

6. Programa detallado en cada etapa y efecto

En este capítulo se describen las medidas que se deben llevar a cabo en cada una de las células de planeación con base a su relación entre el grado de vulnerabilidad y cada fase de la sequía.

Esta relación vulnerabilidad-fase de la sequía es importante, ya que dependiendo de qué tan vulnerable es cada región, será la magnitud del impacto en cada fase de la sequía, y por tanto, en la magnitud y oportunidad de aplicación de las medidas, tal como se muestra en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1 Magnitud de impacto

Fase	Grado de Vulnerabilidad				
	Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
D0	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto
D1	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
D2	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto
D3	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto
D4	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto

Así, si una célula cuenta con un grado de vulnerabilidad muy baja, los impactos en la fase D0 serían bajos, en las fases D1, D2 y D3 la magnitud de los impactos serían medios y en la Fase D4 es cuando se esperarían altos, tanto en la población como en la economía de la región. Al contrario, si una región tiene un grado de vulnerabilidad muy alta, los impactos que se vería reflejados serían clasificados como altos desde la fase D0, dado que esa región tendría muy limitadas oportunidades de afrontar el fenómeno, aun cuando éste esté en su fase inicial. Esto aplica tanto a cada subregión, como a las células de planeación, e incluso a los diversos sectores dentro de aquellas.

Por ello, es necesario para prevenir o disminuir los impactos realizar acciones para reducir la vulnerabilidad en las subregiones (Figura 6.1) y células del CC Río Bravo. Estas acciones deben estar enfocadas tanto para reducir la demanda en los distintos usos y en medida de lo posible a incrementar la oferta, logrando que la región tenga un mejor equilibrio hídrico reduciéndose así su vulnerabilidad.

Asimismo, se deben definir las acciones que se deben de llevar a cabo para fase de sequía, cuando se tengan el déficit de agua al 20%, 30%, 40% y 50%; estos valores de déficit son indicativos: cada subregión o célula o sistema de aprovechamiento (DR y ZM, por ejemplo), deberán definir sus valores adecuados, en base a sus características propias (Tabla 6.2).

Tabla 6.2 Déficit de agua

Fase de sequía	D1	D2	D3	D4
Déficit de agua	20%	30%	40%	50%

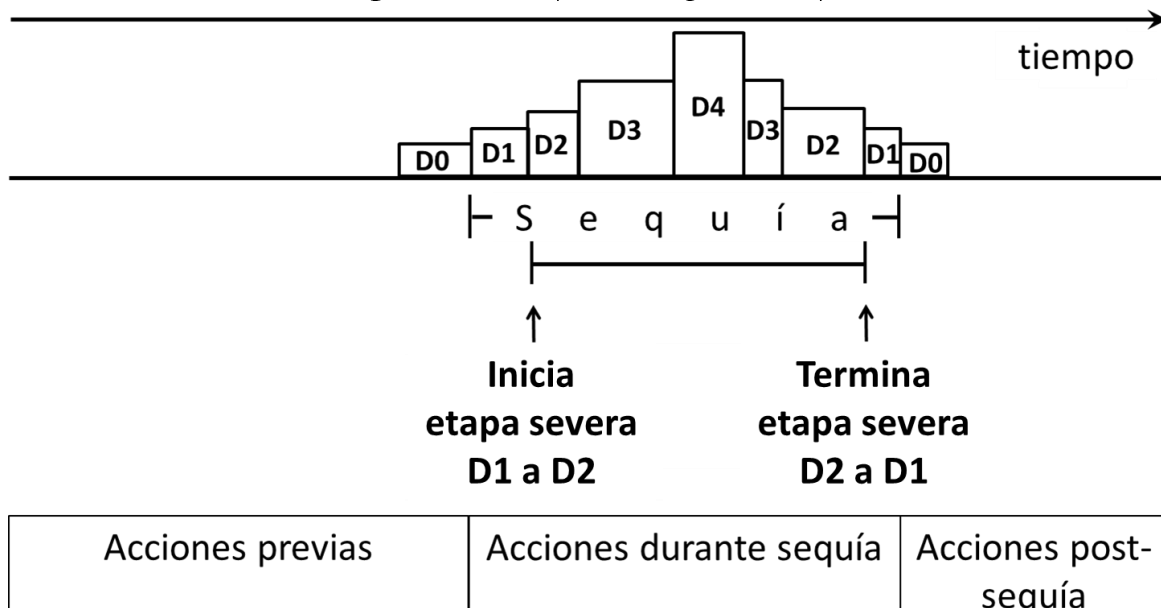
Figura 6.1 Subregiones hidrológicas



La sequía es considerada desde la fase D1, pero declarada como sequía severa desde la fase D2 y ésta se va incrementando en la mayoría de los casos hasta llegar hasta la etapa D4 y de ahí disminuyendo hasta llegar nuevamente a la fase D0 (Figura 6.2).

Al término de la sequía también se deben llevar a cabo algunas acciones, aunque éstas serán más de índole de evaluación y mejora de las medidas realizadas antes y durante la sequía, con la finalidad de que en el siguiente episodio de sequía se puedan prevenir y mitigar los impactos de la mejor forma posible, considerando las experiencias ganadas en los anteriores (DOF,2012).

Figura 6.2 La sequía a lo largo del tiempo



6.1. Medidas propuestas y respuestas esperadas

Como se mencionó anteriormente, la región del CC Río Bravo actualmente tiene una brecha hídrica de 2,337.70 hm³ anuales en conjunto de las 20 células de planeación, para lograr el equilibrio o sustentabilidad en *condiciones medias* de oferta y con la actual tendencia de la demanda; en época de sequía esta brecha existente ha provocado que se intensifiquen sus efectos producidos, por lo que es necesario equilibrar la relación oferta-demanda a través de medidas que contribuyan a la disminución de la demanda, a la vez de que debe tener acciones que se lleven a cabo al presentarse un evento de sequía. Para reducir la vulnerabilidad de la región se propone llevar a cabo 33 de las medidas mencionadas en el capítulo cuatro, las cuales contribuirían con un volumen de 850 hm³, de los cuales 805 hm³ son de medidas para reducir la demanda y 45 hm³ para aumentar la oferta, con tendencia a lograr el equilibrio (Tabla 6.3; CONAGUA, 2012b).

Tabla 6.3 Medidas a realizar

Sector	Medida	Contribución a la brecha (hm ³)
Agropecuario	Calendarización de riego	124.43
	Cambio de aspersión por alta precisión	15.15
	Labranza óptima riego	49.32
	Mejora de eficiencia primaria	11.63
	Mejora de eficiencia secundaria	45.40
	Riego de alta precisión	210.84
	Riego por aspersión	259.24
Industrial	Agua activada	0.82
	Empaste desechos	3.46
	Enfriamiento en seco	5.76
	Reciclaje de agua	0.42
	Red fugas industriales	3.26
	Reducción presión agua	0.54
	Reúso condensados	0.92
Municipal	Control de presión	11.04
	Fugas comerciales	3.89
	Fugas domesticas	12.94
	Inodoro comercial nuevo	0.15
	Inodoro comercial sustitución	1.80
	Inodoro domestico nuevo	0.36
	Inodoro domestico sustitución	4.17
	Llaves nuevo	0.17
	Mingitorios sin agua	8.82
	Regaderas nuevo	0.73
	Regaderas sustitución	8.02
	Reparación fugas	11.13
	Retención humedad	0.15
	Reúso aguas grises domes	4.92
	Reúso riego parques	5.18
Oferta	Cosecha de Lluvia Domestica	0.40
	Potencial Ext Subterránea	41.17
	Recarga de Acuíferos	1.42
	Recargan de Acuíferos	2.02
Total general		849.65

A pesar de que dichas acciones se puedan realizar, no se logra el equilibrio entre la oferta y la demanda, por lo que es necesario, llevar a cabo otras medidas adicionales.

A continuación se describen las medidas que, si se llevan a cabo para cada una de las células, pueden mitigar el impacto de la sequía, cuando ésta se presente.

La célula Amistad Coah tenía una brecha al 2012 de 12.6 hm³, y con las acciones propuestas se puede cubrir el 99% de la brecha, lo que significa una reducción en su vulnerabilidad, y adicionalmente se cuenta con un volumen de 25.6 hm³ del resto de las medidas identificadas quitando el volumen propuesto para el 2012, que se pueden llevar a cabo para prevenir o mitigar los efectos de una sequía. Las medidas que se llevarían a cabo para cada etapa de la sequía en esta célula se muestran en la siguiente tabla.

501 Amistad Coah: Oferta 45 hm³, Demanda 57.7 hm³

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	3.39	0.47					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	0.06	0.01					
Agropecuario	Labranza óptima riego	2.05	0.08					
Agropecuario	Riego de alta precisión	0.70	0.15					
Agropecuario	Riego por aspersión	8.04	1.18					
Industrial	Red fugas industriales	0.02	0.00					
Industrial	Reducción presión agua	0.00	0.00					
Municipal	Control de presión	1.71	0.39					
Municipal	Fugas comerciales	0.24	0.06					
Municipal	Inodoro comercial nuevo	0.03	0.00					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.13	0.03					
Municipal	Inodoro domestico nuevo	0.09	0.01					
Municipal	Llaves nuevo	0.05	0.00					
Municipal	Mingitorios sin agua	0.58	0.17					
Municipal	Regaderas nuevo	0.21	0.02					
Municipal	Regaderas sustituto	0.75	0.17					
Municipal	Reparación fugas	3.30	0.34					
Municipal	Reúso riego parques	0.53	0.11					
Oferta	Potencial Ext Subterránea	16.33	9.41					
Total		38.21	12.60					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

Si se llevarán a cabo todas las medidas identificadas al 100%, se podría afrontar la situación con mínimos problemas al presentar una sequía de fase D4, la cual ocasionaría que se redujera la oferta al 50% que equivaldría a 22.5 hm³, volumen que se podría obtener de las demás medidas identificadas.

La célula Cuatro Ciénegas Coah tenía una brecha de 5.41 hm³ al año 2012, por lo que se propusieron algunas medidas, que en conjunto aportarán 5.42 hm³, con lo que se lograría el equilibrio hídrico de la célula. Adicionalmente del volumen que tienen las medidas que se propusieron para el cierre de la brecha, se tiene un volumen de 16.40 hm³ del resto de las medidas identificadas en esta célula, las cuales se llevarán a cabo dependiendo en la etapa de sequía que se presente.

502 Cuatro Ciénegas Coah: Oferta 90.87 hm³, Demanda 96.28 hm³

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	4.79	1.23					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	0.16	0.04					
Agropecuario	Labranza óptima riego	0.43	0.11					
Agropecuario	Riego de alta precisión	2.01	0.58					
Agropecuario	Riego por aspersión	11.28	3.06					
Industrial	Empaste desechos	0.28	0.03					
Industrial	Reciclaje de agua	0.95	0.09					
Industrial	Red fugas industriales	0.91	0.08					
Industrial	Reducción presión agua	0.15	0.01					
Municipal	Control de presión	0.21	0.07					
Municipal	Fugas comerciales	0.02	0.01					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.02	0.01					
Municipal	Mingitorios sin agua	0.05	0.02					
Municipal	Regaderas sustituto	0.11	0.02					
Municipal	Reparación fugas	0.37	0.05					
Municipal	Reúso riego parques	0.06	0.01					
Total		21.82	5.42					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

Con las medidas adicionales identificadas se podría reducir la vulnerabilidad para una fase de sequía D0 y D1, pero no se puede enfrentar al 100% los efectos de una sequía mayor a la de la fase D2, por lo que es necesario definir más medidas para poder combatir dichos efectos.

La brecha de la célula Piedras Negras Coah, de 46.85 hm³, sólo se alcanza a cubrir un 40.7% con las medidas propuestas al 2012, con un volumen de 19.04 hm³, por lo que es necesario llevar a cabo las medidas que se mencionan en la siguiente tabla para alcanzar un equilibrio entre la oferta y la demanda de modo que podamos reducir la vulnerabilidad de la célula. Asimismo, se debe aprovechar el volumen adicional de 46.98 hm³, que contribuyen las demás medidas identificadas quitando el volumen propuesto al 2012.

