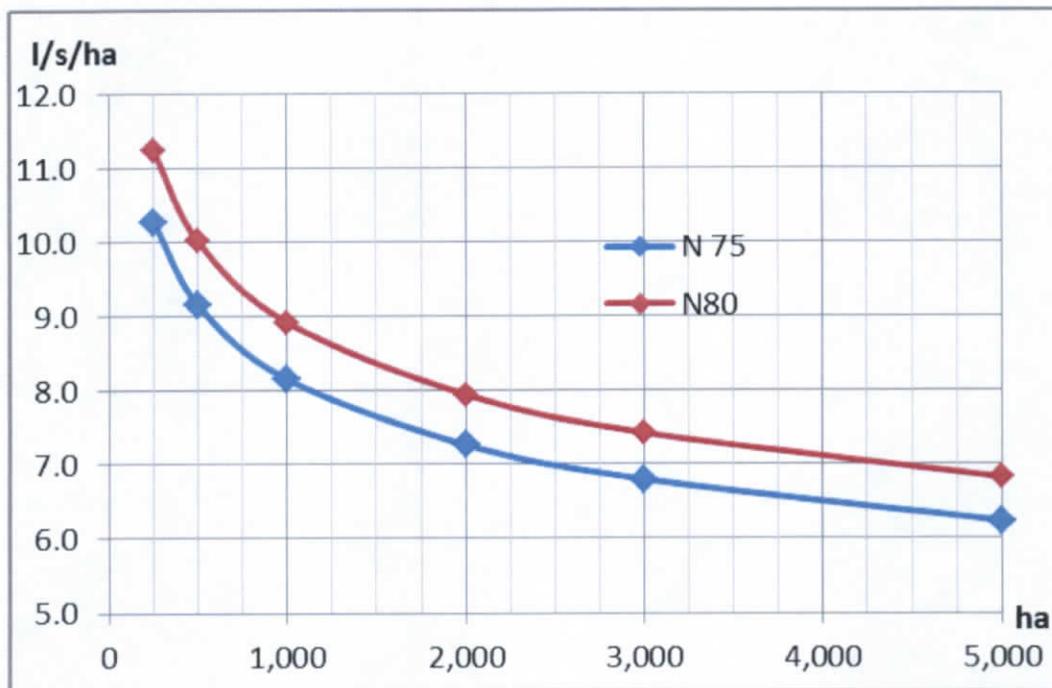


Figura 8.31 Coeficiente unitario de drenaje. Proyecto río Tacotalpa md

Con esos valores y la superficie de cuenca correspondiente a cada uno de los drenes principales se calculó la capacidad requerida por ellos; los valores resultantes se muestran en la Tabla 8.33

Tabla 8.33 Gastos requeridos rio Tacotalpa md

| Dren | Área drenada, ha | Gasto máx, m³/s | Principal, km | Colectores, km |
|----------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Puxcatán Nte | 2,900 | 21.7 | 7.5 | |
| Puxcatán Este | 1,700 | 13.9 | 6.9 | |
| Pochital | 1,400 | 11.8 | 7.2 | |
| Huapacal | 2,150 | 16.9 | 5.3 | 6 |
| S. Miguel (E) | 4,350 | 30.4 | 12.5 | 12.2 |
| Guayacanes (W) | 7,200 | 46.2 | 13.4 | 21.9 |
| Suma | 19,700 | | 52.8 | 40.1 |

Además de los drenes señalados, se estima que se requiere la construcción de 52.4 km de drenes secundarios, para el adecuado drenaje de las parcelas.

8.4.1.2 Proyectos de riego

A pesar que la lluvia que se precipita en Tabasco es suficiente para el desarrollo agrícola bajo condiciones de temporal, existen períodos del año y zonas de la entidad en que la precipitación es insuficiente para el adecuado desarrollo de los cultivos, que presentan deficiencias por estrés hídrico; el análisis de los requerimientos de riego para subsanar esas deficiencias se presentó en el apartado (8.3.3).

En los últimos años se ha venido desarrollando en la entidad un incipiente interés por el riego de los cultivos y se han llevado a cabo obras de riego apoyando iniciativas de pequeños productores mediante los programas de Riego Suplementario y Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego, en buena medida aprovechando aguas subterráneas; sin embargo estos apoyos están condicionados por la participación de los productores en la inversión por realizar (50% de su costo) y limitados a pequeñas superficies.

Dichos programas convendrá que continúen desarrollándose, pero para alcanzar un mayor impacto de las acciones y extender sus beneficios a los productores más necesitados, ahora se pretende aprovechar los abundantes recursos hidráulicos con que cuenta la entidad, desarrollando proyectos de mayor tamaño bajo los esquemas tradicionales de construcción de nuevas Unidades o Distritos de Riego.

V F

Para ello se propuso la alternativa de ubicar áreas compactas con actividades agrícolas, que siembren cultivos estacionales o perennes, para ello se estudiaron varios sitios, con posibilidades de establecer una zona de riego y se acordó con la Subdirección de infraestructura hidroagrícola en Tabasco, formular esquemas de proyecto en tres zonas seleccionadas en función del desarrollo agrícola alcanzado en ellas y la cercanía a sitios con facilidad de aprovechamiento del agua.

Proyecto de riego Caobanal

Esta zona se ubica en la ribera izquierda del río Mezcalapa, entre los poblados de San Manuel y Estación Chontalpa en la porción sur oriental del estado de Tabasco, entre el río y la laguna de Chicoacán. Abarca una superficie de unas 4,000 ha que reduciendo por poblados, infraestructura hidráulica, vías de comunicación y zonas no aprovechables, alcanzaría una superficie neta regable de unas 3,300 ha, Figura 8.1, es una planicie con un desnivel de ocho metros y una pendiente media de sur este a noroeste del 0.16%, presenta algunas zonas inundables, con más del 80% con parcelas agrícolas y plantaciones arbóreas.

ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PROTEGER A LA POBLACIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAR MEJOR EL AGUA (PROHTAB)

