



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS – PLANEACIÓN

**Una propuesta metodológica para la evaluación de la plausibilidad
de los escenarios: el caso del sector hídrico de México**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTORA EN INGENIERÍA

PRESENTA:

M.I. RITA VICTORIA DE LEÓN ARDÓN

TUTOR PRINCIPAL
DR. GABRIEL DE LAS NIEVES SÁNCHEZ GUERRERO, FACULTAD DE INGENIERÍA

COMITÉ TUTOR
DR. BENITO SÁNCHEZ LARA, FACULTAD DE INGENIERIA
DR. TOMÁS BAUTISTA GODÍNEZ, CUAED

MÉXICO, D. F. Abril 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO

Presidente: DR. FELIPE DE JESÚS LARA ROSANO

Secretario: DR. BENITO SÁNCHEZ LARA

Vocal: DR. GABRIEL DE LAS NIEVES SÁNCHEZ GUERRERO

1^{er.} Suplente: DR. TOMÁS BAUTISTA GODÍNEZ

2^{d o.} Suplente: DRA. IDALIA FLORES DE LA MOTA

**Lugar o lugares donde se realizó la tesis:
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, FACULTAD DE INGENIERÍA**

TUTOR DE TESIS:

DR. GABRIEL DE LAS NIEVES SÁNCHEZ GUERRERO

FIRMA

AGRADECIMIENTOS

- **A la Universidad Nacional Autónoma de México** por haberme brindado la oportunidad de formarme.
- **A CONACYT** por el apoyo económico brindado durante los estudios de doctorado.
- **A mi tutor Dr. Gabriel de las Nieves Sánchez Guerrero** por sus enseñanzas, apoyo y guiarme en el mundo de la investigación de sistemas y del agua.
- **Dr. Felipe Lara-Rosano** por introducirme a los sistemas complejos y proveerme de panoramas más amplios con el fin de fortalecer este trabajo.
- **Dr. Gustavo Paz Soldán Córdova⁺**: por compartir generosamente sus conocimientos en materia de agua y prospectiva.
- **Dr. Benito Sánchez Lara**: brindarme sus conocimientos y una guía precisa durante la investigación.
- **Dr. Tomás Bautista Godínez**: por guiarme durante el proceso de doctorado y por sus acertadas observaciones sobre la investigación.
- **Dra. Idalia Flores**: por su apoyo entusiasta y por su calidad humana.
- **Prof. Per Danemmand Andersen y DTU Management Department**: por darme la oportunidad de realizar la estancia de investigación y el curso doctoral.
- A los siguientes académicos y funcionarios gubernamentales por brindarme su conocimiento y reflexiones a lo largo de mi formación doctoral: **Dr. Jorge de Victorica, Dra. Rosa Luz González Aguirre, Prof. Ramón Córdova, Dr. Carlos Díaz, Dr. Eric Mollard, Dr. José Gaitán Neme, Dr. Rafael Val, Dr. René Rohrbeck, Dr. Víctor Alcocer, Dra. Adriana Sandoval, Dra. Ana Cecilia Espinosa, Dra. Cynthia Selin, Dra. Gabriela Mantilla, Dra. Georgina Fernández Villagómez, Dra. María Vicenta Esteller Alberich, Dra. Mirosława Figueroa, Dra. Patricia Ávila, Dra. Silvia Vicente, M.I. David Barocio Cruz, M.I. Juan José Díaz Nigenda, M.I. María Watson, M.I. Montserrat Serra, M.I. Ricardo Sandoval, M.I. Rodrigo Sepúlveda. M.I. Victor Franco, Mtra. Lorena Torres Bernardino, Prof. Laugge Rasmussen, Dra. Jane Russell, Bibliotecaria Shirley Ainsworth, Mtra. Suyin Ortega Cuevas, Dr. Konstantin Aravossis, Dr. Caroline Gallez, Dr. Cristian Albert, Dra. Judith Dominguez, Dra. Vanessa Schweizer, Dr. Rafael Ramírez, Dr. Alonso Ibarra.**
- **Lic. Susana Ramírez** por su ayuda con los trámites de CONACYT.
- Al posgrado de Ingeniería de Sistemas, en especial a **Connie, Ivonne, Carmen, Enrique, Víctor, Fernando, Giannis, Dra. Patricia Balderas, Dr. Javier Suárez, Reyna y Marypaz**, por su apoyo.
- A los compañeros del seminario de Sistemas Sociales y Complejidad, en especial a: **Raquel, Pamela, Dra. Fuensanta Fernández** por su motivación constante.
- **Dra. Aída Huerta** por su amistad y las experiencias compartidas.
- **Martita** por su amistad y ayuda incondicional
- **Florecita, Claudia, Iris, Luis Felipe, Erika, Joel** por su amistad y motivaciones.
- **Edwige** por ser como una hermana.
- **Dr. Victor Hugo Ardón Mayorga** por su respaldo permanente.
- **Familia Ardón Cuesta** por su motivación constante y por su ayuda incondicional.
- **Agradecimientos especiales a mi mamá, los abuelos y mi hermano Rodrigo por su cariño, apoyo total y por motivarme siempre a luchar.**

INDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE GRÁFICAS	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	13
PREFACIO	15
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA	17
1.1 La conceptualización sistémica del futuro	17
1.2 Planeación sistémica	17
1.4 Los escenarios en el contexto de la planeación hídrica mexicana	19
1.5 Sobre la plausibilidad de los escenarios en el contexto de la planeación.....	21
1.6 Problemática de la evaluación	22
1.7 Problemática de la evaluación de escenarios	23
1.8 La problemática general de la planeación del agua	25
1.9 La problemática de los escenarios de agua del sector hídrico	30
CAPÍTULO 2. PROBLEMA POR RESOLVER	35
2.1 Preguntas de investigación	36
2.2 Objetivos	37
2.3 Supuestos de la investigación.....	38
2.4 Alcance y limitaciones de la investigación.....	38
2.5 Justificación	39
2.6 Potencial de uso de la investigación	41
CAPÍTULO 3. ESTADO DEL ARTE EN TORNO A LA EVALUACIÓN DE PLAUSIBILIDAD DE LOS ESCENARIOS	45
3.1 Evolución del concepto evaluación sistémica	46
3.1.1 El Modelo CIPP	48
3.1.2 Evaluación sistémica de Hummelbrunner (2011)	50
3.1.3 Developmental evaluation de Patton (2011)	51
3.2 Evolución de la evaluación de escenarios	51
3.2.1 Ideas principales de la evaluación de escenarios en general.....	54

3.2.2 Ideas principales de la evaluación participativa de escenarios	56
3.2.3 Criterios de evaluación	58
3.3 Sobre la evaluación de la plausibilidad de escenarios	59
3.3.1 Teoría de la evidencia	59
3.3.2 El modelo de análisis de la plausibilidad.....	62
3.3.3 La plausibilidad como una conjunción de la capacidad prognóstica y confiabilidad.....	63
3.3.4 Teoría del diseño plausible TDP	63
3.4 Líneas de investigación	64
3.4.1 Tipología de evaluación de escenarios	64
3.4.2 Naturaleza operativa y métrica de criterios	65
3.4.3 Revisión de los impactos en el contexto	65
3.4.4 Línea de investigación a seguir	65
3.5 Los enfoques de la planeación y el manejo del agua en México.....	65
3.6 Los escenarios del agua en México	70
CAPÍTULO 4. MARCO CONCEPTUAL EN TORNO A LA EVALUACIÓN DE PLAUSIBILIDAD DE LOS ESCENARIOS.....	77
4.1 La planeación interactiva o adaptativa.....	78
4.1.1 Características generales	78
4.1.2 Escenarios, estructura y proceso de construcción	80
4.1.3 El escenario como sistema	83
4.2. Definición de evaluación sistémica	85
4.2.1 Características generales	85
4.2.2 Participación.....	87
4.2.3 Criterios generales de evaluación	91
4.3 Diseño de sistemas anticipatorios.....	92
4.3.1 Elementos básicos de diseño	92
4.3.2 Sistemas anticipatorios difusos	96
Medición difusa	99
4.3.3 Técnicas complementarias de diseño.....	103
4.4 Planeación adaptativa del agua (AWP)	106
4.4.1 Racionalidad ambiental compleja.....	106
4.4.2 Rasgos distintivos	108
4.4.3 Características de los sistemas de agua	110

4.4.4 Rol de los escenarios dentro de la planeación adaptativa del agua	114
CAPÍTULO 5. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA PLAUSIBILIDAD DE LOS ESCENARIOS: EL CASO DEL SECTOR HÍDRICO DE MÉXICO.....	117
5.1 El concepto de escenario dentro de la planeación interactiva-adaptativa ...	119
5.1.1 Construcción del escenario como sistema	120
5.1.2 Construcción de la evaluación de escenarios como sistema	122
5.2 El concepto de plausibilidad en los escenarios	127
5.2.1 La plausibilidad como un juicio de frontera	129
5.2.2 Plausibilidad estructural, funcional y contextual.....	130
5.3 Sistema evaluación de la plausibilidad de escenarios	133
5.3.1 El concepto de evaluación de la plausibilidad de los escenarios de agua en el caso mexicano.....	137
5.4 Aplicación de la propuesta metodológica para la evaluación de escenarios en el sector hídrico mexicano.....	160
5.4.1 Determinar las fronteras de evaluación (paso 1)	161
5.4.2 Seleccionar a los expertos (Paso 2).....	166
5.4.3 Aplicar los cuestionarios mediante la técnica difusa Delphi (Paso 3)	169
5.4.4 Construir las matrices de evaluación: plausibilidad parcial y pesos del subsistema (paso 4)	171
5.4.5 Desfusificar y obtener la plausibilidad global (paso 5)	173
5.4.6 Generar la función matemática (Paso 6)	176
5.4.7 Llenar la matriz de clasificación de estados de plausibilidad (Paso 7)	177
5.4.8 Reportar las actividades de evaluación (Paso 8).....	179
5.5 Discusión de resultados	183
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y REFLEXIONES FINALES	185
Recomendaciones para aumentar la plausibilidad de los escenarios	189
Limitaciones de la investigación.....	189
Direcciones futuras de investigación.....	190
Referencias	193
Anexo 1	208
Anexo 2	210
Anexo 3.....	233
Anexo 4.....	235

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de la tesis	16
Figura 2. Proceso de planeación hídrica en México	19
Figura 3. Problemática de la evaluación de escenarios	22
Figura 4. Problema por resolver	36
Figura 5. Objetivos de la tesis	38
Figura 6. Revisión del estado del arte	45
Figura 7. Revisión del concepto plausibilidad de escenarios	46
Figura 8. Sistema de evaluación de Hummelbruner	50
Figura 9. Proceso circular sistémico	51
Figura 10. Relación entre creencia y plausibilidad	61
Figura 11. Tendencias en la planeación del agua en México	66
Figura 12. Marco conceptual	77
Figura 13. Tipología de los enfoques de planeación	78
Figura 14. Planeación interactiva	80
Figura 15. Sistemas anidados de Chermack	84
Figura 16. El modelo de caja negra	85
Figura 17. Estrategia para involucrar actores en evaluación	91
Figura 18. Naturaleza de los artefactos	93
Figura 19. Sistemas anticipatorios	94
Figura 20. Sistema Adaptativo Complejo (SCA)	96
Figura 21. Estructuralismo difuso	98
Figura 22. Proceso de diseño de métricas	100
Figura 23. Dominios escalas y niveles	112
Figura 24. Niveles de manejo adaptativo	113
Figura 25. Marco conceptual propuesto	117
Figura 26. Relación revisión de conceptos y marco conceptual propuesto	118
Figura 27. El escenario como sistema	121
Figura 28. Evaluación de escenarios como sistema	125
Figura 29. Relación sistema de evaluación de la plausibilidad	135
Figura 30. Sistemas funcionales	136
Figura 31. La plausibilidad como propiedad emergente	137
Figura 32. Escala lingüística	137
Figura 33. Actores en el ámbito del agua en México	144
Figura 34. Suprasistema de planeación en CONAGUA	145
Figura 35. Sistemas de gestión y operación en CONAGUA	146
Figura 36. Regiones hidrológicas-administrativas	147
Figura 37. Subsistema regiones hidrológicas administrativas	148
Figura 38. Subsistema sectores	150
Figura 39. SAC y escenarios	150
Figura 40. Escala restrictiva	154

Figura 41. Matriz de clasificación de estados de plausibilidad	159
Figura 42. Pasos para la evaluación de la plausibilidad de los escenarios	161
Figura 43. Determinar las fronteras de evaluación (paso 1).....	161
Figura 44. Seleccionar a los expertos (Paso 2)	166
Figura 45. Redes de participantes.....	168
Figura 46. Construir las matrices de evaluación: plausibilidad parcial y pesos del subsistema (paso 4)	171
Figura 47. Defusificar y obtener la plausibilidad global (paso 5)	173
Figura 48. Generar la función matemática (Paso 6)	176
Figura 49. Llenar la matriz de clasificación de estados de plausibilidad (Paso 7)	177
Figura 50. Estados de plausibilidad: Estadísticas del agua 2013.....	178
Figura 51. Estados de plausibilidad: Integración de escenarios	179

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Justificación y uso potencial de la investigación	43
Tabla 2. Esquema CIPP.....	49
Tabla 3. Evolución de la evaluación de escenarios	54
Tabla 4. Criterios de evaluación de escenarios	58
Tabla 5. Silogismos principales del razonamiento plausible	59
Tabla 6. Indicadores de plausibilidad	63
Tabla 7. Muestra de escenarios	70
Tabla 8. Características del paradigma adaptativo del agua	109
Tabla 9. Variables de estado e indicadores	134
Tabla 10. Usos del agua	149
Tabla 11. Funciones genéricas de los escenarios	152
Tabla 12. Matriz de conocimiento.....	155
Tabla 13. Números difusos triangulares de las variables lingüísticas.....	156
Tabla 14. Matriz de plausibilidad parcial.....	158
Tabla 15. Matriz de pesos de los sistemas.....	158
Tabla 16. Matriz de defusificación	158
Tabla 17. Muestra de escenarios del sector hídrico mexicano	162
Tabla 18. Expertos y sus áreas de conocimiento.....	169
Tabla 19. Expertos evaluadores: Estadísticas del agua 2013.....	170
Tabla 20. Expertos evaluadores: Integración de escenarios a largo plazo de los usos del agua	170
Tabla 21. Pesos de los subsistemas: estadísticas del agua 2013.....	172
Tabla 22. Pesos de los subsistemas integración de escenarios de agua.....	172

Tabla 23.Valor medio de la plausibilidad global por experto y por subsistemas: Estadísticas del agua 2013	174
Tabla 24.Valor medio de la plausibilidad global por experto: Integración de escenarios	174
Tabla 25.Plausibilidad global: Estadísticas del agua 2013	175
Tabla 26.Desfusificación: Integración de escenarios largo plazo	175
Tabla 27.Conclusiones Estadísticas del agua 2013	180
Tabla 28.Conclusiones Integración de escenarios	181
Tabla 29. Comparación de la plausibilidad de los escenarios	184

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. La función de pertenencia para las variables lingüísticas	156
Gráfica 2.Función logística: Estadísticas del agua 2013	176
Gráfica 3.Función de Hoerl: plausibilidad de escenarios largo plazo.....	177
Gráfica 4. Comparación de plausibilidad	185

RESUMEN

En el sector hídrico mexicano se tienen indicios de una fuerte presencia de un enfoque tradicional en el diseño de escenarios, sin embargo los estudios evaluativos que analicen sus fallas y sus fortalezas son de carácter limitado.