503 Piedras Negras Coah: Oferta 332.11 hm³, Demanda 378.96 hm³

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	12.40	3.02					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	1.55	0.39					
Agropecuario	Labranza óptima riego	5.79	1.64					
Agropecuario	Mejora de eficiencia primaria	0.02	0.00					
Agropecuario	Mejora de eficiencia secundaria	3.88	0.76					
Agropecuario	Riego de alta precisión	18.94	5.00					
Agropecuario	Riego por aspersión	22.29	5.73					
Industrial	Agua activada	0.07	0.01					
Industrial	Empaste desechos	1.31	0.17					
Industrial	Enjuague en seco	0.08	0.00					
Industrial	Reciclaje de agua	0.02	0.00					
Industrial	Red fugas industriales	3.77	0.48					
Industrial	Reducción presión agua	0.63	0.08					
Municipal	Control de presión	1.28	0.32					
Municipal	Fugas comerciales	0.24	0.07					
Municipal	Fugas domesticas	1.11	0.30					
Municipal	Inodoro comercial nuevo	0.02	0.00					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.14	0.04					
Municipal	Inodoro domestico nuevo	0.06	0.01					
Municipal	Inodoro domestico sustituto	0.37	0.10					
Municipal	Llaves nuevo	0.03	0.00					
Municipal	Mingitorios sin agua	0.60	0.19					
Municipal	Regaderas nuevo	0.13	0.01					
Municipal	Regaderas sustituto	0.85	0.19					
Municipal	Reparación fugas	1.91	0.16					
Municipal	Retención humedad	0.05	0.00					
Municipal	Reúso aguas grises domes	0.70	0.13					
Municipal	Reúso riego parques	0.60	0.12					
Oferta	Cosecha De Lluvia Domestica	0.03	0.01					
Oferta	Recarga De Acuíferos	0.44	0.11					
Oferta	Reúso Agua Tratada No Cartera	11.98	0.00					
Oferta	Reúso De Agua Tratada	2.52	0.00					
Total		93.83	19.04					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

Es necesario que llevar todas las medidas identificadas para poder alcanzar un equilibrio entre la oferta y la demanda, de tal modo que con esto se logre mantener a la célula con una vulnerabilidad muy baja para una sequía de fase D1, y su vez es necesario identificar medidas adicionales para poder confrontar una sequía mayor a la D2.

En la célula Sabinas Coahuila la brecha es de 30.23 hm³, con las medidas propuestas en el 2012 se cubriría el 13.96% de la brecha total, siendo calendarización de riego, riego por aspersión y empaste de desechos las medidas que más contribuyen a la brecha con el 62% del total. Si se llevarán a cabo la mayoría de las medidas se podría cubrir al 100% la demanda, lo que contribuiría a que la célula no sea vulnerable a una sequía D1. En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

504 Sabinas Coah: Oferta 36.8 hm³, Demanda 67.03 hm³

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	2.46	0.60					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	0.10	0.00					
Agropecuario	Labranza óptima riego	1.07	0.05					
Agropecuario	Mejora de eficiencia secundaria	0.71	0.00					
Agropecuario	Riego de alta precisión	1.09	0.14					
Agropecuario	Riego por aspersión	6.45	0.97					
Industrial	Empaste desechos	11.69	1.06					
Industrial	Red fugas industriales	2.15	0.20					
Industrial	Reducción presión agua	0.36	0.03					
Industrial	Reúso condensados	1.92	0.00					
Municipal	Control de presión	1.36	0.44					
Municipal	Fugas comerciales	0.14	0.05					
Municipal	Fugas domesticas	0.73	0.00					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.11	0.03					
Municipal	Inodoro domestico sustituto	0.30	0.00					
Municipal	Mingitorios sin agua	0.32	0.13					
Municipal	Regaderas sustituto	0.68	0.15					
Municipal	Reparación fugas	2.31	0.28					
Municipal	Reúso riego parques	0.47	0.09					
Oferta	Recarga De Acuíferos	0.33	0.00					
Oferta	Reúso De Agua Tratada	3.30	0.00					
Total		38.07	4.22					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

Con las medidas identificadas sólo se podrían confrontar de forma parcial los efectos de sequías mayores a la fase D2.

En la célula Monclova Coah la brecha es de 135.03 hm³, con las medidas propuestas en el 2012 se cubriría el 6.71% de la brecha total. Dado que el grado de vulnerabilidad de esta célula es muy alto, es necesario llevar todas las medidas identificadas, con el propósito de reducir la brecha lo mayormente posible e identificar más medidas que contribuyan a la enfrentar las sequías que se presenten.

En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

505 Monclova Coah: Oferta 45.13 hm³, Demanda 180.16 hm³.

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	7.21	1.86					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	0.48	0.00					
Agropecuario	Labranza óptima riego	3.78	0.16					
Agropecuario	Mejora de eficiencia secundaria	1.91	0.00					
Agropecuario	Riego de alta precisión	5.73	0.75					
Agropecuario	Riego por aspersión	17.35	1.77					
Industrial	Agua activada	0.39	0.04					
Industrial	Enjuague en seco	0.42	0.00					
Industrial	Reciclaje de agua	0.16	0.01					
Industrial	Red fugas industriales	2.93	0.27					
Industrial	Reducción presión agua	0.49	0.04					
Municipal	Control de presión	4.74	1.34					
Municipal	Fugas comerciales	0.43	0.14					
Municipal	Fugas domesticas	2.15	0.69					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.28	0.07					
Municipal	Inodoro domestico sustituto	0.73	0.00					
Municipal	Mingitorios sin agua	0.95	0.34					
Municipal	Regaderas sustituto	1.66	0.37					
Municipal	Reparación fugas	8.74	1.02					
Municipal	Retención humedad	0.07	0.00					
Municipal	Reúso aguas grises domes	1.10	0.00					
Municipal	Reúso riego parques	1.06	0.21					
Oferta	Cosecha De Lluvia Domestica	0.03	0.00					
Oferta	Recarga De Acuíferos	0.45	0.00					
Oferta	Reúso Agua Tratada No Cartera	14.82	0.00					
Total		78.05	9.07					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

En la célula Coahuila Sureste Coahuila la brecha es de 176.08 hm³, con las medidas propuestas en el 2012 se cubriría el 12.81% de la brecha total, pero al llevar a cabo todas las medidas se alcanzaría a cubrir un 85% dicha brecha. De aquí la importancia de identificar más medidas adicionales que contribuyan para reducir al mínimo el grado de vulnerabilidad de la célula y que aporten para afrontar las sequías. En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

506 Coahuila Sureste Coah: Oferta 122.91 hm³, Demanda 298.99 hm³

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	10.81	2.62					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	2.78	0.69					
Agropecuario	Labranza óptima riego	2.25	0.56					
Agropecuario	Mejora de eficiencia secundaria	2.84	0.55					
Agropecuario	Riego de alta precisión	35.00	9.09					
Agropecuario	Riego por aspersión	13.25	3.58					
Industrial	Agua activada	0.47	0.04					
Industrial	Empaste desechos	0.04	0.00					
Industrial	Enfriamiento en seco	2.03	0.44					
Industrial	Enjuague en seco	0.50	0.00					
Industrial	Reciclaje de agua	0.56	0.05					
Industrial	Red fugas industriales	3.20	0.29					
Industrial	Reducción presión agua	0.53	0.05					
Industrial	Reúso condensados	0.28	0.07					
Municipal	Control de presión	2.27	0.34					
Municipal	Fugas comerciales	0.93	0.21					
Municipal	Fugas domesticas	4.23	0.96					
Municipal	Inodoro comercial nuevo	0.20	0.01					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.44	0.11					
Municipal	Inodoro domestico nuevo	0.52	0.04					
Municipal	Inodoro domestico sustituto	1.14	0.30					
Municipal	Llaves nuevo	0.28	0.02					
Municipal	Mingitorios sin agua	2.31	0.59					
Municipal	Regaderas nuevo	1.19	0.07					
Municipal	Regaderas sustituto	2.58	0.57					
Municipal	Reparación fugas	4.43	0.24					
Municipal	Retención humedad	0.17	0.01					
Municipal	Reúso aguas grises domes	2.68	0.41					
Municipal	Reúso riego parques	1.58	0.31					
Oferta	Cosecha De Lluvia Domestica	0.11	0.03					
Oferta	Nuevas Transferencias Acueducto	3.29	0.00					

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Oferta	Recarga De Acuíferos	1.20	0.30					
Oferta	Reúso Agua Tratada No Cartera	36.08	0.00					
Oferta	Reúso De Agua Tratada	4.57	0.00					
Oferta	Sobreelevación De Presas	4.60	0.00					
Total		149.35	22.55					

Con las medidas propuestas en el 2012 en la célula Acuña Coah cubriría el 9.16% de la brecha de 114.77 hm³, siendo calendarización de riego, riego de alta precisión y riego por aspersión las medidas que más contribuyen a la brecha con el 65% del total de la contribución del 2012. Al llevar a cabo todas las medidas identificadas en la célula, se podría alcanzar un 58.26% de la brecha, por lo que la célula sigue teniendo un grado de vulnerabilidad contra la sequía alto.

507 Acuña Coah: Oferta 65.11 hm³, Demanda 179.88 hm³

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	10.99	1.52					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	0.67	0.10					
Agropecuario	Labranza óptima riego	6.68	0.95					
Agropecuario	Mejora de eficiencia primaria	5.01	0.49					
Agropecuario	Mejora de eficiencia secundaria	6.95	0.77					
Agropecuario	Riego de alta precisión	8.48	1.43					
Agropecuario	Riego por aspersión	26.29	3.90					
Municipal	Control de presión	0.07	0.02					
Municipal	Fugas comerciales	0.01	0.00					
Municipal	Fugas domesticas	0.04	0.01					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.01	0.00					
Municipal	Inodoro domestico sustituto	0.02	0.01					
Municipal	Mingitorios sin agua	0.02	0.01					
Municipal	Regaderas sustituto	0.04	0.01					
Municipal	Reparación fugas	0.12	0.01					
Municipal	Reúso aguas grises domes	0.02	0.01					
Oferta	Cosecha De Lluvia Domestica	0.01	0.00					
Oferta	Potencial Ext Subterránea	1.43	1.27					
Total		66.87	10.52					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

Es necesario analizar que otros tipos de acciones se podrían llevar a cabo en la célula Acuña Coah para la confrontar cualquier tipo de sequía.

En la célula Salado Coah la brecha es de 8.02 hm³, con las medidas propuestas en el 2012 se cubriría el 18.2% de la brecha total, por lo que es necesario que en esta célula, se pongan en práctica todas las medidas identificadas con la finalidad de reducir el grado de vulnerabilidad, con esto se lograría cubrir la brecha hídrica un 73.3%. En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

508 Salado Coah: Oferta 68.57 hm³, Demanda 76.59 hm³

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	1.05	0.26					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	0.05	0.01					
Agropecuario	Labranza óptima riego	0.48	0.13					
Agropecuario	Mejora de eficiencia secundaria	0.29	0.06					
Agropecuario	Riego de alta precisión	0.58	0.17					
Agropecuario	Riego por aspersión	2.69	0.73					
Industrial	Empaste desechos	0.43	0.04					
Industrial	Red fugas industriales	0.08	0.01					
Industrial	Reducción presión agua	0.01	0.00					
Municipal	Control de presión	0.04	0.01					
Municipal	Fugas domesticas	0.02	0.01					
Municipal	Inodoro domestico sustituto	0.01	0.00					
Municipal	Mingitorios sin agua	0.01	0.01					
Municipal	Regaderas sustituto	0.03	0.01					
Municipal	Reparación fugas	0.07	0.01					
Municipal	Reúso aguas grises domes	0.01	0.00					
Total		5.88	1.46					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

Es oportuno que en la célula Salado Coah se integren algunas medidas adicionales necesarias para prevenir los efectos de las sequías.

En la célula Casas grandes Chihuahua la brecha es de 120.26 hm³, con las medidas propuestas en el 2012 se cubriría el 40% de la brecha total siendo calendarización de riego, riego de alta precisión y riego por aspersión las medidas que más contribuyen a la brecha con el 93% del total de la contribución del 2012. Al llevar a cabo todas las medidas en la célula se alcanzaría a cubrir el 100% de la brecha, contribuyendo a la reducción del grado de vulnerabilidad a bajo.