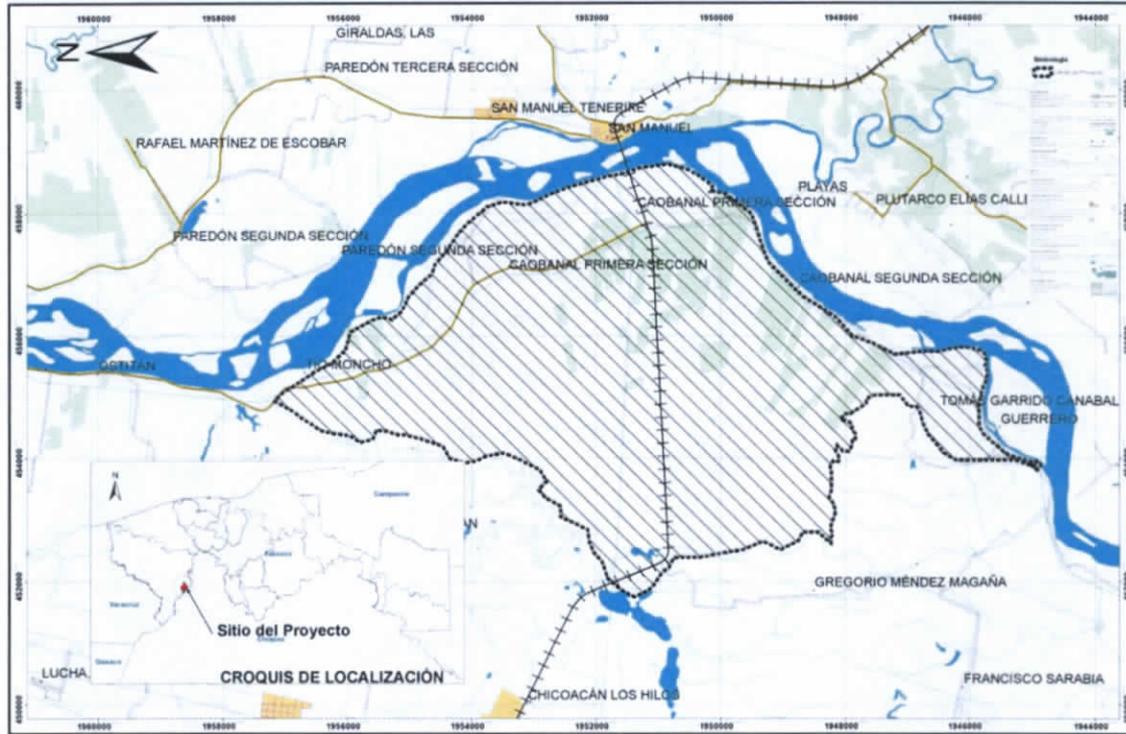


Figura 8.32 Localización zona de riego Caobanal

La propuesta de aprovechamiento superficial para ésta zona es a partir de un bombeo del río Mezcalapa, donde se elevaría el agua unos 6.0 m a partir del nivel del río y de ahí se desarrollarían canales para conducir y distribuir el agua a los terrenos. De acuerdo a la superficie de proyecto estimada, y aplicando una lámina bruta de riego de 62.4 cm, se calculó una demanda de riego de 20.6 hm³ por año.

La Obra de Toma donde se ubicará el cárcamo de bombeo, se propuso en las cercanías del poblado Guerrero, en las coordenadas X=453 899.78 Y= 1 944 928.07.

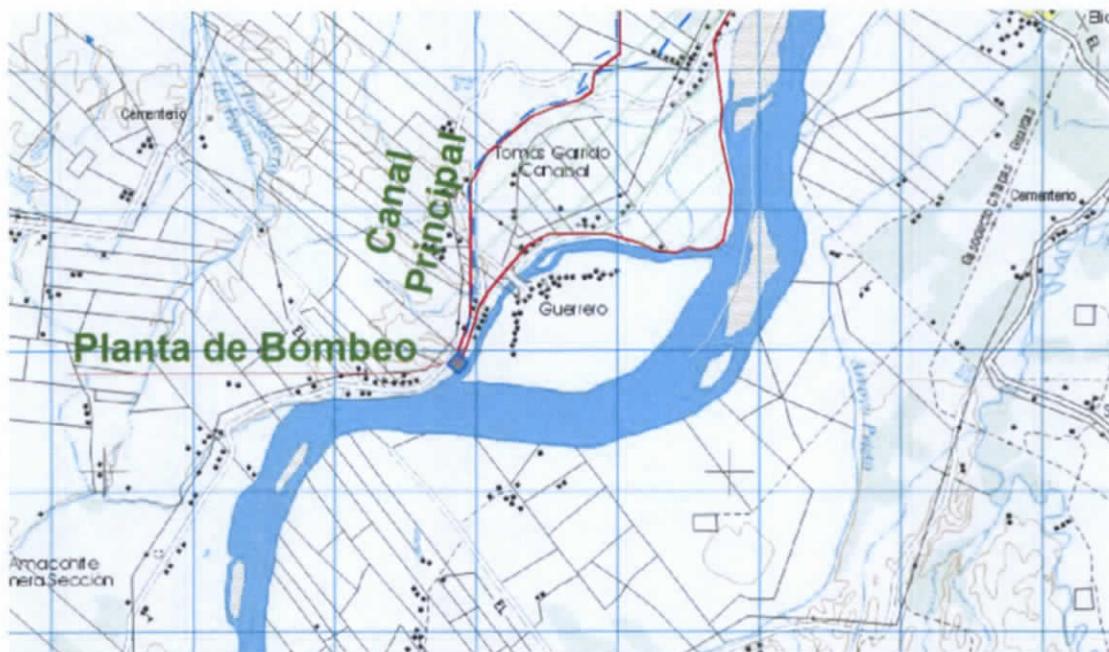


Figura 8.33 Localización de la Obra de Toma para la zona de riego Caobanal

La demanda máxima mensual se presenta en mayo y equivale a un caudal de $3.53 \text{ m}^3/\text{s}$, la planta de bombeo estaría equipada con tres bombas que aporten $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$, tomando en cuenta que una se quedará en reposición en caso de falla de alguno de los equipos.

Las obras más importantes que se tienen que realizar, además de la zona de riego la constituye la obra de captación, en éste caso formada por una toma directa ligada a un cárcamo de bombeo que incluye una batería de bombas con las que succionarán el agua para llevarla hasta los canales. En la Tabla 8.34 se detallan los valores más importantes de diseño de los equipos de bombeo.

Tabla 8.34 Equipos de bombeo Caobanal

| Concepto | Unidad | Cantidad |
|----------|-----------------------|----------|
| H | m | 6 |
| Q | m^3/s | 3.53 |
| Equipos | pza | 2+1 |
| q | m^3/s | 2.00 |
| P | kW | 154.5 |
| | HP | 200 |

ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PROTEGER A LA POBLACIÓN DE INUNDACIONES Y APROVECHAR MEJOR EL AGUA (PROHTAB)

Los sistemas de conducción y distribución se propone sean canales trapeciales a cielo abierto revestidos de concreto, la siguiente Figura muestra el esquema de planeación adoptado para la localización de los canales, adaptándola conforme la configuración de los terrenos.

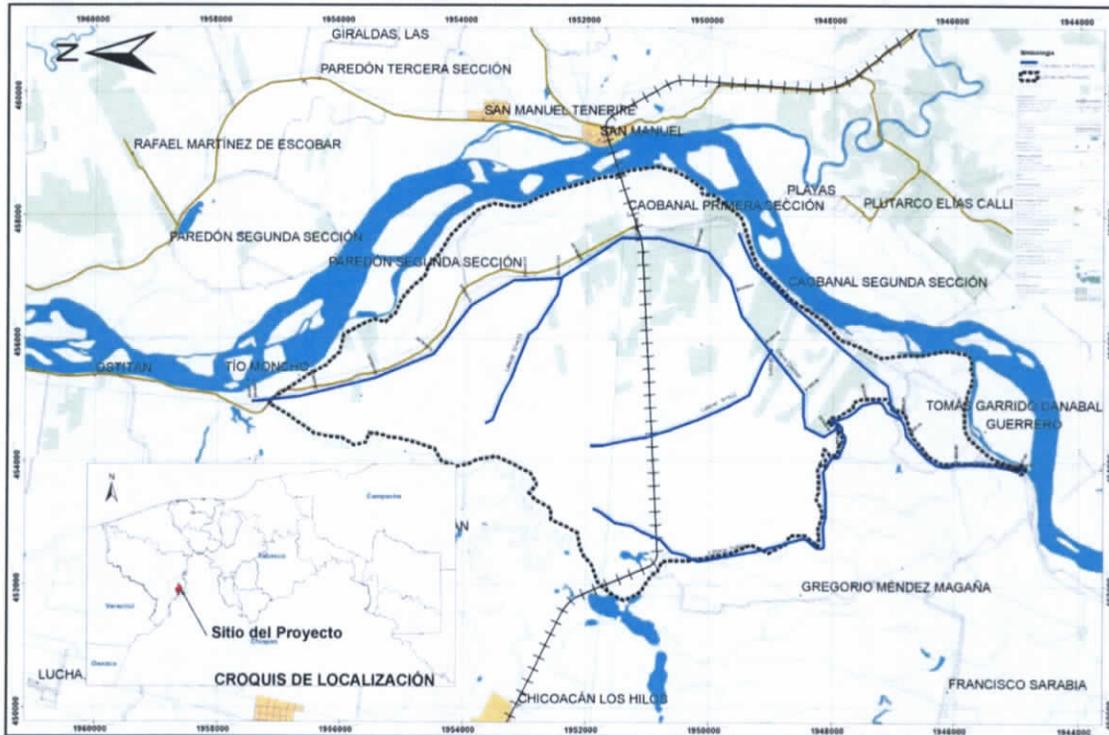


Figura 8.34 Planeación general zona de riego Caobanal

El canal principal tiene un desarrollo de 10.6 km sigue la parte más elevada del terreno y de él se derivan canales secundarios para prestar el servicio de riego a los terrenos. En la Tabla 8.35, se agrupan los parámetros y características físicas para la zona de riego, así como longitud de canales, caminos, drenes y obras complementarias en la superficie circunscrita a la zona de riego.