Con el fin de detectar áreas de mejora en los escenarios se hace uso del concepto de plausibilidad que es el grado de ocurrencia de un escenario que se determina participativamente.

Debido a que la plausibilidad es esencial en el diseño de cualquier escenario, se generó una propuesta metodológica para la evaluación de la plausibilidad. La propuesta consideró cinco aspectos claves: la pertinencia temática, la metodología del escenario, la información, la narrativa y la voluntad política. La propuesta está basada en los sistemas complejos, en la planeación adaptativa del agua y la lógica difusa.

La aplicación de la propuesta metodológica se realizó en escenarios del sector hídrico mexicano, participaron 24 expertos de distintas áreas; como resultado se obtuvo que los escenarios son evaluados como de plausibilidad insatisfactoria y se determinaron las principales deficiencias de los mismos.

Palabras claves: **evaluación, escenarios, plausibilidad, Planeación Adaptativa del Agua, sistemas complejos.**

ABSTRACT

In Mexican water sector there exists evidence of a traditional approach in the design of scenarios. However, evaluation studies focused on deficiencies and strengths are limited.

Plausibility concept is generally used in order to detect improvement areas in scenarios. Plausibility is the degree of occurrence of a scenario which is established considering a participatory perspective.

Because plausibility is essential in the design of any scenario, it was generated a methodological proposal of plausibility evaluation. The proposal considered five dimensions: thematic pertinence, methodology, information, narrative and political willingness. The proposal is based on complex systems, water adaptive planning, approach and fuzzy logic.

The application of the proposal was made on water scenarios and 24 experts participated on the evaluation. As a result it was obtained that scenarios have unsatisfactory plausibility status and deficiencies were detected.

Keywords: evaluation, scenarios, plausibility Adaptive Water Planning, Fuzzy Planning, Complex Systems.

PREFACIO

El sector hídrico mexicano necesita constantemente de un conocimiento del futuro, debido a la existencia de una crisis general de agua que afecta gran parte de su territorio y que se agudiza aún más debido a la elevada concentración poblacional ubicada en regiones con disponibilidad crítica.

Actualmente, las tendencias mundiales apuntan a la utilización de la denominada planeación adaptativa del agua (AWP) que tiene sus antecedentes en los sistemas complejos y que considera la incertidumbre como característica esencial de los sistemas de agua. Dentro de este marco se recomienda ampliamente el uso de los escenarios.

Los escenarios son definidos como una película acerca de cómo podría o debería ser el futuro. Son muy útiles cuando es necesario manejar gestiones sujetas a altos grados de incertidumbre, multidimensionalidad y cuando es necesaria la incorporación de diversos grupos involucrados en la toma de decisión.

En cualquier institución dedicada a la gestión del agua, los escenarios deben cumplir con ciertos requisitos específicos que aumenten de algún modo su plausibilidad. La plausibilidad en este trabajo se define como el grado de factibilidad de un escenario, que se establece mediante evidencia subjetiva. La aportación principal de esta investigación es la Metodología para la evaluación de la plausibilidad de los escenarios de tipo tendencial.

La tesis contribuye a la conversión operativa del criterio plausibilidad; es decir, posibilita transitar de la concepción teórica a la concepción aplicable. Finalmente, se lleva a cabo la evaluación de la plausibilidad para dos casos concretos: "Integración de escenarios a largo plazo de los usos del agua y Estadísticas del agua, 2013". Adicionalmente, esta tesis permitió la detección de algunas áreas de mejora puntuales para el diseño de nuevos escenarios.

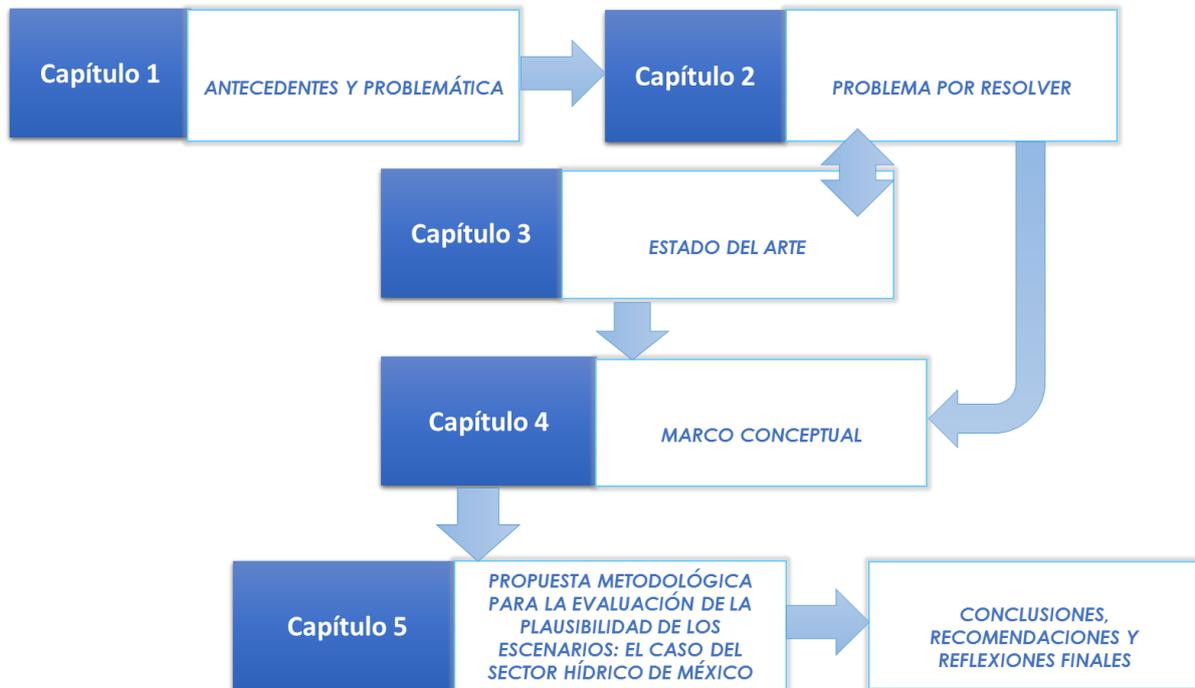
La presente tesis está estructurada de la siguiente manera:

- Capítulo 1: se abordan los antecedentes claves de este trabajo y la problemática.
- Capítulo 2: describe el problema específico por resolver, con este fin se presenta la demarcación del problema que incluye: las preguntas de investigación, los objetivos generales y específicos, y la justificación.
- Capítulo 3: se elabora el estado del arte, en el cual se analiza la trayectoria histórica de los conceptos principales de esta investigación (evaluación sistémica, evaluación de escenarios y plausibilidad).
- Capítulo 4: constituye la base conceptual sobre la que se desarrolla este trabajo y presenta una revisión de los conceptos claves (marco conceptual) y finalmente la construcción de nuevos conceptos (marco conceptual ampliado)

- Capítulo 5: *presenta la evaluación de la plausibilidad de los escenarios del sector hídrico de México.*

La figura 1. ilustra la estructura de la tesis, mediante la cual, el lector podrá ubicar los diversos capítulos y sus relaciones.

Figura 1. Estructura de la tesis



Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA

1.1 La conceptualización sistémica del futuro

A partir de la segunda Guerra Mundial se empiezan a seguir las reglas científicas surge un boom en la investigación del futuro producto de una fuerte demanda de planeación de largo plazo, extrapolación de tendencias y "prospectiva tecnológica". Kuosa (2011)

El conocimiento del futuro ha tomado diversos nombres Sardar (2010) menciona quince términos relacionados, entre los cuales están: futurología, futurible, prospectiva, estudios del futuro, investigación del futuro y *foresight*; y por otra parte no se deben dejar de considerar los términos: pronósticos, *futures thinking*, predicción, previsión, proyección y prognosis, que también son usados ampliamente. Y por supuesto que dentro de esta formalización del conocimiento del futuro se incluye a la planeación.

Si bien es cierto que los estudios del futuro constituyen un área con grandes dificultades conceptuales y filosóficas con lo cual su "cientificidad" está constantemente a prueba, no se puede descartar la importancia que estos estudios tienen en el desarrollo de la planeación debido a que se enfrentan situaciones a futuro cada vez más complejas.

El enfoque sistémico no es más que la concepción de la realidad como un sistema, es decir, como un conjunto de elementos interrelacionados en el que las propiedades del sistema son más que las propiedades sumativas de los individuos y que tanto el sistema como sus elementos tienen finalidades.

La incorporación del pensamiento y práctica de los sistemas en el campo de los estudios futuros puede verse como una respuesta a la necesidad de éstos últimos de incorporar enfoques profundos para manejar los problemas complejos, humanos y transdisciplinarios (Floyd, 2008). Por otro lado Lo Presti (1996), también menciona que los estudios futuros durante su desarrollo han tendido siempre hacia un análisis sistémico.

Para Miklos & Tello (2007), la visión holística es un componente esencial de las prospectiva porque al diseñar y construir el futuro, se enfatizan tanto el modo en que las cosas interactúan como las cosas mismas.

Durance & Godet (2010) indican que a finales de los años sesenta y principios de los setenta se empezó a enlazar con un gran auge y productividad la tecnología y el análisis de sistemas y su vinculación con los estudios del futuro.

1.2 Planeación sistémica

La planeación sistémica, como su nombre lo indica consiste en la incorporación de los principios y metodológicas del enfoque de sistemas bajo circunstancias caracterizadas por la complejidad e incertidumbre (Leelur, 2007).

Dentro de la planeación denominada sistémica puede encontrarse la planeación interactiva. De acuerdo con Ackoff (1984) la planeación interactiva está directamente

relacionada con ganar el control del futuro, indica que el futuro de una organización depende de lo que se hace ahora. Este tipo de planeación consiste en el diseño de un futuro deseable y la selección o invención de formas para hacerlo posible.

Lo interesante, es que como un requerimiento de esta situación, se deben vislumbrar y comparar dos características distintas del futuro, una naturalmente es lo que pasa con determinado sistema si su comportamiento no cambia y continúa igual (las tendencias) y la otra característica es el sistema deseado, el construido. Ambos sentidos tienen diferentes implicaciones y condicionantes.

1.3 Planeación del agua en México

La planeación federal de los recursos hídricos del país está regida por la Ley de Planeación y la Ley de Aguas Nacionales. Con base en el Plan Nacional de Desarrollo de cualquier sexenio se elabora un programa hidráulico que define políticas (dentro de una política integral) y establece objetivos y metas.

Para llevar a cabo la planeación regional se establecen 13 regiones hidrológicas-administrativas. Las cuencas hidrológicas administrativas están compuestas por Estados y éstos a su vez se subdividen en municipios, cada uno de los cuáles poseen adaptaciones y particularidades de carácter legislativo.

La gestión del agua en México, de acuerdo con Carabias y Landa (2005) se realiza por medio de los siguientes elementos de gobierno.

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) define claramente las funciones del Ejecutivo federal en materia de aguas nacionales y bienes públicos inherentes, ya que es el que ejerce la autoridad y la administración por medio de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que hoy tiene dos ámbitos de acción: el nacional y el regional.

La CONAGUA es el órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAT, con funciones de derecho público en materia de gestión de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, con autonomía técnica, ejecutiva, administrativa, presupuestal y de gestión, para la consecución de su objeto, la realización de sus funciones, la emisión de los actos de autoridad que conforme a esta ley corresponde tanto a ésta como a los órganos de autoridad a que la misma refiere.

El órgano de autoridad de la Comisión es el Consejo Técnico, el cual está presidido por el titular de la SEMARNAT y constituido por los titulares de las secretarías de Hacienda y Crédito Público; Desarrollo Social; Energía; Economía; Salud; Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y por la Comisión Nacional Forestal, así como por dos representantes de los gobiernos de los estados y un representante de una organización ciudadana de prestigio y experiencia en materia de agua.

En el ámbito de una región hidrológico-administrativa, la Comisión operará por medio de los organismos de cuenca (OC). Los organismos de cuenca son organismos subordinados al director general de la Comisión, y son la

unidad técnica, administrativa y jurídica especializada, con carácter autónomo, adscrita directamente al titular de la Comisión, cuyas atribuciones se establecen en la Ley de Aguas Nacionales y sus reglamentos, y cuyos recursos y presupuesto específico son determinados por la Comisión". Las funciones de los organismos de cuenca son las mismas que las de la Comisión, pero en la región hidrológico-administrativa respectiva, y deben funcionar armónicamente con los Consejos de Cuenca (CC).