En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

804 Casas Grandes Chih: Oferta 584.98 hm³, Demanda 705.24 hm³

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	49.49	12.00					
Agropecuario	Labranza óptima riego	7.58	2.14					
Agropecuario	Riego de alta precisión	16.01	9.12					
Agropecuario	Riego por aspersión	46.90	24.25					
Industrial	Empaste desechos	1.37	0.17					
Industrial	Red fugas industriales	0.26	0.03					
Industrial	Reducción presión agua	0.04	0.01					
Municipal	Control de presión	0.87	0.29					
Municipal	Fugas comerciales	0.10	0.04					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.08	0.02					
Municipal	Mingitorios sin agua	0.22	0.09					
Municipal	Regaderas sustituto	0.48	0.11					
Municipal	Reparación fugas	1.51	0.19					
Municipal	Reúso riego parques	0.31	0.06					
Total		125.23	48.52					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

A pesar de llevar a cabo el cierre de la brecha en la célula Casas Grandes Chih, es necesario identificar medidas adicionales para disminuir los efectos que puedan ocasionar algún tipo de sequía.

En la célula Juárez Bravo Chih, se cubriría el 30.6% de la brecha de 75.05 hm³ con las medidas propuestas en el 2012. Adicionalmente se cuenta con un volumen de 119.34 hm³ de las medidas identificadas restándole el volumen propuesto al 2012, con el cual se alcanzaría el cierre de la brecha y se podría confrontar los efectos de la sequía. En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

805 Juárez Bravo Chih: Oferta 344.35 hm³, Demanda 419.40 hm³

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	12.55	2.09					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	0.66	0.11					
Agropecuario	Labranza óptima riego	4.94	0.86					
Agropecuario	Mejora de eficiencia primaria	0.03	0.00					
Agropecuario	Mejora de eficiencia secundaria	8.49	1.28					
Agropecuario	Riego de alta precisión	8.42	1.53					
Agropecuario	Riego por aspersión	28.68	5.26					
Industrial	Agua activada	0.39	0.05					
Industrial	Enfriamiento en seco	15.83	1.38					
Industrial	Enjuague en seco	0.42	0.00					
Industrial	Reciclaje de agua	0.04	0.01					
Industrial	Red fugas industriales	1.20	0.15					
Industrial	Reducción presión agua	0.20	0.03					
Industrial	Reúso condensados	2.19	0.22					
Municipal	Control de presión	8.83	1.93					
Municipal	Fugas comerciales	1.85	0.45					
Municipal	Fugas domesticas	7.05	1.73					
Municipal	Inodoro comercial nuevo	0.30	0.02					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.90	0.24					
Municipal	Inodoro domestico nuevo	0.78	0.06					
Municipal	Inodoro domestico sustituto	2.35	0.63					
Municipal	Llaves nuevo	0.43	0.03					
Municipal	Mingitorios sin agua	4.36	1.20					
Municipal	Regaderas nuevo	1.77	0.12					
Municipal	Regaderas sustituto	5.34	1.19					
Municipal	Reparación fugas	13.73	1.05					
Municipal	Retención humedad	0.35	0.00					
Municipal	Reúso aguas grises domes	5.05	0.26					
Municipal	Reúso riego parques	3.77	0.75					
Oferta	Cosecha De Lluvia Domestica	0.05	0.00					
Oferta	Recarga De Acuíferos	1.38	0.34					
Total		142.31	22.97					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

En la célula El Carmen Chih la brecha es de 41.58 hm³, con las medidas propuestas en el 2012 se cubriría el 43% de la brecha total siendo calendarización de riego, riego de alta precisión y riego por aspersión las medidas que más contribuyen a la brecha con el 90% del total de la contribución del 2012. Si se llevarán a cabo todas las medidas se cerraría la brecha al 100%.

En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

806 El Carmen Chih: Oferta 190.08 hm³, Demanda 231.66 hm³.

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	13.30	3.22					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	0.00	0.42					
Agropecuario	Labranza óptima riego	1.95	1.04					
Agropecuario	Mejora de eficiencia secundaria	0.00	0.01					
Agropecuario	Riego de alta precisión	7.62	4.74					
Agropecuario	Riego por aspersión	19.31	8.11					
Industrial	Red fugas industriales	0.00	0.00					
Industrial	Reducción presión agua	0.00	0.00					
Municipal	Control de presión	0.10	0.03					
Municipal	Fugas comerciales	0.01	0.01					
Municipal	Fugas domesticas	0.00	0.02					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.01	0.00					
Municipal	Inodoro domestico sustituto	0.00	0.01					
Municipal	Mingitorios sin agua	0.03	0.01					
Municipal	Regaderas sustituto	0.08	0.02					
Municipal	Reparación fugas	0.15	0.02					
Municipal	Reúso aguas grises domes	0.00	0.01					
Municipal	Reúso riego parques	0.03	0.01					
Total		42.59	17.68					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

En la célula El Carmen Chih, es necesario identificar más acciones que contribuyan con la reducción de la demanda para poder enfrentar los impactos de una sequía.

En la célula Conchos Chih la brecha es de 752.38 hm³, con las medidas propuestas en el 2012 se cubriría el 33.6% de la brecha total. Al realizar el resto de las medidas identificadas en la célula se cerraría la brecha y se contaría con un volumen adicional de 679.55 hm³ de las medidas identificadas después de cerrar la brecha, con el que se podrían reducir los efectos ocasionados por una sequía. En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

807 Conchos Chih: Oferta 1,741.86 hm³, Demanda 2,494.24 hm³.

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	199.37	38.09					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	30.35	6.34					
Agropecuario	Labranza óptima riego	49.76	9.34					
Agropecuario	Mejora de eficiencia primaria	3.86	1.33					
Agropecuario	Mejora de eficiencia secundaria	67.98	10.46					
Agropecuario	Riego de alta precisión	374.36	82.72					
Agropecuario	Riego por aspersión	441.51	90.34					
Industrial	Agua activada	0.20	0.03					
Industrial	Empaste desechos	5.40	0.69					
Industrial	Enfriamiento en seco	22.28	2.85					
Industrial	Enjuague en seco	0.21	0.00					
Industrial	Red fugas industriales	2.50	0.32					
Industrial	Reducción presión agua	0.42	0.05					
Industrial	Reúso condensados	3.08	0.46					
Municipal	Control de presión	3.80	0.87					
Municipal	Fugas comerciales	1.54	0.43					
Municipal	Fugas domesticas	5.88	1.63					
Municipal	Inodoro comercial nuevo	0.10	0.01					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.91	0.24					
Municipal	Inodoro domestico nuevo	0.27	0.03					
Municipal	Llaves nuevo	0.15	0.01					
Municipal	Mingitorios sin agua	3.68	1.15					
Municipal	Regaderas nuevo	0.61	0.05					
Municipal	Regaderas sustituto	5.39	1.20					
Municipal	Reparación fugas	11.69	1.01					
Municipal	Retención humedad	0.00	0.02					
Municipal	Reúso aguas grises domes	0.00	0.80					
Municipal	Reúso riego parques	3.51	0.70					
Oferta	Cosecha De Lluvia Domestica	0.00	0.08					
Oferta	Nuevas Presas Para Riego	145.06	0.00					
Oferta	Recarga De Acuíferos	2.48	0.62					
Oferta	Reúso Agua Tratada No Cartera	45.58	0.00					
Total		1,431.93	252.52					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

Con el volumen adicional identificado en la célula Conchos Chih se podría cubrir al 100% los efectos ocasionados por una sequía fase D3 y de forma parcial los de una sequía fase D4. Especialmente para esta célula, debe tenerse presente la demanda adicional que implica el TIA (Aparicio *et al.*, 2009), ya que de los casi 432 hm³/año, el río conchos ha aportado históricamente alrededor de la mitad (CILA, 2013), lo cual en épocas de sequía significa una fuerte carga adicional que no siempre se está en condiciones de cumplir, y por otro lado, entre los acuíferos más sobre explotados de la región, figuran algunos que están en esta misma célula

La brecha es de 101.75 hm³ identificada en la célula Bustillos Chih, se cubriría un 25% de la brecha con las medidas propuestas en el 2012. En esta célula se puede cerrar la brecha al 100% realizando las medidas adicionales a las propuestas para el 2012, ya que se tiene identificado un volumen adicional de 95.02 hm³ proveniente de las medidas que no se propusieron en el 2012, y que es suficiente para el cierre de la brecha y cubrir parcialmente los efectos de la sequía.

En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

808 Bustillos Chih: Oferta 284.62 hm³, Demanda 386.37 hm³.

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	25.39	6.15					
Agropecuario	Cambio de aspersion por alta precisión	3.26	0.82					
Agropecuario	Labranza óptima riego	12.00	3.00					
Agropecuario	Riego de alta precisión	39.42	10.17					
Agropecuario	Riego por aspersion	35.87	4.36					
Industrial	Agua activada	0.00	0.01					
Industrial	Red fugas industriales	1.02	0.13					
Industrial	Reducción presión agua	0.17	0.02					
Municipal	Control de presión	0.76	0.22					
Municipal	Fugas comerciales	0.13	0.04					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.08	0.02					
Municipal	Mingitorios sin agua	0.29	0.10					
Municipal	Regaderas sustituto	0.50	0.11					
Municipal	Reparación fugas	1.01	0.09					
Municipal	Reúso riego parques	0.29	0.06					
Oferta	Recarga De Acuíferos	0.14	0.00					
Total		120.33	25.31					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

La célula Encinillas Chih, tiene una brecha de 0.04 hm³, la cual se cubriría en un 91% con las medidas propuestas en el 2012. Además se cuenta con un volumen adicional de 0.19 hm³ del resto de las medidas que no se consideraron en ese año, con el que se lograría el equilibrio entre la oferta y la demanda, así como contar con un volumen para afrontar una sequía.

En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

809 Encinillas Chih: Oferta 1.44 hm³, Demanda 1.48 hm³.

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	0.07	0.02					
Agropecuario	Labranza óptima riego	0.02	0.00					
Agropecuario	Riego de alta precisión	0.04	0.00					
Agropecuario	Riego por aspersión	0.05	0.01					
Municipal	Control de presión	0.01	0.00					
Municipal	Regaderas sustituto	0.01	0.00					
Municipal	Reparación fugas	0.02	0.00					
Total		0.22	0.03					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

El volumen de las medidas identificadas en la célula Santa María Chih es de 120.61 hm³ y la brecha de 135.50 hm³, por lo que no se alcanzaría a cerrar la brecha con dichas medidas, sólo se alcanzaría a cubrir el 5.42%. En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

810 Santa María Chih: Oferta 492.01 hm³, Demanda 627.51 hm³.

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	41.94	4.10					
Agropecuario	Labranza óptima riego	10.40	2.79					
Agropecuario	Mejora de eficiencia secundaria	9.00	0.00					
Agropecuario	Riego de alta precisión	23.63	0.00					
Agropecuario	Riego por aspersión	33.60	0.00					
Municipal	Control de presión	0.50	0.16					
Municipal	Fugas comerciales	0.05	0.02					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.04	0.01					
Municipal	Mingitorios sin agua	0.12	0.05					
Municipal	Regaderas sustituto	0.26	0.06					
Municipal	Reparación fugas	0.94	0.13					
Municipal	Reúso riego parques	0.11	0.02					
Oferta	Recarga De Acuíferos	0.00	0.00					
Total		120.61	7.34					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

En necesario que en la célula Santa María Chih se identifiquen más medidas para disminuir la vulnerabilidad de la célula ante la sequía.

Con las medidas propuestas en la célula Salado NL en el 2012 se cubriría el 34.6% de la brecha de 142.95 hm³. Asimismo, se cuentan con medidas adicionales con una aportación de 278.8 hm³ para lograr el equilibrio hídrico y disminuir la vulnerabilidad de la célula.

