



Evolución y expectativas de los requerimientos hidráulicos en usos distintos al público urbano en el Estado de Veracruz

Resumen Ejecutivo



Grupo de Servicios, Ingeniería y Proyectos, S.A. de C.V.

Presentación

En este documento se analiza la situación actual y la posible evolución, hasta el año 2025, del aprovechamiento del agua dulce en el Estado de Veracruz para usos como el industrial (autoabastecido), el agrícola, el pecuario, el acuícola y el relativo a la generación de energía eléctrica, es decir los usos distintos al abastecimiento público-urbano.

También se estudia el impacto que tendrá el crecimiento en la demanda de agua, para todos los usos (incluido el público-urbano), sobre la disponibilidad de agua superficial y subterránea en el Estado.

Al final se incluye una estimación de los costos asociados al abastecimiento de agua para la industria, el tratamiento de aguas residuales industriales, la tecnificación del riego agrícola y la apertura de nuevas tierras de cultivo. Así mismo se presenta una propuesta de acciones que tienen relación con el uso eficiente del agua y el control de su contaminación.

Contenido

1. Marco de referencia	4
1.1 DISPONIBILIDAD, CUENCAS Y ACUÍFEROS DE VERACRUZ	4
1.2 ACTIVIDADES ECONÓMICAS	10
1.2.1 Sector primario	10
1.2.2 Sector secundario.....	11
1.2.3 Sector terciario	12
1.2.4 El crecimiento económico de Veracruz	
en el contexto nacional.....	12
1.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.....	13
2. Uso actual del agua, usos distintos al público-urbano.....	15
2.1 AGRICULTURA	15
2.1.1 Superficie aprovechada	15
2.1.2 Distritos de riego y drenaje.....	16
2.1.3 Volúmenes aprovechados en riego agrícola	19
2.2 INDUSTRIA	20
2.2.1 Volúmenes aprovechados por la industria	20
2.2.2 Generación de contaminantes	24
2.2.3 Parques industriales.....	28
2.2.4 Dinámica industrial	31
2.3 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	34
2.4 OTROS USOS	38
2.5 INTEGRACIÓN DE TODOS LOS USOS	38
3. Hacia el futuro	41
3.1 PERSPECTIVAS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO E INDUSTRIAL ..	41
3.2 SECTOR ELÉCTRICO	42
3.3 PEMEX.....	44
3.4 AGRICULTURA	45
3.5 ESCENARIOS ANALIZADOS	48
4. Balance hidráulico	55
4.1 AGUAS SUPERFICIALES	56
4.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS	62
5. Inversiones y acciones	68
5.1 INVERSIÓN ESTIMADA PARA EL PERIODO 2004-2025	68
5.2 INVERSIÓN HIDROAGRÍCOLA PROGRAMADA	69
5.3 ACCIONES	72

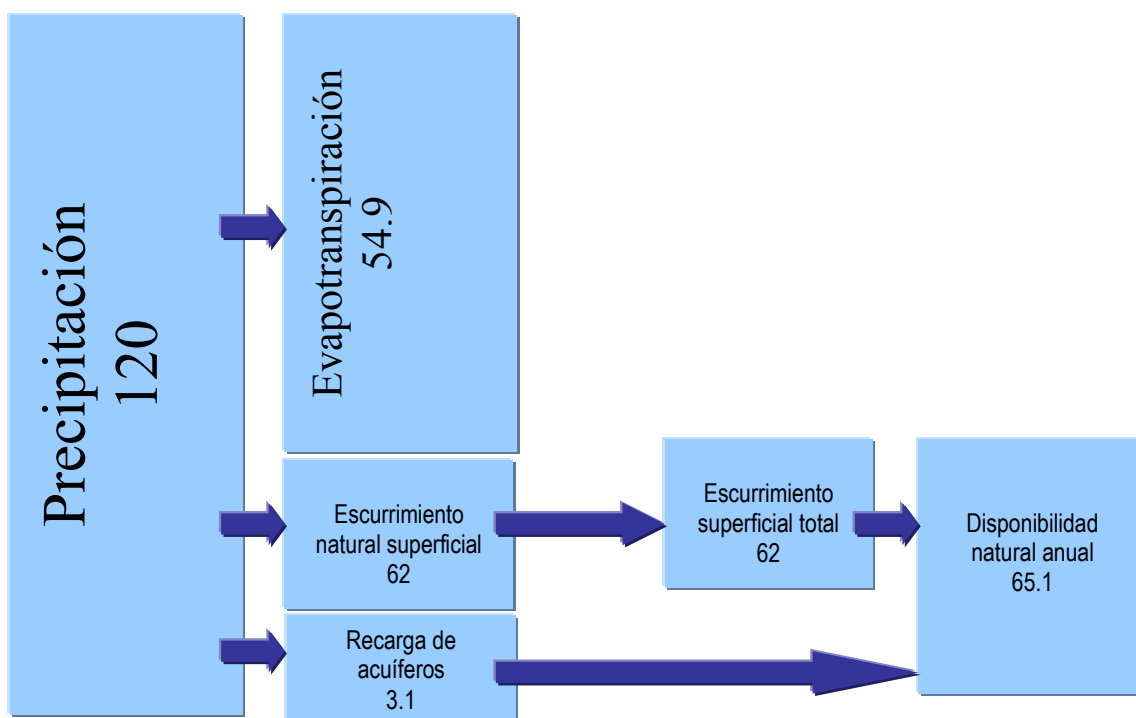
1. Marco de referencia

1.1 DISPONIBILIDAD, CUENCAS Y ACUÍFEROS DE VERACRUZ

La disponibilidad natural de agua es la cantidad de líquido que escurre en las corrientes superficiales naturales más el agua que se infiltra al subsuelo y que forma los mantos acuíferos. Las corrientes superficiales se encuentran asociadas a las cuencas hidrológicas que son el espacio físico que las contiene y las aguas subterráneas se asocian a las unidades geohidrológicas que las albergan.

En el Estado de Veracruz el volumen llovido anualmente es de 120 Km³ de ellos el 46% se pierde por evapotranspiración, quedando una disponibilidad natural anual de 65.1 Km³ (62 superficiales y 3.1 subterráneos). La disponibilidad anual por cápita es de 8 917 m³ por habitante por año, lo que significa el doble de la media nacional y seis veces la disponibilidad de la cuenca del Río Bravo o de la Península de Baja California. La disponibilidad por habitante en Veracruz tiene una clasificación de "media".

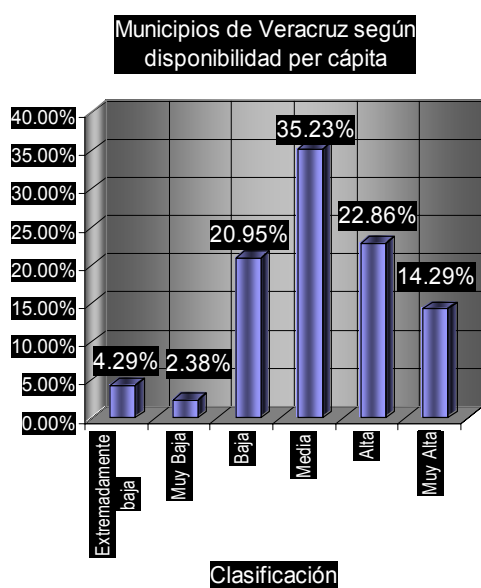
Figura 1. Balance de agua dulce en Veracruz (kilómetros cúbicos por año)*



* Fuente: elaboración propia con información de CNA

Aunque en promedio la disponibilidad de agua por habitante sitúa al Estado de Veracruz como uno de los pocos privilegiados en el país, esta disponibilidad no se distribuye de manera uniforme a lo largo del territorio estatal, de tal suerte que el 27% de los Municipios del Estado tienen una disponibilidad clasificada entre "baja" y "extremadamente baja".

Figura 2. Clasificación de los municipios de Veracruz según la disponibilidad per cápita*



Clasificación según intervalo de disponibilidad natural en metros cúbicos por habitante por año*

Intervalo	Clasificación
Menor a 1,000	Extremadamente baja
1,001 a 2,000	Muy Baja
2,001 a 5,000	Baja
5,001 a 10,000	Media
10,001 a 20,000	Alta
Más de 20,000	Muy Alta

* Fuente: elaboración propia con información de CNA

Los recursos hidráulicos superficiales se encuentran distribuidos en las cuencas hidrológicas que se sitúan parcial o totalmente dentro del territorio veracruzano y que se agrupan en las cinco regiones administrativas en que ha sido dividido el Estado para fines de planificación hidráulica, según se ilustra en la figura 3 y en la tabla 1.

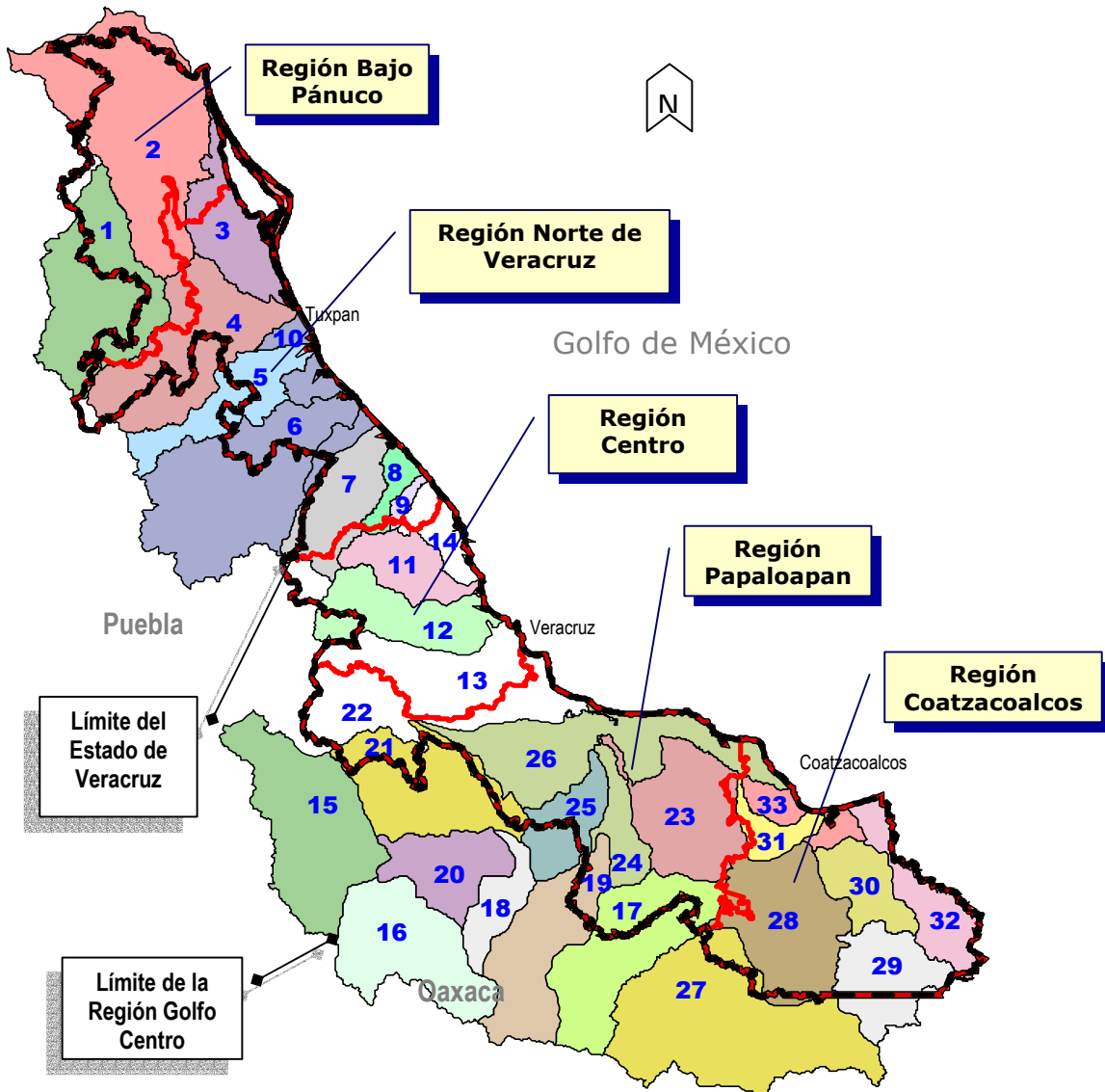
Una gran parte del Estado pertenece a la Región Administrativa X, denominada "Golfo Centro" según la definió la Comisión Nacional del Agua. Solo la porción que se encuentra dentro de la cuenca del río Pánuco, al Norte de la entidad, pertenece a la Región Administrativa IX, denominada "Golfo Norte".

Tabla 1. Cuencas hidrológicas *

No	Nombre	No	Nombre
<i>Región Bajo Pánuco</i>		<i>Región Papaloapan</i>	
01	Río Tempoal	15	Río Salado
02	Río Tamesí-Chicayán	16	Río Grande
03	Llanuras Bajo Pánuco(L. de Tamiahua)	17	Río La Trinidad
<i>Región Norte</i>		18	Río Valle Nacional
04	Río Tuxpan	19	Río Playa Vicente
05	Río Cazones	20	Río Santo Domingo
06	Río Tecolutla	21	Río Tonto
07	Río Nautla	22	Río Blanco
08	Río Misantla	23	Río San Juan
09	Río Colipa	24	Río Tesechoacan
10	Llanuras de Tuxpan	25	Río Papaloapan
<i>Región Centro</i>		26	Llanuras de Papaloapan
11	Río Actopan	<i>Región Coatzacoalcos</i>	
12	Río La Antigua	27	Río Alto Coatzacoalcos
13	Río Jamapa-Cotaxtla	28	Río Bajo Coatzacoalcos
14	Llanuras de Actopan	29	Río Alto Uxpanapa
		30	Río Bajo Uxpanapa
		31	Río Huazuntlán
		32	Río Tonalá
		33	Llanuras de Coatzacoalcos

* Fuente: elaboración propia con información de CNA

Figura 3. Regiones y cuencas hidrológicas de Veracruz*



* Fuente: elaboración propia con información de CNA

Los recursos hidráulicos subterráneos en Veracruz se distribuyen en los acuíferos contenidos en la tabla 2 y en la figura 4.

Tabla 2. Nombre y número oficial de los acuíferos en el Estado de Veracruz*

Número	Nombre
3001	Poza Rica
3002	Tecolutla
3003	Martínez de la Torre-Nautla
3004	Perote-Zalayeta
3005	Valle de Actopan
3006	Costera de Veracruz
3007	Orizaba-Córdoba
3008	Cotaxtla
3009	Omealca-Huixcolotla
3010	Los Naranjos
3011	Soteapan-Hueyapan
3012	Costera de Coatzacoalcos
3014	Álamo-Tuxpan
3016	Sierra de San Andrés Tuxtla
3017	Tampico-Misantla
3018	Jalapa-Coatepec
3019	Cuenca Río Papaloapan
3020	Costera del Papaloapan

*Fuente: Diario Oficial de la Federación del 5 de diciembre de 2001(segunda sección).

Figura 4. Acuíferos en el Estado de Veracruz*

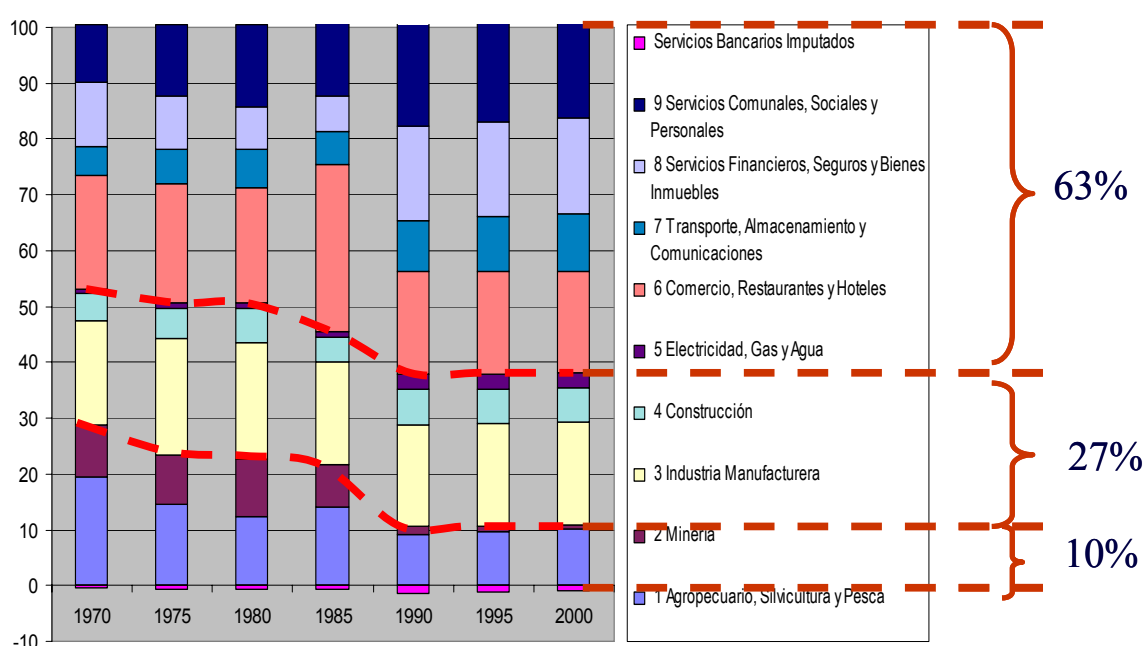


* Fuente: elaboración propia con información de CNA

1.2 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Entre 1970 y 2000 la composición del Producto Interno Bruto (PIB) del Estado de Veracruz muestra un cambio significativo, principalmente en los sectores primario y terciario, véase la figura 5. Las actividades primarias cambiaron su participación de casi el 30% en 1970 al orden del 10% en el 2000, mientras que las del sector terciario se modificaron del 46% al 63% en el mismo lapso.

Figura 5. Composición del PIB del Estado de Veracruz (1970-2000)*



*Fuente: Sistema de Cuentas Nacionales, INEGI

1.2.1 Sector primario

Algunos hechos relevantes del sector primario son:

- Las actividades primarias representan un poco más del 10% del PIB estatal y casi totalmente corresponden a las actividades agropecuarias.
- La producción agrícola veracruzana representa el 8% de la producción agrícola nacional.
- Las actividades pecuarias son muy importantes en Veracruz, se produce del orden del 10% del total nacional de carne en canal, destacando la producción bovina.

- La producción pesquera representa alrededor del 10% de la nacional.
- La producción acuícola representa un 20% de lo producido en acuicultura en el país, las principales especies son la mojarra, el ostión y la carpa.
- El Estado ocupa el primer lugar del país como productor de caña de azúcar, arroz, chayote, naranja, piña, limón persa, vainilla y hule; el segundo lugar en café, tabaco y papaya; y es un importante productor de maíz, frijol, soya, pepino, sandía, mango, toronja y plátano.
- El café es uno de los productos agroindustriales más importantes para el Estado. Veracruz es el segundo productor nacional de café, aportando la cuarta parte de la producción nacional.

1.2.2 Sector secundario

El sector secundario se caracteriza por los siguientes aspectos:

- Dentro del PIB secundario de Veracruz, la industria manufacturera representa el 68.7%, equivalente al 18.2% de la producción total del Estado.
- Veracruz ocupa el primer lugar en petroquímica básica, con el 93.2% de la producción nacional. En el Estado se ubican una de las refinerías más importante: Minatitlán y cinco de los complejos petroquímicos más grandes: Cosoleacaque, Pajaritos, La Cangrejera y Morelos, en Coatzacoalcos, y Escolín en Poza Rica.
- El resto de la actividad manufactura se concentra en las industrias de bebidas y alimentos (48.2% del PIB manufacturero), la química básica (26.8%), la del hierro y el acero (10.9%); la azucarera y la láctea.
- Veracruz es el principal productor de azúcar del país, con cerca del 41% de la producción nacional.
- Veracruz es líder en producción de energía eléctrica (14.1% del total nacional) con una capacidad instalada de 4 582 MW (la mayor del país). Cuenta con seis plantas hidroeléctricas, cuatro

termoeléctricas y la planta nucleoelectrica Laguna Verde, que es la única en su tipo en el país.

- En Veracruz hay 21 530 unidades manufactureras que dan empleo a 139 mil trabajadores.

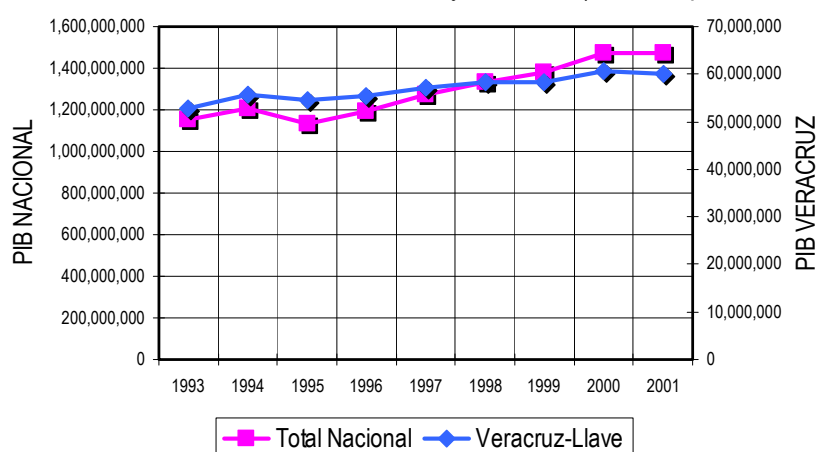
1.2.3 Sector terciario

El sector terciario de Veracruz ha sido el más dinámico en las últimas décadas, mostrando un crecimiento del orden del 50%. Las ramas más activas han sido las de servicios comunales, sociales y personales, servicios financieros y transporte.

1.2.4 El crecimiento económico de Veracruz en el contexto nacional

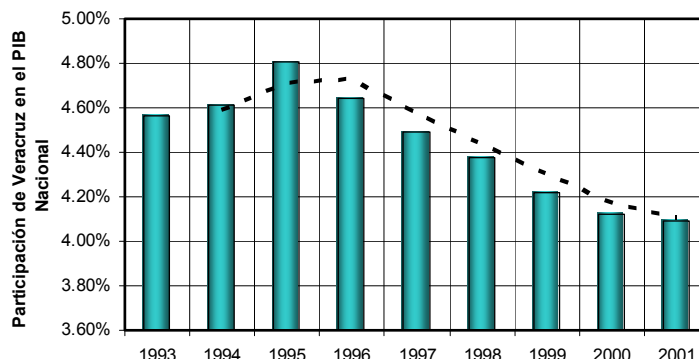
El crecimiento económico del Estado se encuentra estrechamente vinculado con el crecimiento económico del país, esto se hace patente en las tendencias observadas entre 1993 y 2001, según se puede observar en la figura 6. Asimismo se observa que durante los últimos años la participación del PIB de Veracruz en el PIB Nacional ha ido disminuyendo como lo muestra la figura 7.