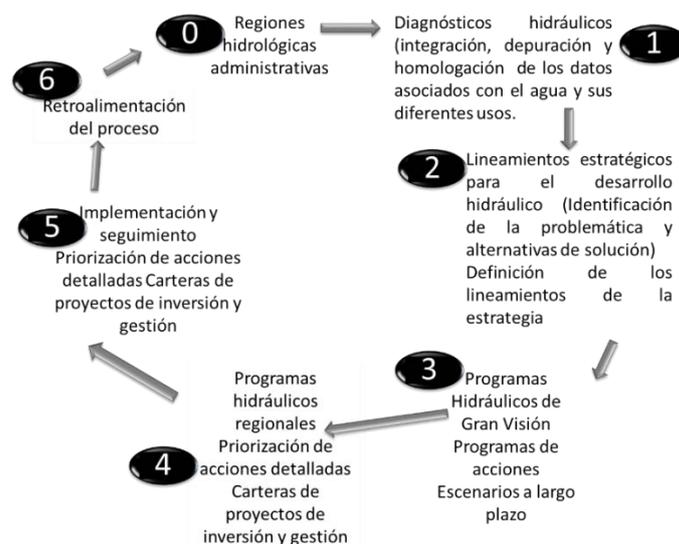
Los Consejos de Cuenca (CC) que son órganos colegiados de integración mixta, que serán instancias de coordinación y concertación, apoyo, consulta y asesoría, entre la Comisión, incluyendo el Organismo de Cuenca que corresponda, y las dependencias y entidades de las instancias federal, estatal o municipal, y los representantes de los usuarios del agua y de las organizaciones de la sociedad de la respectiva cuenca hidrológica o región hidrológica.

Los CC se auxiliarán de las comisiones de cuenca y los comités de cuenca, cuyo ámbito de acción es el de la subcuenca o grupo de subcuencas en el primer caso, y microcuencas o grupo de microcuencas en el segundo y por los Comités Técnicos de Aguas del Subsuelo o Subterráneas (COTAS), que desarrollan sus actividades en con un acuífero o grupo de acuíferos.

1.4 Los escenarios en el contexto de la planeación hídrica mexicana

Desde el Plan Nacional Hidráulico de 1975 los escenarios han sido considerados como instrumentos de planeación dentro la CONAGUA (ver figura 2.) Los escenarios son herramientas de la planeación.

Figura 2. Proceso de planeación hídrica en México



Fuente: Valencia et al, 2006

En años recientes, los Programas Nacional Hidráulico de 2001-2006 y el Programa Nacional Hídrico 2007-2012 son claros ejemplos de la utilización de los escenarios, en el

primero se consideró una visión prospectiva al año 2025 para ello se desarrollaron escenarios de oferta y demanda a lo largo del periodo 2001-2025 para determinar la infraestructura necesaria, en los que se incluirían las obras y acciones específicas para el control de inundaciones (Paz Soldán & Hernández, 2012).

En el Programa Nacional Hídrico 2007 – 2012 se realizó un análisis técnico–prospectivo de la problemática, como consecuencia surgió un escenario normativo denominado Agenda del Agua 2030.

Actualmente está en proceso de formulación el Programa Nacional Hídrico 2013-2018 (PNH), en el que se establecerán los objetivos, estrategias, acciones y metas que se desarrollarán en el próximo sexenio para ello también se consideró una visión de largo plazo.

Por otra parte organismos internacionales como las Naciones Unidas (Álcamo, & Gallopín, 2009) recomiendan que se apliquen los escenarios en la gestión hídrica, debido a:

- La necesidad de una visión a largo plazo.
- La existencia de gran incertidumbre acerca del desarrollo de los sistemas hídricos.
- El requerimiento de incluir aspectos no cuantificables ya que los sistemas hídricos están influenciados por elementos difíciles de cuantificar y modelar.
- Que son materia prima para facilitar la toma de decisiones.
- Permiten la creación de un campo para la interacción de los diferentes actores.

Por ejemplo, en este sector se tienen indicios de una fuerte presencia de un enfoque tradicional en la elaboración de los escenarios, ya que la construcción de los mismos al parecer, se limita a la proyección cuantitativa de variables generales sin considerar un enfoque sistémico y la opinión de expertos.

Últimamente se han detectado indicios de un cambio en esta construcción tradicional, situación que se puede percibir actualmente en el proceso de construcción de la agenda de agua al 2030; sin embargo los estudios documentados que verifiquen esta situación recopilando, analizando y categorizando los trabajos de escenarios en materia hídrica y con el que se puedan obtener y analizar sus fallas y sus fortalezas son de carácter limitado.

Gallopín & Rijsberman (2000) indican que el análisis de la temática de agua requiere la adopción de una perspectiva de largo plazo que permita observar el desarrollo de los procesos hidrológicos y sociales –ya que son procesos complejos con un desarrollo paulatino- y es en este punto que la consideración de los escenarios se torna fundamental en cualquier proceso de planeación vinculado al agua.

Actualmente, las tendencias mundiales apuntan a la utilización de la denominada planeación adaptativa del agua –AWP¹-(Pahl-Wostl et al, 2007) que tiene sus antecedentes en los sistemas complejos y que considera la incertidumbre como característica esencial de los sistemas de agua.

¹ Se utiliza las siglas AWP derivadas del inglés Water Adaptive Planning.

1.5 Sobre la plausibilidad de los escenarios en el contexto de la planeación

Este trabajo busca evaluar la plausibilidad de los escenarios considerando un contexto de planeación y se define la evaluación de escenarios cómo la emisión de un juicio (basado en opiniones, datos ya sean objetivos o subjetivos) acerca de si un escenario fue, es o puede ser exitoso respecto a un fenómeno en particular. Estos asuntos son multidimensionales y de carácter sistémico algunos ejemplos de ellos son la ocurrencia, participación, aprendizaje o toma de decisiones.

Hablar de plausibilidad no es fácil, es un término que fácilmente puede ser acusado de anglicismo. La Real Academia Española (2013) define plausibilidad como cualidad de plausible y plausible como: a) digno o merecedor de aplauso y b) atendible, admisible, recomendable.

En este caso, la plausibilidad en torno a los escenarios de agua en el contexto mexicano se define como el grado de factibilidad de un escenario. Este grado de creencia se puede medir antes y después del horizonte de tiempo de un escenario. Este grado de creencia en la ocurrencia de un escenario es una cuestión de diseño que depende de evidencia, asimismo la plausibilidad es difusa, subjetiva de carácter participativo y está supeditada a factores estructurales, funcionales y contextuales.

La noción de plausibilidad que aborda este trabajo busca dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Los escenarios diseñados para el contexto hídrico mexicano pueden ocurrir? esto se traduce como ¿Los escenarios son plausibles?

La plausibilidad se distingue de otras nociones como la probabilidad porque la información con la que se cuenta es incompleta, por la naturaleza propia del futuro y debido a ello, es apropiado hacer uso del término plausibilidad. La plausibilidad forma parte de la lógica difusa o borrosa (*fuzzy logic*). Este tipo de lógica busca un razonamiento aproximado en contraste con la lógica convencional que busca un conocimiento preciso (Dubois & Prade, 1980)

El diseño de evaluación de plausibilidad de escenarios que se presenta en este trabajo tiene sus bases teórico metodológico en la planeación interactiva de Ackoff retomando aspectos de lógica difusa y la teoría de diseño plausible (Hooton et al 1988).

La lógica difusa es de gran utilidad en aquellos sistemas con una alta vaguedad e incertidumbre, en los que la información con la que cuenta es vaga e imprecisa y por lo tanto sus comportamientos no son bien entendidos y por lo tanto únicamente pueden proporcionarse respuestas aproximadas. (Ross, 2004).

La lógica clásica se basa en el supuesto que existen dos valores exactos falso y verdadero, se dice que este tipo de lógica es bivalente, la lógica difusa por el contrario reconoce la existencia de valores intermedios y relativos. (Bělohlávek R., Klir G., 2011).

La plausibilidad en sí misma constituye un concepto de lógica difusa, ya que no se puede hablar de un valor preciso o exacto de plausibilidad, pero sí de intervalos y de grados de plausibilidad.

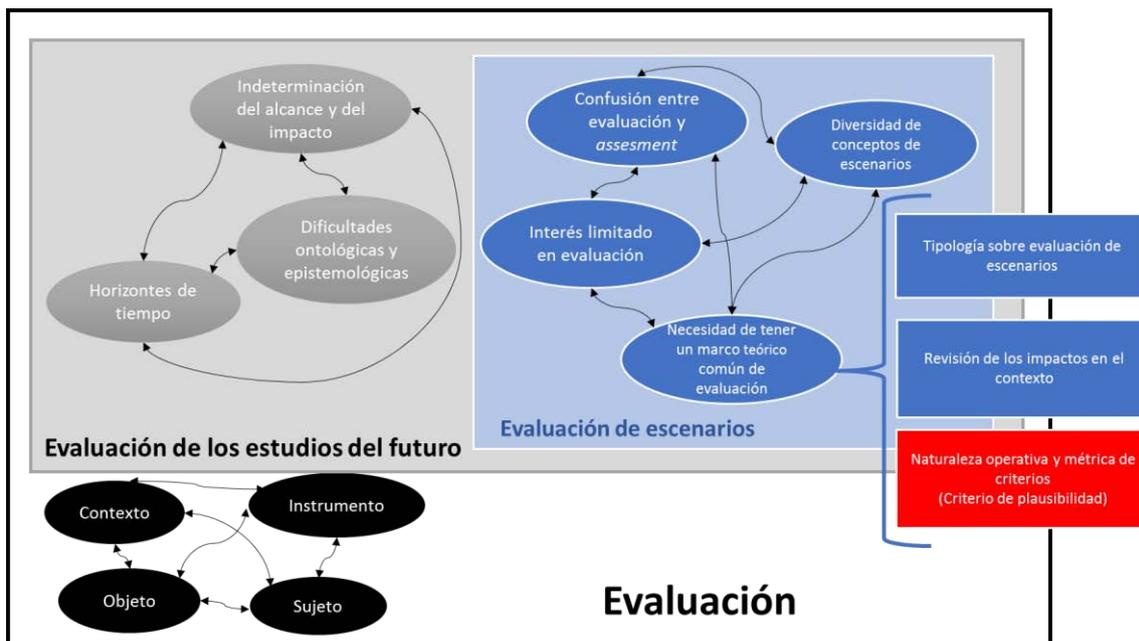
Por otro lado, la incorporación de la teoría del diseño plausible (TDP) que tiene sus orígenes también en la lógica difusa, permitió crear un concepto de plausibilidad

alrededor de la especificación de un conjunto de restricciones funcionales, estructurales y de desempeño que deben satisfacerse antes de la implementación de un escenario.

1.6 Problemática de la evaluación

En el suprasistema evaluación (ver figura 3) se afrontan dificultades en el contexto, el objeto, el sujeto y el instrumento. Dentro de la evaluación de los estudios del futuro se enfrentan los siguientes problemas: dificultades onto-epistemológicas, la indeterminación del alcance y del impacto, los horizontes de tiempo.

Figura 3. Problemática de la evaluación de escenarios



Fuente: elaboración propia

Los objetos de la evaluación son complejos, dinámicos, sujetos a interpretación, no están bien definidos, no se conocen con claridad sus fronteras, sus variables y las salidas no son controlables, además que son difícilmente medibles y predecibles.

Rossi (2000) menciona que cada evaluación tiene su propia idiosincrasia y requiere de soluciones únicas a los problemas detectados en cada estudio, y que dentro de una evaluación su grado de influencia, sus recursos y prioridades frecuentemente están asociadas a aspectos políticos, y que tanto los responsables, *stakeholders*, patrocinadores y el objeto de la evaluación cambian constantemente.

Acerca del sujeto, Guba & Lincoln (1989) mencionan que tradicionalmente la evaluación tiene una tendencia hacia el denominado "*managerialism*", es decir, que el evaluador tiene una función cómoda porque brinda legitimidad a la posición de la administración, y que la evaluación también fracasa en la incorporación de valores plurales olvidando que la evaluación es un acto político, también afirman que hay un exceso de compromiso en el paradigma científico de la indagación.

En relación con el instrumento, Rossi (2000) menciona su falta de confiabilidad y validez que tiene origen en las diferencias de lo que se mide y lo que se desea medir y el cómo se mide; igualmente los instrumentos no consideran las tendencias de maduración de lo que se evalúa ni los efectos del diseño, la pérdida de información y selección de la muestra.

Con respecto al contexto, algunas fallas de la evaluación pueden radicar en no tomar en cuenta los cambios endógenos y eventos que interfieren en la evaluación (Rossi, 2000)

1.7 Problemática de la evaluación de escenarios

La existencia de diversas corrientes implica que cualquier ejercicio de visualización del futuro conlleve diferencias como en los propósitos, el horizonte de tiempo, el número y tipo de actores, los procesos y métodos utilizados, argumentos que deben ser considerados en su evaluación, ya que un ejercicio puede ser concebido como un experimento metodológico hasta como una iniciativa política (Georghiou & Keenan, 2006).

Horizontes de tiempo

Ahora bien, List (2005) menciona dos problemas esenciales en la evaluación de los estudios del futuro: el primero es en el caso particular de los métodos, si se pretende medir la precisión de un resultado futuro habría que esperar que los horizontes de tiempo se concreten, generalmente los horizontes más cortos son de 10 años.

Indeterminación del alcance y de impacto

Otra dificultad que se tropiezan los evaluadores en los estudios del futuro es la determinación del alcance de un ejercicio de estudios del futuro.