En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

1901 Salado NL: Oferta 386.11 hm³, Demanda 529.06 hm³.

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	49.99	7.52					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	3.23	0.50					
Agropecuario	Labranza óptima riego	25.30	3.45					
Agropecuario	Mejora de eficiencia primaria	29.77	3.38					
Agropecuario	Mejora de eficiencia secundaria	47.18	6.07					
Agropecuario	Riego de alta precisión	40.61	7.10					
Agropecuario	Riego por aspersión	121.74	20.66					
Industrial	Empaste desechos	0.95	0.11					
Industrial	Red fugas industriales	0.25	0.03					
Industrial	Reducción presión agua	0.04	0.01					
Municipal	Control de presión	0.62	0.20					
Municipal	Fugas comerciales	0.10	0.04					
Municipal	Fugas domesticas	0.32	0.12					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.05	0.01					
Municipal	Inodoro domestico sustituto	0.13	0.03					
Municipal	Mingitorios sin agua	0.14	0.06					
Municipal	Regaderas sustituto	0.20	0.05					
Municipal	Reparación fugas	1.20	0.12					
Municipal	Retención humedad	0.01	0.00					
Municipal	Reúso aguas grises domes	0.16	0.04					
Municipal	Reúso riego parques	0.23	0.05					
Oferta	Cosecha De Lluvia Domestica	0.05	0.01					
Oferta	Recarga De Acuíferos	0.16	0.04					
Oferta	Reúso Agua Tratada No Cartera	5.95	0.00					
Total		328.39	49.59					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

Con el volumen adicional identificado en la célula Salado NL, se enfrentará una sequía de fase D5, después de cerrar la brecha.

En la célula Monterrey NL la brecha es de 176.56 hm³, con las medidas propuestas en el 2012 se cubriría el 63% de la brecha. Asimismo, se identificaron medidas que en conjunto aportarían un volumen de 267.11 hm³ adicionales a las propuestas en el 2012, con el que se lograría el equilibrio en la célula y se podría confrontar la sequía. En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

1902 Monterrey NL: Oferta 1,073.95 hm³, Demanda 1,250.51 hm³.

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	47.55	12.47					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	11.07	3.10					
Agropecuario	Labranza óptima riego	4.85	3.18					
Agropecuario	Mejora de eficiencia secundaria	12.00	10.78					
Agropecuario	Riego de alta precisión	135.52	39.36					
Agropecuario	Riego por aspersión	47.60	17.22					
Industrial	Agua activada	5.42	0.65					
Industrial	Empaste desechos	9.87	1.18					
Industrial	Enfriamiento en seco	25.61	1.09					
Industrial	Enjuague en seco	5.81	0.00					
Industrial	Reciclaje de agua	1.27	0.15					
Industrial	Red fugas industriales	9.28	1.11					
Industrial	Reducción presión agua	1.55	0.19					
Industrial	Reúso condensados	3.55	0.17					
Municipal	Control de presión	0.00	0.07					
Municipal	Fugas comerciales	6.90	1.67					
Municipal	Fugas domesticas	0.00	4.13					
Municipal	Inodoro comercial nuevo	0.64	0.05					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	2.22	0.57					
Municipal	Inodoro domestico nuevo	1.66	0.12					
Municipal	Inodoro domestico sustituto	0.00	1.49					
Municipal	Llaves nuevo	0.91	0.06					
Municipal	Mingitorios sin agua	10.39	2.82					
Municipal	Regaderas nuevo	3.78	0.24					
Municipal	Regaderas sustituto	9.22	1.98					
Municipal	Reparación fugas	13.76	0.98					
Municipal	Retención humedad	0.00	0.08					
Municipal	Reúso aguas grises domes	0.00	1.96					
Municipal	Reúso riego parques	8.00	1.55					
Oferta	Cosecha De Lluvia Domestica	0.00	0.27					
Oferta	Recargan De Acuíferos	0.00	2.02					
Total		378.42	110.71					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

Al llevar a cabo todas las medidas se lograría prevenir los efectos de las sequías de fase D1 al 100% y de forma parcial sequías mayores a las D2.

En la célula Los Aldama NL la brecha es de 6.31 hm³, con las medidas propuestas en el 2012 se cubriría el 83.2% de la brecha total siendo calendarización de riego, mejora de eficiencias secundarias, riego por aspersión y potencial de extracción subterránea las medidas que más contribuyen a la brecha con el 78% del total de la contribución del 2012. Además se identificaron medidas adicionales que aportan en conjunto un volumen de 7.87 hm³, con el que se podría alcanzar el equilibrio hídrico en la célula.

En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

1905 Los Aldama NL: Oferta 37.53 hm³, Demanda 43.84 hm³.

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	3.56	0.74					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	0.04	0.04					
Agropecuario	Labranza óptima riego	0.11	0.43					
Agropecuario	Mejora de eficiencia primaria	0.00	0.01					
Agropecuario	Mejora de eficiencia secundaria	1.02	0.77					
Agropecuario	Riego de alta precisión	0.44	0.60					
Agropecuario	Riego por aspersión	7.04	1.93					
Municipal	Control de presión	0.00	0.02					
Municipal	Fugas comerciales	0.01	0.00					
Municipal	Fugas domesticas	0.00	0.01					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.01	0.00					
Municipal	Mingitorios sin agua	0.02	0.01					
Municipal	Regaderas sustituto	0.03	0.01					
Municipal	Reparación fugas	0.09	0.01					
Municipal	Retención humedad	0.00	0.00					
Municipal	Reúso aguas grises domes	0.00	0.01					
Municipal	Reúso riego parques	0.03	0.01					
Oferta	Potencial Ext. Subterránea	0.74	0.66					
Total		13.12	5.25					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

En la célula Álamo NL la brecha es de 0.48 hm³, con las medidas propuestas en el 2012 se cubriría el 65% de la brecha total siendo calendarización de riego, riego de alta precisión y riego por aspersión las medidas que más contribuyen a la brecha con el 70% del total de la contribución del 2012. En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

1906 Álamo NL: Oferta 6.80 hm³, Demanda 7.28 hm³.

Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	0.20	0.10					
Agropecuario	Riego de alta precisión	0.00	0.07					
Agropecuario	Riego por aspersión	0.00	0.05					
Municipal	Control de presión	0.06	0.03					
Municipal	Fugas comerciales	0.01	0.01					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	0.01	0.00					
Municipal	Mingitorios sin agua	0.02	0.01					
Municipal	Regaderas sustituto	0.02	0.01					
Municipal	Reparación fugas	0.05	0.02					
Municipal	Reúso riego parques	0.03	0.01					
Total		0.39	0.31					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

Es necesario que en la célula Álamo NL se identifiquen más medidas que contribuyan al cierre de la brecha y para enfrentar los efectos ocasionados por la sequía.

En la célula Tamaulipas Norte Tamps la brecha es de 255.73 hm³, con las medidas propuestas en el 2012 se cubriría el 88% de la brecha total siendo el riego por aspersión, el riego de alta precisión, calendarización de riego y potencial de extracción subterránea las medidas que más contribuyen a la brecha con el 71% del total. Adicionalmente se identificaron medidas que aportarían un volumen de 166.71 hm³, con el que se lograría el equilibrio entre la oferta y la demanda.

En la siguiente tabla se muestran todas las acciones a realizar.

2801 Tamaulipas Norte Tamps: Oferta 1,601.03 hm³, Demanda 1,856.76 hm³.

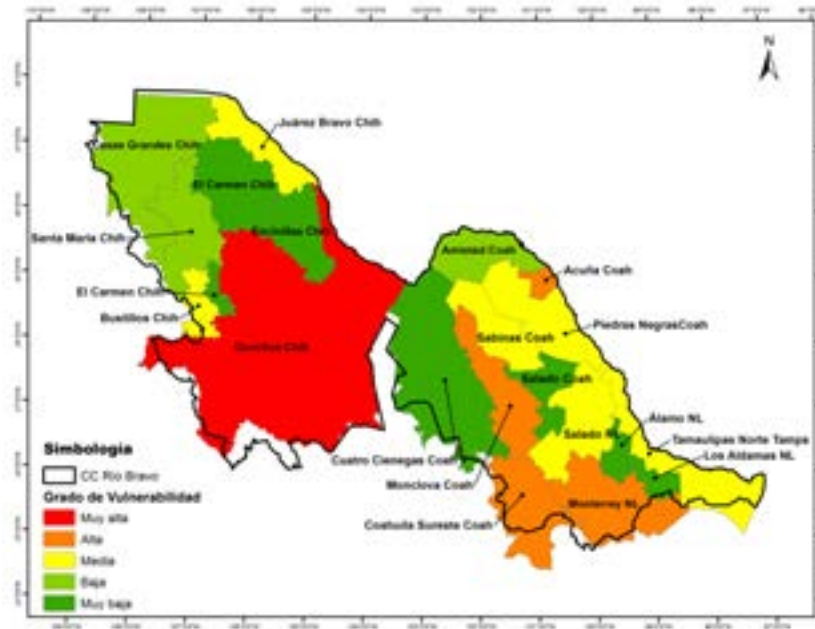
Sector	Medida	Contribución total (hm ³)	Contribución realizada al 2012 (hm ³)	Contribución propuesta al cierre de la brecha 2012 (hm ³)*	Contribución con déficit del 20% (hm ³)*	Contribución con déficit del 30% (hm ³)*	Contribución con déficit del 40% (hm ³)*	Contribución con déficit del 50% (hm ³)*
Agropecuario	Calendarización de riego	113.62	26.35					
Agropecuario	Cambio de aspersión por alta precisión	0.39	2.57					
Agropecuario	Labranza óptima riego	42.45	19.42					
Agropecuario	Mejora de eficiencia primaria	0.00	6.42					
Agropecuario	Mejora de eficiencia secundaria	0.00	13.90					
Agropecuario	Riego de alta precisión	4.73	38.13					
Agropecuario	Riego por aspersión	57.28	66.11					
Industrial	Agua activada	0.01	0.00					
Industrial	Reciclaje de agua	0.00	0.11					
Industrial	Red fugas industriales	1.59	0.16					
Industrial	Reducción presión agua	0.26	0.03					
Municipal	Control de presión	21.27	4.28					
Municipal	Fugas comerciales	0.00	0.66					
Municipal	Fugas domesticas	14.08	3.32					
Municipal	Inodoro comercial nuevo	0.56	0.04					
Municipal	Inodoro comercial sustituto	1.36	0.37					
Municipal	Inodoro domestico nuevo	1.47	0.11					
Municipal	Inodoro domestico sustituto	0.00	0.96					
Municipal	Llaves nuevo	0.80	0.05					
Municipal	Mingitorios sin agua	7.00	1.86					
Municipal	Regaderas nuevo	3.34	0.22					
Municipal	Regaderas sustituto	8.09	1.81					
Municipal	Reparación fugas	62.67	5.39					
Municipal	Retención humedad	0.00	0.03					
Municipal	Reúso aguas grises domes	0.00	1.30					
Municipal	Reúso riego parques	5.51	1.11					
Oferta	Potencial Ext Subterránea	44.76	29.84					
Total		391.24	224.53					

*Nota: Los volúmenes a ahorrar, propuestos por medida para cada condición de sequía, deberán ser definidos por el GSE

En la célula se cuenta con volumen adicional de 135.51 hm³ con el que se enfrentarán las sequías de forma parcial.

Como se puede apreciar, de estas 20 células, algunas tienen mayor brecha que otras. Destacan en especial las células donde están los grandes DR y las grandes ZM: Conchos, Coahuila Sureste, Monterrey, Monclova, Bajo Bravo (Figura 1.1). Destaca que en algunas de ellas, aún con la aplicación de todas las medidas propuestas, no se alcanza a cerrar la brecha, lo que las hace más vulnerables, lo cual a su vez lleva implícito el riesgo de que, ante un episodio de sequía, las condiciones de déficit se acentúen más (CONAGUA, 2012b).

Figura 6.3 Vulnerabilidad de las Células de planeación



El poner en marcha estas diversas medidas, de tal forma que la respuesta que se obtenga sea lo esperado en términos del ahorro de agua y en disminuir los impactos negativos, implica una preparación previa y una puesta a punto: no deben ser medidas improvisadas ni de pánico, sino planeadas y organizadas, con los tiempos y recursos pertinentes y, sobre todo, con la participación y anuencia de los usuarios y la sociedad en general.