Figura 6. Producto Interno Bruto: Nacional y Veracruz (Miles de pesos de 1993)



*Fuente: Sistema de Cuentas Nacionales, INEGI

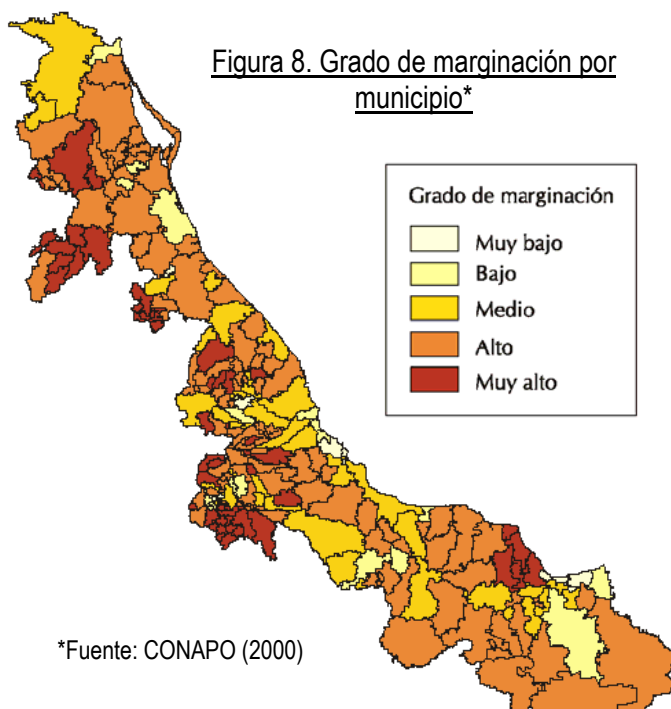
Figura 7. Participación de Veracruz en el PIB Nacional



*Fuente: Sistema de Cuentas Nacionales, INEGI

1.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Figura 8. Grado de marginación por municipio*



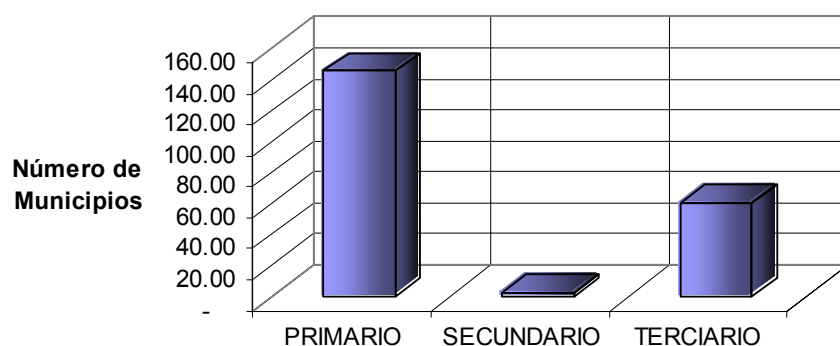
*Fuente: CONAPO (2000)

Veracruz muestra grandes contrastes en lo que se refiere al grado de marginación en que vive su población. La calidad de vida asociada a los grandes centros urbanos donde se realizan actividades industriales y administrativas se clasifica con un grado de marginación bajo o muy bajo, en tanto que el grado de marginación de la población asentada en zonas de difícil acceso es alto o muy alto, esto se presenta principalmente en las zonas montañosas.

A pesar que las actividades primarias representan dentro del PIB un valor relativamente modesto, estas actividades continúan proporcionando empleo a una porción importante de la población de la entidad. Como se aprecia en la figura 9, elaborada en función del porcentaje de la población económicamente activa (PEA) ocupada en cada sector económico, casi dos terceras partes de los municipios del Estado se dedican principalmente al sector primario y del orden del 23% se ocupan en el terciario.

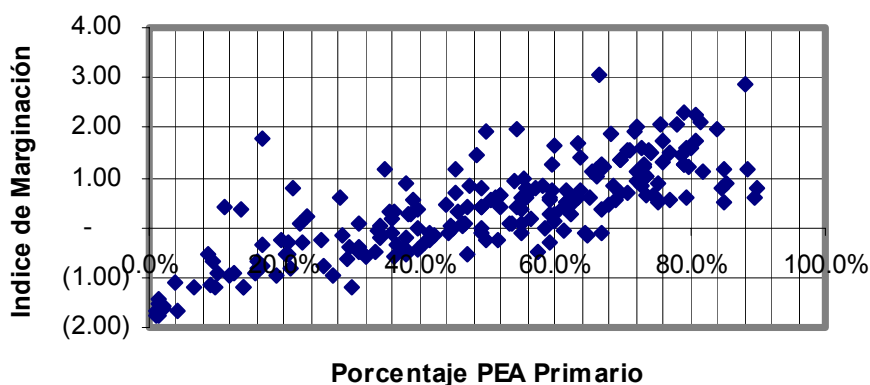
El alto o muy alto grado de marginación en el 70% de los municipios del Estado esta relacionado no solo con su aislamiento sino también con la falta de oportunidades para acceder a formas de producción de mayor valor agregado. En la figura 10 se observa la elevada correlación existente entre la PEA ocupada en el sector primario y el grado de marginación.

Figura 9. Vocación por municipio por sector económico (en función de la predominancia en la ocupación de la PEA)*



*Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2000 de INEGI

Figura 10. Índice de marginación contra PEA ocupada en el sector primario



*Fuente: Censo General de Población y Vivienda 2000 de INEGI

2. Uso actual del agua, usos distintos al público-urbano

2.1 AGRICULTURA

2.1.1 Superficie aprovechada

Mientras que en el país en promedio se riega un 30% de la superficie total sembrada, en Veracruz la proporción de la superficie bajo riego no llega al 6%, esto se debe en buena medida a que el régimen de lluvias en la entidad favorece el aprovechamiento del suelo para siembra en la modalidad de temporal.

La superficie total sembrada en el año 2002 en todo el Estado de Veracruz fue de un poco más de 1 millón 550 mil hectáreas, de ellas corresponden a la modalidad de riego 89 033 hectáreas (5.7%).

El valor total de la producción agrícola en 2002 fue de 14 372 millones de pesos, de los cuales el 16% fue producido en las zonas de riego.

El cultivo de la caña de azúcar representa el 61% del valor total de la producción en la superficie bajo riego en el Estado y el 35% del valor total de la producción estatal en las modalidades de riego y temporal.

De la superficie total sembrada en el país, Veracruz contribuye con el 7.5%; de la superficie bajo riego su contribución es de solo 1.85% y en temporal de 9.25%. El Estado de Veracruz representa casi el 8% del valor de la producción agrícola de todo el país; la participación de la entidad en la modalidad de temporal es de casi 14 % y en la modalidad de riego del 2.52 %.

La superficie total promedio sembrada por habitante en el país es de 0.19 hectáreas mientras que en Veracruz es de 0.212 hectáreas. La superficie sembrada por habitante en la modalidad de riego en Veracruz equivale a la cuarta parte del promedio nacional, pero la superficie sembrada por habitante en la modalidad de temporal en Veracruz es 40% mayor al promedio nacional.

Veracruz es 30% más productivo (valor de la producción por hectárea) en las zonas de riego que el resto del país; es 51% más productivo en zonas de temporal y 6% más productivo en el promedio total.

2.1.2 Distritos de riego y drenaje

La superficie bajo riego en la entidad ha sido transferida a los usuarios y ahora la superficie se encuentra distribuida, según lo indica la tabla 3, en 11 Asociaciones de Usuarios. La superficie representada por estas asociaciones más la situada en diversas unidades de riego conforma el total bajo riego que es un poco mayor a las 89 mil hectáreas.

De la superficie agrícola que cuenta con infraestructura de riego una parte se encuentra ociosa. Destacan las unidades de riego de Los Naranjos, Pantepec-Viñazco y Vega de Alatorre que se encuentran abandonadas.

Se han hecho esfuerzos por rescatar la infraestructura ociosa lográndose recuperar algunas de esas áreas como el Álamo y Chicayán en el Norte del Estado.

El 93% del valor de la producción bajo riego en la entidad se concentra en 10 cultivos y de ellos uno solo, la caña de azúcar, representa las dos terceras partes del valor total. Siguen en importancia el cultivo de limón, los pastos y praderas, el mango, la toronja, el tomate rojo, la sandía, la papa, el chayote y el maíz.

En cuanto a la superficie destinada al cultivo bajo riego, también el 93% corresponde a solo 10 cultivos. La caña de azúcar utiliza el 64.7 % de la superficie total siguiendo en orden descendiente: los pastos y praderas, el maíz, el mango, el limón y la toronja.

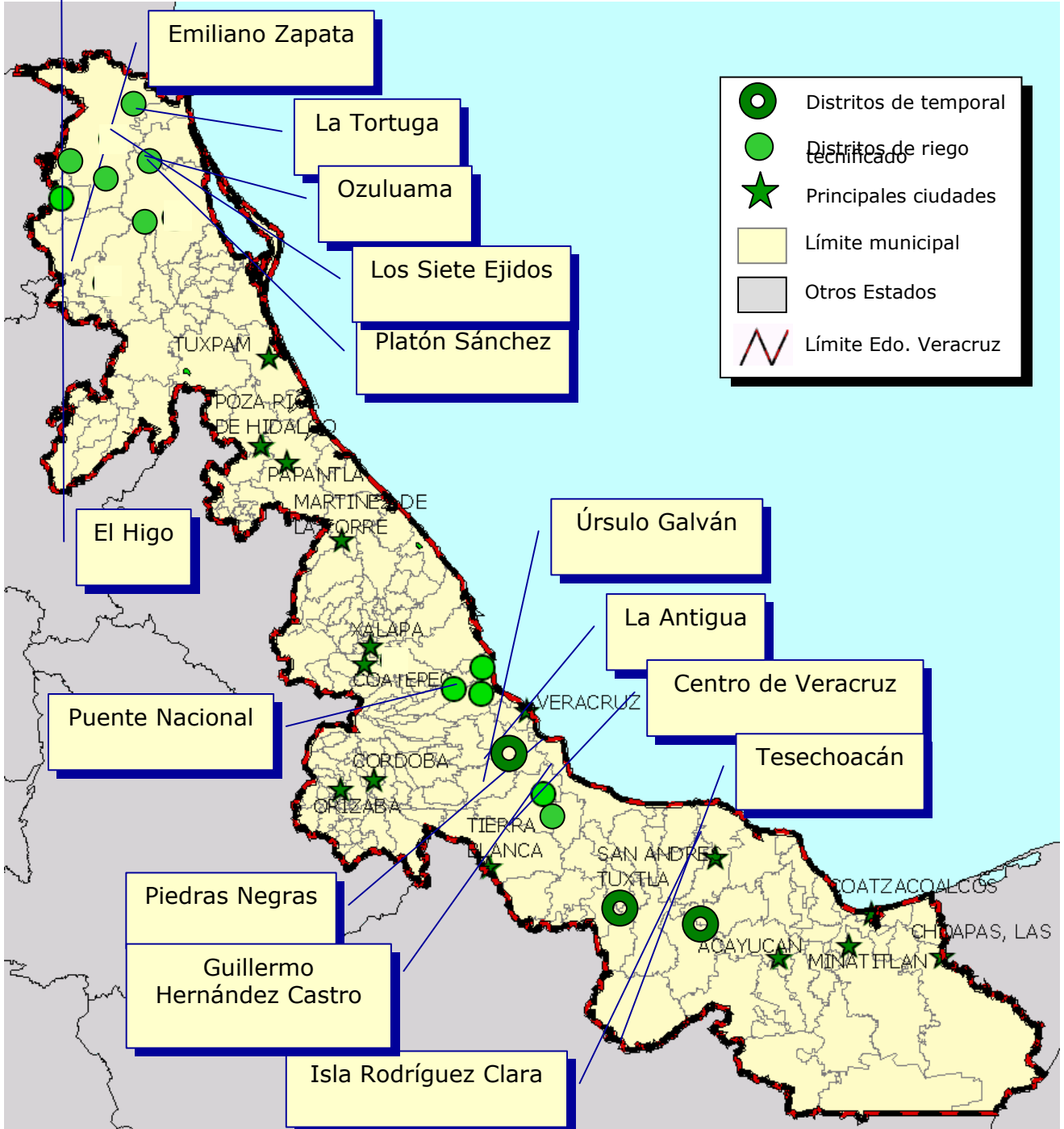
Además existen tres Distritos de Temporal Tecnificado (distritos de drenaje) que se denominan Tesechoacán, Centro de Veracruz e Isla Rodríguez Clara, estos distritos cuentan con una superficie conjunta de 107 mil hectáreas.

Tabla 3. Asociaciones de usuarios hidroagrícolas en el Estado de Veracruz*

MUNICIPIO	CUENCA - TITULAR	SUPERFICIE REGADA(Ha)
Cuenca Río Tamesí – Chicayán		
TANTOYUCA	ASOCIACIÓN DE USUARIOS PLATÓN SÁNCHEZ, A.C.	381.20
HIGO, EL	ASOCIACIÓN DE USUARIOS EL HIGO, VERACRUZ, A.C.	1 870.10
OZULUAMA	ASOCIACIÓN DE USAUARIOS OZULUAMA A.C..	6 374.40
PÁNUCO	ASOCIACIÓN DE USUARIOS EMILIANO ZAPATA A.C.	7 949.70
PÁNUCO	ASOCIACION DE USUARIOS LA TORTUGA, A.C.	3 965.40
PÁNUCO	ASOCIACION DE USUARIOS LOS SIETE EJIDOS, A.C.	2 693.50
Cuenca Río Actopan		
PUENTE NACIONAL	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE LA UNIDAD DE RIEGO PUENTE NACIONAL, A.C.	5 000.00
URSULO GALVAN	ASOCIACIÓN DE USUARIOS RÍO ACTOPAN, A.C.	10 360.00
Cuenca Río Antigua		
ANTIGUA, LA	ASOCIACIÓN DE USUARIOS COANALAG MÓDULO DE RIEGO LA ANTIGUA, A.C.	9 500.00
Cuenca Río Blanco		
TLALIXCOYAN	ASOCIACIÓN DE USUARIOS DEL DISTRITO DE RIEGO PIEDRAS NEGRAS, A.C.	7 134.00
TLALIXCOYAN	ASOCIACIÓN DE USUARIOS INGENIERO GUILLERMO HERNÁNDEZ CASTRO, A.C.	7 000.00
TOTAL		62 228.00

*Fuente: Comisión Nacional del Agua, REPDA, 2003

Figura 11. Zonas de riego y temporal tecnificado*



* Fuente: elaboración propia con información de CNA

2.1.3 Volúmenes aprovechados en riego agrícola

De acuerdo con lo contenido en la tabla 4, en el Estado se utilizan en riego agrícola cada año cerca de 2 mil millones de metros cúbicos, de los cuales el 94% es de origen superficial y se utilizan para regar el 87% de la superficie total.

Este uso del agua se caracteriza por ser muy ineficiente pues prevalece el sistema de riego por derivación directa, conduciendo el agua a través de canales a cielo abierto, la mayoría de ellos sin revestir y también porque durante su aplicación a nivel parcelario el agua corre sobre los terrenos de cultivo. La lámina promedio que resulta al dividir el volumen total entre la superficie regada asciende a más de dos metros en los aprovechamientos de agua superficial y a un metro en los de agua subterránea.

Tabla 4. Uso actual del agua en riego agrícola (anual)*

REGION	AGUA SUPERFICIAL		AGUA SUBTERRANEA		TOTAL	
	Superficie Regada (Ha)	VOLUMEN (Millones de m ³)	Superficie Regada (Ha)	VOLUMEN (Millones de m ³)	Superficie Regada (Ha)	VOLUMEN (Millones de m ³)
BAJO PANUCO	27 153	604	59	1	27 212	605
NORTE DE VERACRUZ	1 531	23	1 648	16	3 179	40
CENTRO	32 955	705	5 517	55	38 472	760
PAPALOAPAN	16 107	505	3 611	36	19 717	540
COATZACOALCOS	64	1.0	388	4	452	5
TOTAL	77 810	1 838	11 223	112	89 033	1 950

* Fuente: elaboración propia con información de CNA

El Gobierno del Estado ha venido fomentado la tecnificación del riego en zonas como el Valle de Perote y el bajo Papaloapan donde se han instalado sistemas de riego por aspersión. En el año 2003 se benefició a un poco más de 2 000 hectáreas y, aunque falta mucho camino por recorrer, los agricultores se han motivado al observar los ahorros en energía eléctrica que logran, además de que obtienen otras ventajas operativas en la aplicación de agroquímicos y en un incremento en la productividad. El sistema de fomento utilizado implica otorgar el apoyo financiero al productor una vez que ha instalado el sistema de riego tecnificado.

Con relación a los Distritos de Temporal Tecnificado y a diversas zonas donde se siembra en la modalidad de temporal, aunque en general la lluvia es abundante ésta no se presenta con la regularidad que requieren los cultivos, de tal suerte que resulta indispensable aplicar riegos suplementarios para mejorar la productividad de estas zonas.

2.2 INDUSTRIA

El agua en la industria se utiliza de varias maneras: para el enfriamiento de maquinaria industrial, para el lavado, para la producción de energía eléctrica o mecánica (ahora poco frecuente), como parte constitutiva de los productos como en el caso de la industria de alimentos y bebidas.

2.2.1 Volúmenes aprovechados por la industria

El uso del agua para fines industriales ha sido particularmente importante en el Estado, cada año se utilizan para estos menesteres cerca de mil millones de metros cúbicos (tabla 5), lo que significa entre la sexta y la séptima parte del uso del agua en la industria de todo el país.

Tabla 5. Uso del agua en la Industria (anual)

REGION	AGUA SUPERFICIAL (Millones de m ³)	AGUA SUBTERRANEA (Millones de m ³)	TOTAL (Millones de m ³)
BAJO PANUCO	12	1	13
NORTE DE VERACRUZ	55	10	65
CENTRO	153	83	236
PAPALOAPAN	343	91	434
COATZACOALCOS	240	22	262
TOTAL	803	207	1 010

* Fuente: elaboración propia con información de CNA

Las industrias en el Estado no han hecho un uso eficiente del recurso agua pues lo consideraban como un bien ilimitado y sin valor económico, por ello industrias como la azucarera, la de beneficio de café, la química y petroquímica, entre otras, no estaban preocupadas por cuidar un insumo que no tenía un costo importante en sus procesos productivos. Algunas de estas industrias utilizan, por unidad producida, entre 2 y 6 veces, o más, los consumos óptimos que requieren sus procesos.

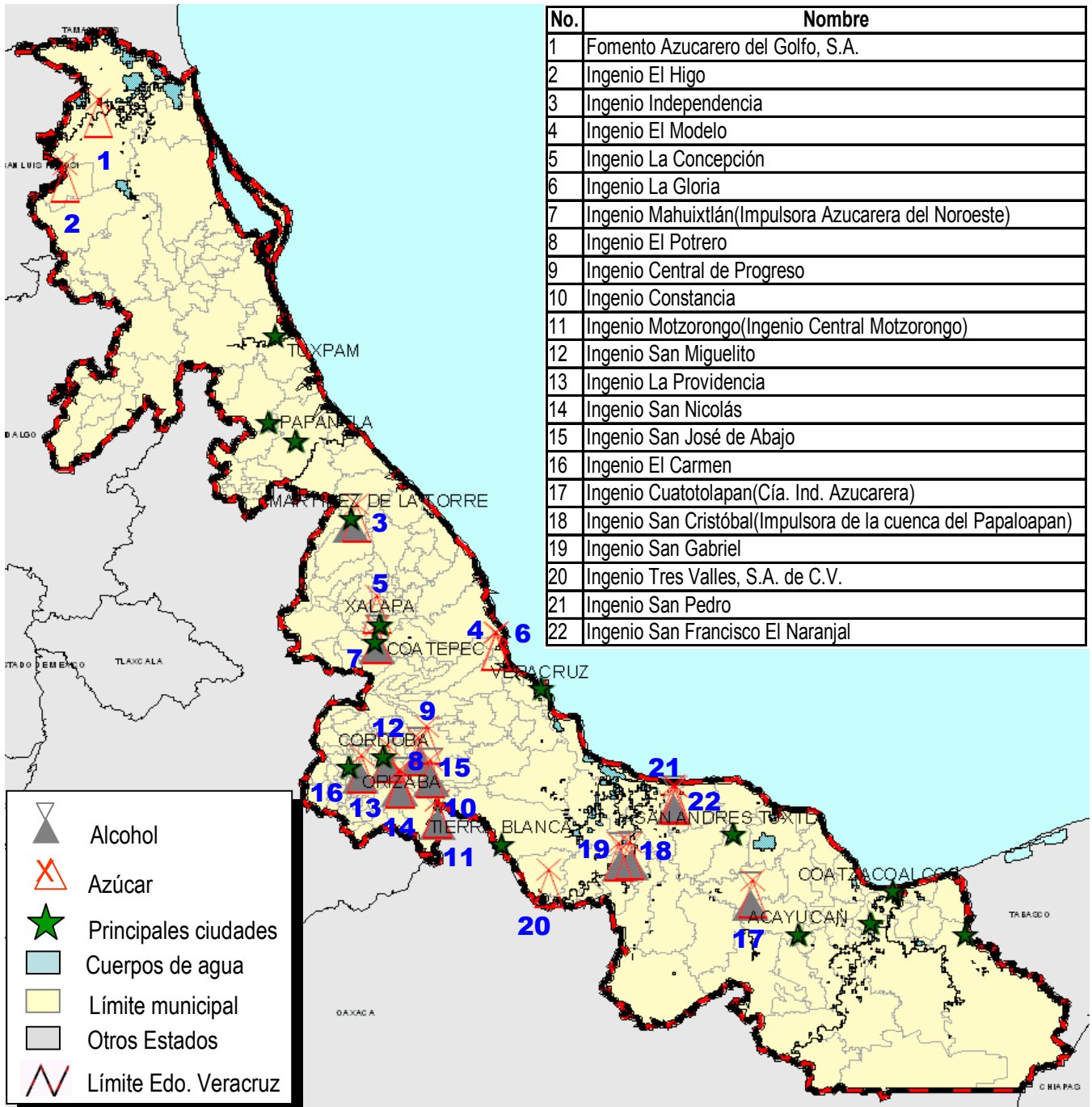
En la tabla 6 se muestra la distribución del uso del agua en la industria por rama industrial, de esa información destaca que: una sola rama industrial, la azucarera, representa cerca de la mitad del consumo de toda la industria; en dos ramas industriales, la azucarera y la petroquímica (incluida la refinería), representan una fracción próxima a las dos terceras partes del consumo anual; tres ramas concentran tres cuartas partes del consumo y cinco equivalen a más del 80%.