Tabla 8.35 Parámetros zona de riego Caobanal

| Concepto | Unidad | Cantidad |
|---------------------|-----------------|----------|
| Superficie de Riego | ha | 3,300 |
| Demanda bruta | hm ³ | 22.11 |
| Canal Principal | km | 10.58 |

| Concepto | Unidad | Cantidad |
|---------------------|-------------------|----------|
| Gasto inicial (Q) | m ³ /s | 4.0 |
| Red de Distribución | km | 21.89 |
| Afectaciones | ha | 259.8 |

Por otra parte se establece los grandes volúmenes de escurrimiento que transporta que el río Grijalva son más que suficientes para satisfacer la demanda bruta de riego de 22.11 hm³. A manera de resumen de los análisis realizados puede concluirse los siguientes puntos.

- La Zona de Riego abarca una superficie de 3 300 ha para riego de superficies principalmente en la época de estiaje que comprende los meses de marzo a junio.
- Debido a los desniveles que presenta zona, y por estar tan cerca de una fuente perenne de escurrimiento, como es el río Grijalva, se tiene la ventaja de aprovechar los escurrimientos por medio de una toma directa y un bombeo del orden de los 6.0 m
- El bombeo requerido es de 3.53 m³/s, que se resuelve con dos bombas que proporcionan un gasto de 4.0 m³/s, con una carga hidráulica de 6.0 m
- La red de Conducción y distribución se puede resolver con canales revestidos de concreto con una longitud total de 32.48 km de los que comprende 10.58 km de canal principal, 11.09 km de canales secundarios y 10.81 km de sublaterales.
- Se propone la construcción de 31.6 km de caminos paralelos a los canales con un ancho de corona de 4.0 m, con la finalidad de proporcionar accesos y puntos de salida para el mantenimiento de drenes y canales de riego, transporte de insumos, sacar las cosechas etc.
- En lo que se refiere a las obras de drenaje, en el esquema proyectado, se incluyó una red de drenaje de 19.8 km también con un trazo paralelo a la red de distribución y a los caminos, que complementa el drenaje natural y lo aprovecha

Riego de la zona Caobanal con pozos. Considerando la sobrada disponibilidad de agua en el acuífero Huimanguillo, donde se ubica la zona de proyecto, como alternativa a la propuesta señalada se plantea regar los terrenos utilizando como fuente de abastecimiento las aguas subterráneas.

Se identifica como ventaja principal que no se requiere la red de conducción y distribución, ni la obra de captación del río y planta de bombeo única, en su lugar el suministro sería realizado mediante pozos profundos distribuidos en la zona de riego, teniendo la particularidad de que la superficie total de riego, se dividirá entre el número de pozos necesarios.

El acuífero 2701, Huimanguillo se estima que tiene una recarga de 663 hm³ anuales, en tanto que las extracciones que se realizan al mismo apenas llegan a 4.1 hm³ al año, la disponibilidad neta es de 560.4 hm³/año; por su parte la demanda de riego de las 3,300 ha, considerando que se evitarían las pérdidas de conducción y minimizarían las de distribución, se estima en 13.2 hm³ anuales. Considerando las características hidrodinámicas del acuífero, de las que es necesario señalar que se cuenta con muy poca información, se estima que los terrenos se podrían regar con pozos de 100 m, con los que se podrían lograr caudales de bombeo de 90 l/s, equipándolos con motores de 75 HP, para el riego de 90 ha cada uno, por lo que para el riego de las 3,300 ha de proyecto se requieren 37 pozos.

Proyecto de riego Cárdenas - Cucuyulapa.

Esta zona de riego se ubicó en las cercanías de la cabecera municipal de Cárdenas, forma parte de la zona del proyecto de drenaje Samaria Mecocacán, limita al sur con la carretera Mex 180 Costera del Golfo, al poniente con el río Seco, al norte con la carretera El Castaño – Once de Febrero y al oriente con el río Samaria. Comprende una extensión de unas 8,850 ha, de las cuales el área neta de riego estimada se reduce a unas 7,350 ha, ver Figura 8.35.

Es una planicie con un dren principal el dren El Veladero, además de varios arroyos entre los más importantes El Batallón y Cuxcuxapa, su desnivel promedio es de ocho metros que va de la cota 18 a la cota 10 y una pendiente media de sur-oeste a nor-este en línea recta del 0.093%, presenta algunas zonas de encharcamiento o inundación, la superficie agrícola se puede estimar en más del 80% en esta zona existen huertas de cítricos y otros arbóreos.

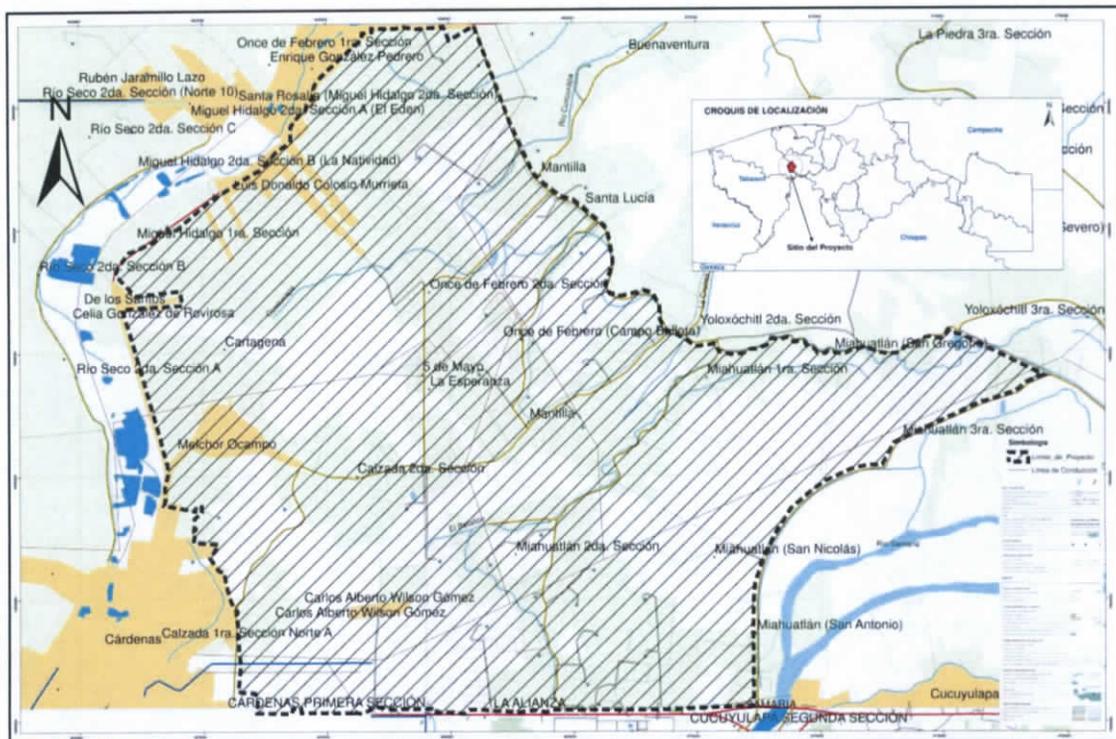


Figura 8.35 Localización zona de riego Cárdenas Cucuyulapa

La propuesta de riego para ésta zona es a partir de un aprovechamiento directo del río Samaria ubicado en la proximidad del puente de la carretera Mex 180, sobre el río Samaria, cercano al poblado Cucuyulapa 1ª sección, se propone colocar un bombeo que eleve el agua 6.0 m a partir del nivel del río, hasta los canales de conducción y distribución. La Obra de Toma se colocarla aguas abajo del puente Samaría Dos, aproximadamente en las coordenadas UTM $X=471\ 273.112$; $Y=1\ 990\ 522.85$, se requerirá cruzar la carretera a Cunduacán para alcanzar el canal principal y por gravedad se traslade a la Zona de Riego.