Así, los diversos sectores de uso deben estar debidamente informados y con oportunidad, de las condiciones hídricas regionales o locales: estado de los embalses, lluvia en el periodo comparada con la histórica, niveles de los acuíferos y su variación, y las expectativas meteorológicas de corto y mediano plazos. Como se puntualizará en el siguiente capítulo, estos planes y sus ajustes deben hacerse al inicio y a la mitad del ciclo agrícola-hidrológico, cuando menos.

El monitoreo continuo de las condiciones naturales y su tendencia, dará las pautas de lo que es razonable esperar, y con ello formular los diversos escenarios factibles –que *no son pronósticos*, sino el qué hacer o cómo actuar *si* las circunstancias se presentan de determinada forma-, así como el alertamiento oportuno (tempranamente), para que administradores y usuarios del agua tengan el tiempo suficiente de hacer los ajustes a sus actividades, de tal forma que se adecúen a las condiciones de restricción.

El monitoreo meteorológico, la alerta temprana y el cálculo del SPI a nivel nacional y regional son responsabilidad del SMN, con periodicidad mensual; el seguimiento hidrométrico de corrientes y embalses, así como el cálculo del SDI y de los índices de estado de ríos y presas corresponde a la GASIR, también a cada mes. Igualmente, corresponde a la CONAGUA –a través del CTOOH- la

determinación de los volúmenes a extraer de cada embalse y sus reglas de operación, así como, en su momento, la declaratoria de inicio y fin de la emergencia por sequía.

El OC Bravo, a través de los directores técnicos y de infraestructura hidroagrícola, tendrá la encomienda de aplicar las instrucciones pertinentes en cuanto a la operación de las obras, la asignación y distribución de volúmenes, y la aplicación de las medidas mencionadas para el ahorro de agua. Es particularmente necesario y útil que en los diversos embalses del OC, se lleve el seguimiento de la evolución de los volúmenes en base al índice de estado mixto, ya que éste refleja tanto las condiciones naturales –el escurrimiento–, como las de manejo de la obra, y es uno de los indicadores más eficientes para evaluar las condiciones actuales, la posible tendencia a corto plazo, y con ello, es un importante elemento de análisis en la asignación de volúmenes a extraer.

El CC Bravo, a través del GSE, deberá asumir su rol de responsabilidad en el diseño y dimensionamiento de las medidas, así como vigilar su implementación y evaluar los resultados; también, en conjunto con el OC, deberá aplicar las sanciones que sean procedentes, y realizar una vigilancia estricta y continua de que las medidas se cumplan por todos los usuarios, en los términos en que sean definidas, de manera imparcial, eficiente y oportuna.

Los directores de los OOAPS y los jefes de DR, responsables de los sistemas de uso más prioritario y más demandante, deberán tener un especial cuidado en la evaluación continua de la oferta y la demanda, con la consigna de que la segunda se ajuste a la primera, y evaluar, con la frecuencia o continuidad que las circunstancias lo demanden, dependiendo de la fase de la sequía, las condiciones actuales de disponibilidad y requerimiento, para en el mismo tenor hacer los ajustes necesarios que permitan satisfacer las demandas más urgentes y prioritarias, conciliar intereses opuestos y controlar los conflictos por la apropiación y uso del agua. Es particularmente importante que estos funcionarios y sus equipos de trabajo, vigilen continuamente, y denuncien y apliquen las sanciones correspondientes, cuando sea el caso, a las tomas clandestinas y a las extracciones mayores a lo autorizado, pues ambas situaciones agravan las condiciones de disponibilidad, afectan a los usuarios que sí se ajustan a las disposiciones, y contribuyen a crear y exacerbar los conflictos.

En el caso de riego, deberá vigilarse que las superficies y volúmenes que se apliquen sean los autorizados, y que no se siembren superficies mayores, porque cuando los cultivos están en pie, se les debe proporcionar agua, en detrimento de los demás usuarios.

Las tomas para uso doméstico igualmente deberán estar bien identificadas, y ajustarse a sacar solo el volumen autorizado en base a la dotación *per capita* que esté acordada. Todo lo que sea ilegal o esté fuera de contexto deberá reportarse, sancionarse y en su caso, cancelarse.

La vigilancia en el control y uso del agua no solo compete a los administradores; también los propios usuarios deben participar en esta labor, puesto que son los más interesados en que la escasa agua disponible se use de la mejor manera. No obstante, esto no debe caer en el espionaje patológico, pues no se trata de denunciar y acusar sin ton ni son, sino de asegurarse que los principios de equidad, igualdad y eficiencia se cumplan. Por ello, los comités de ciudadanos –de un pozo, de un canal, de una manzana o colonia o barrio–, pueden resultar los más efectivos (dado que las instituciones difícilmente pueden dedicar el suficiente personal y atender las posibles múltiples quejas o denuncias) los órganos de vigilancia y control, a pequeña escala, y si los usuarios se cuidan entre sí, habrá más probabilidad de que los objetivos de ahorro y buen uso se alcancen, con el mínimo de conflictos.

De aquí la importancia de que el agua se mida, por lo cual, una de las medidas estructurales más efectivas es la instalación y operación de dispositivos medidores de gasto y volumen, pues con

ello se evitan muchas situaciones subjetivas y se hacen más transparente la actuación tanto de administradores como de usuarios.

Tanto el OC como el CC, a través del GSE, deberán mantener abierto un canal de comunicación e información; el primero para dar y recibir propuestas, datos, instrucciones y reportes; el segundo, para difundir hacia los usuarios la información relevante y oportuna que emane de los órganos de análisis y decisión, así como de las indicaciones a seguir para que el fenómeno tenga el menor impacto posible.

La implementación de PMPMS no es asunto trivial; no se resume a formular el plan y dejarlo latente. Más bien, es un programa que debe diseñarse en tiempos de abundancia, mantenerlo a punto e implementarlo desde la etapa de prealerta de la emergencia, vigilar su aplicación, evaluar sus resultados, ajustar sobre la marcha las estrategias y medidas que lo ameriten, y al final del episodio, evaluar su desempeño, sus aciertos y fallas, para con ello hacer mejoras y la actualización.

Aunque se ha designado un equipo de trabajo que tiene la mayor responsabilidad en el PMPMS –el GSE–, la responsabilidad es de todos, compartida entre instituciones e individuos; a final de cuentas, la sequía es un fenómeno que afecta a todos, y por ende, todos deben contribuir y participar en hacerla más llevadera, en lograr la resiliencia y en prepararse más adecuadamente cada vez para los próximos episodios, los cuales son, desafortunadamente, impredecibles e inevitables. Solo en la medida en que se transite de la actitud reactiva a la proactiva, los usos y usuarios del agua tendrán más oportunidad de afrontar el riesgo y salir menos dañados. Los costos –económicos, materiales, políticos, sociales y ambientales– de soportar una sequía sin tomar las mínimas precauciones, son demasiado elevados, y por ende, invertir recursos en la preparación para afrontar y superar el riesgo, justifican el esfuerzo.

Además, dados los cada vez más obvios y severos impactos de la sequía –como el episodio de 2011 y 2012–, hacen urgente planear para actuar oportuna y eficazmente en aras de paliar un fenómeno cuyos impactos pueden ser potencialmente catastróficos.

7. Seguimiento y evaluación del programa

Realizar el seguimiento y evaluación de la aplicación o ejecución del PMPMS, es primordial para identificar oportunamente los efectos adversos, inesperados no previstos, y para permitir llevar a cabo las medidas adecuadas para corregirlos o evitarlos. Este capítulo se centra en el sistema de indicadores previsto para efectuar el seguimiento de la aplicación de las medidas del programa y sus efectos. El sistema de seguimiento tiene como objetivo la comprobación del cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación de la sequía propuestas en este documento, así como la valoración de las posibles desviaciones producidas y las planteadas para ajustar las medidas y determinaciones del programa o, en su caso, la propuesta de revisión y/o ajuste del mismo (CWCB, 2010, 2011).

El cumplimiento de las medidas se efectúa a través del Sistema de Indicadores de Seguimiento, y la valoración de desviaciones y las propuestas de ajuste y revisión se efectúan a través del informe de seguimiento o informe post-sequía, los que se describen a continuación.

7.1. Sistema de Indicadores de Seguimiento

La función de los indicadores de seguimiento de un programa es tratar de ofrecer una imagen continua, permanente y oportuna de la evolución de los elementos más relevantes del mismo; constituyen, por tanto, una foto móvil –sección longitudinal- del desarrollo del programa. Los PMPMS presentan, a estos efectos, una característica diferenciada del resto de los programas, ya que su objetivo es minimizar los efectos de un fenómeno recurrente, pero no permanente, por lo que el grueso de sus medidas (con excepción de las medidas estratégicas) es de aplicación temporal, no permanente.

El análisis final que buscan los indicadores de seguimiento se mantiene pero no está referido a una sucesión continua en el tiempo sino a una serie de episodios que se presentan de modo recurrente y aleatorio pero sin continuidad temporal. En la práctica, por tanto, los indicadores del PMPMS responden más a una sucesión de análisis diacrónicos de episodios diferenciados en el tiempo, de duración incierta pero finita.

7.1.1. Características de los indicadores

Los indicadores de seguimiento, para cumplir eficazmente su función, deben reunir las siguientes características (FAO, 2010):

- Representar información relevante.
- Ser concretos, objetivos y transparentes.
- Ofrecer información cuantitativa, no sólo cualitativa.
- Requerir información fácilmente obtenible y sistematizable.

7.1.2. Tipos de indicadores

De acuerdo con el objetivo del sistema de indicadores, es decir por su finalidad, los indicadores pueden agruparse en:

- *Indicadores de avance*, que reflejan el cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación del PMPMS.
- *Indicadores de efectos*, que reflejan los efectos de la aplicación del PMPMS.
- *Indicadores de eficiencia*, que reflejan el grado de cumplimiento de las metas y objetivos del PMPMS.

Por otro lado, de acuerdo con el *tipo de medidas* del PMPMS a las que se refieren, los indicadores pueden agruparse en:

- Indicadores del *ámbito de la previsión*
- Indicadores del *ámbito operativo*
- Indicadores del *ámbito organizativo y de gestión*

Entonces, con base en las clasificaciones anteriores, a continuación se presentan los indicadores que se proponen para realizar el seguimiento y evaluación del PMPMS.

7.1.3. Indicadores del ámbito de la previsión

Son los indicadores de análisis y monitoreo de las sequías, mencionados en el Capítulo 5 del presente programa. Los elementos sobre los que se conforman los indicadores, son aquellos cuyo estado es claramente indicativo de la proximidad, presencia y gravedad de la sequía (meteorológica, agrícola e hidrológica) y de los que se dispone de la información necesaria. Estos elementos son los siguientes:

- La precipitación pluvial
- Los escurrimientos superficiales de los ríos
- Los niveles de almacenamiento en las presas
- Los niveles estáticos y dinámicos de los acuíferos

Con base en la información de las variables anteriores, los indicadores propuestos en el Capítulo 5 son los siguientes:

- Índice de Precipitación Estandarizado (SPI)
- Índice Hidrológico de Sequías (SDI)
- Índices de Estado (I_e)
 - Índice de Escurrimiento (I_f)
 - Índice de Embalse (I_{emb})
 - Índice de Estado Mixto (IEM)

Como fuentes de información para establecer el sistema de indicadores se han utilizado las series históricas de precipitación proporcionadas por el SMN para estimar la sequía meteorológica mediante el SPI (aunque el SMN utiliza menos estaciones de las disponibles, es la información y resultados oficiales, responsabilidad del SMN, para efectos de seguimiento y alerta temprana); y las series históricas de hidrometría (aportaciones de agua a las presas) facilitadas por el OC Bravo de la CONAGUA para estimar la sequía hidrológica mediante el SDI.