Tabla 6. Uso actual del agua por rama Industria (anual)*

Tipo de Industria	Extracción Superficial Mm³/año	Extracción Subterránea Mm³/año	Extracción Total Mm³/año	Descarga Total Mm³/año	Participación
Azúcar	324.94	123.17	448.11	307.52	44.37%
Otros Giros	100.61	21.58	122.19	92.18	12.10%
Química	97.34	5.81	103.15	69.19	10.21%
Petroquímica	90.00	4.71	94.71	47.04	9.38%
Refinería de Pet.	88.85	3.04	91.88	61.34	9.10%
Celulosa y del Papel	38.62	2.07	40.68	28.48	4.03%
Bebidas	17.20	9.34	26.54	13.14	2.63%
Beneficio de Café	15.30	6.36	21.66	18.55	2.14%
Petrolera	11.83	3.53	15.36	9.53	1.52%
Textil	9.23	5.41	14.65	10.03	1.45%
Acab. de metales	-	10.33	10.33	6.89	1.02%
Alcohol	6.97	2.14	9.11	5.40	0.90%
Parque Industrial	-	6.24	6.24	-	0.62%
Alimenticia	1.79	2.74	4.53	2.55	0.45%
Minera	0.74	-	0.74	0.35	0.07%
Cementera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
	803.40	206.47	1 009.87	672.18	100.00%

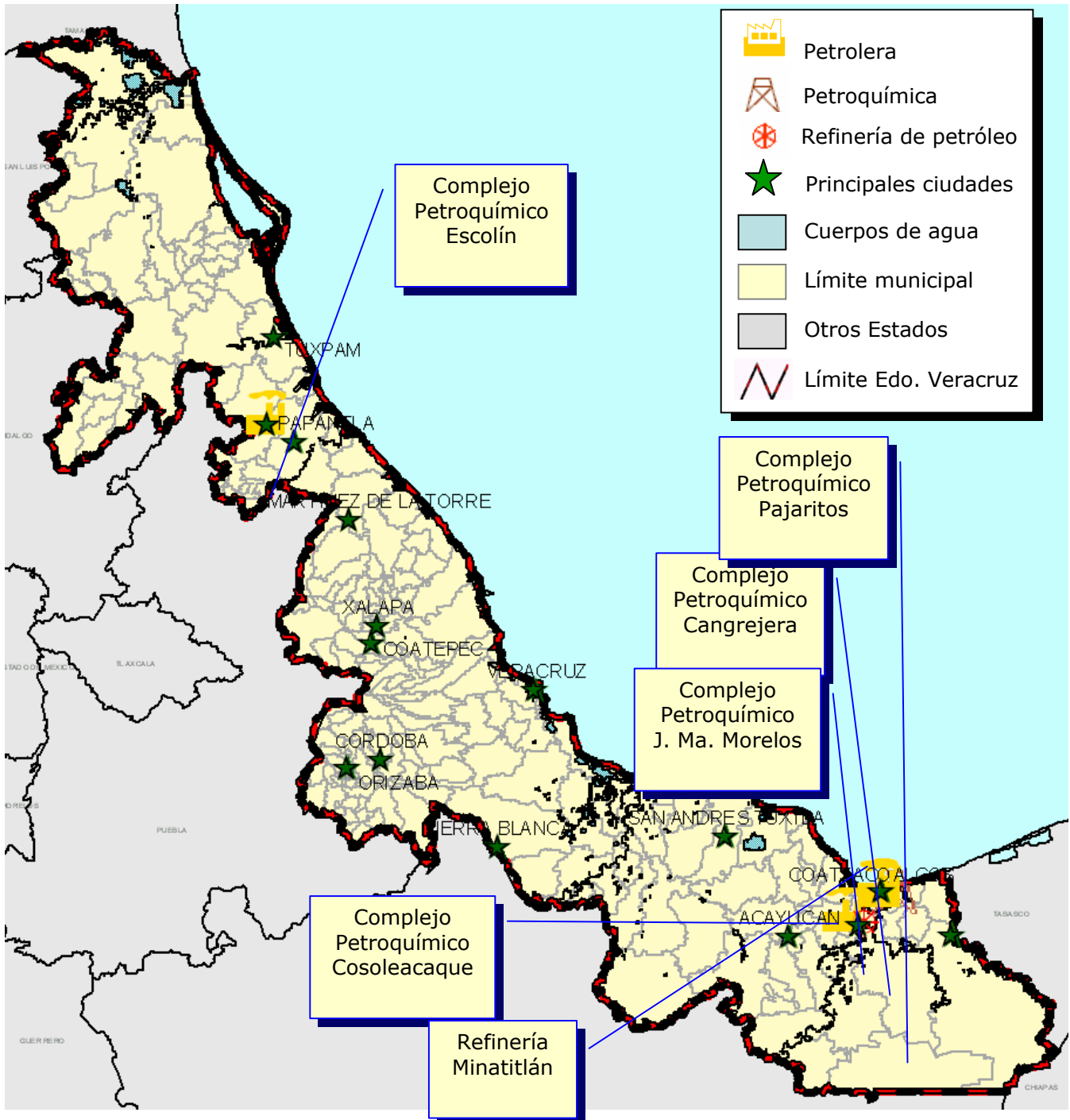
* Fuente: elaboración propia con información de CNA

Figura 12. Ingenios *



* Fuente: elaboración propia

Figura 13. Petroquímica y Refinería *



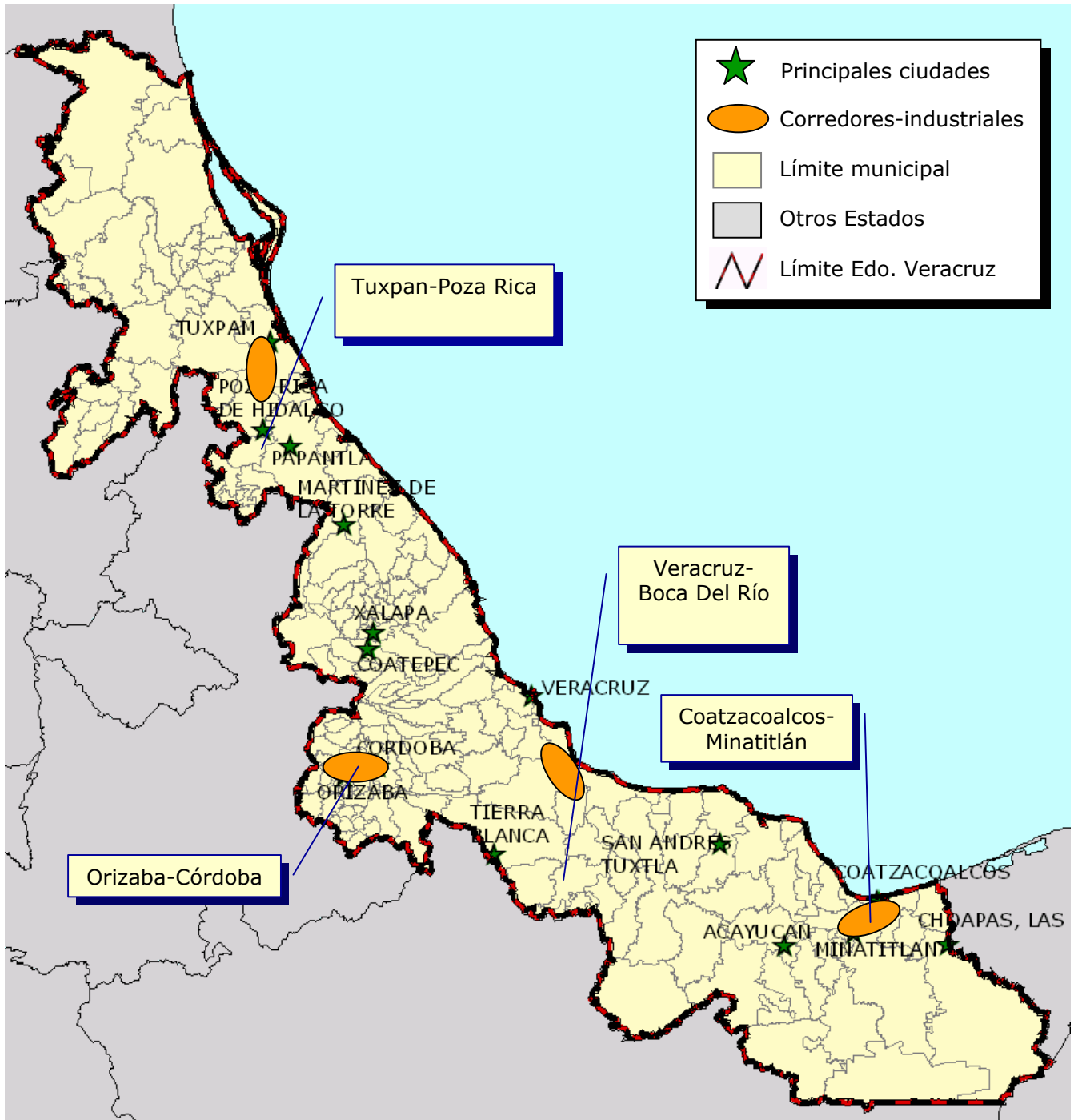
* Fuente: elaboración propia

2.2.2 Generación de contaminantes

En general, cuando no se les trata adecuadamente, las aguas residuales generadas en la industria representan una fuente de contaminación, normalmente puntual, pero ciertamente muy contaminante. Esto es particularmente importante en los corredores:

1. Tuxpan – Poza Rica
2. Orizaba – Córdoba
3. Veracruz – Boca del Río
4. Coatzacoalcos – Minatitlán

Figura 14. Corredores industriales*



* Fuente: elaboración propia

La carga contaminante incluida en las aguas residuales industriales en Veracruz es muy elevada. La mayor parte es producida por las industrias del azúcar, alcohol, beneficio del café, química, petroquímica y de alimentos y bebidas. Estas industrias incluyen en sus descargas una concentración importante de materia orgánica, que usualmente se mide como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en peso.

En la tabla 7 se muestra la carga contaminante generada en cada región anualmente, ahí se observa que las regiones del Papaloapan y Centro son las que descargan la mayor cantidad.

La carga contaminante anual contenida en las aguas residuales de la industria es equivalente a la carga contaminante incluida en las aguas residuales de origen doméstico correspondiente a una población de 26 millones de habitantes durante un año.

Tabla 7. Generación de contaminantes de origen industrial por región*

REGION	DBO ₅ Toneladas por año
BAJO PANUCO	11 099
NORTE DE VERACRUZ	29 504
CENTRO	157 213
PAPALOAPAN	501 395
COATZACOALCOS	39 799
T O T A L	739 010

* Fuente: elaboración propia con información de CNA

En la tabla 8 se muestra la carga contaminante producida por giro industrial. Ahí se observa que la mayor contaminación es la generada en la industria azucarera y la del alcohol, esas dos industrias producen el 87% de la contaminación total de las aguas residuales.

Tabla 8. Generación de contaminantes por giro industrial*

<i>Tipo de Industria</i>	<i>Generación de contaminantes</i>		
	<i>DBO5 Ton/año</i>	<i>DQO Ton/año</i>	<i>SST Ton/año</i>
Azúcar	522 421.26	1 153 558	485 321
Otros Giros	15 151.10	29 328	22 017
Química	28 420.48	48 655	5 516
Petroquímica	9 454.77	25 804	8 663
Refinería de Pet.	760.67	3 473	940
Celulosa y del Papel	14 709.30	25 695	28 404
Bebidas	12 577.79	44 588	15 805
Beneficio de Café	4 051.83	18 481	3 700
Petrolera	8 272.66	27 320	3 640
Textil	1 264.45	5 039	395
Acab. de metales	103.29	255	234
Alcohol	118 742.19	493 978	180 272
Parque Industrial	-	-	-
Alimenticia	2 702.67	4 513	368
Minera	377.80	2 182	218
Cementera	0.00	0	0
	739 010.25	1 882 869	755 494

* Fuente: elaboración propia con información de CNA

2.2.3 Parques industriales

En el Estado existen cuatro parques industriales en operación, siete en desarrollo y para tres más se ha establecido una reserva territorial. En la tabla 9 se muestran las características más relevantes de los parques en operación y en las tablas 10 y 11 las correspondientes a los parques en desarrollo o para los que cuentan con reserva territorial.

La superficie total disponible en todos los parques industriales asciende a 1 330 hectáreas, lo que significaría una demanda teórica de agua, si esa superficie fuera totalmente ocupada, de 1 330 litros por segundo, esto es de unos 42 millones de metros cúbicos por año, lo que no representará un incremento importante en la demanda global para usos industriales en el Estado, sin embargo en cada caso particular habrá que hacer los análisis detallados para garantizar su abastecimiento.

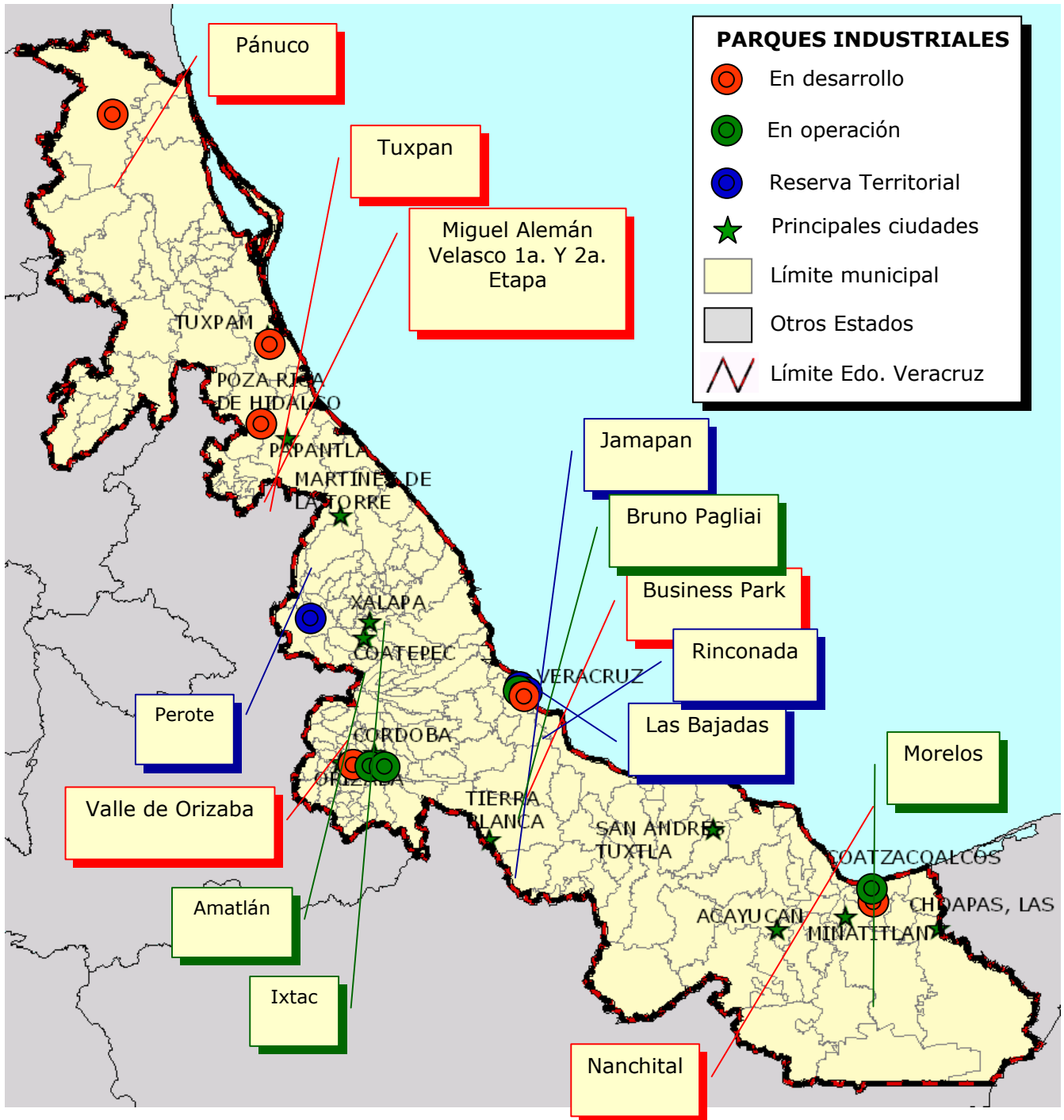
Por otra parte, se debe considerar que el periodo de maduración observado históricamente en la mayoría de estos parques es relativamente lento. Para el año 2003 se encuentra ocupada el 31% de toda la superficie disponible.

Tabla 9. Parques industriales en operación en el Estado de Veracruz*

Número	PARQUE INDUSTRIAL	UBICACIÓN	LOCALIDAD	SUPERFICIE VENDIDA Ha	SUPERFICIE DISPONIBLE Ha	SUPERFICIE TOTAL Ha	VOCACIÓN	TOTAL DE EMPRESAS
1	Parque Industrial Bruno Pagliai	Veracruz	Veracruz	282	40	322	Industria metal-mecánica de transformación farmacéutica comercio, servicios y almacenes	129
2	Parque Industrial Ixtac	Ixtaczoquitlán	Ixtaczoquitlán	22		22	Gran industria manufactura del cartón, corrugados y frituras	2
3	Parque Industrial Cordoba-Amatlán	Amatlán de los Reyes	Amatlán de los Reyes	14	6	20	Industria Pequeña y Mediana	5
4	Parque Industrial Morelos	Coatzacoalcos	Coatzacoalcos	100	117	217	industria química y Petroquímica	0
TOTAL				418	163	581		136

*Fuente: Secretaría de Desarrollo Regional, Gobierno del Estado de Veracruz (2003)

Figura 15. Parques industriales*



*Fuente: Secretaría de Desarrollo Regional, Gobierno del Estado de Veracruz (2003)

Tabla 10. Parques industriales en desarrollo en el Estado de Veracruz*

Número	PARQUE INDUSTRIAL	UBICACIÓN	LOCALIDAD	SUPERFICIE VENDIDA Ha	SUPERFICIE DISPONIBLE Ha	SUPERFICIE TOTAL Ha	VOCACIÓN
5	Parque Industrial Business Park	Veracruz	Veracruz	0	0	78.9	Frisa.
6	Parque Industrial del Valle de Orizaba	Huiloapan	Valle de Orizaba, Ver.	11.23	26.77	38	Industrias ligeras y medianas, manufacturas de lisinas, textil, artes graficas y de instrumentos de precisión
7	Parque Industrial de Pánuco, Ver.	Boulevard Salvador Díaz Miron	Pánuco, Ver.	4	24	28	Industrial textil y de la Confección
8	Parque Industrial de Nanchital	Nanchital	Nanchital, Ver.			30	Industrial marítima, metal mecánica
9	Parque Industrial Santa Fe	Ex Ejido Santa Fe	Mpio. Veracruz			95.9	Industrial metal mecánica
10-A	Parque Industrial Miguel Alemán Velazco Primera Etapa	Poza Rica-Coatzintla Km.2.7	Poza Rica Veracruz	0	21.23	21.23	
10-B	Parque Industrial Miguel Alemán Velazco Segunda Etapa	Poza Rica-Coatzintla Km.2.7	Poza Rica Veracruz	4	33.66	37.66	
11	Parque Industrial de Tuxpan, Ver.	Tuxpan, Ver.	Tuxpan, Ver.	0	0	190.81	
TOTAL				19.23	105.66	520.5	

*Fuente: Secretaría de Desarrollo Regional, Gobierno del Estado de Veracruz (2003)

Tabla 11. Parques industriales con Reserva Territorial en el Estado de Veracruz*

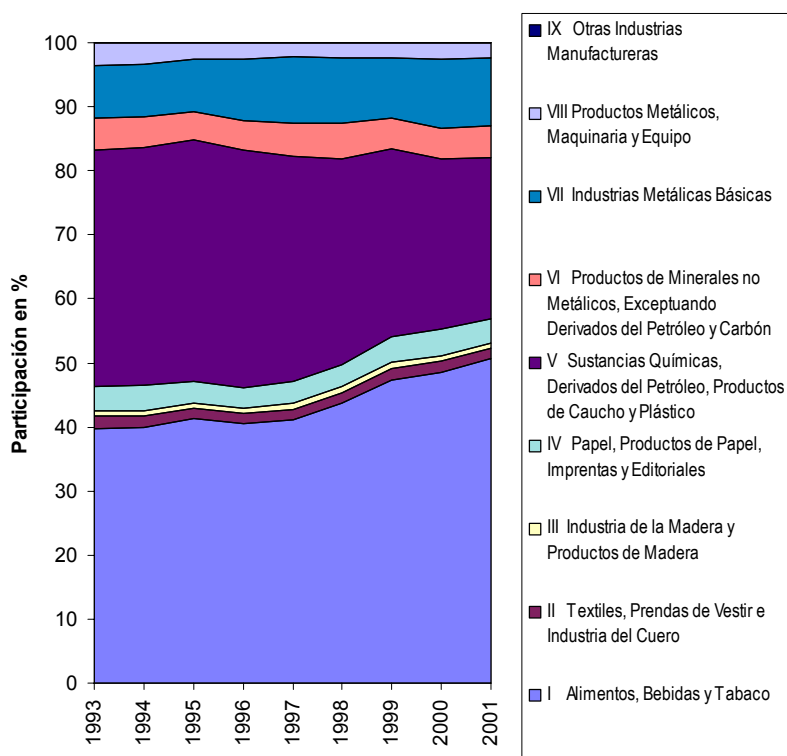
Número	PARQUE INDUSTRIAL	UBICACIÓN	LOCALIDAD	SUPERFICIE TOTAL Ha	VOCACIÓN
12	Parque industrial de Rinconada	Rinconada, Ver.	Rinconada, Ver.	12.56	
13	Parque Industrial Las Bajadas	Ex Hacienda Buena Vista Las Bajadas	Municipio de Veracruz	24.08	
14	Parque Industrial de Perote, Ver.	Perote, Ver.	Perote, Ver.	27.29	
15	Parque Industrial de Jamapan, Ver.	Km. 6 de la Autopista Veracruz-Cardel		165	Actividades Portuarias
TOTAL				228.93	

*Fuente: Secretaría de Desarrollo Regional, Gobierno del Estado de Veracruz (2003)

2.2.4 Dinámica industrial

La participación de las distintas divisiones industriales en el PIB de la industria manufacturera del Estado ha ido cambiando, según se aprecia en la figura 16, entre 1993 y 2001, la rama de alimentos y bebidas y la de las industrias metálicas básicas son las que ganaron mayor terreno; otras, como la química y petroquímica perdieron impulso.