Dificultades onto-epistemológicas

Se refieren a las implicaciones que conlleva la generación de un estado futuro. Los estudios del futuro requieren la combinación de aspectos teóricos metodológicos claramente establecidos con los procesos creativos, siendo la principal dificultad el cómo evaluar algo que en este momento no existe y que puede o no existir.

Diversidad de concepciones sobre escenarios

Existe un sin número de definiciones² para conceptualizar un escenario y difieren dependiendo de la disciplina científica bajo la cual se desarrollan (Therond et al , 2009); es necesario indicar que hay tantos enfoques de escenarios como diferentes tipos de estudios del futuro, los cuales poseen distintos objetivos (Höjer, 2011), es decir no hay una orientación única de los escenarios (Durance & Godet, 2010).

² Estas definiciones usualmente se refieren a un escenario con base en términos de futuro, pero cabe destacar que se pueden construir escenarios acerca del pasado, es por lo anterior que para esta investigación en específico el término de escenarios será vinculado únicamente con el futuro.

Confusión: *evaluation* y *assessment*

Existe una confusión generalizada en los usos de las palabras *evaluation* y *assessment*, en la literatura: no se puede apreciar, en la mayoría de los casos, una clara diferencia entre ambas. A pesar de esto, Chermack (2006) indica claramente las diferencias entre ambas conceptualizaciones dentro de la temática de escenarios: valorar (*assess*) significa estimar la cualidad mientras que evaluar (*evaluation*) significa formar una idea de la cantidad, número y el valor de algo e indica que los esfuerzos se han centrado en valorar la relación entre desempeño organizacional y escenarios o bien la relación entre escenarios y aprendizaje organizacional.

Interés limitado en su evaluación

Los enfoques metodológicos acerca de los escenarios están bastante cubiertos en la literatura académica, pero una menor atención se ha puesto en estudiar su uso, impactos y efectividad. (Volkery & Ribeiro, 2009) y a pesar de tener un rol crucial en la administración el estudio de los escenarios en el ámbito académico aún es limitado. (Aligica, 2005).

En la literatura académica existen numerosos estudios sobre las metodologías y las aplicaciones de las mismas a casos particulares, sin embargo, únicamente una pequeña fracción intenta evaluar críticamente los factores de éxito y los impactos de los escenarios (European Environment Agency 2009) y sus procesos (Hulme & Dessai, 2008).

Tomando como base las características de investigación de algunas universidades norteamericanas, Chermack³(2010) observa que hay poca investigación rigurosa sobre la planeación por escenarios que cualquier estudio razonable haría una contribución, pero asevera que la parte difícil es crear y diseñar estudios manejables con buenas métricas y que en general los productos de la planeación por escenarios son vagos, no son ni bien entendidos, ni documentados, ni estudiados y mucho menos medidos por lo que han recibido una atención superficial en la literatura (Chermack, 2006a).

Orientación actual: preferentemente cuantitativa, técnica (dirigida a temáticas específicas) y la necesidad de tener un cuerpo teórico común (lenguaje común)

La orientación actual de la evaluación de escenarios se puede clasificar predominantemente en la Generación I y II de Guba (1989).

La primera generación, considera a la medición y a la evaluación como sinónimos, y los conceptos de la Administración científica (como eficiencia y eficacia) son sumamente importantes; la segunda generación corresponde a una evaluación de carácter formativo, basada en objetivos (Guba, 1989). Asimismo la predominancia es altamente cuantitativa y considera únicamente la utilización de criterios técnicos.

Entonces, por una parte se observa una necesidad latente de la evaluación de escenarios que se refleja en la cantidad creciente de casos de aplicación y por otra se percibe un rezago en lo correspondiente a los desarrollos propiamente teóricos. En este

³Thomas Chermack es profesor investigador de la Universidad de Colorado, USA y labora actualmente en el Scenario Planning Institute; es una autoridad académica de escenarios en ese país. Se le preguntó mediante correo electrónico hacia dónde iba la investigación en la temática de escenarios, ésta fue su respuesta.

punto, surge la necesidad de la creación de un cuerpo teórico común para la evaluación de escenarios.

Adicionalmente, la mayoría de trabajos se centran en la evaluación ex-ante principalmente a la escogencia de alternativas (escenarios), es decir que se hace la selección de un escenario sin antes haber evaluado la "calidad misma del escenario", así se parte del supuesto que todos los escenarios generados tienen el mismo grado de confiabilidad y de precisión.

En los trabajos más recientes (a partir del 2006 a la fecha) el carácter participativo de la evaluación ha tomado relevancia, constituyéndose como un enfoque cuantitativo participativo.

La diversidad de criterios

Entre los criterios de carácter general más utilizados de acuerdo con la revisión de literatura de List (2005) listados en orden de importancia, están: a) retar los supuestos y enfoques de los participantes, redefinir percepciones y realidades; b) estar orientado hacia el futuro contando con un pensamiento abierto divergente y ser adaptable al cambio; c) las salidas de los escenarios deber ser directamente usables; d) plausibilidad.

El trabajo de List demuestra la carencia de una convergencia en los criterios existentes, y por lo tanto a pesar de fueron mencionados con una alta frecuencia, muchos de ellos no tienen tampoco una definición consensuada, a manera de ejemplo se puede retomar el caso de plausibilidad que fue abordada en el foro Oxford 2009 sobre estudios del futuro (Wilkinson & Ramírez, 2009), en donde se realizó una discusión sobre la definición de plausibilidad y su conveniencia en el ámbito de los estudios del futuro, foro que reflejó, sin lugar a duda, las discrepancias y diferentes concepciones acerca de este término.

Otra situación a nivel conceptual, es que los criterios casi nunca son operativos, entendiéndose como operativo la traducción a métricas e indicadores.

1.8 La problemática general de la planeación del agua

La planeación del agua en general se caracteriza por: a) incertidumbre, b) objetivos multidimensionales c) dificultad en la definición de los individuos o de los grupos que participan en la toma de decisión y d) la complejidad en las soluciones (Aravossis et al, 2003).

Incertidumbre

Innumerables factores provocan que los problemas de escasez se hayan intensificado, a continuación se describirán de manera concisa, algunos de los que poseen un alto grado de inseguridad y afectan el objeto de estudio -agua-. Más del 65% de la superficie de México es árida o semiárida, y en dicha porción del territorio se presenta apenas el 20% de los escurrimientos, mientras que allí se asientan las tres cuartas partes de la población del país (Ortíz, 1997).

En la parte sureste del territorio mexicano existe abundante disponibilidad de agua, pero no es así en el norte, centro y noroeste. La disponibilidad en el sureste se calcula que es siete veces mayor que en el resto del país. (Gómez, C, 22 de marzo de 2013).

Esto quiere decir que a nivel geográfico/climático la mayor parte de la superficie del territorio mexicano se compone de tierras áridas, a la vez que las lluvias se concentran en una estación del año. (López et al, s.f).

La disponibilidad natural del agua se calcula que para el 2020 sólo habrá 3,500 metros cúbicos por persona y en año de 1950 eran 18,000 metros cúbicos (Gómez, C., 22 de marzo de 2013). La menor disponibilidad de agua está asociada a zonas de mayor industrialización y por tanto de mayor concentración de población.

En general se puede afirmar que en las partes más pobladas y con menos disponibilidad existe una extracción excesiva del agua subterránea, esto se refiere a que la recarga natural es menor que los niveles extraídos de agua para uso antropogénico. Esta extracción excesiva provoca (Perevochtchikova, 2010):

- abatimiento de niveles freáticos,
- agotamiento de manantiales, desaparición de lagos y humedales,
- reducción del caudal base en ríos, eliminación de vegetación nativa y pérdida de ecosistemas;
- subsidencia del suelo (compactación del material geológico), que provoca el efecto visual de hundimiento del suelo y que puede ir acompañado de un proceso de agrietamiento.
- contaminación del agua subterránea en los pozos de extracción por bombeo del agua no potable, tanto en forma natural (por inducción de agua proveniente de mayor profundidad y, por tal motivo, con el índice más alto de concentración de sales).
- procesos de contaminación e intrusión de agua de mar en los acuíferos como consecuencia de la sobreexplotación de estos últimos.

Con respecto a las aguas superficiales, se sabe que en México, más de 70 por ciento de los cuerpos de agua presentan algún grado de contaminación, principalmente de metales pesados altamente tóxicos como el mercurio, plomo, cromo, cadmio y otros compuestos dañinos como el tolueno o el benceno (Greenpeace, 2010). La mayor concentración de los casos que presentan mala calidad del agua se encuentra ubicada en la región Centro y Norte de México, la región históricamente más desarrollada e industrializada, con grandes distritos de riego, actividad minera y la más urbanizada del país(Perevochtchikova, 2013).

La competencia por el recurso de agua es ya causa de conflictos sociales de diferente intensidad y escala: se presenta no sólo entre usuarios de la misma comunidad, sino entre distintas comunidades, municipios, estados e incluso en el ámbito transfronterizo (Becerra et al, 2006). La distribución de los recursos de agua, da origen a una especie de estratificación social compuesta por: 1) quienes tienen acceso al agua, sin importar si es apta para consumo humano; 2) quienes pueden llegar a tener agua relativamente limpia; 3) quienes tienen acceso a agua potable; y 4) quienes logran producir el reciclaje y recuperación de las aguas (López et al, sf). Existen 8 factores condicionantes de los conflictos sociales por agua: disponibilidad, acceso y uso, la geopolítica, la visión integrada de los recursos naturales, la calidad, el precio, el financiamiento y la vulnerabilidad social (Matus, 2011).

El cambio climático es el principal fenómeno extremo que afecta el agua en México, ya que se presentan ciclos de sequía y precipitaciones extremas, lo que conlleva una

disminución en la disponibilidad natural media de agua, en el escurrimiento superficial y en la recarga de los acuíferos, dando como resultado que más regiones hidrológico-administrativas tengan intermitencia en la disponibilidad de agua, llegando a provocar situaciones insostenibles en los casos del Valle de México (Greenpeace, 2010) y el Valle de Toluca.

El involucramiento de empresas privadas en el manejo del agua ha traído consecuencias graves para México, este tipo de participación privada cubre cinco rubros que van desde los servicios municipales de agua potable y la edificación de plantas de tratamiento de residuales hasta la expansiva construcción de presas (Enciso, La Jornada, 11 de abril 2011). Actualmente la privatización del agua es una de las mayores amenazas para el acceso universal del agua en México, ya que los criterios de cuidado y sustentabilidad de los recursos es vencida por los de rentabilidad y ganancia (Gutiérrez, 2008). Se calcula que un 73% de los hogares mexicanos compra agua embotellada para beber y cocinar, solo 16 % la toma de la llave (Universidad Nacional Autónoma de México, 29 de abril 2013).

El agua embotellada es un producto estratégico de grandes compañías transnacionales. En México la privatización ha agudizado los problemas del agua, la entrada de empresas particulares en alguna parte de la administración del agua no se ha mejorado el servicio, no se ha ampliado de forma importante la red de distribución, mientras que por el contrario, sí han subido las tarifas (Piñeyro, 2007). Como conclusión la privatización del agua en México no funciona, ya que se carece de mecanismos de regularización efectivos, las condiciones institucionales, sociales y normativas son muy distintas a las de países desarrollados en los que han funcionado algunos modelos de inversión privada. (Carabias y Landa, 2005).

Objetivos multidimensionales

La planeación del agua en México se da en cuatro grandes rubros: nacional o federal, regional, estatal, y municipal, y de esta forma se puede entender la multidimensionalidad. Claro que hay que hacer notar que dentro de cada rubro existen submultidimensionalidades, en la que factores antropogénicos y ambientales interactúan.

La planeación federal de los recursos hídricos del país está regida por la Ley de Planeación y la Ley de Aguas Nacionales. Con base en el Plan Nacional de Desarrollo, cada administración sexenal elabora un programa hídrico que define políticas (dentro de una política integral) y establece objetivos y metas. La planeación regional se basa en la división del país en 13 cuencas hidrológicas-administrativas.

Las cuencas hidrológicas administrativas están compuestas por Estados y éstos a su vez se subdividen en municipios, cada uno de los cuales poseen adaptaciones y particularidades de carácter legislativo y operativo.

La política del agua potable en México tiene una trayectoria que transita de la centralización y periferia a la descentralización y nuclearización. En sus orígenes, la gestión y administración del agua se administraba desde un organismo federal, sin injerencia estatal o municipal (Soares, 2007).

Posteriormente, de acuerdo con Soares (2007), a partir de la década de los ochenta la CONAGUA establece como estrategia para enfrentar esta problemática, la descentralización, autonomía e impulso a la participación privada en la operación de los servicios, contemplando al agua como un bien de valor económico. A partir de que los gobiernos estatales y municipales empezaron a promulgar sus propias leyes de agua potable o reestructurar las existentes, produciendo así un desajuste en la forma de gestionar el agua. Esto ha generado que la prestación del servicio público de agua esté a cargo de los ayuntamientos o de organismos descentralizados municipales y el sector privado, denominados organismos operadores de agua.

Con estas acciones la institución CONAGUA se vio limitada en sus funciones, debido a que no se establecieron claramente sus limitaciones y capacidades como eje rector, lo que conllevó una pérdida de poder en la gestión del agua en el país. Actualmente México carece de un mecanismo independiente que pueda supervisar si se respetan las normativas ambientales, administrativas, técnicas y financieras. Así, no hay ningún sistema eficaz para evaluar la actuación de los organismos públicos o privados, ni para garantizar que introduzcan mejoras.

Esto provoca actualmente que las leyes, planes y programas no sean redactados tomando en cuenta las capacidades reales institucionales sean regionales o locales para ponerlas en práctica y hacerlas valer, impactando de forma significativa en el papel de las instituciones públicas en la administración y manejo del agua (Soares, 2007).

Dificultad en la definición de los individuos o de los grupos que participan en la toma de decisión

Generalmente, los modelos de participación en México se cuestionan en dos formas distintas (Mussetta, 2009): a) respecto a la implementación de la participación y b) la crítica de los intereses personales, este último aspecto se denomina participación ficticia, ya que únicamente incorpora a los usuarios del agua reconocidos legalmente. Es decir que se origina una ausencia de diálogo entre los actores y las relaciones entre los actores sociales se realiza sólo entre los niveles institucionales (Vargas, 2011).