Para estimar los índices de estado (I_e) en el caso de los sistemas regulados (distritos de riego con presas de almacenamiento), se han utilizado los datos de volumen almacenado y de aportación de los embalses que caracterizan cada uno de los sistemas, mediante los cuales se determinó el Índice de Estado Mixto (I_{EM}). En los sistemas no regulados o que no cuentan con información de almacenamientos o aportaciones de agua a las presas, se han considerado únicamente los datos disponibles ya sea de aportación o de almacenamiento, para determinar el Índice de Escurrimiento (I_f) o el Índice de Embalse (I_{emb}), según corresponda. El I_{EM} puede ser uno de los indicadores que el DOF (2012) menciona como posibles de que la CONAGUA contemple a futuro para caracterizar el fenómeno.

En todo caso, el sistema de indicadores debe adaptarse a las peculiaridades de cada sistema de explotación o abastecimiento de agua, considerando además los datos disponibles en cada uno de ellos.

Para cada indicador se establecen cuatro umbrales (normalidad, prealerta, alerta y emergencia) que enmarcan las fases progresivas de gravedad de la sequía (D0, D1, D2, D3 y D4):

- Situación estable o de normalidad
- Situación de prealerta: D0
- Situación de alerta: D1
- Situación de emergencia: D2

7.1.4. Indicadores del ámbito operativo

Son los indicadores relacionados con las medidas operativas (preventivas y de mitigación) del PMPMS, que se subdividen en:

- Indicadores relativos al manejo de la oferta de agua
- Indicadores relativos al manejo de la demanda de agua

En la Tabla 1.1 se relacionan los indicadores propuestos para cada ámbito, indicando su finalidad (de avance, de efectos, de eficiencia).

Tabla 7.1 Sistema de indicadores del ámbito operativo.

Ámbito	Finalidad	Indicador
Manejo de la oferta de agua	De avance	Activación o rehabilitación de infraestructuras en desuso que se puedan utilizar en situación de sequía (p. ej. pozos profundos).
		Activación del uso de fuentes alternas de agua (p. ej. Manantiales, trasvases, etc.)
		Activación de medidas de emergencia (p. ej. uso de pipas).
		Activación del programa de intercambio de derechos de agua.
	De efectos	Volumen de reserva extraído de embalses.
		Volumen de reserva extraído de acuíferos.
		Volumen trasvasado hacia otras cuencas.
	De eficiencia	Relación entre volúmenes de reserva extraídos de embalses y volúmenes de reserva previstos para su utilización en sequías.
		Relación entre volúmenes de reserva extraídos de acuíferos y volúmenes de reserva previstos para su utilización en sequías.
Manejo de la demanda de agua	De avance	Realización de campañas de sensibilización.
		Aplicación de restricciones de usos del agua.
		Modificación temporal de tarifas y penalización de excesos.
	De efectos	Disminución del volumen suministrado al abastecimiento público por las medidas de atenuación (%).
		Disminución del volumen suministrado al riego por las medidas de atenuación (%).
		Incremento en recaudación por modificación de tarifa y penalización (%).
	De eficiencia	Relación entre la reducción total del volumen suministrado al abastecimiento público y el objetivo de reducción previsto en cada etapa de sequía.
		Relación entre la reducción total del volumen suministrado al riego y el objetivo de reducción previsto en cada etapa de sequía.

7.1.5. Indicadores del ámbito organizativo y de gestión

Los indicadores de este ámbito pueden considerarse básicamente como indicadores de avance que reflejan si se han cumplido las previsiones del PMPMS, en cuanto a la creación de la estructura administrativa, a la disposición de medidas para el desarrollo del programa y a la realización de las actividades de seguimiento del mismo.

A estos efectos se proponen los indicadores siguientes:

- Creación de los órganos para la gestión y seguimiento previstos en el PMPMS, ya sea el propio GSE o un subgrupo específicamente dedicado a esta labor.
- Nombramiento y asignación de personal y medios de trabajo.
- Elaboración de reglamentos y protocolos de funcionamiento.
- Seguimiento de indicadores de previsión en situación de normalidad.
- Seguimiento de indicadores operativos en situaciones de emergencia.
- Redacción de informes post-sequía.

7.2. Informe post-sequía

Al finalizar una situación de sequía, sea cual sea la fase de máxima gravedad a la que haya llegado (severa, extrema o excepcional) se debe redactar un informe post-sequía en el que se compruebe la aplicación y el cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación del PMPMS, con base en los datos que aporta el sistema de indicadores, se valoren las desviaciones y se elaboren las propuestas correspondientes para resolverlos, que pueden derivar, en su caso, en una modificación o revisión del propio PMPMS. Es útil registrar objetivamente todas las acciones que se hayan realizado, así como sus resultados, con el detalle suficiente que permita una evaluación crítica. Así, registrar tiempos, costos, efectividad, obstáculos, ventajas, desventajas y cualquier otro aspecto que haya tenido relación con las medidas, darán pauta para que en situaciones futuras, se pueda mejorar o desechar lo realizado, y así dar más precisión y utilidad al PMPMS.

Los informes post-sequía constituyen la memoria institucional de los eventos, y son elementos de análisis, de amplia utilidad para mejorar las versiones de los PMPMS, dándoles mayor objetividad y precisión.

El manejo de la sequía, desde la perspectiva de la aplicación oportuna de las medidas, debidamente organizado en documentos completos, accesibles y con enfoque imparcial, es un elemento de mucho valor, entre otras cosas para:

- Tener estimaciones más precisas para dimensionar el costo del fenómeno, sin previsión y con medidas preventivas
- Evaluar las medidas más efectivas por su impacto, su costo y su facilidad y oportunidad de aplicación, así como por su aceptación social
- Identificar y mejorar los detalles del monitoreo, la alerta temprana, los factores detonantes y los umbrales de cada fase del fenómeno
- Mejorar los aspectos de comunicación, información y difusión, así como las responsabilidades de actuación que correspondan a las autoridades y a los usuarios
- Tener mayores elementos de juicio en cuanto a la prioridad sectorial (después del uso doméstico), para mejorar el valor social y económico de un recurso escaso, finito y vulnerable, como lo es el agua
- Ayudar a crear y aumentar la conciencia social y la cultura del agua, a efecto de que futuros eventos sea más fácilmente soportables y con menores impactos negativos

- Aportar elementos más objetivos para que, en las fases más severas del fenómeno, la ayuda gubernamental (como el FONDEN), pueda dimensionarse más apropiadamente y con mejores resultados

A fin de cuentas, para que un programa como el PMPMS pueda valorarse y definir si tiene sentido el esfuerzo de hacerlo y ponerlo en marcha, es necesario darle seguimiento para evaluar su efectividad. Desde el enfoque de que es más fácil (y mejor) prevenir que lamentar, si la sequía es un fenómeno potencialmente catastrófico, entonces darle seguimiento abona a que en eventos futuros, se tengan más elementos de juicio para mejorar la actuación de todos quienes tienen responsabilidad en el manejo y uso del agua, y a que el propio PMPMS se enriquezca y retroalimente, para que esas mejoras se reflejen en una disminución de la vulnerabilidad y del riesgo, todo lo cual se manifiesta en la mitigación del impacto.

Por la amplia diversidad natural y social del CC-Bravo, y por ende a que la sequía tiene impactos diferentes en función de las regiones y sus características, una estrategia adecuada del seguimiento puede ser que por cada región hidrológica y más aún por cada uno de los principales sistemas de aprovechamiento (DR, ZM, Zona industrial), se haga la valoración y el reporte del fenómeno, lo cual ayuda a una mejor caracterización geográfica, hidrológica y socioeconómica, lo que, en futuros eventos, permitirá enfocar los esfuerzos y recursos a aquellas partes más vulnerables o sensibles.

Por ende, esto debe hacerse con mayor énfasis y detalle para los DR principales (Delicias, Bajo Bravo, Bajo San Juan, por ejemplo), así como para los principales conglomerados poblacionales e industriales (ZM Chihuahua, ZM Juárez, ZM Monclova-Frontera, ZM Saltillo, ZM Monterrey, ZM Matamoros-Río Bravo-Reynosa). Esto, desde luego, no implica dar menor relevancia a los demás sistemas de uso del agua, como pequeñas poblaciones y zonas de riego, sino dimensionar dónde el impacto es mayor, y dónde la aplicación del PMPMS puede tener más relevancia, en términos de mitigar los efectos.

8. Revisión y actualización del programa

Desde el enfoque de que la sequía es un fenómeno que es recurrente, aunque no cíclico, y de que sus efectos son diferentes para cada episodio, en razón de los cambios naturales en la zona afectada, así como en la vulnerabilidad social, la planeación para prevenir y mitigar sequías es más eficaz cuando se ve como un proceso continuo, en lugar de un proceso discreto que resulta en un documento que será archivado y sólo revisado al inicio de una sequía. Por ello, se propone que el presente PMPMS sea revisado y actualizado de manera continua o al menos periódica.

Se considera una *revisión* del PMPMS la introducción de cambios significativos en su organización o medidas de actuación.

Debe procederse a la revisión al menos en los casos siguientes:

- Cuando se redacte por primera vez y se detecten errores o inconsistencias significativas que requieran ser modificadas.
- Modificación sustantiva de los umbrales de indicadores y medidas de gestión como consecuencia de la consideración de modelos que tengan en cuenta el cambio climático.
- Modificación sustantiva de la información relativa a niveles de explotación de acuíferos.
- Cuando la magnitud de las desviaciones sea tal que obligue a introducir cambios sustanciales en los indicadores y cambios de previsión o en el programa de medidas del PMPMS.

Se considera una *actualización* del PMPMS la adaptación de aspectos muy concretos a las circunstancias de cada momento o la introducción de pequeños retoques que no afecten a los contenidos básicos.

Debe procederse a una actualización al menos en las circunstancias siguientes:

- Cambios poco significativos en el sistema de organización y seguimiento.
- Cambios poco significativos en el sistema de indicadores, umbrales y medidas.
- Correcciones de errores mínimos o mejoras muy concretas del propio PMPMS.

8.1. Proceso de revisión pública

Es importante realizar un proceso de revisión pública para que la ejecución del PMPMS sea eficaz. Este proceso puede reducir futuras objeciones y conflictos durante los períodos de sequía y ayuda también a asegurar que el programa refleje los valores generales de los usuarios del agua. El Consejo de Cuenca del Río Bravo debe asegurarse que el PMPMS, una vez aprobado, esté disponible para revisión y comentarios públicos, y debe haber la suficiente apertura para hacerle las adecuaciones y/o modificaciones que sean pertinentes.

Para ello, se sugiere que el PMPMS, además de ser publicado de manera impresa y en formato electrónico, esté disponible en un sitio Web, donde pueda ser consultado libremente por todos los interesados. También se pueden programar reuniones públicas para recibir retroinformación de los usuarios.

En este sentido, la participación de todos los sectores usuarios e institucionales del Consejo de Cuenca, en cuanto a aportar criterios, conceptos y elementos que hagan que el PMPMS se mejore, deben formar parte de la agenda en las reuniones periódicas, en las cuales los interesados expresen sus dudas y propuestas (FAO, 2010).

Desde luego, la primera y quizá más obligada revisión al PMPMS debe hacerse al inicio del ciclo agrícola-hidrológico, al 1 de octubre de cada año, cuando, al finalizar la temporada de lluvias, ya se tiene una cantidad definida de agua disponible en los embalses, sobre lo cual se hacen los programas y planes de riego, que es el sector de mayor demanda. Según los volúmenes disponibles –que definen los umbrales requeridos por el PMPMS–, si las condiciones de los indicadores como el IEM, son tales que no se puede garantizar el suministro de toda la demanda normal, entonces habrá que hacer los ajustes en oferta y demanda que se consideren más viables y efectivos, si es que se avizora –mediante el monitoreo– que puede estar próximo un evento de sequía (Wilhite, 1991).

Es relativamente frecuente, sobre todo en distritos de riego, solicitar, por parte de los usuarios, la cantidad de agua “normal” para una demanda promedio histórica, lo cual es conveniente si se tiene el volumen suficiente; incluso, en algunos ciclos, se conceden volúmenes mayores, que permiten sembrar superficies mayores (de segundos cultivos) o utilizar el agua adicional para otros usos en el campo, como recarga de acuíferos, lavado de suelos, combate de malezas, etc.