Figura 16. Composición del PIB de la industria manufacturera del Estado de Veracruz*

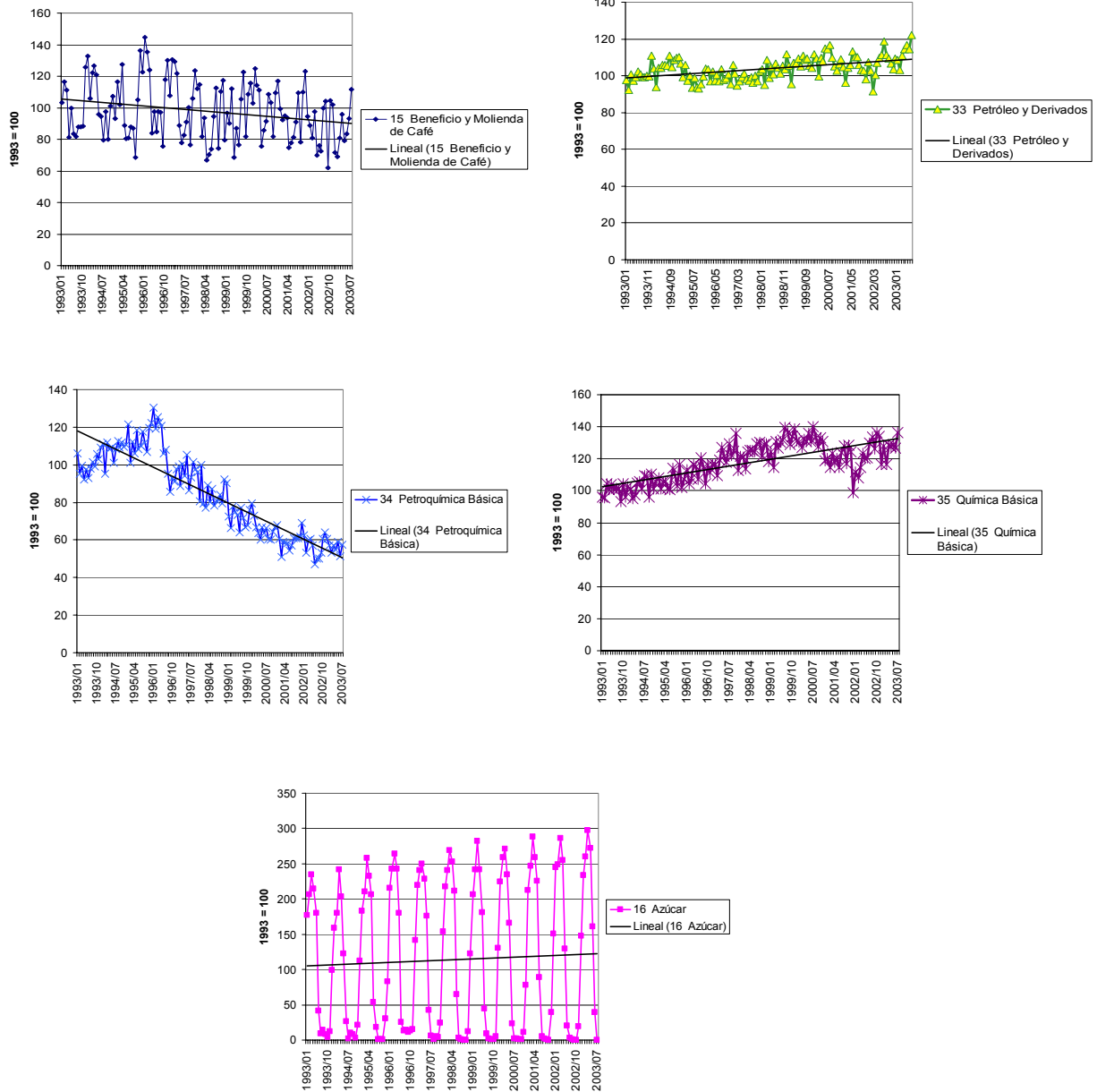


*FUENTE: Sistema de Cuentas Nacionales, INEGI

En la figura 17 se muestra la evolución del volumen físico para diversas ramas industriales que tienen especial interés con relación al uso y contaminación del agua. En las gráficas mostradas en esa figura se puede observar la tendencia de crecimiento en los últimos 10 años. Cabe aclarar que como es volumen mensual se presentan muchos altibajos, sin embargo es posible discriminar la tendencia de crecimiento.

Así, industrias como la del café y la petroquímica básica muestran una tendencia a la baja, mientras que la industria química y la del petróleo y sus derivados presentan una tendencia alcista y la de la azúcar mantiene su nivel de producción.

Figura 17. Índice de volumen físico mensual 1993-2003. Actividades seleccionadas, Estado de Veracruz



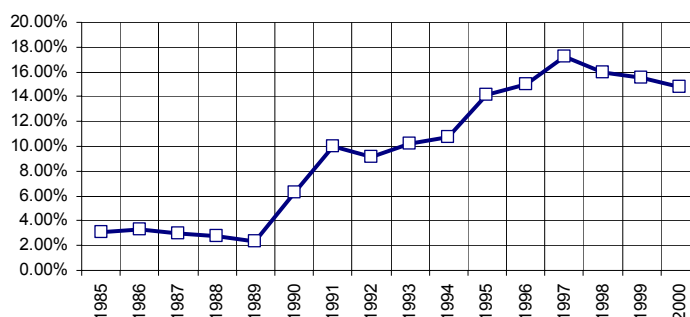
*FUENTE: Sistema de Cuentas Nacionales, INEGI

2.3 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El Estado de Veracruz es la entidad que cuenta con la mayor capacidad instalada en plantas eléctricas y a la que corresponde la mayor producción de electricidad. Cuenta con seis plantas hidroeléctricas, cuatro termoeléctricas y la nucleoelectrónica Laguna Verde (tablas 12 y 13).

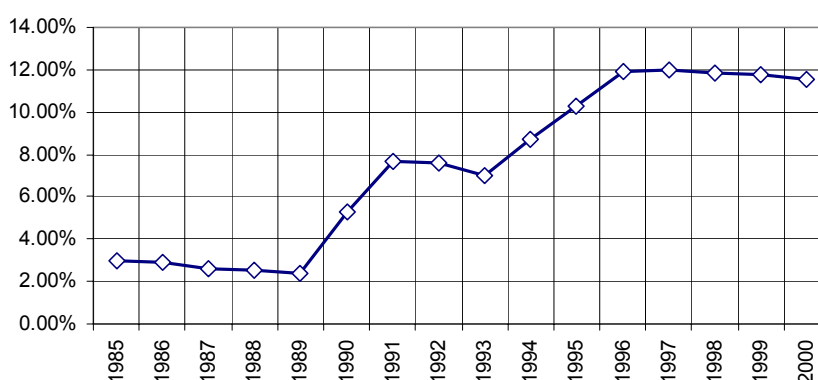
En los últimos 15 años la tendencia de crecimiento tanto en capacidad instalada como en energía producida se ha mantenido, como se aprecia en las figuras 18 y 19.

Figura 18. Participación de Veracruz en la generación bruta de electricidad total del país*



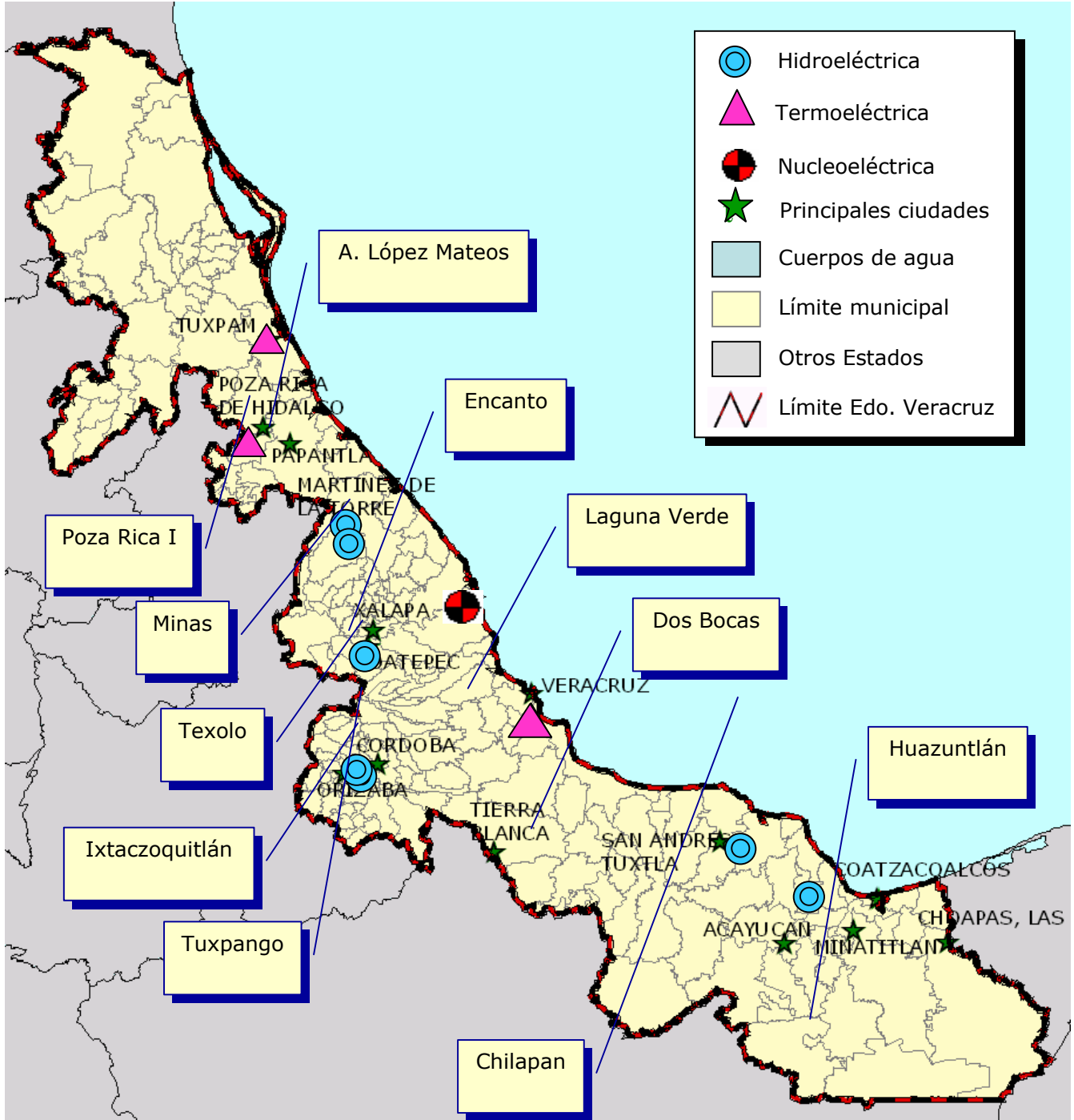
*FUENTE: Secretaría de Energía. Compendio Estadístico del Sector Energía (2001)

Figura 19. Participación de Veracruz en la capacidad instalada total del país*



*FUENTE: Secretaría de Energía. Compendio Estadístico del Sector Energía (2001)

Figura 20. Centrales generadoras de electricidad en operación*



*FUENTE: Comisión Federal de Electricidad (2003)

Tabla 12. Centrales Termoeléctricas en Veracruz*

Nombre de la central	Unidad	Fecha de entrada en operación comercial	Cap. efectiva instalada MW	Municipio
C.T. PDTE. ADOLFO LOPEZ MATEOS (TUXPAN)	1	30 de Junio de 1991	350	TUXPAN
	2	1 de Agosto de 1991	350	
	3	18 de Julio de 1994	350	
	4	6 de Agosto de 1994	350	
	5	27 de Mayo de 1996	350	
	6	29 de Julio de 1996	350	
				2 100.00
C.N. LAGUNA VERDE	1	29 de Julio de 1990	682.44	ALTO LUCERO
	2	10 de Abril de 1995	682.44	
			1 364.88	
TUXPAN II**	1	15 de Diciembre de 2001	495	TUXPAN
	2	15 de Diciembre de 2001		
	3	15 de Diciembre de 2001		
			495	
C.C.C. DOS BOCAS	1	1 de Agosto de 1975	63	MEDELLIN
	2	1 de Septiembre de 1975	63	
	3	30 de Mayo de 1975	63	
	4	6 de Junio de 1975	63	
	5	6 de Mayo de 1975	100	
	6	3 de Noviembre de 1976	100	
			452	
C.T. POZA RICA	1	1 de Febrero de 1963	39	TIHUATLÁN
	2	6 de Abril de 1963	39	
	3	7 de Junio de 1963	39	
			117	
TOTAL ESTATAL			4 528.88	

*FUENTE: Comisión Federal de Electricidad, Información actualizada al 31 de marzo de 2003

Tabla 13. Centrales Hidroeléctricas en Veracruz*

Nombre de la central	Unidad	Fecha de entrada en operación comercial	Cap. efectiva instalada MW	Municipio
C.H. CHILAPAN	1	1 de Septiembre de 1960	4	CATEMACO
	2	1 de Septiembre de 1960	4	
	3	27 de Julio de 1965	9	
	4	23 de Septiembre de 1965	9	
			26	
C.H. MINAS	1	10 de Marzo de 1951	5	LAS MINAS
	2	10 de Marzo de 1951	5	
	3	8 de Julio de 1954	5	
			15	
C.H. ENCANTO	1	19 de Octubre de 1951	5	TLAPACOYAN
	2	19 de Octubre de 1951	5	
			10	
C.H. TEXOLO	1	1 de Noviembre de 1951	0.8	TEOCELO
	2	1 de Noviembre de 1951	0.8	
			1.6	
C.H. IXTACZOQUITLAN	3	1 de Enero de 1902	0.43	IXTACZOQUITLAN
	4	1 de Enero de 1908	0.36	
			0.79	
C.H. TUXPANGO*	1	1 de Enero de 1914	0	TUXPANGUILLO
	2	1 de Enero de 1914	0	
	3	1 de Enero de 1925	0	
	4	1 de Enero de 1990	0	
			0	
C.H. HUAZUNTLAN*	1	1 de Agosto de 1968	0	ZOTEAPAN
			0	
TOTAL ESTATAL			53.39	

*FUENTE: Comisión Federal de Electricidad, Información actualizada al 31 de marzo de 2003

Uno de los usos del agua que utiliza los mayores volúmenes es la generación de electricidad a través de centrales hidroeléctricas. Cada año se aprovecha en el Estado un volumen de 3 352 millones de metros

cúbicos para la hidroelectricidad, sin embargo este uso se considera no consuntivo pues el agua es restituida, después de su uso, al medio natural sin alteración de su calidad, aunque la evaporación en los embalses representa una merma.

Por su parte, las grandes centrales eléctricas de Laguna Verde y Tuxpan, utilizan agua de mar para su sistema de enfriamiento.

Las otras dos termoeléctricas importantes en la zona: Dos Bocas y Poza Rica utilizan agua de río para su sistema de enfriamiento, la primera la toma del Río Jamapa 494 Mm³ y la segunda del Río Cazones 3.33 Mm³; para servicios, utilizan pozos con una extracción anual de 0.59 Mm³.

2.4 OTROS USOS

Entre los otros usos del agua se encuentra el uso pecuario, el de la acuicultura, usos mixtos y otros usos no clasificados. La fuente de información para estos otros usos es el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA).

El volumen anualmente aprovechado en otros usos asciende a un poco más de 20 millones de metros cúbicos por año y se concentra principalmente en la región Centro del Estado, de acuerdo con lo contenido en la tabla 14.

Tabla 14. Uso actual del agua en otros usos (anual)*

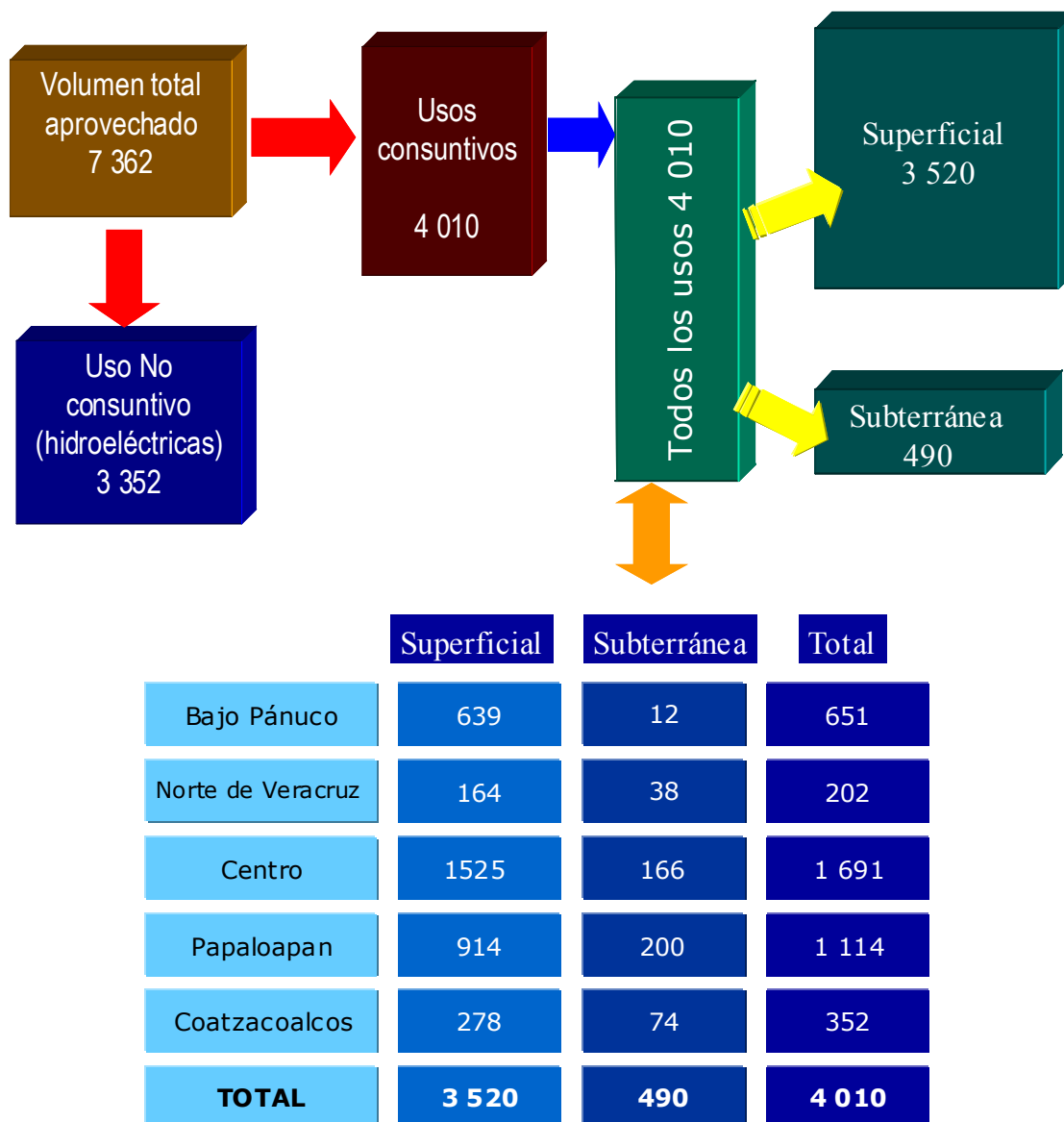
REGION	AGUA SUPERFICIAL (Millones de m ³)	AGUA SUBTERRANEA (Millones de m ³)	TOTAL (Millones de m ³)
BAJO PANUCO	0.006	0.008	0.014
NORTE DE VERACRUZ	1.13	0.59	1.72
CENTRO	5.45	6.69	12.14
PAPALOAPAN	3.01	3.01	6.02
COATZACOALCOS	0.37	0.19	0.56
TOTAL	9.97	10.48	20.45

*Fuente: Elaboración propia con información de la Comisión Nacional del Agua (2003)

2.5 INTEGRACIÓN DE TODOS LOS USOS

En la figura 21 se muestra la integración de todos los usos del agua en el Estado, incluyendo los usos público-urbano, agrícola, industrial, generación de electricidad y otros usos.

Figura 21. Volúmenes totales aprovechados por Región y Uso en el Estado de Veracruz, en millones de metros cúbicos por año, según origen de abastecimiento y total*



*Fuente: Elaboración propia con información de la Comisión Nacional del Agua (2003)

El volumen total aprovechado cada año en el Estado asciende a 7.36 Km³ de los cuales el 45.5% es el agua utilizada en las centrales

hidroeléctricas lo que no constituye una pérdida del recurso pues el agua retorna a su cauce natural después de haber sido utilizada para generar electricidad, sin deterioro de su calidad. El 54.5% restante es utilizado para satisfacer las necesidades del riego agrícola, del abastecimiento a los asentamientos humanos (uso público urbano), del suministro de agua a la industria y de otros usos, todos estos conllevan pérdidas y contaminación del agua, denominándose "usos consuntivos".

Los usos consuntivos en Veracruz ascienden a 4.01 Km³ por año y representan el 6.2% del volumen disponible en la entidad y el 5.5% de todos los usos consuntivos en todo el país.

El 88 % de los usos consuntivos es satisfecho a partir del aprovechamiento de las aguas superficiales y el resto proviene de las aguas subterráneas. En orden de importancia los principales usos del agua son: el riego agrícola, el uso industrial, el público urbano y la producción de energía eléctrica (térmica).

La distribución espacial de los usos del agua indica una concentración de los mismos en dos regiones del Estado: La Región Centro, donde se utiliza el 42% del total de los usos consuntivos y La Región del Papaloapan con el 28% del total.

De los usos consuntivos del agua en el País el 77% corresponde al uso agropecuario, el 13% al uso público urbano y el 10% al uso industrial.

En el Estado de Veracruz la distribución es: 48% agropecuario, 38% industrial y 14% público urbano.

3. Hacia el futuro

3.1 PERSPECTIVAS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO E INDUSTRIAL

Para estimar la probable evolución de la demanda de agua en el periodo 2004-2025 para el caso de los usuarios industriales y de energía eléctrica es necesario establecer los límites entre los que se espera que cada una de estas actividades económicas pueda crecer en el futuro.

Existen varias fuentes de información que han realizado un análisis prospectivo del crecimiento esperado a nivel nacional y a nivel estatal.

Estas fuentes son:

- a) Global Economic Prospects and the Developing Countries, The World Bank (2003)
- b) Veracruz 2025. (Actualización 2002). Gobierno del Estado de Veracruz.
- c) Estudio de Prospectiva del sector eléctrico (Secretaría de Energía, 2002)

Del análisis de esos documentos se desprenden las siguientes conclusiones:

Según los pronósticos del Banco Mundial, publicados en el "Global Prospects and Developing Countries" (2003), la tasa de crecimiento promedio anual del PIB para los países de América Latina y el Caribe estará alrededor de 3.8%, que corresponderá a un crecimiento promedio anual en el PIB per cápita del orden de 2.6% (creciendo la población a un ritmo promedio anual de 1.2%).

El estudio denominado Veracruz 2025, publicado por el Gobierno del Estado de Veracruz, prevé una tasa de crecimiento medio anual del PIB entre el 2002 y el 2025 en el orden de 3.5%.

Los estudios de prospectiva del sector energético prevén una tasa media anual de crecimiento del PIB de 4.5% para el periodo 2002-2011 y estiman que la tasa promedio anual de crecimiento del PIB industrial sería de 6.2% y para el PIB agrícola de 1.3% durante el mismo periodo.