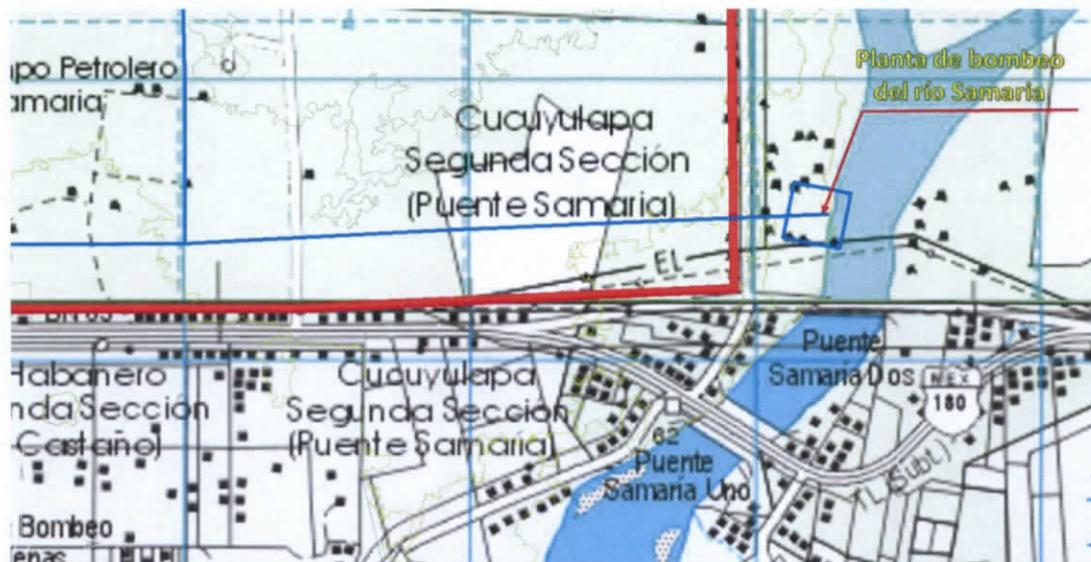


Figura 8.36 Ubicación de la obra de toma Cárdenas Cucuyulapa

La obra de captación está constituida por una toma directa del río conectada al cárcamo de bombeo, equipado con una batería de bombas que son las que succionarán el agua para llevarla hasta los canales. La Tabla 8.36 muestra los parámetros de diseño de los equipos requeridos para proporcionar la demanda de riego, que resultó en 7.86 m³/s venciendo una carga hidráulica de 6.0 m, con cuatro equipos de 2.0 m³/s equipados con motores de 225 HP.

Tabla 8.36 Planta de bombeo Cucuyulapa

| Concepto | Unidad | Cárdenas Cucuyulapa |
|------------|-------------------|---------------------|
| Superficie | ha | 7350 |
| H | m | 6 |
| Q | m ³ /s | 7.86 |
| Equipos | pza | 4+1 |
| q | m ³ /s | 2.00 |
| P | kW | 154.5 |
| | HP | 225 |

El sistema de conducción y distribución está formado por el canal principal que se desarrolla paralelo a la carretera Costera del Golfo desde la planta de bombeo en el río

Samaria hasta la proximidad de la ciudad de Cárdenas, como se muestra en Figura 8.37 de él se desprenden laterales que distribuyen el agua a las parcelas.

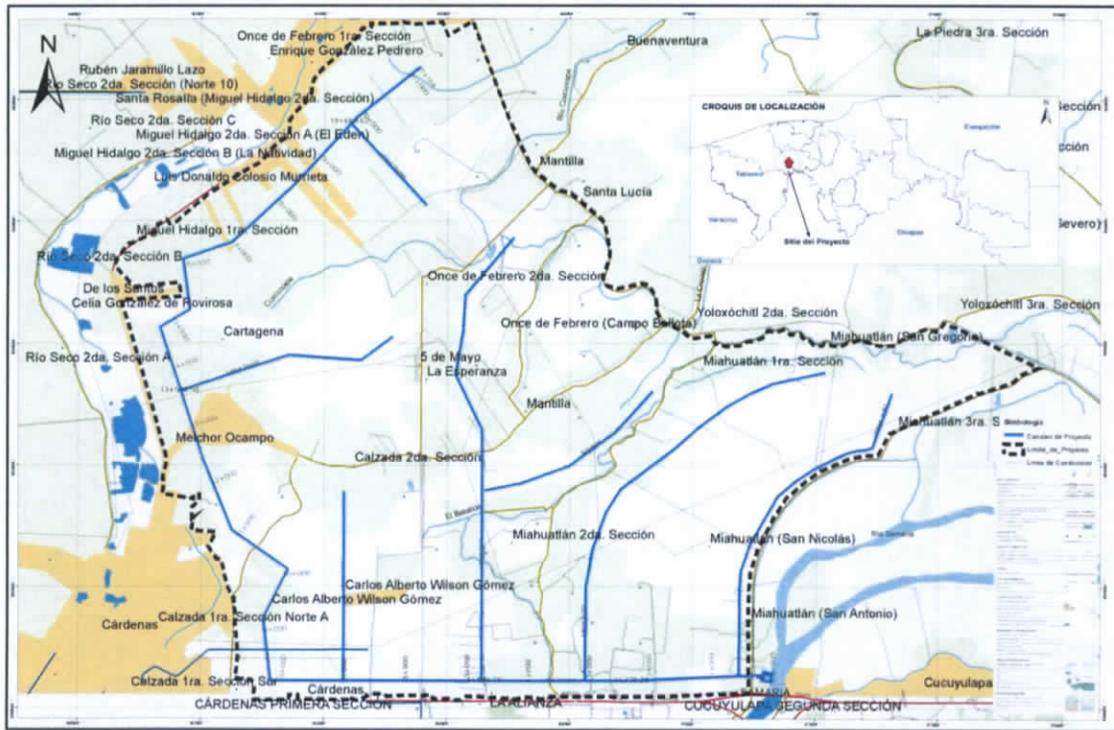


Figura 8.37 Planeación general. Proyecto de riego Cárdenas Cucuyulapa

El gasto requerido es de $7.86 \text{ m}^3/\text{s}$ y las redes de conducción y distribución del agua de riego se propone sean canales a cielo abierto con sección trapezoidal revestida de concreto, el canal principal tiene un desarrollo de 13.7 km, además contaría con cuatro canales laterales y cinco sublaterales, que suman un total de 54.2 km de canales de conducción y distribución.

Tabla 8.37 Canales de conducción y distribución Cárdenas

| Canal | Unidad | Cantidad |
|--------------|--------|--------------|
| Principal | km | 13.67 |
| Secundarios | km | 24.55 |
| Sublaterales | km | 15.98 |
| Suma | | 54.20 |

En la Tabla 8.38 se agrupan los parámetros y características físicas para la zona de riego, así como el impacto que implica la construcción de canales, caminos, drenes y obras complementarias en la superficie circunscrita a la zona de riego.