Sin embargo, cuando las condiciones iniciales no son tan benignas, no se puede garantizar el volumen que satisfaga esas demandas normales, y entonces tienen que aplicarse restricciones para ahorrar esos volúmenes no disponibles. En estas condiciones, es realmente complicado convencer a los usuarios de que las condiciones no permiten comprometer el volumen que no se tiene, ya sea porque los embalses no disponen de él o porque el horizonte de la escasez se ve de larga duración, o ambos.

Es aquí donde debe entrar en juego la negociación y convencimiento, de las autoridades, hacia los líderes y usuarios, a quienes debe mostrárseles con cifras y hechos lo temerario de adoptar una política hídrica equivocada y riesgosa. Como debe ser sabido por todos, existe en la CONAGUA un Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas (el llamado CTOOH), grupo técnico institucional de trabajo que analiza, evalúa y define los volúmenes que de cada embalse deben programarse para su extracción; estos análisis se hacen con la estadística hidrométrica, las características de las obras, las demandas que plantean los usuarios, y las perspectivas hidrológicas de corto y mediano plazo, y desde luego, considerando los resultados del monitoreo y las condiciones de alertas, si las hubiera. Atender estas recomendaciones es entonces un primer paso para tener al menos una garantía mínima de que con el agua asignada se podrá suplir una demanda acorde a las circunstancias, buscando que los impactos sean mínimos por la insuficiencia de agua.

Una segunda revisión, un tanto rutinaria, deba hacerse al término del ciclo otoño invierno, durante el mes de marzo. Esto permite confirmar lo planeado en octubre, si es que las condiciones previstas se mantienen, o bien hacer los ajustes adecuados, si las condiciones han cambiado. Aquí, los jefes de distrito, junto con los módulos de riego, deben analizar conjuntamente las condiciones actuales, las esperadas y la factibilidad de cumplir las expectativas de la demanda, considerando las opciones de mantener un volumen de reserva mínimo en los embalses, tanto para el suministro al uso doméstico como para iniciar el siguiente periodo agrícola al menos con las condiciones mínimas.

En varios de los DR el ciclo agrícola principal es el Primavera-Verano (PV), de marzo a octubre, que es cuando se siembran y riegan las mayores superficies y por ende se demandan los mayores volúmenes. Así entonces, la revisión al inicio del PV permite dimensionar más acertadamente lo que se debe extraer de los embalses, a efecto de soportar la demanda, y que cuando llegue la siguiente temporada de lluvias, se pueda esperar la recuperación. El riesgo, como siempre, es lo que debe ser estimado, presuponiendo la posibilidad de que la siguiente temporada lluviosa sea más baja de lo esperado –lo cual podría tener cierta estimación en los pronósticos climatológicos

estacionales-; por ello, la revisión que se haga y sus ajustes deben contemplar esa eventualidad, que puede ser perfectamente posible, aunque quizá menos probable.

En cuanto al sector de máxima prioridad, el público urbano, los directores de los OOAPS tienen la responsabilidad de planear, visualizar y prevenir, en coordinación con la CONAGUA, las posibles condiciones de disponibilidad de agua para el sector doméstico. Así, si la fuente de suministro es un embalse, deben planear conjuntamente con los usuarios agrícolas y con los jefes de distrito el mantener el volumen necesario para suplir la demanda doméstica mínima incluso en las condiciones y situaciones más críticas.

Si la fuente de suministro es el acuífero, aunque es relativamente más segura, debe monitorearse continuamente la variación de niveles y la calidad. En general, a mayor sequía, más demanda de agua para uso doméstico, aunque se tienda a proporcionar la dotación mínima, dependiendo de la fase del fenómeno. Pero ocurre, con cierta frecuencia, que los acuíferos son sensibles a la extracción, variando en mucho sus niveles y en casos extremos, con bajas más profundas de lo que los equipos de extracción alcanzan. Esto lleva consigo la opción de disminuir la extracción o de profundizar los equipos, o ambos.

Desde este enfoque, la revisión del PMPMS en este sector prioritario requiere una revisión y actualización más frecuente, prácticamente continua, en aras de que la población siempre disponga de al menos un volumen mínimo con el cual satisfacer sus necesidades más elementales.

8.2. Necesidades de investigación identificadas

Debido a la complejidad de la sequía como fenómeno natural, persisten muchos aspectos que aún son desconocidos, y que requieren abordarse, vía la investigación, para tener una mejor apreciación de lo que se puede y se deba hacer, en términos de disminuir los impactos.

A lo largo del desarrollo de esta primera versión del PMPMS se detectaron diversas lagunas de información y conocimiento sobre aspectos relacionados con la sequía que ameritan la realización de investigaciones específicas para subsanar las deficiencias encontradas. Aunque los estudios correspondientes para cubrir estas lagunas de información no pertenecen propiamente al ámbito de los PMPMS, se considera conveniente aprovechar la aprobación y ejecución de estos programas para, por una parte, llamar la atención sobre la importancia de cubrir estas carencias y, por otra, ir generando información y entendiendo mejor las relaciones e interacciones entre los diversos factores que intervienen en el fenómeno, y que esto sirva de base experimental para la elaboración de esos estudios (Velasco *et al.*, 2005; SEMARNAT, 2009)

Sobre estas ideas, algunas de las principales líneas de investigación que pueden ser pertinentes son las siguientes:

- Generar diversos escenarios de sequías, es decir, modelar el posible comportamiento de los sistemas de abastecimiento de agua ante distintos grados de déficit hídrico.
- Intensificar y profundizar el estudio de los fenómenos naturales que explican la variabilidad climática (El Niño, La Niña, manchas solares, etc.) y su relación con la sequía.
- Realizar investigaciones sobre la evolución histórica y prehistórica de la sequía mediante métodos como la dendrocronología (estudio de los anillos de los árboles), o el estudio de las capas de hielo y los sedimentos.
- Investigar, más a fondo, la relación entre las sequías y los incendios forestales para prevenir ambos oportunamente.
- Realizar estudios sobre la relación entre la calidad del agua de los ríos y acuíferos y los diferentes niveles de sequía.

- Proponer metodologías para estimar la vulnerabilidad social y sectorial el impacto de la sequía, así como estrategias para superar los daños en el menor tiempo y al menor costo posible.
- Efectuar estudios sobre la vulnerabilidad e impacto de la sequía a pequeña escala (municipios y comunidades), así como el diagnóstico sobre la gestión y el uso del agua en esos mismos niveles.
- Investigar los efectos de la sequía en diferentes grupos sociales, por ejemplo: según ocupación, nivel socioeconómico, etnia, etc., para seleccionar debidamente los “grupos objetivo”.
- Generar e implementar modelos de optimización de uso del agua, desde las fuentes de abastecimiento hasta los diversos usos, incluyendo costos del servicio, costos de oportunidad, tarifas que tiendan al autofinanciamiento, tarifas diferenciadas por sector y por volumen.
- Investigar sobre las mejores prácticas y métodos para fomentar la sensibilización y cultura del agua, impulsar el cambio de actitudes y la visión de usuarios comunes, respecto a la vulnerabilidad y limitación del agua disponible, de su cuidado, buen uso y costo.
- Investigar sobre los efectos benéficos de la sequía, es decir, identificar aquellos sectores de la economía y de la sociedad que, de alguna, pueden beneficiarse de este fenómeno climatológico: empresas tecnológicas de riego, transporte de insumos, mercancías y productos, instituciones de seguros y créditos, etc..
- Y, finalmente, desarrollar y/o adaptar tecnologías innovadoras para: captar, almacenar y potabilizar el agua en comunidades rurales marginadas; reutilizar, reciclar y redistribuir el agua en los hogares, en la industria y en la agricultura; y reducir el consumo de agua para hacer un uso más eficiente en los distintos usos; es decir, aplicar en la medida de lo posible, gradualmente, las medidas identificadas, tanto de largo como de corto plazo, a fin no solo de superar los estragos del fenómeno, sino de alcanzar la sustentabilidad.

9. Conclusiones

Para el fenómeno de la sequía, se estima que los costos de prevenirla son o pueden ser sensiblemente más bajos que los costos de no hacerlo; es decir, actuar de forma reactiva, cuando el fenómeno ya está ocurriendo, tiene serios y costosos inconvenientes, mientras que si se toman medidas preventivas, aunque no se logra evitar su ocurrencia, sí es posible disminuir sus impactos.

La amenaza que implica un episodio de sequía impulsa a tomar medidas que atenúen los severos daños potenciales; la incertidumbre de su duración, severidad y extensión, es razón suficiente para planear el cómo afrontar el fenómeno, cómo prepararse para cuando ocurra, los impactos, si no evitables, al menos que sean soportables.



Potencialmente la sequía es un desastre social, económico y ambiental, producto de un fenómeno natural inevitable, impredecible, sin inicio ni fin bien determinados, sin trayectoria ni epicentro.

En el territorio del Consejo de Cuenca del Río Bravo, a pesar de su gran extensión territorial y de la amplia variedad natural, económica y social de sus diversas regiones, tiene como común denominador que están sobre la misma gran cuenca del Río Bravo, el que actúa como eje articulador de todo el sistema, en el cual, por tanto, lo que ocurra en alguna de sus partes, puede repercutir en el resto.

Como se ha puesto de relieve en este Programa, la gestión de la sequía equivale en gran medida a la gestión de conflictos, que también son inevitables, con la intención de manejarlos y

solucionarlos en sus primeras fases, antes de que adquieran tales proporciones que se salgan de control.

Ante condiciones de escasez temporal de agua, con desfavorables perspectivas hidrometeorológicas de corto plazo que ayuden a paliar la emergencia, y no obstante que se disponga de la infraestructura necesaria, es el uso adecuado –con visión de equidad, igualdad y eficiencia- de los limitados y reducidos volúmenes de los que se dispone, la clave para soportar el embate natural es la adecuada gestión del agua. De aquí la importancia de planear, y de entender para atender lo que debe hacerse, a través de estrategias y medidas que resulten apropiadas, oportunas y eficaces.

El otro enfoque, tanto o más importante en esta gestión, es la participación, institucional y social, de todos los sectores sociales y económicos, que confluya en una eficaz gobernabilidad de las condiciones de emergencia. El agua, su uso y cuidado es asunto de todos; por ende, todos, usos y usuarios, deben aportar su esfuerzo para soportar y superar los inconvenientes de estas condiciones críticas.

En este Programa se ha hecho el planteamiento de cómo planear para afrontar la sequía: desde la conformación de un equipo o grupo de trabajo que atienda específicamente el tema, hasta las necesidades y características de su actualización continua. Se ha hecho una visión retrospectiva de su ocurrencia e impacto histórico; la evaluación preliminar de la vulnerabilidad por célula de planeación, la identificación de las posibles medidas cuya aplicación ayuda en el ahorro de agua, desde el punto de vista de la oferta y de la demanda.

Cada sistema de uso del agua (distrito de riego, zona urbana, zona industrial, unidad ambiental o ecológica), debe definir los umbrales específicos de sus fuentes de abastecimiento para cada fase de la sequía, de tal forma que cuando esos umbrales se alcancen, y con el apoyo del monitoreo continuo de las condiciones ambientales, se active oportunamente la alerta temprana, con lo cual se pongan en práctica las diferentes medidas de ahorro del agua.

La información de que se dispone –estadística, hidrométrica, cartográfica, social, económica, ambiental, etc.- para la región, indica que la vulnerabilidad es alta (entre otras causas, por ser una región árida y semiárida, y que la demanda usualmente supera a la oferta), que las sequías ocurren con una alta tasa de recurrencia, y que de por sí, la región es deficitaria de agua; por ende, ante un episodio de escasez temporal, se exacerban las condiciones deficitarias y existe un alto riesgo de trastocar todos los aspectos sociales, económicos y ambientales de extensas áreas, para una gran población, cuyas actividades están centradas en el agua como principal insumo. Frecuentemente, las sequías se prolongan durante años, y eso complica aún más las condiciones regionales, que derivan en mayor pobreza, marginación, desempleo, migración y deterioro ambiental.