Para el Sur-Sureste (según la regionalización de CFE), donde se ubica el Estado de Veracruz, habría que considerar una tasa de crecimiento industrial menor tomando en cuenta la tendencia histórica del crecimiento del consumo eléctrico que entre 1992 y 2001 fue del 70% del promedio nacional. El crecimiento anual del sector eléctrico en esta región lo estima CFE en el orden del 4.3%.

De acuerdo con la información anterior, resulta razonable situar el crecimiento promedio anual del PIB entre el 2% y el 4% y dentro del PIB la participación de la industria podría situarse entre el 18% (véase inciso 1.2.2), que refleja la situación actual y el 34% que correspondería a un crecimiento acelerado de la industria.

3.2 SECTOR ELÉCTRICO

En el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE 2002-2011), se tienen contempladas las siguientes centrales:

Tuxpan III, IV y V entre 2003 y 2006 (1 594 MW (megawatts));

Coatzacoalcos I y II entre 2009 y 2010 (1 100 MW);

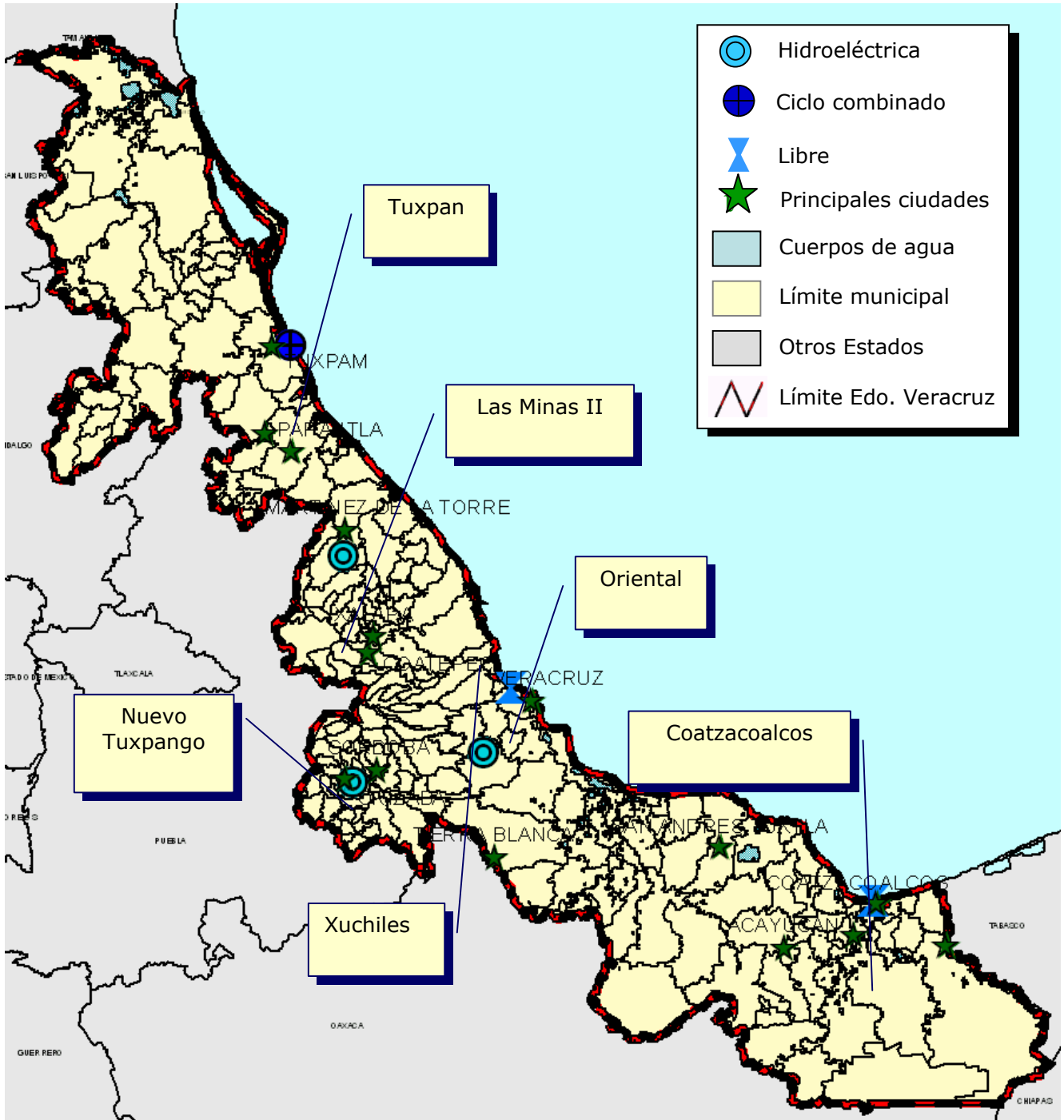
Oriental I, II y III entre 2009 y 2011 (1 650 MW) (centro de Veracruz)

De concretarse estos proyectos, en los próximos 7 u 8 años, la capacidad instalada en la entidad se duplicaría, pero estas nuevas centrales no tendrían un gran impacto en el uso de agua dulce pues utilizarían en su sistema de enfriamiento agua de mar.

Este programa también contempla el retiro de la central de Poza Rica en este periodo.

De acuerdo con estudios de planificación realizados por la CFE, el potencial hidroeléctrico identificado en la región equivale a una potencia total instalada de 5 886 MW distribuida en 108 proyectos. Esto equivale a una potencia media por proyecto de 54.5 MW, es decir son proyectos en general pequeños y en los programas de inversión de la CFE no están considerados por el momento, en el Estado de Veracruz solamente están incluidos como "candidatos" tres proyectos: Nuevo Tuxpango (40.2 MW), Xúchiles (240 MW) y Las Minas II (15 MW).

Figura 22. Centrales eléctricas en proyecto*



*Fuente: Comisión Federal de Electricidad (2003)

Durante los últimos 10 años la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) ha venido realizando estudios sobre la generación de electricidad a partir de centrales hidroeléctricas pequeñas.

En 1994 se evaluó el potencial mini hidráulico de las cuencas de los ríos: Tuxpan, Tecolutla, Cazonas, Bobos, Nautla, Actopan y Antigua, identificando 100 sitios con una potencia total instalada de 400 MW, pero de ellos califican como rentables solo al 40%.

Estudios realizados por CONAE – USAID (2003) identificaron un potencial mini hidráulico de 35 MW en seis sitios ubicados en la parte alta de la cuenca del río Jamapa, la repotenciación de tres plantas con capacidad de 8 MW en la cuenca del Río Blanco y 45 MW en seis sitios en la cuenca del río Tonto.

Los posibles usos de la energía producida en pequeñas centrales son: Pico Hidráulicas (hasta 1 KW) y Micro Hidráulicas (1 a 100 KW) en esquemas de pequeña producción para el abasto a comunidades rurales aisladas, usos productivos como para mover aserraderos, bombeo de agua o molinos.

Las Mini hidráulicas (100 a 5 000 KW) pueden ser aprovechadas para autoabasto de la industria o de municipios (alumbrado público).

3.3 PEMEX

Ante la mayor disponibilidad de crudo pesado, PEMEX ha estimado necesario contar con unidades de conversión que permitan elevar los rendimientos actuales conforme a la demanda de combustibles. Para ello se requiere la incorporación de procesos de conversión que aumenten el rendimiento de destilados ligeros a expensas de reducir la producción de combustóleo. Por ello, PEMEX diseñó un programa de reconfiguración de refinerías.

Los proyectos de reconfiguración están orientados a disminuir los rezagos tecnológicos a fin de aumentar los rendimientos de diseño en la elaboración de gasolinas y destilados intermedios, incrementar el proceso de crudo Maya, disminuir la producción de combustóleo, y mejorar la calidad de las gasolinas y diesel automotriz principalmente.

En el Estado de Veracruz la refinería de Minatitlán esta considerada para ser reconfigurada con una capacidad de 200 mbd (miles de barriles diarios), las licitaciones de estas obras iniciaron en el 2004 y se espera

que sean concluidas hacia el 2006. Este es el proyecto más importante de PEMEX en el Estado hasta el 2011.

La reconfiguración de Minatitlán, en principio, no tendrá un impacto significativo en los volúmenes de agua que aprovecha la paraestatal.

Otra oportunidad de crecimiento de PEMEX en el Estado podría ser que la nueva refinería (Proyecto Fénix) propuesta por PEMEX y que sería construida antes del año 2011, con una capacidad de 150 mbd, para la que hasta ahora no se ha decidido su ubicación, sea instalada en la entidad, muy probablemente en la zona de Coatzacoalcos.

3.4 AGRICULTURA

El crecimiento en la superficie irrigada no contempla la apertura de nuevas tierras, para los próximos años el impulso a las actividades agrícolas en la modalidad de riego irá dirigido a dos aspectos:

- Proyectos de riego suplementario en las zonas de temporal tecnificado y en otras zonas de temporal convencional.
- Proyectos de tecnificación del riego.

Estos dos tipos de proyectos son los que permitirán ampliar la superficie regada en el Estado.

Con relación a las actividades hidroagrícolas y dado que ya está en marcha un proceso de tecnificación del riego, habría que esperar que durante los próximos 20 años se tecnifique una porción significativa de la superficie que actualmente se siembra.

En los programas para el sector agrícola, el Consejo de Desarrollo del Papaloapan, del Gobierno del Estado, y la Comisión Nacional del Agua contemplan la realización de una cartera de proyectos que incluyen: apertura de nuevas unidades de riego, dotación de riego suplementario, ampliación y modernización de los Distritos de Temporal Tecnificado, modernización de los Distritos de Riego, operación y conservación de presas, desarrollo parcelario, uso pleno de la infraestructura. En tablas 15 y 16 se incluye la cartera de proyectos agrícolas. Con esta cartera se benefician 20 400 hectáreas con acciones de riego suplementario o modernización de áreas bajo riego y se benefician casi 400 mil hectáreas con acciones en Distritos de Temporal Tecnificado.

Tabla 15. Cartera de proyectos agrícolas*

№	PROYECTO	MUNICIPIO	META	INDICADOR
1	RIEGO SUPLEMENTARIO TESECHOACÁN-UGOCP	JOSÉ AZUETA	607	HECTAREAS
2	RIEGO SUPLEMENTARIO LAGUNA ENCANTADA	SAN ANDRES TUXTLA	877	HECTAREAS
3	RIEGO SUPLEMENTARIO CURAZAO	JOSÉ AZUETA	380	HECTAREAS
4	RIEGO SUPLEMENTARIO GLORIAS DE COAPA	COSAMALOAPAN	1 050	HECTAREAS
5	RIEGO SUPLEMENTARIO 3 MÓDULOS M.I. DEL RÍO PAPALOAPAN 1A. ETAPA	COSAMALOAPAN	1 300	HECTAREAS
6	RIEGO SUPLEMENTARIO 7 MÓDULOS M.D. DEL RÍO PAPALOAPAN 1A. ETAPA	TUXTILLA CHACALTIANGUIS	1 890	HECTAREAS
7	RIEGO SUPLEMENTARIO 3 MÓDULOS M.D. DEL RÍO PAPALOAPAN 2A. ETAPA	TUXTILLA CHACALTIANGUIS	2 110	HECTAREAS
8	RIEGO SUPLEMENTARIO CUJUILAPAN I	JOSÉ AZUETA	395	HECTAREAS
9	RIEGO SUPLEMENTARIO CUJUILAPAN II	JOSÉ AZUETA	320	HECTAREAS
10	RIEGO SUPLEMENTARIO TESECHOACÁN I	JOSÉ AZUETA	450	HECTAREAS
11	RIEGO SUPLEMENTARIO TESECHOACÁN II	JOSÉ AZUETA	440	HECTAREAS
12	RIEGO SUPLEMENTARIO MICHAPAN	ACAYUCAN	600	HECTAREAS
13	RIEGO SUPLEMENTARIO AMPLIACIÓN LAGUNA ENCANTADA	SAN ANDRES TUXTLA	500	HECTAREAS
14	RIEGO SUPLEMENTARIO SANTA TERESITA	OTATITLAN	220	HECTAREAS
15	RIEGO SUPLEMENTARIO LIMAS-PEÑITAS	COSAMOALAPAN	340	HECTAREAS
16	RIEGO SUPLEMENTARIO CHALCHOAPAN 1A. ETAPA	COSAMALOAPAN	1 000	HECTAREAS
17	LOS NARANJOS	TIERRA BLANCA TRES VALLES COSAMALOAPAN	92 600	HECTAREAS
18	AMPLIACIÓN TESECHOACÁN	MEDELLIN DE BRAVO, JAMAPA, SOLEDAD DE DOBLADO Y MANLIO FAVIO ALTAMIRANO.	120 000	HECTAREAS
19	AMPLIACIÓN ISLA-RODRÍGUEZ CLARA	JUAN RODRÍGUEZ CLARA E ISLA	57 000	HECTAREAS
20	REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE DISTRITOS DE RIEGO. DISTRITO DE RIEGO 082	TLALIXCOYAN Y TIERRA BLANCA	1 400	HECTAREAS
21	DESARROLLO PARCELARIO DE DISTRITOS DE RIEGO. DISTRITO DE RIEGO 082	TLALIXCOYAN Y TIERRA BLANCA	1	PROGRAMA
22	CONSERVACIÓN Y OPERACIÓN DE DISTRITOS DE RIEGO DISTRITO DE RIEGO 082	TLALIXCOYAN Y TIERRA BLANCA	1	PROGRAMA
23	REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE DISTRITOS DE RIEGO. DISTRITO DE RIEGO 035	LA ANTIGUA, ACTOPAN, PUENTE NACIONAL Y PASO DE OVEJAS	2 780	HECTAREAS
24	DESARROLLO PARCELARIO DE 3 DISTRITOS DE RIEGO. DISTRITO DE RIEGO 035	LA ANTIGUA, ACTOPAN, PUENTE NACIONAL Y PASO DE OVEJAS	1	PROGRAMA
25	CONSERVACIÓN Y OPERACIÓN DE DISTRITOS DE RIEGO DISTRITO DE RIEGO 035	LA ANTIGUA, ACTOPAN, PUENTE NACIONAL Y PASO DE OVEJAS	1	PROGRAMA
26	REHABILITAR Y CONSERVAR ÁREAS DE TEMPORAL TECNIFICADO D.T.T. 003 TESECHOACAN	MEDELLIN DE BRAVO, JAMAPA, SOLEDAD DE DOBLADO Y MANLIO FAVIO ALTAMIRANO.	18 000	HECTAREAS
27	REHABILITAR Y CONSERVAR ÁREAS DE TEMPORAL TECNIFICADO D.T.T. 0007 CENTRO DE VERACRUZ	MEDELLIN DE BRAVO, JAMAPA, SOLEDAD DE DOBLADO Y MANLIO FAVIO ALTAMIRANO.	75 000	HECTAREAS
28	REHABILITAR Y CONSERVAR ÁREAS DE TEMPORAL TECNIFICADO D.T.T. 0023 ISLA RODRIGUEZ CLARA	JUAN RODRÍGUEZ CLARA E ISLA	13 760	HECTAREAS
29	REHABILITAR Y CONSERVAR ÁREAS DE TEMPORAL TECNIFICADO D.T.T. 0035 LOS NARANJOS	JUAN RODRÍGUEZ CLARA E ISLA	92 600	HECTAREAS

*Fuente: Gerencia Regional Golfo Centro, CNA y Consejo de Desarrollo del Papaloapan

Tabla 16. Unidades de riego suplementario*

ID	POZOS PROFUNDOS UNIDADES DE RIEGO SUPLEMENTARIO (OBRA NUEVA)	MUNICIPIO	HECTÁREAS
1	Equipamiento del pozo 36 y la construcción de la zona de riego Laguna Escondida	Tierra Blanca	79
2	Equipamiento del pozo 923A y la construcción de la zona de riego Jorge L. Tamayo	Cosamaloapan	71
3	Equipamiento del pozo 924A y la construcción de la zona de riego Jorge L. Tamayo	Cosamaloapan	63
4	Equipamiento del pozo 926A y la construcción de la zona de riego Jorge L. Tamayo	Cosamaloapan	77
5	Construcción de la Unidad de Riego Fratellos	Isla	45
6	Equipamiento del pozo 34 y la construcción de la zona de riego Laguna Escondida	Tierra Blanca	20
7	Equipamiento del pozo 868A y la construcción de la zona de riego en Nuevo Pueblo Nuevo	Tres Valles	69
8	Equipamiento eléctrico del pozo único de Nuevo Mondongo	Tres Valles	77
9	Construcción de la Unidad de Riego El Salvaje	Tierra Blanca	45
10	Construcción de la Unidad de Riego La Gloria	Tres Valles	20
11	Construcción de la Unidad de Riego El Pochote	Tierra Blanca	35
12	Construcción de la Unidad de Riego Zapote Palizada	Tres Valles	55
13	Construcción de la Unidad de Riego La Cruz del Cedro	Tierra Blanca	25
14	Construcción de la Unidad de Riego El Halcón	Tierra Blanca	40
15	Construcción de la Unidad de Riego San Antonio	San Juan Evangelista	116
16	Construcción de la Unidad de Riego Jalme Gasperín	Isla	89
17	Construcción de la Unidad de Riego San Rafael Villaboa	Tres Valles	54
18	Construcción de la Unidad de Riego Montes Parra II	Tres Valles	75
19	Construcción de la Unidad de Riego La Sombra	Tres Valles	5
20	Construcción de la Unidad de Riego Nuevo Progreso del Mar	Tres Valles	40
21	Construcción de la Unidad de Riego Nuevo San José Independencia	Tres Valles	36
22	Construcción de la Unidad de Riego Santa Gabriela	Tierra Blanca	36
23	Construcción de la Unidad de Riego Piñera Tropical	Isla	181
24	Construcción de la Unidad de Riego Montes Parra	Tres Valles	25
25	Construcción de la Unidad de Riego Los Bautistas	Tres Valles	20
26	Construcción de la Unidad de Riego San Miguel Guerrero	Isla	180
27	Equipamiento electromecánico del pozo y sistema de riego Salomón	Tres Valles	60
28	Construcción de la Unidad de Riego Otapan	Tlalixcoyan	198
TOTAL			1836

*Fuente: Consejo de Desarrollo del Papaloapan

En el área de proyectos de Acuicultura, el Consejo de Desarrollo del Papaloapan contempla los indicados en la tabla 17.

Tabla 17. Proyectos acuícolas en el Bajo Papaloapan

ID	Acuicultura
1	Cultivo de mojarra tilapia en jaulas flotantes
2	Cultivo de mojarra tilapia en estanques de concreto
3	Acuicultura en corrales
4	Acuicultura en estanque rústico
5	Impermeabilización de estanques
6	Acuicultura en represas
7	Modulo de Producción de cría de mojarra tilapia

*Fuente: Consejo de Desarrollo del Papaloapan

3.5 ESCENARIOS ANALIZADOS

Para estimar la probable evolución de la demanda de agua y evaluar su impacto sobre la disponibilidad de agua en el Estado, se plantearon tres escenarios de análisis. Las variables que caracterizan a cada uno de estos escenarios son las incluidas en la tabla 18.

Tabla 18. Características de cada escenario formulado*

VARIABLE	TENDENCIAL	SATISFACTORIO	SUSTENTABLE
Superficie de riego tecnificada (miles de Ha)	89 (2025)	89 (2015)	89 (2010)
Superficie de riego nueva (miles de Ha)	0	23	45
Superficie total bajo riego (miles de Ha)	89	112	134
Eficiencia en el uso del agua en D.R.	43%	52%	55%
Eficiencia en el uso del agua en U. de R.	55%	59%	62%
Eficiencia global en el uso del agua en riego	48%	56%	60%
Crecimiento del PIB	2%	3%	4 %
Participación de la industria en el PIB	18%	28%	34%
Consumo de agua por rama industrial	Actual	75% de la actual	60% de la actual
Cobertura tratamiento industrial	Actual	60%	100%

*Fuente: Elaboración propia

Escenario sustentable al 2025: Este primer escenario sustentable (optimista) refleja una condición deseable, en la que se hace un uso muy eficiente del agua en todas sus aplicaciones, el Estado se industrializa, se amplían las superficies bajo riego y crece por tanto la economía aceleradamente, en suma, el Estado alcanza un desarrollo sustentable.

Escenario tendencial al 2025: En este escenario, tendencial, no se mejora la eficiencia en los diversos usos, el crecimiento económico es reducido, crecen poco las superficies bajo riego, el Estado no progresa sustancialmente.

Escenario satisfactorio al 2025: Este escenario, más probable, ocupa un lugar intermedio entre el sustentable y el tendencial. El Estado crece y mejora conservadoramente.

Los volúmenes utilizados en cada uno de los escenarios, por tipo de uso, para el año 2004 y para el año 2025 son los consignados en la tabla 19. En esa tabla se aprecia que aún para el escenario tendencial hacia el 2025 es posible satisfacer las necesidades de agua para todos los usuarios utilizando un volumen prácticamente igual al actual, siempre que se continúe la política de tecnificación del riego.

Tabla 19. Volúmenes utilizados (usos consuntivos) para cada escenario y uso (Millones de metros cúbicos por año)

USOS	TENDENCIAL		SATISFACTORIO		SUSTENTABLE	
	2004	2025	2004	2025	2004	2025
PUBLICO-URBANO	528.28	924.08	528.28	899.33	528.28	768.59
HIDROAGRICOLA	1 949.97	1 586.76	1 949.97	1 514.73	1 949.97	1 576.25
INDUSTRIAL	1 529.48	2 033.10	1 529.48	2 094.68	1 529.48	2 319.02
TODOS LOS USOS	4 007.73	4 543.94	4 007.73	4 508.74	4 007.73	4 663.86

*Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20 se muestra la generación de contaminantes, su remoción y la descarga a cuerpos receptores. Estos volúmenes de contaminantes solamente están estimados como carga orgánica (DBO₅).