Tabla 8.38 Parámetros zona de riego Cárdenas Cucuyulapa

| Concepto | Unidad | Cárdenas Cucuyulapa |
|---------------------|-------------------|---------------------|
| Superficie de Riego | ha | 7,350.00 |
| Demanda bruta | hm ³ | 49.25 |
| Canal Principal | km | 13.67 |
| Gasto inicial (Q) | m ³ /s | 7.86 |
| Red de Distribución | km | 40.53 |
| Afectaciones | ha | 433.60 |

Por otra parte se tienen escurrimientos suficientes para extraer la demanda bruta requerida de 49.25 hm³, el escurrimiento de la estación hidrométrica 30005 Samaría, que es la más cercana al sitio de aprovechamiento, supera en gran medida los volúmenes de la demanda, el escurrimiento promedio mensual mínimo es de 872.0 hm³, y la demanda representa solo el 6.1% del mismo.

A manera de resumen de los análisis realizados puede concluirse los siguientes puntos.

- La Zona de Riego abarca una superficie de 7 350 ha para riego, con una demanda bruta de riego de 49.25 hm³ anuales.
- Debido a los desniveles que presenta zona, y por estar tan cerca de una fuente perenne de escurrimiento, como es el río Samaria, el sitio donde se ubicó la planta de bombeo a 300.0 m aguas abajo del puente Samaría dos, se tiene la ventaja de aprovechar los escurrimientos por medio de una toma directa y un bombeo del orden de los 6.0 m
- El bombeo requerido es para 7.86 m³/s, con una carga hidráulica de 6.0m
- La red de Conducción y distribución se puede resolver con canales revestidos de concreto con una longitud total de 54.20 km de los que comprende 13.67 km de canal principal, 24.55 km de canales secundarios y 15.98 km de sublaterales.

100



- Se propone la construcción de 60.27 km de caminos paralelos a lo largo de los canales con un ancho de corona de 4.0 m, con la finalidad de proporcionar accesos y puntos de salida para los insumos, sacar las cosechas etc.
- En lo que se refiere a las obras de drenaje, en el proyecto a gran visión, se incluyó una red de drenaje de 44.1 km también con un trazo paralelo a la red de distribución y a los caminos, que complementa el drenaje natural y lo aprovecha

Zona de riego Cárdenas Cucuyulapa con pozos. En esta sección se analiza la opción alterna de construir la misma zona de riego pero con la variante de que el agua para riego será obtenida de extracciones del acuífero 2702, Chontalpa, donde se ubica la zona de proyecto, como alternativa a la propuesta señalada.

Los estudios de disponibilidad del acuífero Chontalpa indican una recarga anual de 1,973.6 hm³, en tanto que las extracciones que se realizan al mismo llegan a 35.1 hm³ al año, en su mayoría para abastecimiento de agua a la población y para uso industrial, deduciendo estas y la descarga natural comprometida, la disponibilidad neta es de 1,599.5 hm³ anuales; en contraste la demanda de riego de las 3,300 ha, se estima en 31.5 hm³ anuales, por lo que se puede satisfacer sin problema alguno.

Considerando las características del acuífero en el que los niveles estáticos se encuentran entre los 5.0 m y 1.0 m de profundidad, la trasmisividad oscila entre 1.0×10^{-2} y 2.0×10^{-2} m²/s, se estima que se requiere un pozo con una profundidad de 100 m, para obtener un caudal de 90 l/s, suficiente para regar una superficie de 90 ha. Con 82 pozos equipados con motobombas de 75 HP, y distribuidos estratégicamente en el área del proyecto sería suficiente para el riego de las 7,250 ha que lo conforman.

Proyecto de riego Zanapa – Las Flores.

La zona de riego en ésta región, se ubica en el municipio de Huimanguillo, próxima a los poblados de; Encomendero, La Planta Petroquímica “El Complejo”, Ocuapan y Miguel Alemán Valdés, al poniente de la cabecera municipal.

Ésta zona abarca una superficie de 5,300 ha que reduciendo la superficie por poblados, vías de comunicación y zonas no posibles de aprovechar, alcanzaría una superficie neta



de riego de 4,850 ha, con una demanda de riego de 30.3 hm³ por año. Debido a la Orografía de la zona, que cuenta con lomeríos y es atravesada por el arroyo Las Flores, se dividió la zona por márgenes, por la Margen izquierda se dominan 1,400 ha, en tanto que por la derecha se dominan 3,450 ha, la superficie agrícola se puede estimar en más del 80%, existen huertas de cítricos, platanales y otros arbóreos como el Eucalipto, la Teca, Cacao, etc.

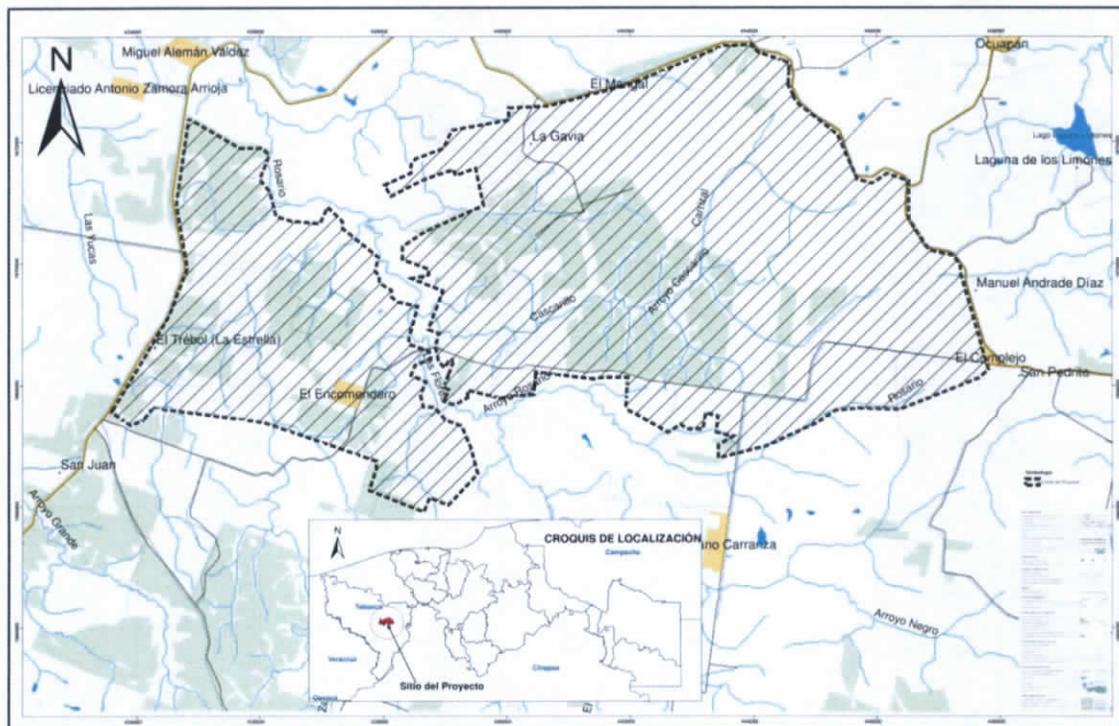


Figura 8.38 Localización de la zona de riego Zanapa – Las Flores

Para regar de los terrenos se consideró la construcción de un almacenamiento cercano que permita regular los escurrimientos del arroyo Las Flores (que no cuenta con estación de aforo), y suministrar los volúmenes requeridos principalmente en el estiaje. Para ello, fue necesario estudiar varios sitios de proyecto, con base en planos topográficos LIDAR se ubicaron posibles sitios, se estimó su capacidad de almacenamiento, el tamaño de la boquilla en longitud y altura, el área de inundación y las afectaciones a poblados, áreas agrícolas en producción y vías de comunicación importantes, y el área de cuenca. En la Figura 8.39 se muestran los sitios analizados.