Sandoval (2002) afirma lo siguiente en relación a la participación:

Existe la desconfianza sobre los procesos de participación presumiblemente abiertos desde el gobierno y desde la misma CONAGUA, ya que los conflictos, la falta de acuerdos y la cerrazón para dar cauces democráticos y pacíficos en distintas regiones del país no se resuelven. Asimismo la CONAGUA se ve percibida como un ente carente de liderazgo (...) Las limitaciones en las Instancias de Participación Social se refieren al grado de aislamiento y falta de interacción dentro de las entidades participantes. En la mayoría de las veces el número de actores involucrados es sumamente alto y perjudica los procesos de planeación, asimismo no hay delimitación clara de objetivos, funciones y tareas de cada organismo y actor.

A pesar que la participación está contemplada en la Ley de Aguas Nacionales, y a partir de allí se replantean las funciones de la Comisión Nacional del Agua que consiste

en administrar y preservar las aguas nacionales, con la participación de la sociedad para lograr el uso sustentable del recurso (Mussetta,2009) .

La participación no es para cualquiera ni está abierta a “todo público”. Más bien es restringida –por reglamentación– sólo a aquellos que gocen de la categoría de usuarios legalmente reconocidos del agua. Lo que existe es un vacío en la participación de los actores ya que no se genera una participación real que convoque a los diversos usuarios y considere a los consumidores, dejando que ellos seleccionen a sus representantes. La queja también se refiere al tipo o calidad de los asuntos a los que son convocados los usuarios a participar, esto implica que no son las decisiones fundamentales y sustanciales del sector las que son participadas sino que, por el contrario, los actores de la sociedad civil son convocados para darles y que aporten información o para asuntos de menor importancia (Mussetta, 2009).

Complejidad en las soluciones

En cuanto a la solución de los problemas la principal evidencia recae en la falta de personal por parte del gobierno para cumplir una función operativa en los programas y proyectos, para generar consensos con los diversos actores involucrados, para monitorear y dar seguimiento a las actividades (Sandoval, 2002). Es decir, que el personal está concentrado en aquellas áreas de gestión y no de operación dentro de las principales organizaciones del agua, lo que genera que las soluciones no sean implementadas.

Rojas (2010) tomando como punto de partida las dificultades en la implementación de un plan de manejo de agua a nivel local sugiere que se modifiquen las estructuras organizacionales para permitir la coordinación y dirección de los procesos de implementación, esto requiere asegurar la existencia y funcionamiento de órganos institucionales específicamente creados para la implementación de planes, éstos órganos deben ser integrados por las diversas instituciones involucradas en problemas específicos y su composición puede ser de carácter temporal.

La situación de estrés hídrico, más allá de ser el resultado de las deficiencias tecnológicas o hidrológicas, es principalmente el resultado de las debilidades de las políticas públicas y de los fracasos institucionales en la gestión del agua (Nava, 2006). La crítica de los actores estudiosos del sector hídrico se dirige principalmente al Estado y esto porque suponen que ni los mecanismos ni las organizaciones son lo suficientemente maduros como para ofrecer alternativas integrales en respuesta a la complejidad de los problemas (Mussetta, 2009).

De acuerdo con Barkin (2011), la CONAGUA y otros organismos estatales y municipales vinculados al agua no han podido asegurar un servicio adecuado y accesible del agua urbana así como la protección de los ecosistemas. Afirma que la mayor incapacidad para resolver estos objetivos se debe: a) a la renuencia oficial para alentar e incluso permitir la participación social en la discusión de la gestión y vigilancia del agua; b) falta de solvencia financiera, capacidad reguladora y capacitación.

Asimismo, señala que la participación extranjera en la gestión del servicio del agua no es muy alentadora, a pesar que ha logrado expandir las áreas de cobertura ha hecho uso de prácticas financieras cuestionables para obtener mayores ganancias, sacrificando la calidad del servicio e impactando en los usuarios.

En el ámbito de la gestión urbana del agua las responsabilidades de la CONAGUA incluyen planeación, construcción, operación de infraestructuras para la extracción, transporte y entrega del agua, sino también la negociación de transferencias entre cuencas (Barkin, 2011).

Sandoval (2008) al hacer un análisis del Plan de Manejo del Acuífero Valle de Toluca, argumenta que dicho plan permite: a) conciliar el aprovechamiento de los recursos naturales. b) manejar los recursos con el fin de evitar conflictos y problemas ambientales (sustentabilidad ambiental) y c) equidad mediante procesos de decisión participativos. Características que sin lugar a dudas son afines a la gran mayoría de planes del sector hídrico mexicano.

Perevochtchikova (2013) señala los siguientes problemas de la información del agua en México:

- Responde a objetivos distintos de diversos programas y acciones de política pública.
- Es heterogénea, inexacta, imprecisa y poco sistematizada.
- La información es poco utilizada por instancias gubernamentales.
- Es incontinua en el tiempo debido al cambio en los gobiernos a escalas federal y local.
- Se pierde con los cambios en las prioridades nacionales de gestión.
- La información existente no es exigida ni conocida por la sociedad.
- La información del vital líquido es producida por una gran cantidad de instituciones. gubernamentales, no gubernamentales y organismos internacionales.
- Es presentada a distintas escalas: internacional, regional, nacional, estatal y municipal.
- Se encuentra en fuentes dispersas; a menudo, es incongruente e ilógica al compararse unas con otras.
- Carece de protocolos para generarla; las metodologías varían.
- La información de carácter gubernamental a menudo no está actualizada.

1.9 La problemática de los escenarios de agua del sector hídrico

Tipos de escenarios, fuerzas conductoras y horizontes de tiempo

Básicamente existen dos clases de escenarios: los exploratorios y normativos. Los escenarios exploratorios se limitan únicamente a proyectar tendencias de las principales variables sociotécnicas que influyen en la planeación del agua como consumo, disponibilidad, población, entre otras. Con normativo, se describe un escenario que diseña un futuro deseable y que establece las acciones a seguir para obtener su consecución.

La gran mayoría de los escenarios de la muestra tienen un carácter exploratorio y es hasta el 2007 que se ve una tendencia hacia el diseño de escenarios normativos (ver trabajo del IMTA: Planeación prospectiva para la investigación científica y desarrollo

tecnológico en materia de agua y su gestión) que culmina con la Agenda del Agua 2030, el cual puede considerarse como el primer escenario con un carácter esencialmente normativo.

Los escenarios creados por la CONAGUA hacen énfasis en casi las mismas variables y utilizan una perspectiva técnica, cuando el paradigma de Gestión Integral del Agua se fue adoptando, aspectos como cambio climático y otros fenómenos extremos empezaron a ser considerados; en general se manejan variables técnicas y variables relacionadas con la inversión, pero a pesar de la GIRH las variables sociales y su análisis no son consideradas. Álcamo & Gallopín (2009) también mencionaron que en los escenarios globales de agua los valores de las fuerzas conductoras tienen que ser actualizados y la misma situación se presenta en México.

La información del sector hídrico afecta a los escenarios, principalmente porque los datos no están actualizados y esta información es utilizada para crear proyecciones, se puede decir que en este sector la información algunas veces es más optimista que la realidad.

En consideración a las nuevas iniciativas globales, los escenarios incluyen obligatoriamente las políticas mundiales del agua las del cambio climático, sin embargo otras iniciativas como energía, petróleo, agua, son dejadas afuera. Las principales iniciativas en cuestiones de política se derivan de las Naciones Unidas, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, entre otros.

Percepción del sistema agua

La visión sistémica en los escenarios del agua se refiere a que éstos deben proveer una perspectiva más comprehensiva e integrativa tanto, a los científicos como a los actores, acerca de los cambios posibles del sistema agua (Álcamo & Gallopín, 2009), esto se refiere a considerar diferentes variables (técnicas y no técnicas) y sus interrelaciones. En el caso gubernamental las fuerzas conductoras de los escenarios son tratadas de forma separada, la interrelación entre ellas es casi imperceptible, las variables sociales no son tomadas en cuenta, y en el caso de la Agenda del Agua 2030 son tratadas de manera secundaria. En cuanto a los escenarios provenientes de otro sector se consideran diferentes variables y sus interrelaciones usando descripciones cualitativas.

En general, se puede afirmar que existe una tendencia hacia la consideración únicamente de variables técnicas en los escenarios de la CONAGUA, tales como: demanda, disponibilidad, uso, eficiencia, obras de infraestructura e inversiones. Cuando el paradigma de Gestión Integrada empieza a adoptarse, se empiezan a incorporar diversas variables relacionadas con los factores sociales y los denominados eventos extremos, pero los escenarios no se pueden considerar como completamente sistémicos.

La visión sistémica también debe incluir la adecuación a escalas geográficas pequeñas, generalmente los escenarios se construyen a una escala nacional. Por ejemplo en el caso de la Agenda del Agua 2030 (Conagua, 2011) se desarrollaron escenarios en las 13 regiones hidrológicas; sin embargo el resultado final solo revela una estrategia a nivel nacional y aspectos particulares de cada región no son considerados.

La participación es clave en la visión sistémica de los escenarios, generalmente, los escenarios se construyen participativamente.

En lo que se refiere particularmente al contexto mexicano, muchas veces es imposible reunir a los diversos *stakeholders* dentro de un *workshop* o sesión participativa: algunas veces el conflicto de intereses es tan grande y diverso que provocaría un enfrentamiento, o bien existen restricciones de tiempo y presupuestales, y se hace recomendable generar los escenarios de una manera participativa menos directa, entonces el método Delphi resulta ventajoso. El método Delphi es una técnica cuyo objetivo es obtener el consenso de opinión más confiable de un grupo de expertos por medio de series de cuestionarios con una retroalimentación controlable (Landeta, 2006).

Las consideraciones a tomar en cuenta en la selección de participantes para los ejercicios de escenarios incluyen la familiaridad relevante con el contenido del ejercicio o bien con la posición institucional, en sí se debe buscar la diversidad que incluyan numerosos puntos de vista, además de considerar el tamaño de grupos, así como también horarios y asistencia. Asimismo es necesario resaltar que escoger a los actores correctos es relevante ya que ellos poseen información y conocimiento clave.

Los escenarios tienen una enorme influencia en la reformulación de la problemática (Garb et al, 2008), ya que mediante la interacción de los *stakeholders* se puede ver mediante una nueva óptica formada a partir del conocimiento compartido. Los escenarios además de facilitar el diálogo crean nuevas redes de interacción entre actores (Garb et al, 2008), lo que es esencial en el ámbito mexicano en el que las redes no formales son de suma importancia para el alcance de resultados y con ello se vencen mecanismos institucionales que fomentan el separatismo. Asimismo dentro de los escenarios se dan procesos de negociación y quizás lo más importante es que pueden facilitar el llegar a acuerdos y a compromisos.

El análisis de la participación se ve limitado debido a que en la mayoría de los informes finales de los escenarios en el contexto hídrico mexicano no especifica la cantidad de expertos, áreas a las que pertenecen y los análisis específicamente sobre la participación en los escenarios son limitados.

Paz Soldán & Hernández (2012), considerando el marco de planeación y desde una perspectiva institucional de la CONAGUA indican que es necesario reforzar los mecanismos que fomenten la participación ciudadana responsable.

En un proceso normal de planeación de la CONAGUA en las regiones hidrológica administrativas fácilmente pueden ser identificados 151 actores institucionales que pueden ser agrupados en 10 niveles diferentes: instituciones federales, instituciones estatales, instituciones municipales, los representantes de los usuarios de aguas nacionales, las organizaciones civiles, centros de investigación, agencias internacionales, comités de cuenca entre otros.

Respecto a las innovaciones tecnológicas

Ricard (2013) hace un análisis interesante, indica que los escenarios son herramientas de carácter divergente y que combinándolas con herramientas de tipo convergente como los mapas tecnológicos permiten un aterrizaje y operacionalización de acciones concretas.

Existen numerosos conceptos de innovación tecnológica en la gestión pública, de acuerdo con Sánchez (2010) en un contexto latinoamericano la innovación tecnológica dentro la gestión pública es un proceso complejo de creación y transformación del conocimiento adicional disponible en nuevas soluciones, es decir, un proceso adaptable que se guía mediante la experimentación y el aprendizaje en un entorno cambiante.

El trabajo titulado planeación prospectiva para la investigación científica y desarrollo tecnológico en materia de agua y su gestión (IMTA, 2007) tuvo como principal finalidad precisar en materia de investigación y desarrollo tecnológico las políticas, líneas estratégicas y los objetivos correspondientes al sector hídrico. Este informe concluye que existe ausencia de pronunciamientos a favor de líneas generales de investigación que se necesitan resolver para avanzar en los desarrollos tecnológicos y que es necesario reforzar el proceso de planeación prospectiva para la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la capacitación y formación de recursos humanos para el sector hídrico en el país.

CAPÍTULO 2. PROBLEMA POR RESOLVER

El problema por resolver es la necesidad existente de desarrollar y poner en práctica criterios complementarios para determinar la ocurrencia de los escenarios adicionalmente al de probabilidad que se utiliza en situaciones de información perfecta.

La plausibilidad es uno de esos criterios frecuentemente utilizados en la literatura, sin embargo se detectan limitaciones en su puesta en práctica, el problema por resolver está ubicado dentro del área de investigación de la naturaleza operativa y métrica de criterios, por lo anterior este trabajo busca determinar y medir los aspectos que hacen plausible a un escenario, construyendo previamente una definición de plausibilidad.

De acuerdo con van der Helm (2006), los términos probabilidad, posibilidad y plausibilidad son los más usados comúnmente en el ámbito de metodologías de los estudios del futuro, siendo una de ellas la construcción de escenarios.