Tabla 20. Carga contaminante para cada escenario y todos los usos (Toneladas de DBO₅ por año)

CARGA CONTAMINANTE	TENDENCIAL		SATISFACTORIO		SUSTENTABLE	
	2004	2025	2004	2025	2004	2025
GENERACIÓN	858 201	1 274 950	858 201	1 288 312	858 201	1 422 887
REMOCIÓN	214 697	496 980	214 697	717 958	214 697	1 297 850
DESCARGA	643 504	777 970	643 504	570 354	643 504	125 037

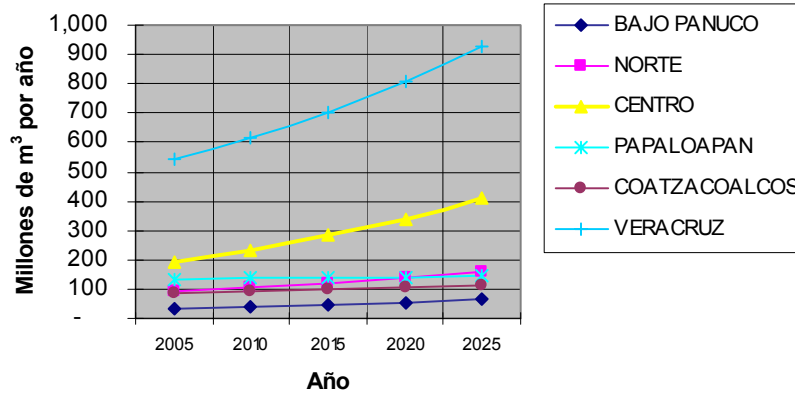
*Fuente: Elaboración propia

En las figuras 23, 24, 25 y 26 se presentan los resultados para cada escenario, uso y región. Del análisis de esos resultados destaca lo siguiente:

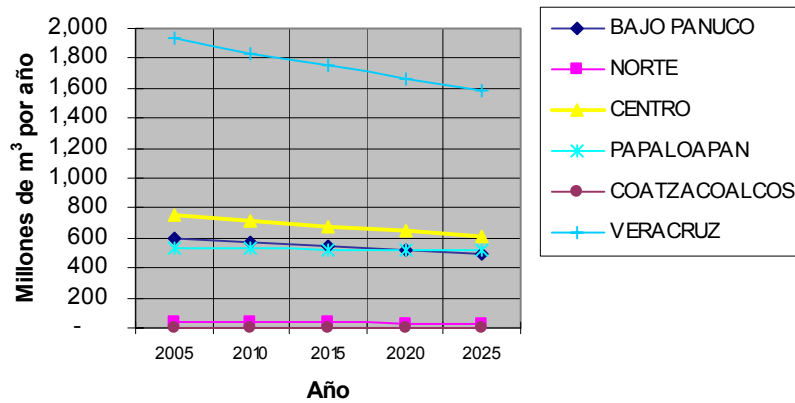
- a) Para todos los escenarios y en todos los usos, la región que demanda mayores volúmenes de agua es la región Centro.
- b) En general los ahorros de agua en la agricultura contrarrestan el incremento de agua en otros usos, por ello hacia el futuro se utiliza un volumen 15% mayor en todos los escenarios.
- c) En los escenarios satisfactorio y sustentable, donde hay una mayor cantidad de tierras bajo riego, el incremento en el riego se compensa con su uso más eficiente.

Figura 23. Resultados Escenario Tendencial por Uso*

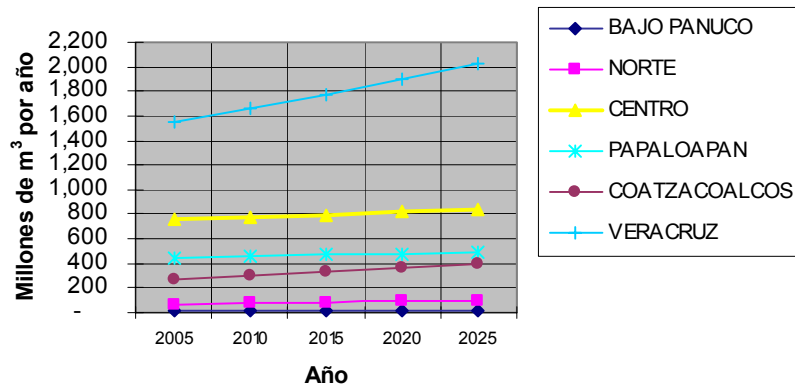
Escenario Tendencial - Uso Público-Urbano



Escenario Tendencial - Uso Agrícola

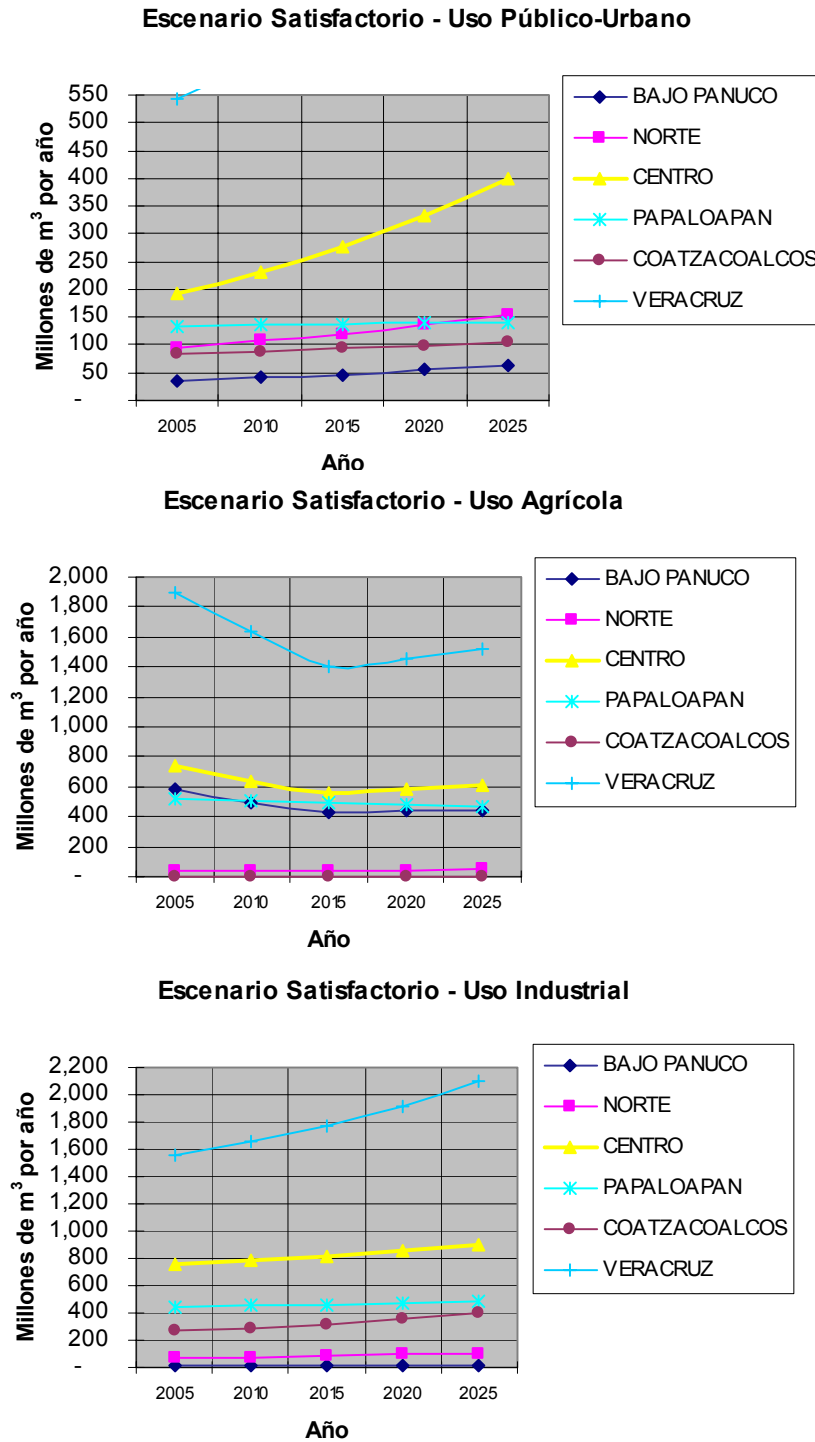


Escenario Tendencial - Uso Industrial



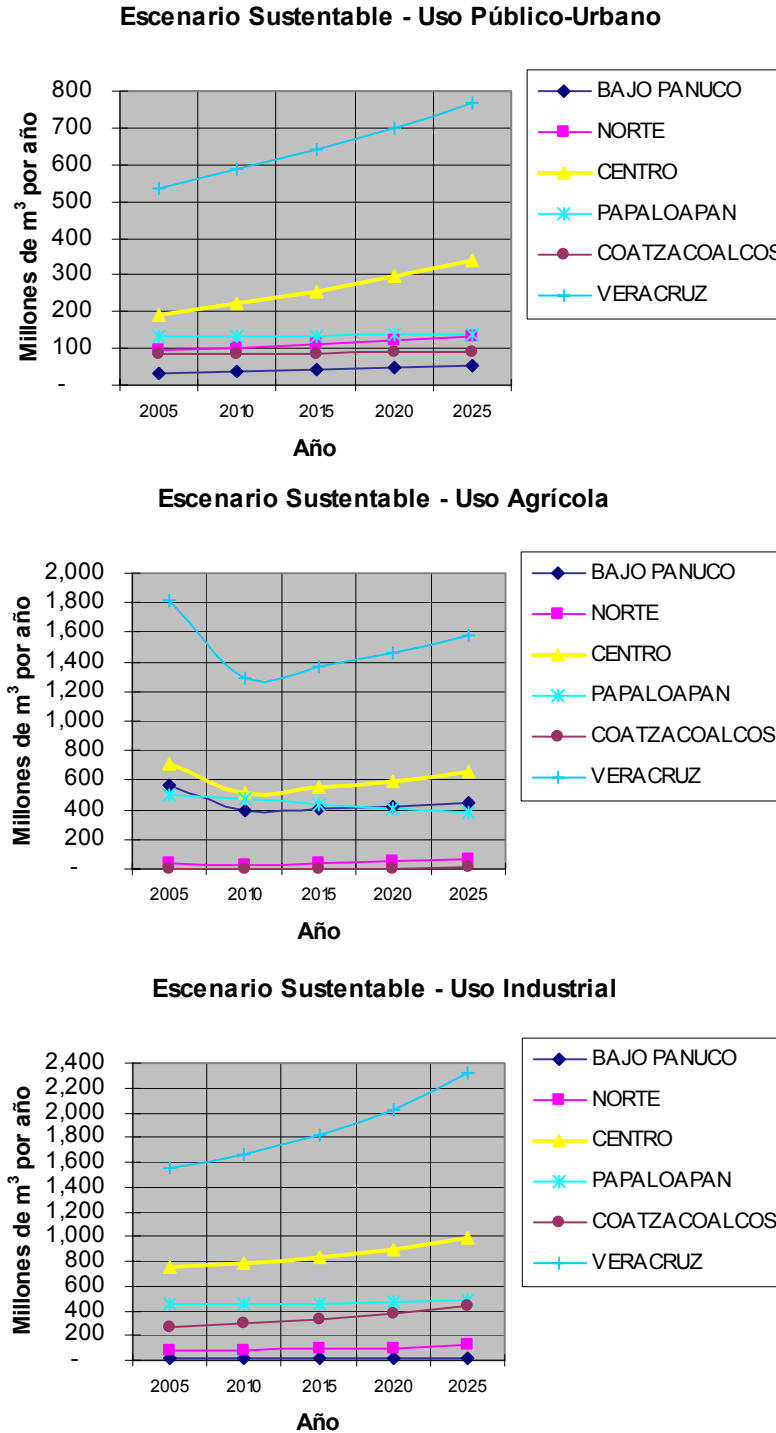
*Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Resultados Escenario Satisfactorio por Uso*



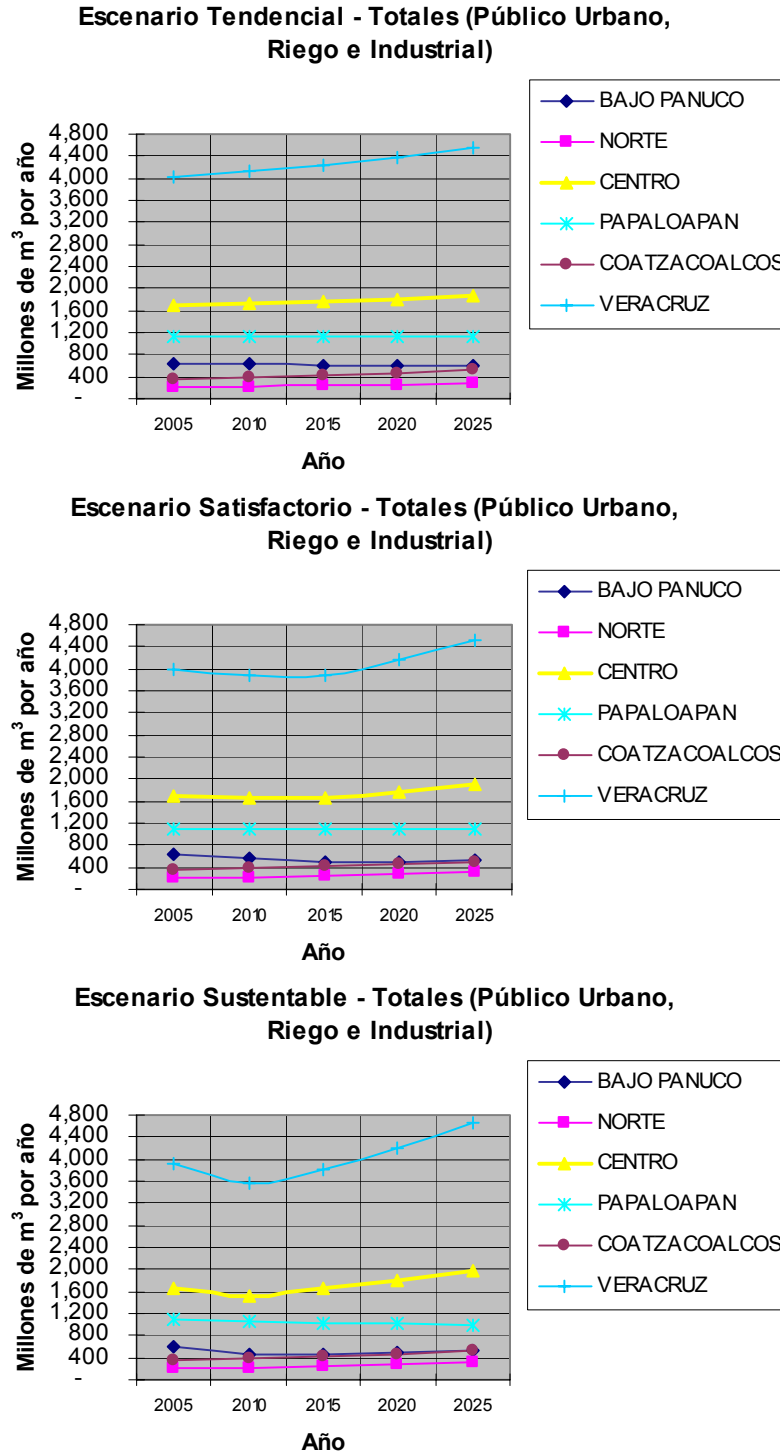
*Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Resultados Escenario Sustentable por Uso*



*Fuente:Elaboración propia

Figura 26. Comparación entre escenarios, todos los usos*



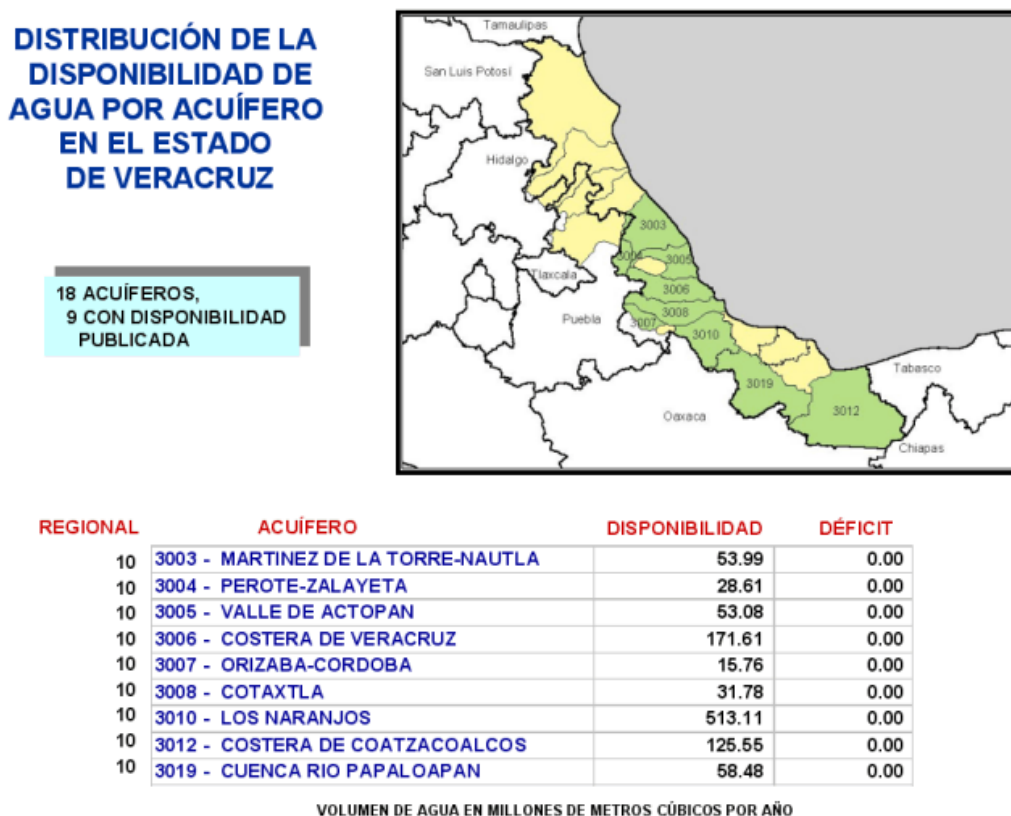
*Fuente:Elaboración propia

4. Balance hidráulico

Con la finalidad de evaluar el impacto del crecimiento de la demanda de agua sobre la disponibilidad para cada cuenca y acuífero del Estado de Veracruz se realizaron los balances hidráulicos.

La metodología que se utiliza en la elaboración de balances de aguas superficiales y subterráneas es la contenida en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, "Conservación del recurso agua. Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales", según fue publicada en el Diario Oficial, el 17 de abril de 2002. Para el balance subterráneo se toma en cuenta que, para el Estado de Veracruz, la Comisión Nacional del Agua ha publicado la disponibilidad en 9 de los 18 acuíferos. De acuerdo con lo contenido en la siguiente figura.

Figura 27. Disponibilidad subterránea publicada*



*Fuente: Comisión Nacional del Agua

4.1 AGUAS SUPERFICIALES

La disponibilidad media anual de agua superficial en una cuenca hidrológica se determina en la salida de la cuenca mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{DMA = VMAE - VAAC}$$

Donde:

DMA= Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica.

VMAE= Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo.

VAAC= Volumen anual actual comprometido aguas abajo.

El volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo del sitio de interés, se determina al aplicar la siguiente expresión:

$$\mathbf{VMAE = VMAEAA + VMAEN + VAR + VAI - VAE - VAEAS}$$

Donde:

VMAEAA= Volumen medio anual de escurrimiento desde la cuenca aguas arriba.

VMAEN= Volumen medio anual de escurrimiento natural.

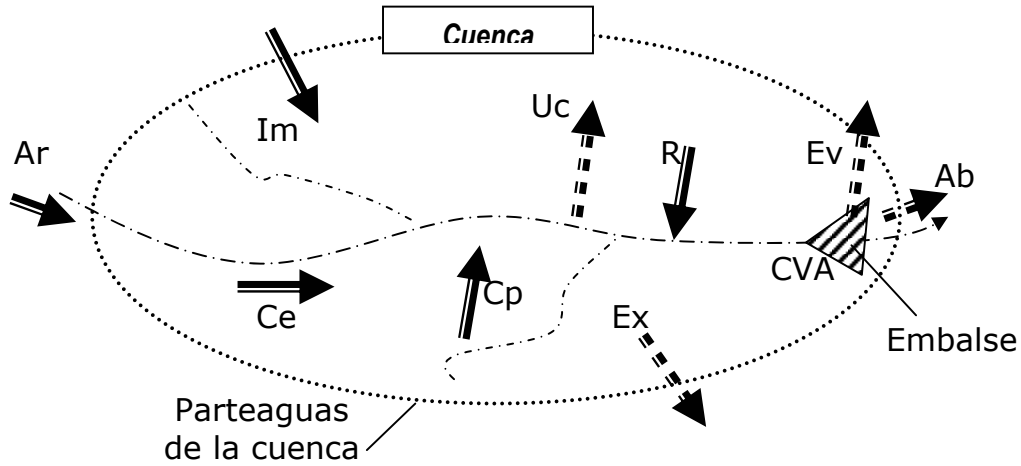
VAR= Volumen anual de retornos.

VAI= Volumen anual de importaciones.

VAE= Volumen anual de exportaciones.

VAEAS= Volumen anual de extracción de agua superficial.

La realización del balance implica tomar en cuenta los elementos que se ilustran en el siguiente diagrama:



En este diagrama aparecen cada uno de los elementos establecidos en la Norma:

<p>ENTRADAS:</p> <p>Ar = Volumen medio anual de escurrimiento desde la cuenca aguas arriba</p> <p>Cp = Volumen medio anual de escurrimiento natural (Eskurrimiento por cuenca propia)</p> <p>R = Volumen anual de retornos</p> <p>Im = Volumen anual de importaciones</p>	<p>SALIDAS:</p> <p>Ex = Volumen anual de exportaciones</p> <p>Uc + Ev + Ce = Volumen anual de extracción superficial (Usos consuntivos + Evaporación + Conservación ecológica)</p> <p>Ab = Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo</p>
<p>CVA = CAMBIO EN EL ALMACENAMIENTO</p>	

La disponibilidad relativa se estima con base en el agua que escurre en la cuenca independientemente de que sea factible su utilización y resulta del cociente de dividir la suma del escurrimiento virgen más el escurrimiento aguas arriba entre la suma de los volúmenes de aguas superficiales destinados a usos consuntivos más el volumen comprometido, esto es:

$$Dr = (Cp + Ar) / (Uc + Vc)$$

En donde el volumen comprometido será el volumen reservado de la cuenca X para la cuenca Y (R_{XY}), más el caudal ambiental, considerando a este último como un 10% del escurrimiento virgen.