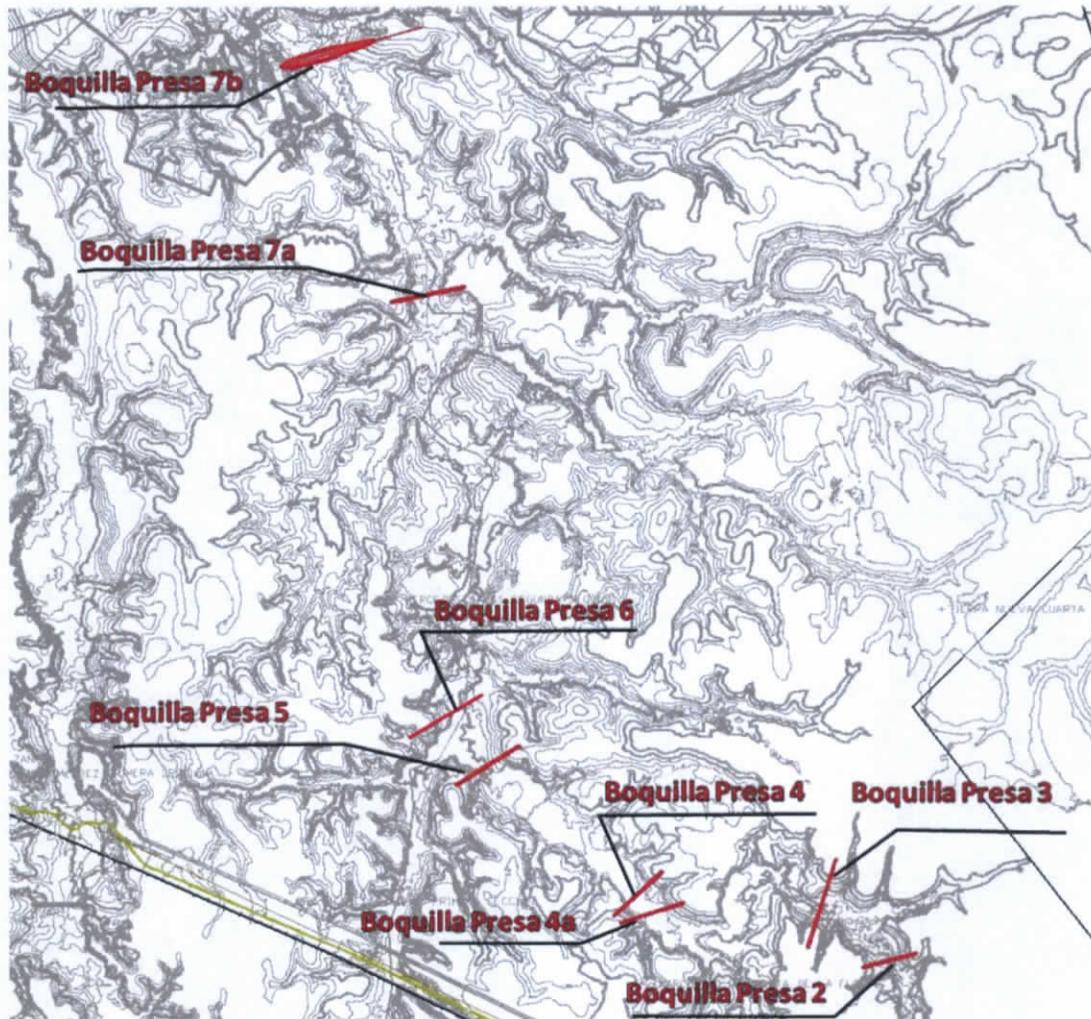


Figura 8.39 Localización de sitios para presas de almacenamiento Zanapa

El sitio elegido es el que corresponde a la boquilla 7b, a la que se le denominó Las Flores, por estar sobre el arroyo del mismo nombre, es importante señalar que en todos los casos, se requiere adicional a la construcción de la presa, un bombeo que eleve el agua hasta la cota 30 para de ahí poder dominar por gravedad la superficie de la Zona de Riego. Una vez elegido el sitio de la boquilla, se procedió a estimar algunos parámetros importantes para calcular el tamaño del almacenamiento y los costos que implican la construcción. Lo primero fue determinar el área de captación misma, ver Figura 8.40, que se estimó en 127.1 km², con una longitud de colector principal de 20.727 km, y una pendiente media de 0.1302%. A partir de la lluvia promedio anual, de 2,256 mm, se estimó conservadoramente un escurrimiento medio de 57.3 hm³ por año.

| Elevaciones (msnm) | Capacidades (miles m3) | Áreas (ha) |
|--------------------|------------------------|------------|
| 8.00 | 38.10 | 5.71 |
| 10.00 | 410.70 | 35.86 |
| 12.00 | 1650.49 | 92.51 |
| 14.00 | 4137.62 | 159.20 |
| 16.00 | 8663.44 | 300.83 |
| 18.00 | 16273.95 | 466.24 |
| 20.00 | 27724.78 | 685.89 |
| 22.00 | 44383.00 | 989.16 |
| 24.00 | 67711.09 | 1353.13 |
| 26.00 | 101367.97 | 2035.71 |

Para estimar las características de la presa de almacenamiento, se consideró que se requiere tener almacenados 33.5 hm³, la capacidad de azolves se calculó en 4.59 hm³, por lo que para asegurar el riego de la superficie de proyecto, se requiere, a la cota 21.25 msnm, una capacidad de almacenamiento que alcanza 38.1 hm³.

Por otra parte se estimó la avenida de diseño, a partir de la lluvia máxima probable para un periodo de retorno de 10 000 años y las características de la cuenca resultando en un gasto máximo de 463 m³/s, que se transitaron por un vertedor de 50 m de longitud produciendo una carga de 2.78 m, con lo que se dimensionó la cortina con un bordo libre de 2.0 m, para llegar a la corona a la elevación 26.0 m.

Tabla 8.40 Características presa Las Flores

| Concepto | Unidades | Cantidad |
|------------------------------|-----------------|----------|
| Área drenada de la cuenca | km ² | 127.11 |
| Escorrentamiento medio anual | hm ³ | 57.35 |
| Vaso | | |
| Capacidad al NAME | hm ³ | 68.14 |
| Super almacenamiento | hm ³ | 30.04 |
| Capacidad de Almacenamiento | hm ³ | 38.10 |
| Capacidad de Azolves | hm ³ | 4.59 |
| NAME | msnm | 24.03 |
| NAMO | msnm | 21.25 |
| NAMINO | msnm | 14.20 |
| Corona de la cortina | msnm | 26.00 |
| Longitud de la corona | m | 1,126.8 |

| Concepto | Unidades | Cantidad |
|------------------------------|-------------------|----------|
| Altura máxima desde el cauce | m | 20.00 |
| Vertedor | | |
| Gasto máximo probable | m ³ /s | 463.38 |
| Longitud de vertedor | m | 50.00 |
| Carga sobre el vertedor | m | 2.78 |

Como se mencionó, debido a la misma formación topográfica, es necesario realizar un bombeo para la Margen Derecha del orden de los 22.0 metros hasta el canal principal que se ubicaría en la cota 30.0m para de ahí distribuir por gravedad el agua de riego y alcanzar a regar la superficie propuesta, en tanto que para la Margen Izquierda, se requerirá también un bombeo de 14.0m hasta la cota 26.0 al canal principal y de ahí distribuir por gravedad al resto de la zona de riego. Se propone ubicar la planta de bombeo por la margen derecha, al pie de la cortina, con las obras correspondientes de un cárcamo de bombeo, los equipos necesarios, además de determinar el número de equipos requeridos para el gasto estimado de riego en cada margen, y la potencia necesaria para poder suministrar los gastos, en función de las demandas requeridas para la superficie proyectada.