Por otro lado, existe el compromiso del Tratado de 1944, en el que México debe entregar una cierta cantidad de agua, en periodos anuales y quinquenales, a los Estados Unidos; cuando esto no se puede cumplir, los conflictos entre estados a ambos lados de la frontera no se dejan esperar, e incluso llegan hasta los más altos niveles gubernamentales. Este es un factor adicional que impacta severamente la disponibilidad de agua en el lado mexicano, creando tensiones entre los

usos y usuarios de la parte alta (Chihuahua), contra los de la parte baja (Tamaulipas), conflictos que no son fáciles de solucionar.

Por todas estas características, un Programa como el que aquí se esboza es, con seguridad, un instrumento de planeación, análisis e implementación de criterios, medidas y estrategias que resultan necesarias para afrontar el fenómeno, con la visión de transitar hacia el enfoque proactivo de actuación ante un episodio de sequía. Tiene como objetivo global que las diversas partes sectoriales de uso del agua alcancen consensos en la repartición del volumen disponible cuando este es insuficiente para satisfacer toda la demanda, y a que cada una de ellas asuma el déficit que le corresponde, como parte del costo que tiene la emergencia ante una escasez de agua que, como se puede demostrar, adquiere características de bien social cuando es insuficiente.

Así, la adecuada organización social e institucional, el consenso de acuerdos, el asumir y ejecutar la parte que a cada ente corresponde en el buen uso y ahorro del agua, y el sentido de responsabilidad y solidaridad ante un fenómeno que afecta a todos, son los elementos que permitirán superar el embate de la sequía, con el menor daño posible, y por ende con significativas perspectivas de una pronta y buena recuperación a las condiciones previas. En todo este proceso, desde luego, tiene un papel importante la comunicación y difusión de la información, que permita a todas las partes saber lo que esté pasando y lo que se espera a corto plazo, para con ello tomar las medidas y decisiones más acertadas y actuar en consecuencia.

Este primer Programa para el CC Bravo, en la medida en que se revise, corrija, actualice y ejecute, con la oportunidad deseable, podrá llegar a convertirse en un instrumento de planeación y actualización que ayude a mejorar la gestión del agua y los conflictos, a mejorar la evaluación de la vulnerabilidad, a perfeccionar los índices que permitan caracterizar el fenómeno, y con todo esto, a tener un más oportuno y preciso monitoreo, que conllevará a una más eficiente alerta temprana.

Bibliografía

- Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/sequiasB.pdf>
- Aparicio Mijares, Francisco Javier, Enrique Ortega Gil, Jorge Arturo Hidalgo Toledo, Álvaro Alberto Aldama Rodríguez. 2009. Recursos hídricos en la frontera norte. IMTA. Jiutepec, Mor.
- Cano, L. y Hernández, G. 2007. Las sequías en México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Consultado en línea el 12 de abril de 2013 desde: <http://www.imta.mx/>
- Castorena, G. 1980. Las sequías en el siglo XX. En: Análisis histórico de las sequías en México. Secretaría de Recursos Hidráulicos-Comisión Nacional Hidráulica. pp. 59-61.
- CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2001a. Atlas nacional de riesgos de la República Mexicana. México.
- CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2001b. Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. Secretaría de Gobernación. México, D.F. 226 pp.
- CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2007. Fascículo Sequías. Secretaría de Gobernación. México, D.F. 36 pp.
- CILA (Comisión Internacional de Límites y Aguas, Sección Mexicana), 2013. Información hidrométrica sobre los volúmenes aportados por México al Río Bravo, según el compromiso establecido en el Tratado de Aguas Internacionales entre México y los Estados Unidos, de 1944. Documentación interna.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2000. 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. SEMARNAT, DOF, 17 de abril. México, D.F.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2009. Sistema de información de planes directores de los Distritos de Riego, SIPLADIR, versión 3. SGIH, Gerencia de Distritos de Riego. México.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010a. Acuerdo por el que se determina la circunscripción territorial de los organismos de cuenca de la Comisión Nacional del Agua. SEMARNAT, DOF, 1 de abril. México, D.F.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010b. Documentos básicos de los consejos de cuenca. SEMARNAT. México, D.F. 80 pp.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010c. Sistema de información de seguridad de presas. SGT-GASIR. México.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2011. Inventario nacional de plantas municipales y de tratamiento de aguas residuales en operación. SEMARNAT. México, D.F. 404 pp.

- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012a. Ley de aguas nacionales y su reglamento. SEMARNAT. México, D.F.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012b. Programa hídrico regional visión 2030. Región hidrológico-administrativa VI Río Bravo. SEMARNAT. México, D.F. 190 pp.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012c. Análisis espacial de las regiones más vulnerables ante las sequías en México. SEMARNAT. México, D.F. 43 pp.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2013. Información hidrométrica y climatológica del Organismo de Cuenca Bravo. Documentación interna.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2010. Proyecciones de la población de México 2010-2050. Consultado en línea el 15 de mayo de 2013 desde: <http://www.conapo.gob.mx/>
- CWCB (Colorado Water Conservation Board). 2010. Municipal drought management plan. Guidance Document. Denver, CO. USA. 123 pp.
- CWCB (Colorado Water Conservation Board). 2011. Sample of a municipal drought management plan. City of Shallow Creek Fiction County. Denver, CO., USA. 124 pp.
- DOF (Diario Oficial de la Federación), 2012. Lineamientos que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía. SEMARNAT.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. Gestión del riesgo de sequía y otros eventos climáticos extremos en Chile. FAO/Ministerio de Agricultura de Chile. Santiago, Chile. 117 pp.
- Florescano, E. 2000. Breve historia de la sequía en México. 2ª edición. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México, D.F. 252 pp.
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2013a. Programas para la prevención y mitigación de sequías (documento de soporte teórico). SEMARNAT. Jiutepec, Morelos. 61 pp.
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2013b. Guía para la formulación de programas de prevención y mitigación de sequías. SEMARNAT. Jiutepec, Morelos. 58 pp.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2004. Guía para la interpretación de cartografía: edafología. INEGI, Aguascalientes, México, 28 pp.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2010. Censo de población y vivienda 2010. Consultado en línea el 20 de mayo de 2013 desde: <http://www.censo2010.org.mx/>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2012. Sistema de cuentas nacionales de México: Producto Interno Bruto por entidad federativa 2007-2011. INEGI. Aguascalientes, Ags. 339 pp.

- INEGI, 2010. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/>,
<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biinegi/default.aspx#P>,
<http://www.contactopyme.gob.mx/parques/intranets.asp>.
- INEGI serie IV. Uso de suelo y vegetación, 2010. México, 2010.
http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa_y_municipio
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Summary for policymakers. The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. and New York, NY, USA.
- ISDR (International Strategy for Disaster Reduction). (2009). Evaluación socioeconómica de los desastres en México: herramienta para la gestión del riesgo.
- Martínez-Austria, P. 2007. Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México. Vol. I. IMTA/SEMARNAT. Jiutepec, Morelos. 75 pp.
- McKee, T., N. Doesken y J. Kleist. 1993. Drought monitoring with multiple time scales. American Meteorological Society, 9th Conference on Applied Climatology, pp. 233-236.
- Méndez, M. y V. Magaña. 2010. Regional aspects of prolonged meteorological droughts over Mexico and Central America. In: Journal of Climate, No. 23, pp. 1175-1188.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2005. Guía para la redacción de planes especiales de actuación en situación de alerta y eventual sequía. Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General del Agua. Madrid, España.
- Nalbantis I. y G. Tsakiris. 2009. Assessment of hydrological drought revisited. In: Water Resources Management, Vol. 23, No. 5, pp. 881-897.
- NDMC (National Drought Mitigation Center). 2013. What is drought planning?. Consultado en línea el 25 de mayo de 2013 desde: <http://drought.unl.edu>
- NOAA. 2013. National Climatic Data Center, National Oceanic and Atmospheric Administration. <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/prelim/drought/spi.html>.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial). 1999. Sistemas de alerta temprana para casos de sequía y desertificación: papel de los servicios meteorológicos hidrológicos nacionales. OMM-No 96. Ginebra, Suiza. 12 pp.
- OMM (Organización Meteorológica Mundial). 2006. Vigilancia y alerta temprana de la sequía: conceptos, progresos y desafíos futuros. OMM-No 1006. Ginebra, Suiza. 24 pp.
- Ortega-Gaucin, D. 2012. Sequía en Nuevo León: vulnerabilidad, impactos y estrategias de mitigación. Instituto del Agua del Estado de Nuevo León. Apodaca, N.L. 222 pp.
- Palmer, W. C. 1965. *Meteorological Drought*. U. S. Department of Commerce. Weather Bureau. Research Paper No. 45. Washington D. C. 58 pp.

- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Cambio climático: ciencia, evidencia y acciones. SEMARNAT. México, D.F. 81 pp.
- SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2013. Seguimiento mensual de afectación por sequía. Consultado el 17 de mayo de 2013 desde: <http://smn.cna.gob.mx/>.
- Tamayo, L. 2009. Geografía moderna de México. Trillas. México, D.F. 544 pp.
- Velasco, I., L. Ochoa y C. Gutiérrez. 2005. Sequía, un problema de perspectiva y gestión. En: Región y Sociedad, El Colegio de Sonora. Vol. XVII, No. 34. pp. 35-71.
- Wilhite, D. A. 1991. Drought planning: a process for state government. In: Water Resources Bulletin, AWRA, Vol. 27, No. 1. pp. 29-38.
- Wilhite, D. A. 1993. Preparing for drought: a guidebook for developing countries. Earth Watch Climate Unit. UNEP. Lincoln, NE., USA. 78 pp.
- Wilhite, D. A. 2000. Drought as a natural hazard: concepts and definitions. In: Wilhite, D. A. (Ed.), *Drought: a global assessment*. Vol. I. Routledge. New York, N.Y., USA. pp. 3-18.
- Wilhite, D. A. 2011. Drought. In: Enciclopedia of Water Science, 2nd edition. Taylor and Francis. New York, N.Y., USA. pp. 215-217.
- Wilhite, D. A. y O. Vanyarkho. 2000. Drought: pervasive impacts of a creeping phenomenon. In: Wilhite, D. A. (Ed.), *Drought: a global assessment*. Vol. I. Routledge. New York, N.Y. USA. pp. 245-255.

Siglas y acrónimos

CC Consejo de cuenca
CENAPRED Centro Nacional de Prevención de Desastres
CMI Índice de Cultivo de Humedad (Crop Moisture Index)
CONAGUA Comisión Nacional de Agua
CONAPO Consejo Nacional de Población
CONEVAL Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
CTOOH Comité Técnico de Operación de Obras Hidráulicas
DICONSA Sistema de Distribuidoras Conasupo, S.A. de C.V.
DIF Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia
DOF Diario Oficial de la Federación
DR Distritos de riego
FONDEN Fondo de Desastres Naturales
GSE Grupo de Seguimiento y Evaluación
GTD Grupo Técnico Directivo
I_e Índices de Estado
I_f Índice de Escurrimiento
I_{emb} Índice de Embalse
I_{EM} Índice de Estado Mixto
IMTA Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía
LAN Ley de Aguas Nacionales
LICONSA Leche Industrializada Conasupo, S.A. de C.V.
NOAA Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration)
OOAPS Organismos Operadores de Agua Potable y Saneamiento
OUA Organizaciones de Usuarios del Agua
PDSI Índice de Palmer para la Severidad de la Sequía (Palmer Drought Severity Index)
PHR Programa Hídrico Regional
PMPMS Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía
PND Plan Nacional de Desarrollo
PNH Programa Nacional Hídrico
PRONACOSE Programa Nacional contra la Sequía
PTAR Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales
RDI Índice de Recuperación de la Sequía

REPDA Registro Público de Derechos de Agua

RHA Región Hidrológico Administrativa

RHA VI Bravo Región Hidrológico Administrativa VI Río Bravo

SDI Índice de Escurrimiento Estandarizado (Stream Drought Index)

SEDESOL Secretaría de Desarrollo Social

SEMARNAT Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SMN Sistema Meteorológico Nacional

SPI Índice de Precipitación Estandarizado (Standardized Precipitation Index)

STPS Secretaría del Trabajo y Previsión Social

SWSI Índice de Suministro de Agua Superficial (Surface Water Supply Index)