Dependiendo del intervalo en que se encuentra este valor se ha clasificado a la cuenca de acuerdo a la siguiente distribución:

INTERVALO	CLAVE	COLOR	DESCRIPCION
$Dr \leq 1.4$	1	ROJO	DEFICIT
$1.4 < Dr \leq 3.0$	2	AMARILLO	EQUILIBRIO
$3.0 < Dr \leq 9.0$	3	VERDE	DISPONIBILIDAD
$9.0 < Dr$	4	AZUL	ABUNDANCIA

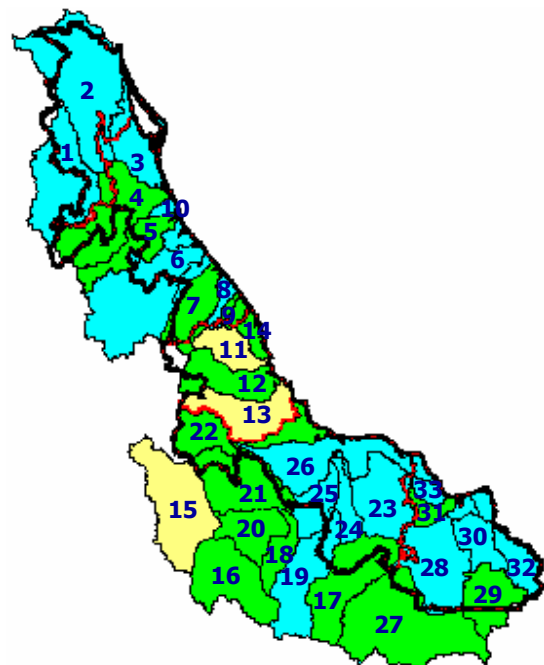
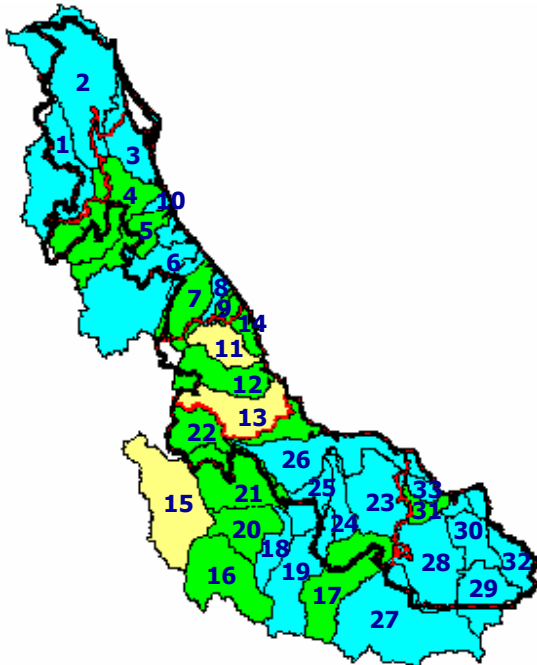
En las figuras 28, 29 y 30 se remite en forma gráfica los resultados de los balances realizados para cada una de las cuencas hidrológicas del Estado para cada uno de los escenarios planteados.

De los resultados destaca el hecho de que para cualquier escenario, de las cuencas ubicadas en Veracruz, las cuencas de los Ríos Actopan y Jamapa-Cotaxtla son las que presentan una menor disponibilidad relativa y son, en consecuencia, en las que deberá tenerse una mayor atención a fin de que la condición de equilibrio no se convierta en deficitaria.

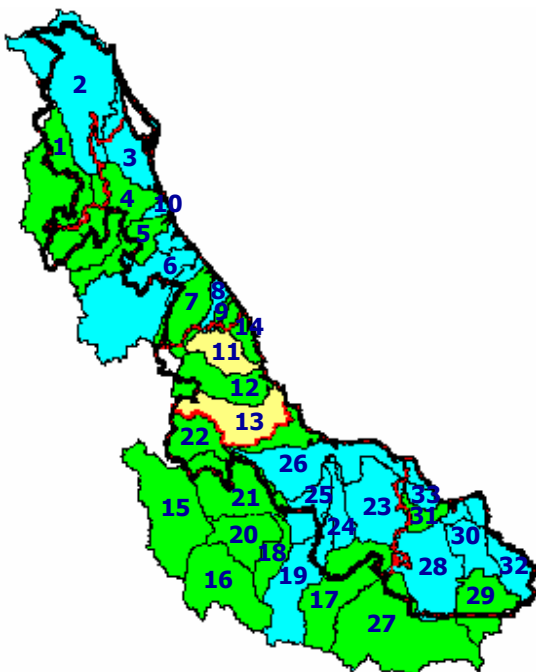
Figura 28. Resultado del balance por cuencas (Escenario Tendencial)*

Escenario Tendencial 2004

Escenario Tendencial 2015



Escenario Tendencial 2025



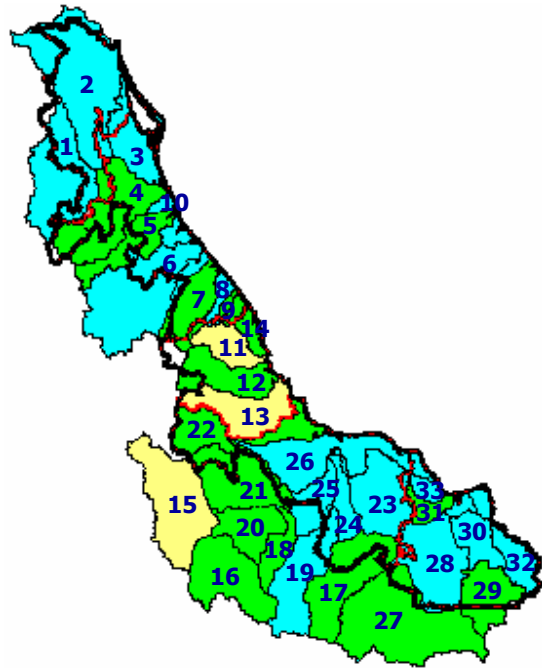
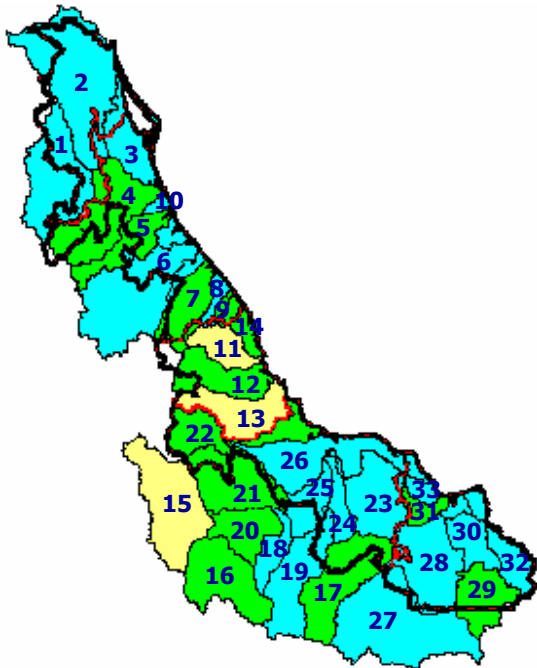
RANGO	
■ DÉFICIT	$0 < DR \leq 1.4$
■ EQUILIBRIO	$1.4 < DR \leq 3.0$
■ DISPONIBILIDAD	$3.0 < DR \leq 9.0$
■ ABUNDANCIA	$DR > 9.0$

*Fuente: Elaboración propia

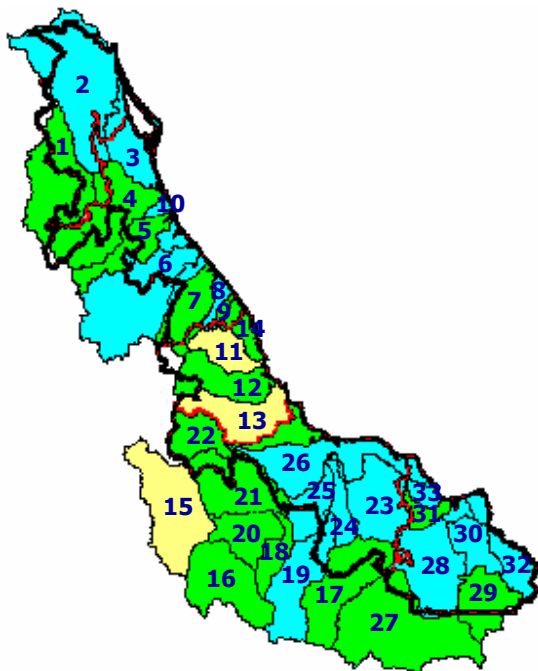
Figura 29. Resultado del balance por cuencas (Escenario Satisfactorio)*

Escenario Satisfactorio 2004

Escenario Satisfactorio 2015



Escenario Satisfactorio 2025



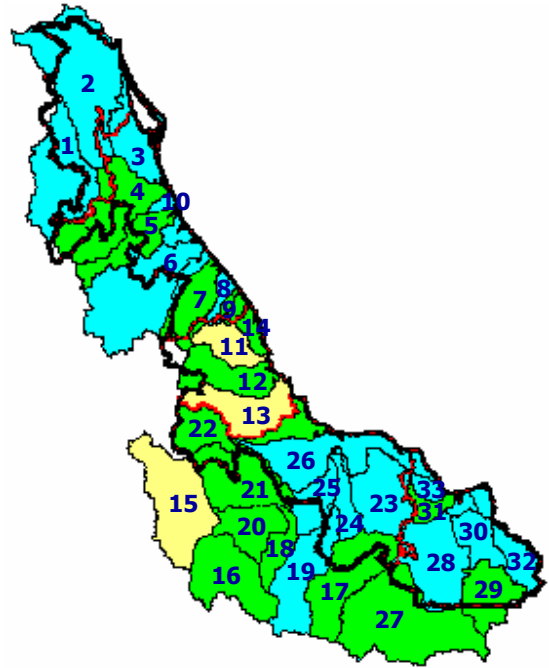
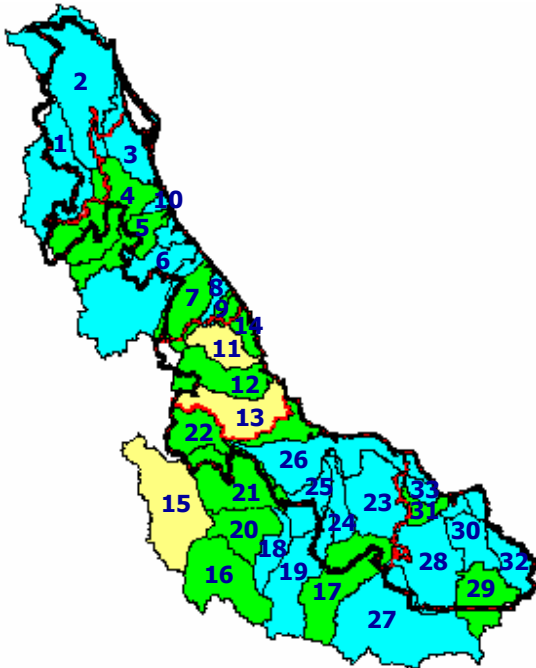
RANGO	
■ DÉFICIT	$0 < DR \leq 1.4$
■ EQUILIBRIO	$1.4 < DR \leq 3.0$
■ DISPONIBILIDAD	$3.0 < DR \leq 9.0$
■ ABUNDANCIA	$DR > 9.0$

*Fuente: Elaboración propia

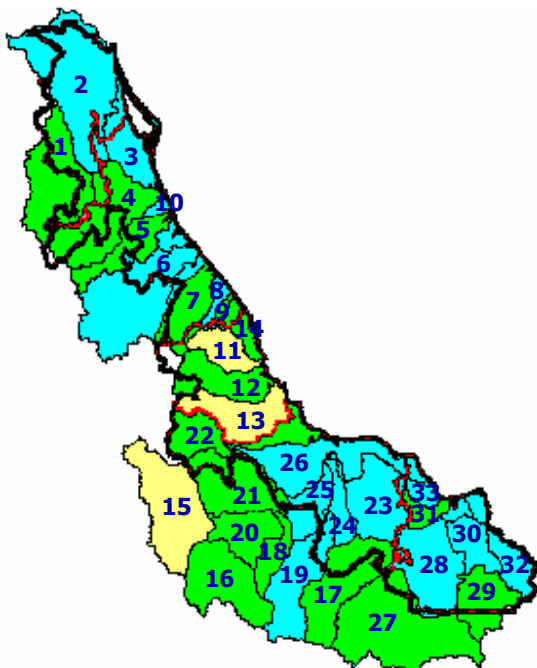
Figura 30. Resultado del balance por cuencas (Escenario Sustentable)*

Escenario Sustentable 2004

Escenario Sustentable 2015



Escenario Sustentable 2025



RANGO	
■ DÉFICIT	$0 < DR \leq 1.4$
■ EQUILIBRIO	$1.4 < DR \leq 3.0$
■ DISPONIBILIDAD	$3.0 < DR \leq 9.0$
■ ABUNDANCIA	$DR > 9.0$

*Fuente: Elaboración propia

4.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

La disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica se determina por medio de la siguiente expresión:

$$\mathbf{DMAAS = RTMA - DNC - VCAS}$$

Donde:

DMAAS= Disponibilidad media anual de agua subterránea en una unidad hidrogeológica.

RTMA= Recarga total media anual.

DNC= Descarga natural comprometida.

VCAS= Volumen concesionado de agua subterránea.

La recarga total que recibe un acuífero o unidad hidrogeológica en un intervalo de tiempo dado, se determina por medio del balance de agua subterránea, que en su forma más simple está representado por la siguiente expresión:

$$\mathbf{RTMA = CVA + DT}$$

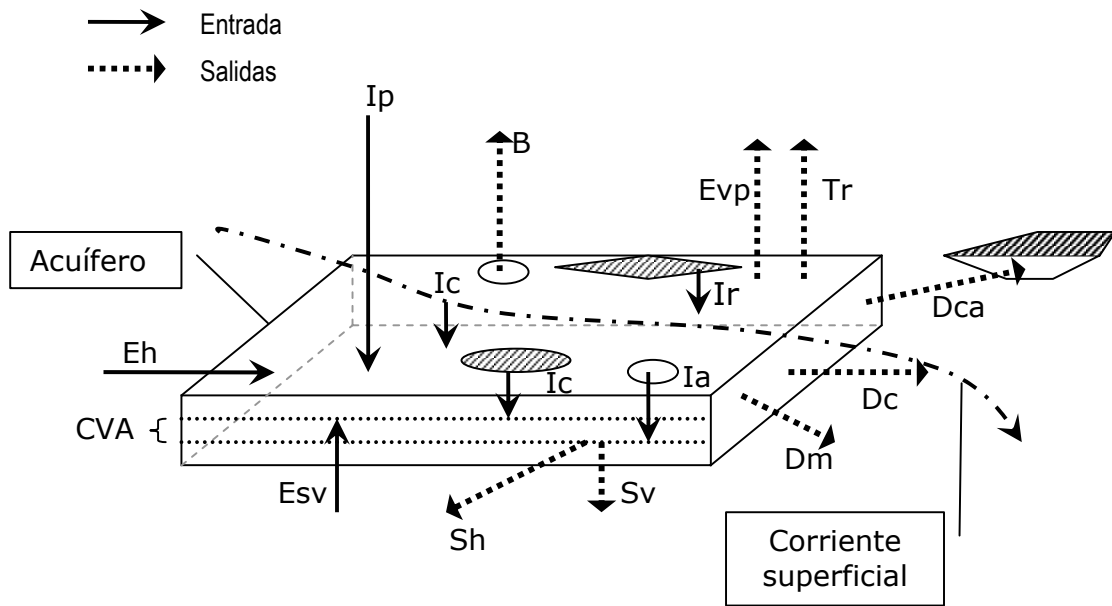
Donde:

CVA= Cambio de almacenamiento de la unidad hidrogeológica.

DT= Descarga total (suma de salidas).

Los elementos que intervienen en el balance de un acuífero son:

iError!



<p>ENTRADAS: Infiltración por Lluvia (I_p) Infiltración a lo largo de corrientes (I_c) Infiltración procedente de cuerpos de agua superficial (I_{ca}) Subterráneas horizontales (E_h) Subterráneas verticales (E_{sv}) Infiltración en área de riego (I_r) Infiltración por obras de recarga artificial (I_a)</p>	<p>SALIDAS: Aportación A corrientes superficiales (D_c) Aportación a cuerpos superficiales (D_{ca}) Descargas por manantiales (D_m) Subterráneas horizontales (Sh) Subterráneas verticales (S_v) Evaporación con niveles freáticos someros (E_{vp}) Transpiración por freatofitas o cobertura vegetal nativa (Tr) Extracción mediante captaciones de agua del subsuelo (B)</p>
<p>CVA = CAMBIO EN EL ALMACENAMIENTO</p>	

La disponibilidad relativa se estima con base en la comparación entre el volumen de recarga (R) y la descarga total (D) del acuífero.

Dependiendo del intervalo en que se encuentra la relación entre recarga y descarga se clasifican a los acuíferos de acuerdo con la siguiente distribución:

INTERVALO	CLAVE	COLOR	DESCRIPCION
$D > 1.05 R$	1	ROJO	SOBREEXPLOTADO
$0.95 R < D \leq 1.05 R$	2	AMARILLO	EQUILIBRIO SIN DISPONIBILIDAD
$0.90 R < D \leq 0.95 R$	3	VERDE	EQUILIBRIO POCA DISPONIBILIDAD
$D \leq 0.9 R$	4	AZUL	SUBEXPLOTADO

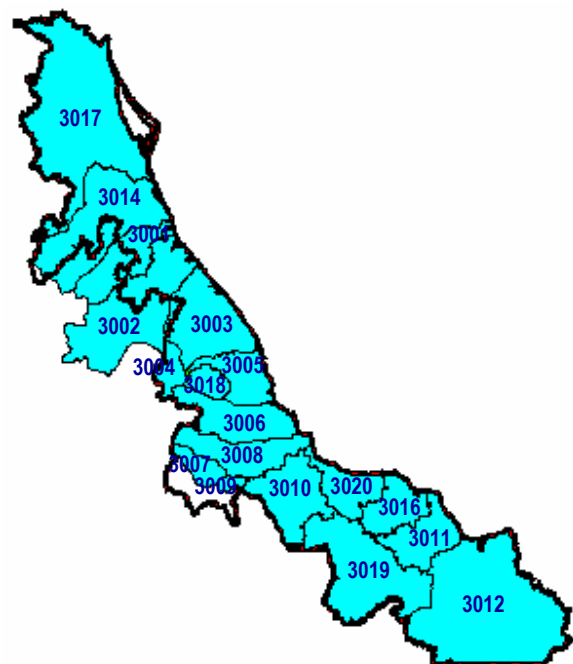
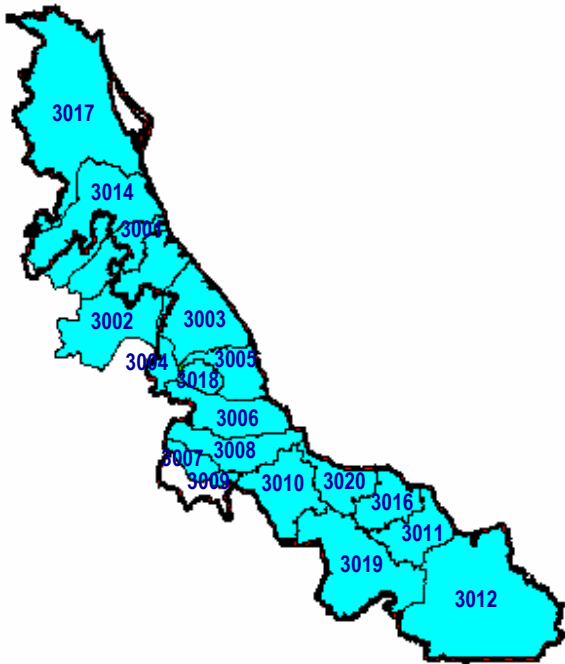
En las figuras 31, 32 y 33 se presentan los resultados obtenidos en los balances subterráneos. Prácticamente para todos los escenarios y todos los acuíferos situados en el Estado, el resultado es que seguirán en condición de subexplotados los acuíferos, lo que significa que "en general" la disponibilidad de aguas subterráneas es adecuada para satisfacer las necesidades de hoy y del futuro. La única zona que representa un cambio en su condición geohidrológica es la de Actopan, donde habrá que tener una atención especial.

Sin embargo, lo que no saca a la luz el balance de aguas subterráneo son los problemas locales en el aprovechamiento de las aguas subterráneas, por ejemplo los conocidos problemas de sobreexplotación local en acuíferos como el de la Costera de Veracruz y el de la Costera de Coatzacoalcos, que además representan un problema más grave debido a que la sobreexplotación implica intrusión salina y por tanto la pérdida del recurso.

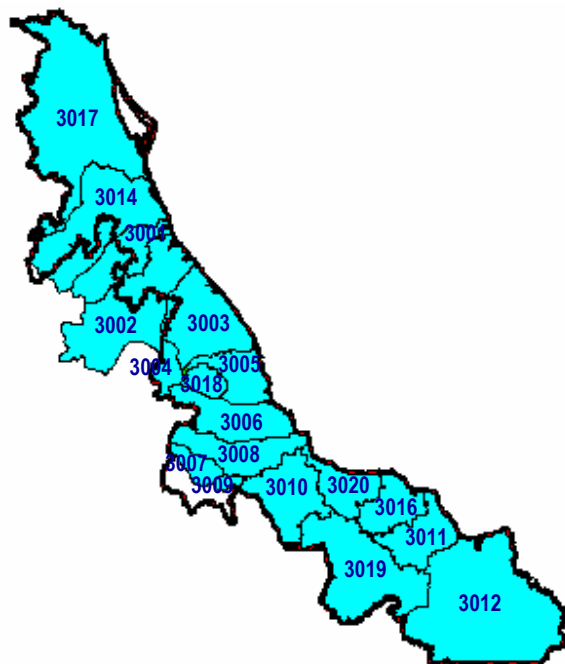
Figura 31. Resultado del balance por acuífero (Escenario Tendencial)*

Escenario Tendencial 2004

Escenario Tendencial 2015



Escenario Tendencial 2025

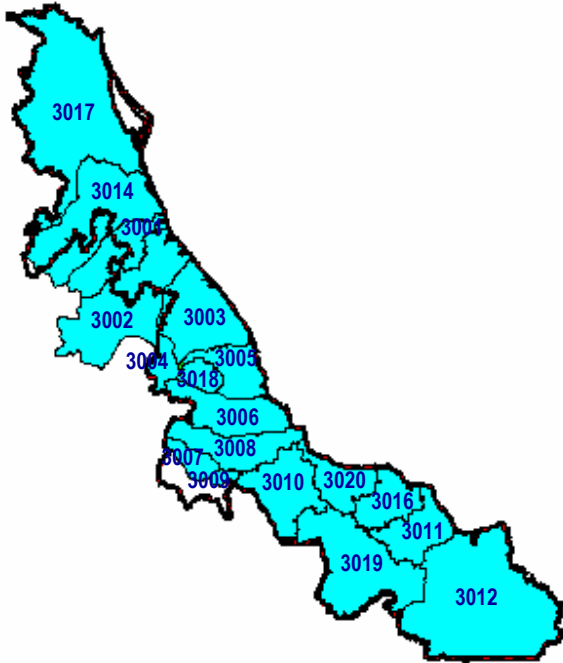


Intervalo	Clave	Color	Descripción
$D > 1.05 R$	1	Red	Sobreexplotado
$0.95 R < D \leq 1.05 R$	2	Yellow	Equilibrio sin disponibilidad
$0.90 R < D \leq 0.95 R$	3	Green	Equilibrio poca disponibilidad
$D \leq 0.9 R$	4	Cyan	Subexplotado