En el contexto de la evaluación de escenarios, el término plausibilidad se puede asociar con la evaluación ex ante: la que tiene relación con la capacidad de ocurrencia del escenario mismo. El término plausibilidad es mencionado, tanto en la literatura acerca de desarrollos teóricos como en la literatura enfocada a la solución de un problema: es un criterio ampliamente señalado en la literatura de escenarios en general (List, 2005; Mietzner & Reger, 2005; Wilkinson & Ramirez 2009; Chermack, 2011), sin embargo existe la necesidad de su cuantificación sobre todo en aquellos eventos de la toma de decisiones que se basan en ella -escenarios- (Van der Leeuw, 2009).

No existe un acuerdo definido acerca del significado del concepto plausibilidad: cómo es manufacturado, determinado, cuando, por quién y por quiénes (Wilkinson & Ramírez, 2009), además de que sus métricas están siendo subutilizadas (o quizás no están) desarrolladas -*underdeveloped*- (Van der Leeuw, 2009; Schweizer, 2009; Rothman, 2009).

La no utilización de métricas para la plausibilidad de escenarios provoca que los tomadores de decisiones: a) ignoren el análisis de escenarios porque no están satisfechos con sus resultados o, bien, no están alineados con las opiniones de los tomadores de decisiones; b) emitan juicios sobre sus posiciones políticas basados en escenarios "opacos" o de dudosa plausibilidad (Schweizer, 2009).

La selección del concepto plausibilidad, obedece a los siguientes aspectos:

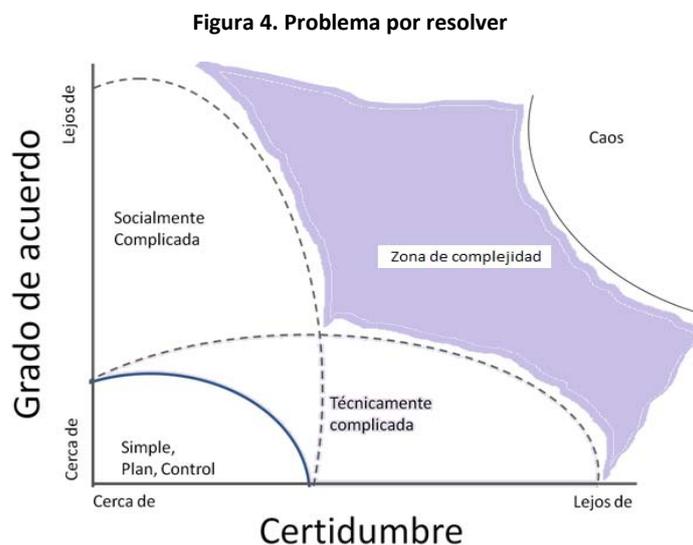
- En primer lugar, debido a la alta frecuencia de utilización en la literatura de escenarios en general.
- En segundo lugar, a su escasa cuantificación y operatividad, es decir, al limitado desarrollo de métricas que faciliten su aplicación para la solución de problemas, en el contexto de la realidad.
- En tercer lugar a que está sujeto a una diversidad de múltiples interpretaciones.

Si bien es cierto que los anteriores argumentos señalan la complejidad del término, su uso es de vital importancia para diseñar escenarios más acordes a la realidad.

Para lo anterior:

- Se definirá en primer lugar un concepto de plausibilidad que pueda ser "traducido" en una métrica (ver marco conceptual ampliado).
- Se enmarcará en la Planeación Interactiva de Ackoff (1984) y (Fuentes & Sánchez, 1995), asimismo considerara elementos de lógica difusa (ver marco conceptual).

Por otra parte, el problema por resolver se ubica en situación compleja que de acuerdo con los esquemas desarrollados por Patton (2011) y Zimmermman (1998), la zona de complejidad es aquella que se caracteriza por la existencia de una gran incertidumbre y un conflicto social alto, en la que un gran número de factores y variables intervienen algunas de ellas son desconocidas y no existe una respuesta única para el éxito. Los resultados dependen de condiciones iniciales y de interacción de diversos factores, dicha interacción es no lineal, no existe una respuesta correcta y cada situación es única (ver figura No. 4).



Fuente: Patton (2011)

El trabajo está dirigido a aquellas organizaciones de tipo gubernamental que necesiten una planeación a largo plazo de sistemas a gran escala y por lo tanto puede ser ubicado dentro de la naturaleza normativa-estratégica de la planeación.

2.1 Preguntas de investigación

Esta investigación plantea dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Qué elementos permiten dar una estructura plausible a un escenario?
- ¿Cómo medir la plausibilidad de un escenario dados sus elementos estructurales?

Para poder responder a la primera pregunta, fue necesario visualizar y construir los conceptos de escenarios y evaluación de escenarios como sistemas.

Lo anterior permitió, en el caso concreto del concepto escenario, detectar qué elementos pueden ser directamente asociados al concepto de plausibilidad.

En lo que respecta a la medición de la plausibilidad, como paso previo se deberá establecer un marco de evaluación de la plausibilidad de evaluación de escenarios que permita, en primer lugar, la medición y posteriormente la emisión de un juicio acerca de esta propiedad en los escenarios. Este marco se entenderá como la identificación de factores claves (asociados a la estructura y función del escenario), el establecimiento de indicadores para cada uno de estos factores, y posteriormente el establecimiento de una métrica y una escala de medición asociados.

2.2 Objetivos

General

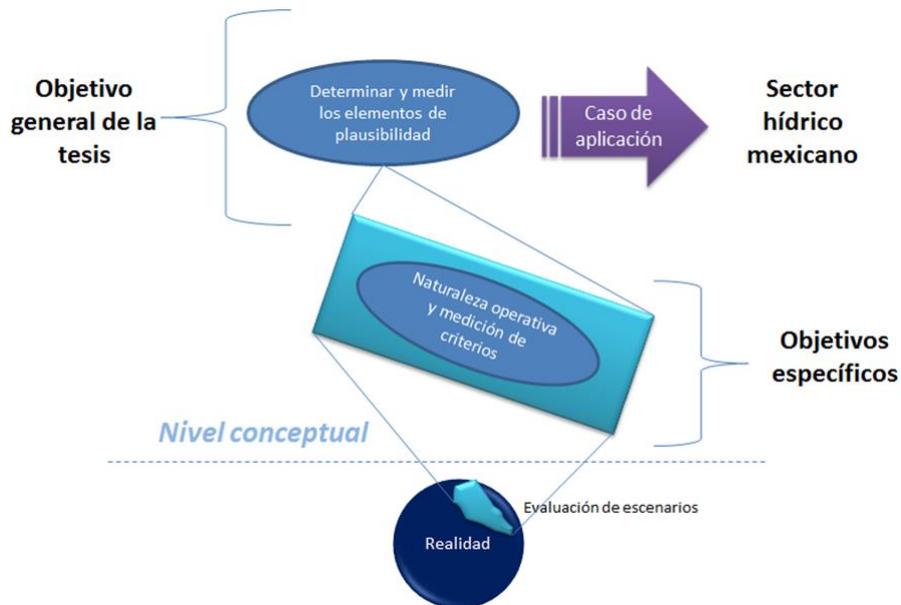
Determinar y medir los elementos de plausibilidad de los escenarios en el sector hídrico mexicano como respuesta a la necesidad de crear criterios complementarios para establecer su ocurrencia considerando un marco de evaluación ex ante y con el fin de fortalecer su construcción desde el punto de vista metodológico.

Específicos

- Desarrollar un concepto sistémico de evaluación de la plausibilidad de un escenario, considerando el esquema de planeación interactiva de Ackoff (1981).
- Identificar los elementos estructurales relevantes en la plausibilidad de un escenario.
- Aplicar la medición de plausibilidad en escenarios del sector hídrico mexicano.

La figura No. 5. se presenta de manera esquemática los objetivos de las tesis. En el primer nivel se tiene la realidad que va a ser analizada utilizando los niveles conceptuales. El primer nivel conceptual es la evaluación sistémica de escenarios (objetivos específicos), este primer nivel conceptual permite la identificación y medición de elementos de plausibilidad (segundo nivel conceptual) que se aplica en el sector hídrico mexicano.

Figura 5. Objetivos de la tesis



Fuente: adaptado de Lara (2013)

2.3 Supuestos de la investigación

- Los escenarios pueden ser objeto de evaluación.

Este supuesto se refiere al hecho de que el escenario al ser una construcción producto de la mente humana puede ser sometido a evaluación, es decir, a la emisión de un juicio basado en cuantificación, cualificación o ambas de algún aspecto en particular relacionado con los objetivos de un suprasistema determinado y bajo un contexto de toma de decisión.

- La plausibilidad es un criterio que puede ser medido en los escenarios.

En este punto se resalta el hecho de que el criterio plausibilidad está compuesto de determinados elementos que pueden ser identificados y medidos en los escenarios tendenciales.

- A los escenarios se les puede otorgar plausibilidad a través del diseño.

Se refiere a que el cumplimiento de requisitos de diseños en los escenarios constituye la base para medir la plausibilidad.

2.4 Alcance y limitaciones de la investigación

La investigación está enfocada únicamente a la identificación y medición de la plausibilidad ex ante de los escenarios.

Otra limitación de la presente investigación consiste en que no se toma en cuenta el carácter dinámico de la plausibilidad (la evolución de la plausibilidad), únicamente se hace una medición de la plausibilidad en un instante de tiempo determinado.

La propuesta metodológica fue aplicada únicamente en dos escenarios del sector hídrico mexicano y los modelos matemáticos presentados son primeras aproximaciones.

2.5 Justificación

La literatura académica sobre escenarios es extensa, sin embargo únicamente una pequeña parte de la literatura intenta evaluar los escenarios. Si se hace una búsqueda, sin tanta profundidad de la palabra escenario en las principales revistas -*Futures*, *Technological Forecasting and Social Change*, *Long Range Planning* y *Foresight* se obtiene que tan sólo un 2% de literatura está relacionada con la evaluación de los escenarios, una razón presumible de esto puede ser el hecho de que es una temática considerada por algunos como poco útil debido a la naturaleza misma de evaluar algo inexistente que puede o no puede concretarse.

Asimismo, a partir de una búsqueda detallada de la temática evaluación de escenarios en las principales bases de datos (ver capítulo Estado del Arte) se concluye que en la "escasa" literatura académica sobre evaluación de escenarios, un 28% por ciento corresponde a desarrollos teóricos, mientras que un 72% de la literatura vinculada a esta temática consiste en aplicaciones en el contexto de la realidad, principalmente relacionadas con la temática ambiental.

Lo anterior refuerza lo dicho por Harries (2003), quien establece que *la literatura de evaluación de escenarios es aún naciente, lo que se traduce en escasos esfuerzos para concretar evaluaciones realistas y medibles de la planeación por escenarios.*

Otra evidencia de los hallazgos encontrados en este trabajo son las afirmaciones emitidas por la European Environment Agency (2009), organización que indica que *aquellos a cargo de la planeación por escenarios únicamente pueden recurrir a una evidencia empírica limitada para apoyar sus juicios acerca de la manera más eficaz de proceder en esta temática.*

La revisión de literatura también demuestra que las principales temáticas que abordan la evaluación de escenarios, tomando como base un enfoque hacia la solución de problemas son: ambiente (42%), energía (13%), el contexto de negocios e industrial (14%) y la tecnología (1%); el 14% restante son categorías de carácter disperso.

Se puede concluir que la temática ambiental (ver Capítulo Estado del Arte) ha sido un sector que ha impulsado en gran medida la evaluación de escenarios, debido a la necesidad de planear a largo plazo y bajo una condición de gran incertidumbre. Este sector necesita utilizar imágenes futuras lo más apegadas a la realidad futura con el fin de permitir tomar decisiones anticipadas que permitan garantizar la preservación de los recursos naturales, de los cuales depende la humanidad misma.

En la temática ambiental, las áreas que han puesto un mayor énfasis en el desarrollo de la evaluación de escenarios son agua y clima (68%).

Por otra parte, Amanatidou & Guy (2008), se refiere a la necesidad de creación un marco común de evaluación para los ejercicios de prospectiva incluidos los escenarios,

afirma que este marco podría facilitar la identificación de las buenas prácticas, independientemente de sus objetivos específicos y de los niveles de implementación, lo cual permitiría la generación de *benchmarking*.

Georghiou & Keenan (2008), partiendo de la consideración de que la prospectiva (considerando a los escenarios dentro de ella) es un instrumento que consume tiempo y recursos, afirma que es razonable que esté sujeto a la evaluación, por supuesto, aplicando el mismo rigor que en cualquier otra herramienta.

Chermack (conversación personal, 4 de junio de 2011), quien es un autor que ha desarrollado aspectos teóricos-metodológicos de escenarios, así como aplicaciones en el sector empresarial, afirma desde una perspectiva muy general lo siguiente:

1) *Un intercambio académico entre investigadores y practicantes es el mejor camino para evaluar el estado de la planeación por escenarios y afirma que en materia de evaluación de escenarios es necesario investigar sobre dos aspectos esenciales:*

2) *¿Cómo saber si los escenarios son del todo efectivos (si una organización gasta dinero en la planeación por escenarios, los tomadores de decisiones desearán saber si su dinero fue bien gastado y si la organización obtuvo algo valioso en retorno).*

De acuerdo con Piirainen (2012), el desarrollo de términos comunes así como la aceptación de guías generales de evaluación ayudarán a mejorar la transparencia y por consiguiente la confianza en los estudios del futuro y en los escenarios en general. Johnston (2010) indica que la mejora de los escenarios radica en el fortalecimiento de una cultura de evaluación y aprendizaje y por su parte, Georghiou & Keenan (2006) establecen que la evaluación en sí misma puede ofrecer un foro para el intercambio de conocimiento y la generación de lecciones más tácitas y esenciales.