Tabla 8.41 Parámetros de la planta de bombeo

| Concepto | Unidad | Zanapa - Las Flores | |
|------------|-------------------|---------------------|-------|
| | | MD | MI |
| Superficie | ha | 3450 | 1400 |
| H | m | 22 | 14 |
| Q | m ³ /s | 3.69 | 1.50 |
| Equipos | pza | 2+1 | 2+1 |
| q | m ³ /s | 2.00 | 0.80 |
| P | kW | 566.5 | 144.2 |
| | HP | 800 | 200 |

A partir de la planta de bombeo se dirigen líneas de inducción hacia las laderas izquierda y derecha de la cortina para elevar el agua hasta los canales de conducción, que se propone sean de sección trapezoidal revestidos de concreto. La conducción y distribución se desarrolla siguiendo la configuración del terreno como se muestra en la Figura 8.41, de la siguiente manera.

Para el riego de la Margen Izquierda, se requiere un canal principal de con caudales de $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ con un desarrollo de 4.35 km con dos secundarios de 1.978 km y 6.81 km, que suman un total de 13.14 km de canales de conducción y distribución.

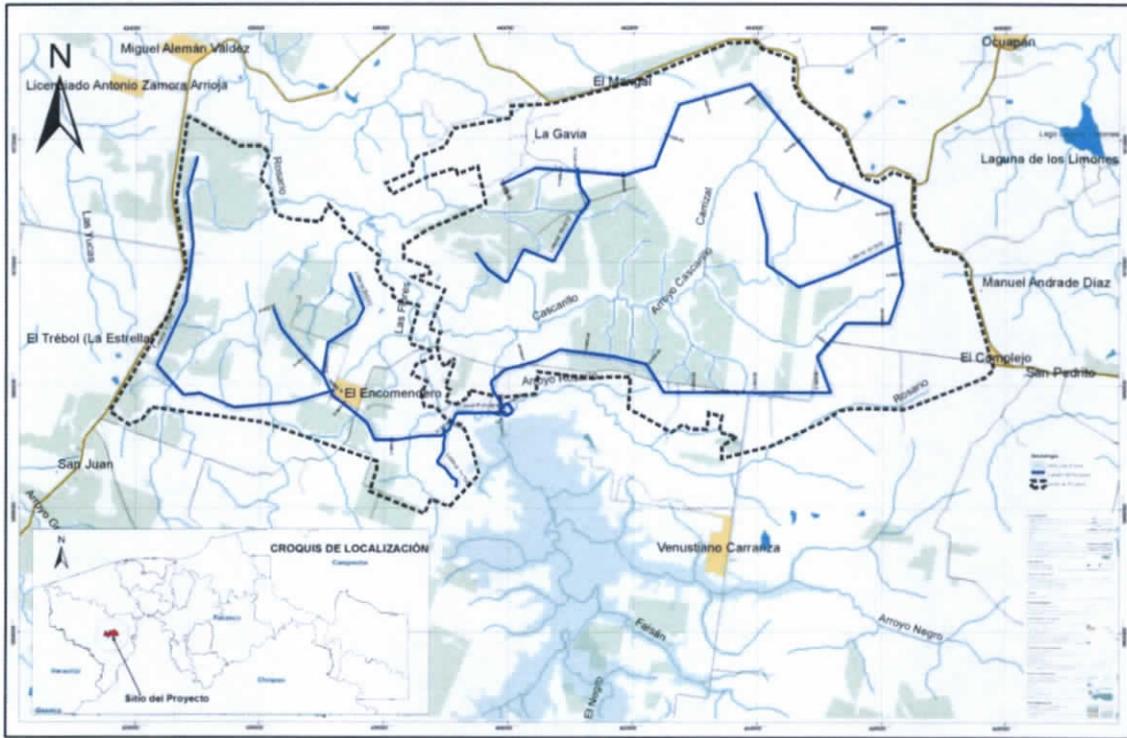


Figura 8.41 Planeación general, proyecto de riego Zanapa Las Flores

Para el riego de la Margen Derecha, se requiere un canal principal de $3.7 \text{ m}^3/\text{s}$, con un desarrollo de 18.74 km, con tres un secundarios de 3.395km y 3.535 km, que suman un total de 25.66 km de canales de conducción y distribución.

Tabla 8.42 Canales zona de riego Zanapa Las Flores

| CONCEPTO | UNIDAD | VALOR |
|---------------------|--------|--------------|
| Margen Derecha | km | 25.66 |
| Canal Principal | km | 18.74 |
| Canales secundarios | km | 6.92 |
| Margen Izquierda | km | 13.14 |
| Canal Principal | km | 4.35 |
| Canales secundarios | km | 8.79 |
| TOTAL | km | 38.81 |

En lo que se refiere a la zona de riego se determinaron los principales datos de proyecto y volúmenes de obra que componen las estructuras que la conforman, a tomar en cuenta para estimar los costos de las obras.

Tabla 8.43 Parámetros zona de riego Zanapa Las Flores

| Concepto | Unidad | MD | MI | Suma |
|---------------------|-------------------|-------|-------|-------|
| Superficie de Riego | ha | 3,450 | 1,400 | 4,850 |
| Demanda bruta | hm ³ | 21.53 | 8.74 | 30.3 |
| Canal Principal | km | 18.74 | 4.35 | 23.1 |
| Gasto inicial (Q) | m ³ /s | 4.00 | 1.60 | 5.6 |
| Red de Distribución | km | 6.92 | 8.79 | 15.7 |
| Afectaciones | ha | 205.3 | 105.1 | 310.4 |

Del análisis realizado se concluye lo siguiente:

- La Zona de Riego Zanapa-Las Flores abarca una superficie de 4 850 ha para riego de superficies principalmente en la época de estiaje que comprende los meses de marzo a junio.
- Debido a que no se encuentra aforado el arroyo Las Flores, se estimaron los escurrimientos de manera indirecta por lo que se recomienda que se realice un programa de aforos para determinar la magnitud del escurrimiento con mayor precisión.
- Debido a la Orografía de la zona, y a la lejanía de una fuente perenne de escurrimiento, como es el río Mezcala o Grijalva, se vio la necesidad de aprovechar los escurrimientos del arroyo Las Flores por medio de una presa de almacenamiento.
- La superficie de riego con aptitudes agrícolas, se localizaron en las márgenes del arroyo Las Flores 3 450 ha por Margen Derecha y 1 400 ha por Margen Izquierda.
- Por encontrarse los terrenos aprovechables con potencial agrícola a una elevación mayor al umbral de la obra de toma, se requiere un bombeo para suministrar el agua para riego por Margen Derecha con un gasto inicial de 4.0 m³/s proporcionado por dos bombas de 800 HP que proporcionan 2.0 m³/s cada una y

por Margen Izquierda un gasto inicial de $1.6 \text{ m}^3/\text{s}$, que lo proporcionarán dos equipos de bombeo de 200HP y $0.8 \text{ m}^3/\text{s}$ cada uno, para vencer una carga dinámica de 22.0 m y 14.0 m respectivamente, a partir de un cárcamo de bombeo que se ubicará por la margen derecha al pie de la cortina.

- La red de Conducción y distribución se planteó con canales de forma trapezoidal, revestidos de concreto con una longitud total de 38.8 km de los que comprende por Margen Derecha 18.74 km de canal principal y 6.92 km de red de distribución y por Margen Izquierda 4.35 km de canal principal y 8.79 km de red de distribución.
- Se propone la construcción de 53.3 km de caminos paralelos a lo largo de los canales con un ancho de corona de 4.0 m, con la finalidad de proporcionar accesos y puntos de salida para los insumos, sacar las cosechas, mantenimiento de drenes y Canales de riego etc., de los que 36.0 km estarán el Margen Derecha y 17.3 km en la Margen Izquierda.
- En lo que se refiere a las obras de drenaje, en el proyecto a gran visión, se incluyó una red de drenaje también con un trazo paralelo a la red de distribución y acorde al drenaje natural de 29.1 km, 20.7 km en la Margen Derecha y 8.4 en la Margen Izquierda.