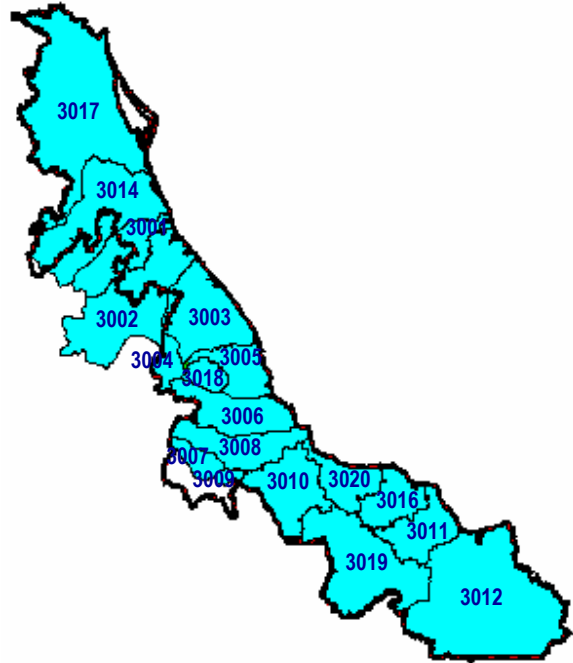
*Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Resultado del balance por acuífero (Escenario Satisfactorio)*

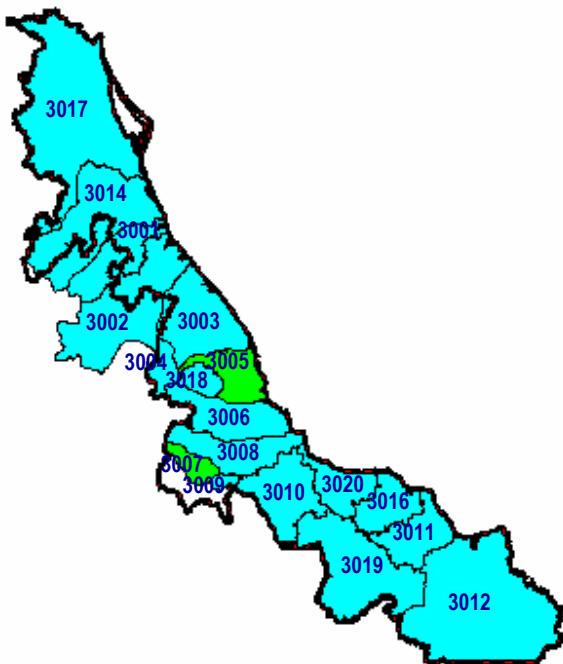
Escenario Satisfactorio 2004



Escenario Satisfactorio 2015



Escenario Satisfactorio 2025



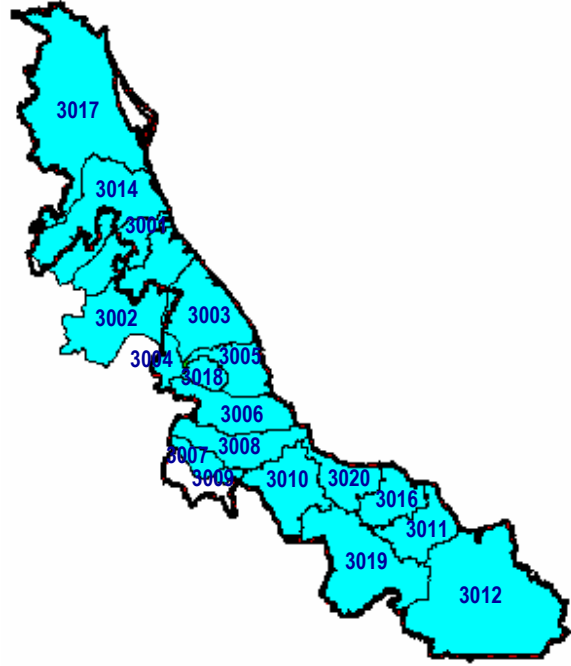
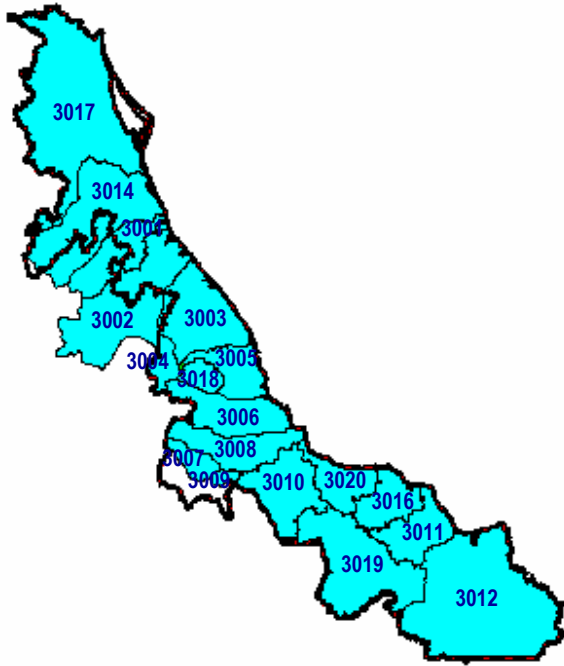
Intervalo	Clave	Color	Descripción
$D > 1.05 R$	1	Red	Sobreexplotado
$0.95 R < D \leq 1.05 R$	2	Yellow	Equilibrio sin disponibilidad
$0.90 R < D \leq 0.95 R$	3	Green	Equilibrio poca disponibilidad
$D \leq 0.9 R$	4	Cyan	Subexplotado

*Fuente: Elaboración propia

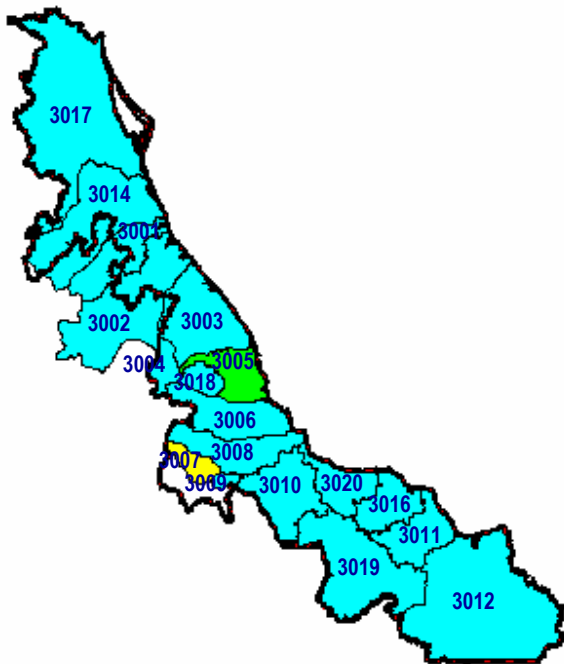
Figura 32. Resultado del balance por acuífero (Escenario Sustentable)*

Escenario Sustentable 2004

Escenario Sustentable 2015



Escenario Sustentable 2025



Intervalo	Clave	Color	Descripción
$D > 1.05 R$	1	Red	Sobreexplotado
$0.95 R < D \leq 1.05 R$	2	Yellow	Equilibrio sin disponibilidad
$0.90 R < D \leq 0.95 R$	3	Green	Equilibrio poca disponibilidad
$D \leq 0.9 R$	4	Cyan	Subexplotado

*Fuente: Elaboración propia

5. Inversiones y acciones

5.1 INVERSIÓN ESTIMADA PARA EL PERIODO 2004-2025

Las inversiones correspondientes a cada escenario, por periodo y por concepto son las mostradas en las tablas 21, 22 y 23.

Tabla 21. Escenario Tendencial, Inversiones en Millones de Pesos 2004-2025*

CONCEPTO	2004 - 2010	2011 - 2015	2016 - 2025	Total
ABASTECIMIENTO INDUSTRIAL	567	527	1 224	2 317
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	918	975	2 845	4 738
TECNIFICACIÓN DEL RIEGO	78	174	1 489	1 741
APERTURA DE NUEVAS TIERRAS	-	-	-	-
TOTAL	1 563	1 676	5 558	8 796

*Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Escenario Satisfactorio, Inversiones en Millones de Pesos 2004-2025*

CONCEPTO	2004 - 2010	2011 - 2015	2016 - 2025	Total
ABASTECIMIENTO INDUSTRIAL	545	555	1 490	2 590
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	924	1 082	3 694	5 701
TECNIFICACIÓN DEL RIEGO	277	1 464	-	1 741
APERTURA DE NUEVAS TIERRAS	130	127	318	575

TOTAL	1 875	3 228	5 502	10 606
-------	-------	-------	-------	--------

*Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Escenario Sustentable. Inversiones en Millones de Pesos 2004-2025*

CONCEPTO	2004 - 2010	2011 - 2015	2016 - 2025	Total
ABASTECIMIENTO INDUSTRIAL	607	712	2 313	3 632
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES	1 629	2 160	9 268	13 057
TECNIFICACIÓN DEL RIEGO	1 741	-	-	1 741
APERTURA DE NUEVAS TIERRAS	218	235	673	1 126
TOTAL	4 195	3 107	12 254	19 556

*Fuente: Elaboración propia

5.2 INVERSIÓN HIDROAGRÍCOLA PROGRAMADA

En la tabla 24 se remite el programa de inversiones en el área hidroagrícola que tienen el Gobierno Federal, a través de la CNA, para el Estado de Veracruz y el Gobierno del Estado a través de la SEGARPA y el Consejo de Desarrollo del Papaloapan.

En la tabla 25 se muestra la mezcla de recursos para esas mismas inversiones.

Tabla 24. Inversión programada en Millones de Pesos*

No	PROYECTO	PROGRAMA DE INVERSION (millones de pesos)							COSTO ESTIMADO (MILLONES DE PESOS)
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	POSTERIOR	
1	RIEGO SUPLEMENTARIO TESECHOACÁN-UGOCP	12 890	1 510					11 380	25 780
2	RIEGO SUPLEMENTARIO LAGUNA ENCANTADA	6 728	14 535						21 263
3	RIEGO SUPLEMENTARIO CURAZAO	5 808	5 018						10 826
4	RIEGO SUPLEMENTARIO GLORIAS DE COAPA		21 025	8 375					29 400
5	RIEGO SUPLEMENTARIO 3 MÓDULOS M.I. DEL RÍO PAPALOAPAN 1A. ETAPA		13 650	22 750					36 400
6	RIEGO SUPLEMENTARIO 7 MÓDULOS M.D. DEL RÍO PAPALOAPAN 1A. ETAPA		14 680	34 708	3 533				52 920
7	RIEGO SUPLEMENTARIO 3 MÓDULOS M.D. DEL RÍO PAPALOAPAN 2A. ETAPA		8 000	13 082	18 877	19 120			59 080
8	RIEGO SUPLEMENTARIO CUJUJILAPAN I			6 050	6 050				12 100
9	RIEGO SUPLEMENTARIO CUJUJILAPAN II			5 432	5 432				10 864
10	RIEGO SUPLEMENTARIO TESECHOACÁN I			7 988	7 988				15 976
11	RIEGO SUPLEMENTARIO TESECHOACÁN II			7 440	7 440				14 880
12	RIEGO SUPLEMENTARIO MICHAPAN			8 400	8 400				16 800
13	RIEGO SUPLEMENTARIO AMPLIACIÓN LAGUNA ENCANTADA					7 000	7 000		14 000
14	RIEGO SUPLEMENTARIO SANTA TERESITA					3 080	3 080		6 160
15	RIEGO SUPLEMENTARIO LIMAS-PENITAS					4 760	4 760		9 520
16	RIEGO SUPLEMENTARIO CHALCHOAPAN 1A. ETAPA				10 500	8 780	8 720		28 000
17	LOS NARANJOS			65 900	58 966	52 724	41 451		219 131
18	AMPLIACIÓN TESECHOACÁN	25 635	39 555					150 380	215 570
19	AMPLIACIÓN ISLA-RODRÍGUEZ CLARA							143 000	143 000
20	REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE DISTRITOS DE RIEGO. DISTRITO DE RIEGO 082		4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	252 530	272 530
21	DESARROLLO PARCELARIO DE DISTRITOS DE RIEGO. DISTRITO DE RIEGO 082		0.500	3 000	3 000	3 000	3 000		12 500
22	CONSERVACIÓN Y OPERACIÓN DE DISTRITOS DE RIEGO DISTRITO DE RIEGO 082		5 861	7 380	7 380	6 880	6 880		34 381
23	REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE DISTRITOS DE RIEGO. DISTRITO DE RIEGO 035		2 400	1 000	1 000	1 000	1 000	172 022	178 422
24	DESARROLLO PARCELARIO DE 3 DISTRITOS DE RIEGO. DISTRITO DE RIEGO 035		0.700	6 000	6 000	6 000	6 000		24 700
25	CONSERVACIÓN Y OPERACIÓN DE DISTRITOS DE RIEGO DISTRITO DE RIEGO 035		10 279	9 243	9 243	9 243	9 243		47 251
26	REHABILITAR Y CONSERVAR ÁREAS DE TEMPORAL TECNIFICADO D.T.T. 003 TESECHOACAN		1 480	1 637	1 681	0.530	0.583	14 067	19 979
27	REHABILITAR Y CONSERVAR ÁREAS DE TEMPORAL TECNIFICADO D.T.T. 0007 CENTRO DE VERACRUZ		1 646	5 255	5 105	0.936	0.000	12 410	25 353
28	REHABILITAR Y CONSERVAR ÁREAS DE TEMPORAL TECNIFICADO D.T.T. 0023 ISLA RODRIGUEZ CLARA		0.561	1 290	0.009	0.010	0.011	15 201	17 082
29	REHABILITAR Y CONSERVAR ÁREAS DE TEMPORAL TECNIFICADO D.T.T. 0035 LOS NARANJOS				3 000	2.000	5.000	15 201	25 201
30	OPERACIÓN Y CONSERVACIÓN DE PRESAS		4 542	4 623	1 027	1.541	1.541	1 700	14 974
31	USO PLENO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA		2 255	10 023	15 043	19.710	25.403	10 530	82 965
32	USO EFICIENTE DEL AGUA Y LA ENERGÍA ELÉCTRICA		1 386	3 555	4 661	4.398	5.138	7 395	26 534
	TOTAL	51 061	153 585	237 132	188 336	154 712	132 900	805 816	1 723 543

*Fuente: Comisión Nacional del Agua

Tabla 25. Mezcla de Recursos en Millones de Pesos*

No	PROYECTO	COSTO ESTIMADO (MILLONES DE PESOS)	MEZCLA DE RECURSOS					
			CNA	SEDESOL	ESTATAL	USUARIOS	MUNICIPAL	BANOBRAS
1	RIEGO SUPLEMENTARIO TESECHOACÁN-UGOCP	25 780	10 695		3 705	0.000		
2	RIEGO SUPLEMENTARIO LAGUNA ENCANTADA	21 263	8 611		8 231	4 421		
3	RIEGO SUPLEMENTARIO CURAZAO	10 826	5 334		3 950	1 542		
4	RIEGO SUPLEMENTARIO GLORIAS DE COAPA	29 400	11 025		11 025	7 350		
5	RIEGO SUPLEMENTARIO 3 MÓDULOS M.I. DEL RÍO PAPALOAPAN 1A. ETAPA	36 400	13 650		13 650	9 100		
6	RIEGO SUPLEMENTARIO 7 MÓDULOS M.D. DEL RÍO PAPALOAPAN 1A. ETAPA	52 920	19 845		19 845	13 230		
7	RIEGO SUPLEMENTARIO 3 MÓDULOS M.D. DEL RÍO PAPALOAPAN 2A. ETAPA	59 080	22 155		22 155	14 770		
8	RIEGO SUPLEMENTARIO CUJUILAPAN I	12 100	4 538		4 538	3 025		
9	RIEGO SUPLEMENTARIO CUJUILAPAN II	10 864	4 074		4 074	2 716		
10	RIEGO SUPLEMENTARIO TESECHOACÁN I	15 976	5 991		5 991	3 994		
11	RIEGO SUPLEMENTARIO TESECHOACÁN II	14 880	5 580		5 580	3 720		
12	RIEGO SUPLEMENTARIO MICHAPAN	16 800	6 300		6 300	4 200		
13	RIEGO SUPLEMENTARIO AMPLIACIÓN LAGUNA ENCANTADA	14 000	5 250		5 250	3 500		
14	RIEGO SUPLEMENTARIO SANTA TERESITA	6 160	2 310		2 310	1 540		
15	RIEGO SUPLEMENTARIO LIMAS-PENITAS	9 520	3 570		3 570	2 380		
16	RIEGO SUPLEMENTARIO CHALCHOAPAN 1A. ETAPA	28 000	10 500		10 500	7 000		
17	LOS NARANJOS	219 131	131 479		65 740	21 912		
18	AMPLIACIÓN TESECHOACÁN	215 570	55 050		0.965	9 175		
19	AMPLIACIÓN ISLA-RODRÍGUEZ CLARA	143 000	0.000		0.000	0.000		
20	REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE DISTRITOS DE RIEGO. DISTRITO DE RIEGO 082	272 530	10 000		5 000	5 000		
21	DESARROLLO PARCELARIO DE DISTRITOS DE RIEGO. DISTRITO DE RIEGO 082	12 500	6 250		0.000	6 250		
22	CONSERVACIÓN Y OPERACIÓN DE DISTRITOS DE RIEGO DISTRITO DE RIEGO 082	34 381	12 113		0.000	22 268		
23	REHABILITACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE DISTRITOS DE RIEGO. DISTRITO DE RIEGO 035	178 422	3 200		1 600	1 600		
24	DESARROLLO PARCELARIO DE 3 DISTRITOS DE RIEGO. DISTRITO DE RIEGO 035	24 700	12 350		0.000	12 350		
25	CONSERVACIÓN Y OPERACIÓN DE DISTRITOS DE RIEGO DISTRITO DE RIEGO 035	47 251	14 149		0.000	33 102		
26	REHABILITAR Y CONSERVAR AREAS DE TEMPORAL TECNIFICADO D.T.T. 003 TESECHOACAN	19 979	3 482			2 430		
27	REHABILITAR Y CONSERVAR AREAS DE TEMPORAL TECNIFICADO D.T.T. 0007 CENTRO DE VERACRUZ	25 353	12 323			0.620		
28	REHABILITAR Y CONSERVAR AREAS DE TEMPORAL TECNIFICADO D.T.T. 0023 ISLA RODRIGUEZ CLARA	17 082	1 679			0.202		
29	REHABILITAR Y CONSERVAR AREAS DE TEMPORAL TECNIFICADO D.T.T. 0035 LOS NARANJOS	25 201	10 000					
30	OPERACIÓN Y CONSERVACIÓN DE PRESAS	14 974	13 274					
31	USO PLENO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA	82 965	35 804		9 287	21 819	5 524	
32	USO EFICIENTE DEL AGUA Y LA ENERGÍA ELÉCTRICA	26 534	8 952		2 221	6 199	1 767	

TOTAL	1 723 543
-------	-----------

*Fuente: Comisión Nacional del Agua

5.3 ACCIONES

Otras acciones específicas que se propone realizar en el Estado para hacer un uso eficiente del agua y preservar el recurso son las siguientes:

a) Cuenca y acuífero de Actopan

Ubicada en la porción Norte de la región Centro, la cuenca y acuífero de Actopan son los recursos hidráulicos más sensibles del Estado en cuanto a la relación entre la disponibilidad natural y los usos de esa zona. La cuenca tiene una superficie de dos mil kilómetros cuadrados, la lluvia media anual es de 1 180 mm y el escurrimiento virgen promedio asciende a 804 millones de metros cúbicos por año.

Aquí se ubica la Capital del Estado, Xalapa, y otras localidades que en conjunto representan del orden de 700 mil habitantes; hay dos zonas de riego correspondientes a dos Asociaciones de Usuarios, con una superficie de 15 360 hectáreas donde se utiliza un volumen medio anual de 310 millones de metros cúbicos. En la zona también hay unas 100 unidades de riego que aprovechan 62 millones de metros cúbicos cada año de aguas superficiales y 5.54 millones de metros cúbicos cada año de aguas subterráneas.

Para el suministro de agua a Xalapa ya se realiza una importación desde la cuenca vecina del río La Antigua.

En la cuenca hay tres ingenios: El Modelo, La Concepción y La Gloria que en conjunto demandan 60 millones metros cúbicos cada año, la mitad son aguas superficiales.

Los usos actuales en la cuenca a partir de aguas superficiales representan prácticamente la mitad de la disponibilidad natural.

Por lo expuesto es muy importante dar seguimiento detallado y cercano a la evolución de esta cuenca mediante la instalación de la "Comisión del Río Actopan".

b) Uso agrícola

Las acciones que se proponen para hacer un mejor uso del agua para fines agrícolas son las siguientes:

- Continuar impulsando el uso pleno de la infraestructura de riego existente.
- Realizar estudios de identificación e impulsar nuevas zonas con riego suplementario. La dotación de riegos suplementarios debe ir acompañado de un estudio y valoración detallada de la vocación agrícola de cada zona donde se proponga su implantación, pues de otra manera solamente se incrementará la infraestructura ociosa.
- Continuar con el impulso a la tecnificación del riego. La tecnificación del riego debe verse no solo como la reducción de volúmenes utilizados y ahorros en costos de operación sino además como elemento que favorecerá la reducción de la contaminación de los suelos de manera difusa.

c) Uso industrial

Las acciones que se propone realizar para mejorar el uso del agua en la industria y reducir la contaminación de los cuerpos receptores de las descargas, son las incluidas enseguida:

- Implantación de distritos de control de la contaminación. Con la participación de industriales, de cámaras empresariales y de la sociedad en general podrían instalarse "Distritos de control de la contaminación", que tuvieran bajo su cuidado la vigilancia y la realización de obras para el tratamiento de aguas residuales de origen industrial en los principales corredores industriales del Estado: 1.Tuxpan –

Poza Rica, 2.Orizaba – Córdoba, 3.Veracruz – Boca del Río y
4.Coatzacoalcos – Minatitlán.

- Seguimiento de industrias específicas. Para vigilar y apoyar el uso eficiente del agua en la industria e impulsar el tratamiento, reciclaje y reuso del agua residual de origen industrial, sería conveniente hacer algunos grupos de trabajo por industria específica, destacando las que utilizan mayores volúmenes y las que más contaminan, como: Beneficio de café, Azúcar y conexos, Petroquímica, Química básica y Parques industriales. El tratamiento de las aguas residuales de origen industrial, en general, ha quedado rezagado en virtud de los altos costos de inversión, operación y mantenimiento. Por ello y para industrias cuya fortaleza económica es estrecha, deberían plantearse mecanismos que permitieran ir dotando de sistemas de tratamiento elementales a esas industrias y con el tiempo incrementar su complejidad para lograr las metas deseadas. Esto significa planear su desarrollo por etapas.
- Impulso de las centrales hidroeléctricas (minis). Si bien las centrales hidroeléctricas de pequeña escala no han sido desarrolladas por la CFE porque no resuelven el gran problema de abasto a grandes conglomerados industriales o a grandes concentraciones humanas, su utilización en la dotación de electricidad a comunidades aisladas o el suministro a centros industriales de mediana envergadura o aún en el ámbito municipal para el servicio de alumbrado público, ha demostrado que compite en calidad y precio con el abastecimiento desde el sistema interconectado. Dado que el Estado posee un potencial interesante en este sentido, será importante promover este tipo de proyectos entre los inversionistas privados y los gobiernos municipales para su impulso.