También Piirainen (2012) afirma que la evaluación de escenarios debe darse de una manera crítica, considerando una gran variedad de perspectivas para asegurar su calidad e impacto potencial y que esto se logra mediante la utilización de marcos sistémicos lo que viene a fortalecer los planteamientos anteriores de Floyd (2008), Lo Presti (1996), Burt & van der Heijden (2008), Clemens (2009), quienes afirmaban el uso de lo sistémico en la temática de escenarios en general.

Tomando como punto de partida la perspectiva de Roherbeck (2011), quien considera que la prospectiva, y dentro de ella los escenarios, contribuye al desarrollo de las habilidades dinámicas de cualquier organización, se puede plantear que la evaluación de escenarios puede ser ubicada en la etapa de ajuste técnico (*technical fitness*) etapa que establece la necesidad del empleo de medidas de desempeño de cualquier habilidad dinámica de la organización.

En México, a pesar de la importancia de los escenarios en el sector hídrico, éstos se perciben en muchos aspectos como limitados y deficientes; y a pesar de esta situación no se someten a procesos de evaluación, lo que conlleva la no identificación de sus fallas, dificultades, fortalezas, impactos y efectividad. Lo anterior, indudablemente repercute en la solución de problemáticas y dificulta la adopción de políticas y recomendaciones dadas por los organismos internacionales.

En una búsqueda de documentos (enero-junio del 2011) relacionados con escenarios en el sector hídrico, únicamente se localizaron 15 documentos sobre escenarios de agua en México, desarrollados por las principales instituciones vinculadas a la gestión del agua en México. Ninguno de estos 15 documentos hace referencia a la evaluación de los escenarios.

La mayoría de las propuestas metodológicas sobre la evaluación de escenarios se generan principalmente fuera de los ámbitos latinoamericanos, y muchas veces al aplicarse dentro de estos contextos se enfrentarán a niveles de complejidad sumamente elevados, lo que conlleva al fracaso de las mismas o a la obtención de resultados erróneos.

Es por ello, que se hace necesario la creación de una propuesta metodológica adaptativa al ámbito hídrico mexicano que esté sustentada en la teoría y metodologías desarrolladas a nivel mundial y que por otro lado esté fundamentada en las características particulares del contexto hídrico mexicano, tales como alta complejidad de la problemática, carencia de recursos y limitantes en la participación, entre otros.

La determinación de la ocurrencia del escenario es un criterio importante que está constantemente sujeto a evaluación, Scheweizer (2009) indica que cuando se requiere saber lo que hace a un escenario plausible, el entendimiento del concepto de plausibilidad puede ser complicado, porque la evaluación de la plausibilidad no es común y no está claro que las herramientas existentes sean suficientes.

Es necesaria una mayor investigación para establecer aquellas condiciones que hacen posible el entendimiento de los juicios de plausibilidad o de no plausibilidad para reducir la complejidad, el trabajo de adivinanza y el sinnúmero de pruebas y errores que marcan la construcción de escenarios (Faubion, 2009). Son raros y escasos los esfuerzos para definir realmente los límites de la plausibilidad o bien cuantificarla con respecto a la gran cantidad de eventos que utilizan este concepto para tomar decisiones (Van der Leeuw, 2009).

2.6 Potencial de uso de la investigación

El presente trabajo de investigación es importante para los sectores que necesitan evaluar los escenarios en contextos reales (69% de la literatura), y en donde se requiere de un enfoque pragmático, es decir hacer operativo el concepto de plausibilidad –lo operativo se refiere a trasladar el concepto de plausibilidad de la teoría a la práctica.

También fomenta la difusión de la importancia de la evaluación de escenarios, reconociendo retos y oportunidades en materia de investigación. Contribuye al conocimiento general de materia de evaluación de escenarios, ofreciendo pautas clave para su ejecución.

Y finalmente es un medio mediante el cual una organización puede explorar y evaluar su futuro. De acuerdo con • Piirainen et al (2012) cuando una organización implementa las prácticas de exploración y evaluación de futuros contribuye a su fortalecimiento y proactividad en las funciones de innovación y sustentabilidad.

La propuesta metodológica a desarrollar tiene rasgos adaptativos lo cual permite su utilización en diversas instancias de gobierno vinculadas con la planeación del agua, ya sea una instancia Federal o Estatal.

El caso de aplicación fue desarrollado específicamente para la Comisión Nacional de Agua ya que es el ente rector de la planeación del agua en México y los escenarios que desarrolla son de importancia nacional y por ello que es necesario detectar sus principales limitantes con el fin de superarlas.

La tabla No. 1 resume los principales elementos de la justificación del caso de estudio.

Tabla 1. Justificación y uso potencial de la investigación

	Justificación	Uso potencial de la investigación		
Evaluación	<p>2% de toda la literatura sobre escenarios intenta evaluarlos. 31% por ciento corresponde a desarrollos teóricos y un 69% son aplicaciones en el contexto de la realidad.</p> <p>Únicamente se puede recurrir a una evidencia empírica limitada para apoyar sus juicios acerca de la manera más eficaz de proceder en esta temática (European Environment Agency, 2009))</p> <p>La evaluación de escenarios en el contexto del agua es una forma de mejorar la planeación de agua y la posibilidad de lograr arreglos institucionales efectivos en torno a ella (Straton, 2010).</p> <p>Necesidad de crear propuestas metodológicas sobre la evaluación de escenarios adaptada al ámbito mexicano.</p>	<p>Necesidad de creación un marco común de evaluación para los ejercicios de esta temática (Amanatidou & Guy, 2008)</p> <p>Los escenarios son instrumentos que consumen tiempo y recursos, por lo tanto deben estar sujetos a la evaluación aplicando el mismo rigor que en cualquier otra herramienta. (Georghiou & Keenan. 2008)</p> <p>¿Cómo saber si los escenarios son buenos y efectivos? (Chermack, 2011)</p> <p>Desarrollo de términos comunes así como la aceptación de guías generales de evaluación. (Piirainen ,2012)</p> <p>Fortalecimiento de una cultura de evaluación y aprendizaje (Johnston ,2010)</p> <p>Necesidad de considerar marcos sistémicos.</p>	<p>Sectores necesitan evaluar los escenarios en contextos reales.</p> <p>Se difunde la importancia de la evaluación de escenarios,</p> <p>Contribuye al conocimiento general de materia de evaluación de escenarios, ofreciendo pautas clave para su ejecución.</p> <p>Constituye un medio a través del cual una organización puede explorar y evaluar su futuro.</p> <p>En cualquier instancia de gobierno vinculada con la planeación del agua, ya sea una instancia Federal o Estatal</p>	
	Métricas de plausibilidad	<p>La anticipación y la gobernanza tanto de las nuevas tecnologías como las emergentes.</p> <p>Las dinámicas futuras de la ciencia y la tecnología.</p> <p>Los contextos institucionales en las cuales la calidad evidente en los supuestos y normas juegan un rol. (Barben, 2009)</p> <p>El concepto plausibilidad también es un concepto indispensable para el campo de estudio de la sustentabilidad ya que orienta al manejo de tópicos orientados al futuro (Hara, 2009).</p>	<p>Es necesario el desarrollo de prácticas estándares para la evaluación de la plausibilidad de escenarios (Scheweizer, 2009).</p> <p>Establecimiento de juicios de plausibilidad o de no plausibilidad para reducir la complejidad, el trabajo de adivinanza y el sin número de pruebas y errores que marcan la construcción de escenarios (Faubion, 2009).</p> <p>Son raros y escasos los esfuerzos para definir realmente los límites de la plausibilidad o bien cuantificarla con respecto a la gran cantidad de eventos que utilizan este concepto para tomar decisiones (Van der Leeuw, 2009).</p>	<p>El desarrollo de métricas del concepto de plausibilidad podrá ser aplicado en cualquier campo temático en el cual se requiera la utilización de un instrumento operativo para medir la plausibilidad de un escenario con el fin de facilitar la toma decisiones.</p>

Fuente: elaboración propia

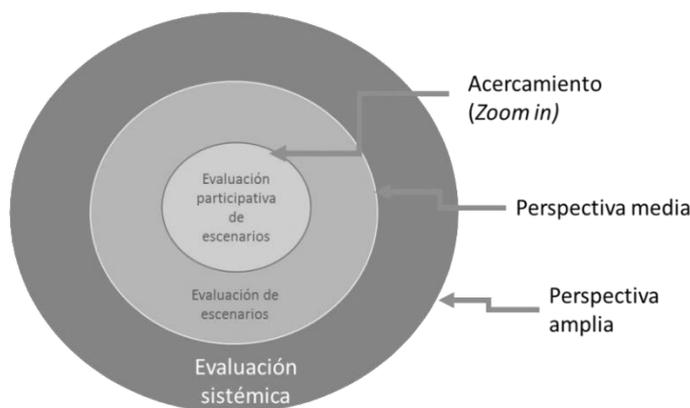
CAPÍTULO 3. ESTADO DEL ARTE EN TORNO A LA EVALUACIÓN DE PLAUSIBILIDAD DE LOS ESCENARIOS

Como parte inicial de este capítulo, se hace necesario destacar las siguientes situaciones: la primera consiste en hacer notar que la búsqueda de información se ve limitada⁴ por diversas circunstancias, una de ellas es el acceso institucional que tiene, en este caso la UNAM, a determinadas bases de datos o editores, estas bases de datos cuentan generalmente con información proveniente de países desarrollados (Scopus, ISI, entre otras) y se focaliza principalmente en las revistas indexadas, como fue comentado por la doctora Jane Russell, especialista en Cienciometría del Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas (entrevista personal, 30 de septiembre de 2011).

Asimismo la Dra. Russell señaló que en el caso de la información proveniente de Latinoamérica, en México y en el ámbito de la misma UNAM, se manejan exclusivamente dos bases de datos para trabajos de Latinoamérica: PERIODICA Y CLASE; éstas aún son limitadas en su interfaz con el usuario y por su origen hay una mayor prevalencia de trabajos elaborados en México.

La estrategia seguida fue la que Ridley (2008) denominada de *zooming*, en la que se parte de una vista amplia que se va reduciendo hasta llegar a un punto focal de la investigación; en este caso, como muestra la figura No. 6, se parte de la denominada evaluación sistémica como nivel externo, pasando por la evaluación de escenarios como nivel medio y finalmente termina con la evaluación participativa de escenarios (ver figuras 6-7).

Figura 6. Revisión del estado del arte



Fuente: Adaptado de Ridley (2008)

⁴ La limitación en este caso se refiere a que la experta consultada indicó que una gran mayoría de trabajos en el ámbito mexicano no están indexados a pesar de su importancia sobre todo en los trabajos antiguos, lo cual indudablemente restringe cualquier investigación.

La revisión del concepto de plausibilidad de escenarios se hizo mediante la técnica parches o *patch working* (Ridley, 2008), es decir, se analizan diversas perspectiva de la plausibilidad para dar un panorama global.

Figura 7. Revisión del concepto plausibilidad de escenarios



Fuente: Adaptado de Ridley (2008)

3.1 Evolución del concepto evaluación sistémica

La evaluación en el ámbito de la planeación se refiere a la realización de juicios de carácter normativos acerca del éxito (u otra cosa) de las salidas de las intervenciones de planeación o de sus propósitos. (Khakee et al, 2008).

La evaluación en general puede ser entendida como:

- Cualquier esfuerzo para incrementar la efectividad humana mediante una indagación basada en datos. (Patton, 1990)
- Determinación (basada en opiniones, registros, subjetivos u objetivos) de los resultados alcanzados (deseables o indeseables, trascendentes o permanentes, inmediatos o atrasados) por una actividad diseñada para alcanzar algún objetivo o meta (Suchmann, 1967)
- Procedimiento sistemático de observar, analizar y formular un juicio en la operación y en los resultados, ya sean estos previstos o que ya se hayan realizado (Lichfield & Prat en Lichfield et al, 1998)

Guba & Lincoln (1989) consideran 4 generaciones de evaluación, las primeras son predominantemente derivadas del positivismo lógicos y las dos últimas provienen de la indagación fenomenológica.

- La primera generación basada en la medición, trabaja bajo el precepto de evaluación= medición, es producto de la Administración Científica donde los conceptos de eficiencia y eficacia son sumamente importantes.
- La segunda generación es una evaluación de carácter formativo, basada en objetivos.
- La tercera generación se basa en juicios en valor y en la comparación de estándares.
- En la cuarta generación la evaluación se considera un proceso de construcción carácter participativo.

La evaluación tradicionalmente se ha abordado mediante dos paradigmas: el positivismo lógico y la indagación fenomenológica. El positivismo lógico usa métodos cuantitativos y experimentales para probar una generalización hipotética y deductiva, la indagación fenomenológica usa enfoques cualitativos y naturalistas para entender la experiencia humana de una manera inductiva y holística bajo determinado contexto (Patton 1990). Adicionalmente a estas dos formas se encuentra la indagación creativa que no es más que la utilización combinada del paradigma de evaluación del positivismo lógico y la indagación fenomenológica.

De acuerdo con la perspectiva del positivismo lógico, el diseño de la investigación evaluativa tiene 3 condiciones principales (Suchman 1967): a) un muestreo equivalente (un grupo experimental o un grupo de control), b) un aislamiento y control del estímulo (variable independiente), c) la definición y medida del criterio de efecto (variable dependiente). Esta perspectiva es una visión experimental de la evaluación que surge a partir del planteamiento de una hipótesis que necesita ser comprobada, a partir de datos "duros y objetivos".

Por su parte, la perspectiva de la indagación fenomenológica o cualitativa se basa en la subjetividad en la necesidad "práctica" del mundo real, y en que el concepto de evaluación estándar es cambiado por evaluación de casos, en que la generalidad es sustituida por la particularidad Patton (1990).