Zona de riego Las Flores con pozos. Como alternativa de aprovechamiento al esquema de la presa se consideró el riego de la zona mediante pozos profundos distribuidos en la zona de riego. Esta zona también se ubica en el acuífero 2701, Huimanguillo, para el cual, como fue señalado anteriormente, se estima una disponibilidad neta de 560.4 hm^3 anuales; en tanto que la demanda de riego de las 4,850 ha que constituyen el área neta del proyecto, se calcula en 19.4 hm^3 anuales. Esta zona de riego es un poco más compleja que las otras, pues los predios se ubican en promedio a más de 20 m sobre los cauces, de lo que implica que el nivel freático se encuentre más profundo con respecto a la superficie.

Se estima que se requieren pozos de 120 m de profundidad, para alcanzar gastos de bombeo del orden de 100 l/s, con una carga dinámica de 80 m, con los que sería factible regar 100 ha. Los pozos estarían equipados con motobombas de 200 HP y serían necesarios 49 pozos para el riego de la totalidad del área de proyecto.

8.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La ampliación de los Distritos de Temporal Tecnificado de Tabasco está asociada a la consolidación de los Distritos existentes, al menos en los tres de ellos (La Chontalpa, Balancán-Tenosique y Sanes-Huasteca) es necesario concluir las gestiones para el formal establecimiento de los Distritos e impulsar la organización de asociaciones de usuarios que se encarguen de su adecuado funcionamiento.

Adicionalmente, en la totalidad de ellos, en las asociaciones de usuarios constituidas persiste el problema de recaudación de cuotas suficientes para los trabajos de conservación y mantenimiento de la infraestructura con que cuentan, por lo que enfrentan dificultades para realizarlas.

En los cuatro proyectos identificados para ampliación en Tabasco de Distritos de Temporal Tecnificado, que se estima beneficiarían un área neta drenada de 92,600 ha, dentro de las acciones para la concreción de la ampliación y construcción de infraestructura de nuevos distritos de Temporal Tecnificado se identifican como acciones prioritarias las siguientes:

- En materia de estudios y proyectos, deberán llevarse a cabo los estudios de ingeniería básica, los de factibilidad técnica de los proyectos de obra y los análisis de costo beneficio de los mismos, para la gestión de recursos en el proceso de inversión.
- Considerar en la planificación de los proyectos, actividades de promoción y gestión que aseguren la participación de los usuarios en la operación, conservación y mejoras de la infraestructura hídrica.
- Una vez se cuente con los estudios de factibilidad técnica y de los estudios del Análisis Costo Beneficio de los proyectos, de acuerdo a los lineamientos vigentes gestionar ante la SHCP para su registro en la cartera de proyectos de Inversión.

Por lo que se refiere a los proyectos de riego, es conveniente continuar con la ejecución de los programas de Riego Suplementario y Modernización y Tecnificación de Unidades de Riego, con los que se ha venido apoyando iniciativas de los productores para impulsar el desarrollo agrícola bajo riego de sus explotaciones.

Para la ejecución de proyectos de mayor tamaño, Tabasco cuenta con los recursos naturales para establecer zonas de riego aprovechando la cuantiosa disponibilidad de agua, tanto superficial como subterránea. No obstante el cultivo de tierras bajo riego en la Entidad es incipiente, en ello influyen seguramente las características de la zona, en la que los requerimientos de riego de los cultivos son marginales y acotados a una corta época del año, así como la arraigada preferencia de los productores por las actividades pecuarias.

Los tres proyectos identificados para establecimiento de zonas de riego, consideran el desarrollo de iniciativas de mediano alcance, con un área neta de riego de 15,500 ha, en zonas en las que la actividad agrícola es preponderante y se estima que tienen mayor posibilidad de éxito (a ellos habría que agregar el proyecto del Bajo Usumacinta, de mayores alcances, que ya cuenta con los estudios de factibilidad preparados por la CONAGUA).

En todos ellos es necesario realizar los estudios de ingeniería básica que den sustento a los proyectos de infraestructura correspondientes, las acciones que se deben tomar en cuenta al momento de establecer los proyectos de riego son:

- Llevar a cabo la selección de zonas y planeación de los proyectos con una activa participación de los futuros usuarios, que asegure su interés en la ejecución de los mismos, participación en su operación y pago de cuotas para la operación, conservación y mantenimiento.
- Formular los estudios de ingeniería básica, los de factibilidad técnica de los proyectos de obra y los análisis de costo beneficio de los mismos, considerando las opciones elegidas conforme a las conclusiones del análisis de costo mínimo realizado.

CONAGUA
V F

ESTUDIO PARA EL PROYECTO HIDROLÓGICO PARA PREVENIR LA
POLICULTIVO, FUNDACIONES Y APROVECHAR DE LOS RIOS
(R.H.TAB.)

- Para la obtención de recursos en el proceso de inversión, una vez se cuente con los estudios señalados, gestionar su registro en la cartera de proyectos de Inversión y los recursos de inversión pública federal resultantes.
- Establecer un esquema de la implantación, que acompañe la ejecución del proyecto con programas de organización y capacitación de los usuarios en el uso de la infraestructura y operación de las instalaciones, así como de asesoría técnica en materia de producción agrícola bajo riego y brindar acceso a los programas de apoyo gubernamental en estos temas.



8.6 BIBLIOGRAFÍA

CONAGUA. "Estadísticas agrícolas de los Distritos de Temporal Tecnificado. Año agrícola 2012". Noviembre 2013

CONAGUA "Elaboración del Inventario, Registro y Caracterización de Unidades de Riego del estado de Tabasco". Universidad Autónoma Chapingo. Octubre de 2011.

CONAGUA, "Banco Nacional de Datos Climatológicos", y "Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales. (BANDAS)". www.conagua.gob.mx. Octubre 2014

Diario Oficial de la Federación. "ACUERDO por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de las subregiones hidrológicas Alto Grijalva, Medio Grijalva y Bajo Grijalva de la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta". Abril 2010.

INEGI. "Censo de Población y Vivienda 2010". www.inegi.gob.mx. Octubre 2014

Jiménez R. R. "El mapa Geomorfopedológico de Tabasco, Clasificación y Caracterización del Suelos de Tabasco con base en el Enfoque Geomorfopedológico".

O Ruiz-Álvarez et al.- CPCH.- "Balance hídrico y clasificación climática del estado de Tabasco", México, diciembre 2010

O Ruiz-Álvarez et. al.- "Balance hídrico y clasificación climática del estado de Tabasco, México", Universidad y ciencia vol.28 no.1. Villahermosa Abril 2012.

IMTA, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. "Manual de Drenaje" Dirección General de Irrigación y Drenaje, SARH, México. 1986.

IMTA.- "El Desarrollo Rural del Trópico Mexicano", México 2011

SARH.- "Instructivo para la Determinación de las Demandas de los Cultivos",



Bureau of Reclamation,USDI. "*Diseño de Presas Pequeñas*".

Natural Resources Conservation Service, USDA. "*Water management (drainage).
Chapter 14 of Part 650 Engineering Field Handbook*". Washington, DC. 1998.

8.7 ANEXOS

8.7.1 Digitalización de estudios básicos

8.7.2 Censo Agrícola Ganadero y Forestal

8.7.3 Datos climatológicos

8.7.4 Aguas Subterráneas

8.7.5 Cálculo de lluvia máxima probable en 24 h

8.7.6 Estimación de láminas para riego de los cultivos (Método de Blaney Criddle)

8.7.7 Patrones de cultivo proyectos, láminas y coeficientes unitarios de riego

8.7.8 Presas de Almacenamiento en ZR Zanapa – Las Flores (Características topográficas)

8.7.9 Planos Proyecto