Los paradigmas creativos tienden hacia una perspectiva conciliadora de ambos, es decir, las evaluaciones son capaces de manejar aspectos, tanto duros como suaves, es decir, hace una combinación creativa de atributos cualitativos y cuantitativos (Fusco, 2010.) El adjetivo creativo denota el hecho de que no existan procesos predefinidos, lo que sucede es que se van combinando diversas perspectivas y metodologías de acuerdo con las necesidades específicas que se encuentra en el proceso de evaluación. Mientras que los enfoques cuantitativos tienden a producir uniformidad en los datos, facilitando de este modo la comparaciones; los enfoques cualitativos permiten la documentación de las diferencias, idiosincrasias y unicidad (Patton, 1990).

Dentro de estos paradigmas creativos puede ser ubicada la evaluación sistémica, que no es más que el uso de enfoques sistémicos y técnicas para la evaluación de realidades complejas, o bien aquellas evaluaciones que tienen lugar en contextos interculturales y en las evaluaciones formativas, cuyo principal objetivo es el aprendizaje (Hummelbrunner, 2006).

Las ventajas de usar el enfoque de sistemas en la evaluación son las siguientes (Williams & Imam, 2006⁵):

- Ofrece caminos más efectivos para enfrentar la complejidad y las situaciones complejas.
- Vincula lo local y lo global, así como las diferentes disciplinas.
- Provee herramientas para trabajar con las distintas opiniones de los *stakeholders*.
- Hace énfasis en las propiedades que emergen de manera inesperadas.
- Permite la comparación de proyectos y tópicos diversos.
- Reconoce la riqueza y la interdependencia de la vida real.
- Ayuda a identificar aquellas situaciones que provocan influencia entorno a la evaluación.
- Permite la medición y contabilización de los cambios dinámicos en un programa o en un sistema.
- Provee guías prácticas para el uso de herramientas para el cambio.
- Reconoce la evolución de los programas.

De acuerdo con Cabrera (2008) la aplicación del pensamiento de sistema a la evaluación se separa en dos: 1) los sistemas de evaluación y 2) la evaluación de sistemas.

Los sistemas de evaluación consideran que la evaluación es un proceso sistémico en que el sujeto, objeto, contexto e instrumento de evaluación tienen una naturaleza sistémica.

Por el contrario en la evaluación de sistemas, se asume que únicamente el objeto de evaluación es sistémico.

Dentro de los enfoques sistémicos de evaluación más reconocidos se encuentran: el modelo CIPP (Stufflebeam, 1971), y recientemente la evaluación sistémica de Evaluación sistémica de Hummelbrunner (2011) y la denominada *developmental evaluation* de Patton (2011).

3.1.1 El Modelo CIPP

Es conocido también como Modelo de Toma de Decisiones. CIPP significa *Context, Input, Process y product* (Stufflebeam, 1971). Bajo este modelo la evaluación es definida como el proceso de delinear, obtener y proveer información útil para juzgar las alternativas de decisión. Implica contestar 4 preguntas básicas:

- ¿Qué se debe hacer?
- ¿Cómo lo debemos hacer?
- ¿Lo estamos haciendo correctamente?
- ¿Funcionó?

5 Estas características las determinaron con base en el trabajo de Joint American Evaluation Association and Canadian Evaluation Society conference en el año de 2005.

Lo anterior implica que la evaluación sea concebida como un proceso sistemático y continuo que incluye tres pasos básicos: el delinear las preguntas a ser contestadas, la información que deber ser obtenida, la obtención de información relevante y el proveer de información a los tomadores de decisiones para que puedan mejorar los programas. La evaluación del contexto provee información acerca de las fortalezas y debilidades del sistema total para alcanzar los objetivos de cada nivel del sistema. La evaluación de contexto estudia el ambiente del programa y su propósito es definir un ambiente relevante.

La evaluación de las entradas provee información acerca de las fortalezas y debilidades de las distintas estrategias que pueden ser seleccionadas y estructuradas para alcanzar los objetivos planteados. La evaluación del proceso provee información acerca de las fortalezas y debilidades de la estrategia, seleccionadas tomando como referencia las condiciones de su implementación.

Finalmente, la evaluación del producto proporciona información acerca de si los objetivos del programa fueron alcanzados y si los cambios en los procedimientos deben ser mantenidos, modificados o eliminados.

El esquema CIPP se resume en la tabla No.2, en donde se describen cada una de las perspectivas: contexto, entradas, proceso y producto. El delinear, se puede entender por lo que se necesita; el obtener, es lo que se busca alcanzar con la evaluación, y por último el proveer es el resultado de cada una de las fases de evaluación.

Tabla 2. Esquema CIPP

		Tipos de evaluación			
		contexto	entradas	proceso	producto
operaciones	Delinear	Sistema de variables y valores	Especificación de problemas Diseño de criterios Restricciones	Barreras Procesos de decisión	Criterio de efectividad
	Obtener	Desempeño y juicio de información	Identificación y análisis de estrategias	Monitoreo de procesos	Efectos primarios, secundarios y terciarios
	Proveer/Brindar	Perfil de necesidades, oportunidades y problemas	Matriz de estrategias por problemas	Reporte de progreso, reportes de excepción	Descripción y explicación de los logros del proyecto e impacto.

Fuente: Stufflebeam, 1971

Williams & Imam (2006) propusieron una evaluación basada en un enfoque de sistemas, determinando 3 conceptos indispensables en este tipo de evaluación: interrelaciones, perspectivas y fronteras.

Desde la perspectiva sistémica se deben tomar en cuenta (2011): dos principios de acuerdo con Hummelbrunner

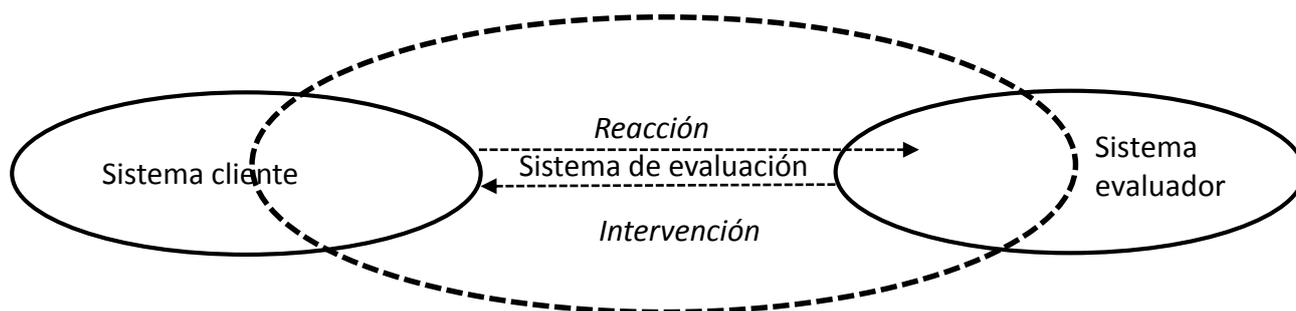
- El programa o proyecto que será evaluado deber ser estructurado como un sistema resaltando sus elementos esenciales y sus relaciones.
- La unidad de observación debe ser el proyecto y su ambiente.

3.1.2 Evaluación sistémica de Hummelbrunner (2011)

La evaluación como sistema puede ser vista como un sistema articulado por un sistema cliente y un sistema evaluador (Hummelbrunner, 2006) y es considerada como un caso específico de observación, que tiene lugar en un sistema de unión que se establece entre dos socios principales: sistema de cliente y sistema de evaluación y los elementos estructurales de estos sistemas son los nodos de comunicación (por ejemplo, reuniones).

Los tres sistemas son parte del entorno de cada uno, y los tres son sistemas anidados, la evaluación puede ser conceptualizado como una intervención en el sistema cliente trayendo reacciones en el Sistema Evaluador (Hummelbrunner, 2006). La figura No. 8 hace referencia al sistema de evaluación de Hummelbrunner.

Figura 8. Sistema de evaluación de Hummelbrunner



Fuente: Hummelbrunner, 2006

Sistema cliente: consiste en los financiadores, los operadores (gestores del programa / proyecto a evaluar) y el público interesado (otras partes interesadas, como los beneficiarios, socios, que pretenden usar los resultados de la evaluación).

Evaluador del sistema: los expertos encargados de llevar la evaluación.

Sistema de evaluación: es el sistema de unión que tiene una naturaleza temporal y es creado de acuerdo con un propósito de la evaluación y se desarrolla una estructura especial para cumplir los propósitos de evaluación.

Además este enfoque plantea un proceso "circular sistémico de la evaluación" en el que incluye: a) un contexto operacional (desarrollo económico, marco legal, intereses, entre otros) que tiene influencia en la implementación y en los mecanismos de intervención (actividad, criterios y condiciones, mecanismos para la toma de decisiones, entre otros)

El proceso circular sistémico (figura No. 9) no es más que una ampliación y modificación del proceso de caja negra (entradas, proceso, salidas) del CIPP y está orientado hacia la valoración de impactos.

Únicamente que incluye la determinación de una problemáticas específica y el establecimiento los mecanismos. Los mecanismos son los procesos en el que las entradas son transformadas para obtener las salidas resultantes. Los mecanismos generalmente no son únicos y a la reunión de mecanismos se les denomina programa.

Figura 9. Proceso circular sistémico



Fuente: Hummelbrunner, 2006

3.1.3 Developmental evaluation de Patton (2011)

La evaluación del desarrollo apoya, como su nombre lo indica, el desarrollo de la innovación para guiar la adaptación a las realidades emergentes y dinámicas en ambientes complejos. Este tipo de evaluación tiene sus raíces en el pensamiento de sistemas y es sensible a las dinámicas complejas no lineales. Se basa en una conceptualización de los procesos de evaluación que permite la incorporación de juicios, información y datos a los procesos de toma de decisión en tiempo real.

Se considera que este tipo de evaluación es apropiada para cinco contextos:

- El desarrollo continuo en la adaptación de un proyecto, programa, estrategia, política o de otro tipo innovador iniciativa a las nuevas condiciones en el complejo sistemas dinámicos.
- Para la adaptación efectiva de principios generales en nuevos contextos, es decir, donde las ideas e innovaciones son tomadas de un contexto A y necesitan ser aplicadas en un contexto B.
- Para el desarrollo de una respuesta rápida (enfrentamiento de una crisis o un cambio mayor) debido a que permite explorar en tiempo real las soluciones.
- Permite el trabajo con ideas y visiones emergentes en periodos de exploración, facilitando la conjunción de modelos de evaluación formativos y sumativos.
- Provee información de los suprasistemas y permite monitorear los cambios que suceden en ellos.

3.2 Evolución de la evaluación de escenarios

El concepto de escenarios se ha manejado desde la antigüedad, desde los filósofos griegos (la descripción de la República ideal de Platón), pasando por los escritos de Tomás Moro y George Orwell, entre otros (Bradfield, 2005).

Los escenarios principalmente se desarrollaron después de la segunda guerra mundial tanto en Europa como en los Estados Unidos. El enfoque de los estudios europeos era hacia el desarrollo de elementos democráticos y se centraban en los cambios radicales de la sociedad. En los Estados Unidos la temática era distinta, se dirigía hacia los pronósticos de tipo tecnológico y de interés militar y con el correr del tiempo su enfoque cambió hacia el estudio de políticas nacionales

De acuerdo con Bradfield (2005) después de la segunda guerra mundial, el Departamento de Defensa de Estados Unidos se enfrentaba a la tarea de decidir cuáles proyectos debían financiarse y los tomadores de decisiones se enfrentaban a dos necesidades: a) el diseño de una nueva metodología que lograra un consenso relevante para la toma de decisiones considerando un grupo de expertos, lo que derivó en el desarrollo de la técnica Delphi y b) el desarrollo de sistemas de simulación de ambientes futuros que permitieran la investigación de alternativas y sus consecuencias. Como solución a esto surgió el análisis de sistemas, de donde emergieron las técnicas de escenarios.

Los escenarios se emplearon exclusivamente para fines militares en Estados Unidos, hasta la década de 1960, que existe un quiebre y adicionalmente se empiezan a aplicar a los ámbitos corporativos, y en menor medida en los ambientes sociales y de política pública por el Instituto Hudson y por la Rand Corporation (Bradfield, 2005). Shell y General Motors fueron las empresas estadounidenses pioneras en aplicar este tipo de metodología en los años sesenta.

También Bradfield (2005) afirma que en Europa, los franceses son considerados como los primeros que estudiaron de manera sistemática los "fundamentos científicos y políticos del futuro" a través de escenarios. Los primeros trabajos de escenarios estaban enfocados a la planeación de la política pública. Al mismo tiempo que Khan en los Estados Unidos estaba trabajando con escenarios de tipo militar, Gaston Berger, un filósofo francés, fundó el *Centre d'Etudes Prospectives*, donde se enfoca en la investigación y desarrollo de escenarios para la planeación a largo plazo, que denominó Pensamiento Prospectivo o *La Prospective*, esta tendencia surge como consecuencia de los continuos fracasos de las técnicas clásicas de pronóstico. Los esfuerzos de Berger estaban enfocados hacia el futuro de largo plazo en términos políticos y sociales, sin dejar de tomar en cuenta aspectos de tipo filosófico.

En las primeras etapas los escenarios poseían una naturaleza puramente cuantitativa que fue evolucionando hasta enfoques más cualitativas, actualmente la tendencia es a mezclar ambos enfoques (Amer, T. U. Daim, and A. Jetter, 2013), esto obedece sin lugar a dudas al cambio de paradigmas de investigación en general.

Habitualmente se hace referencia a estas dos escuelas, pero es necesario incluir una tercera escuela la denominada heurística, que tiene un origen Escandinavo. La escuela de origen anglosajón de manera general se considera demasiado creativa e intuitiva y la francesa en cambio se basa en rigurosos análisis cuantitativos, la escuela heurística propone que ambos extremos son riesgosos y hay que generar metodologías dependiendo de cada caso en particular.

La escuela nórdica considera que la creación de escenarios debe hacerse mediante procesos participativos y que lo más importante en los escenarios es la generación de un impacto cognitivo en las comunidades y su utilidad para la toma de decisiones y la implementación de cambios.

Se puede hablar de la incipiente escuela latinoamericana que tiene sus orígenes en tres países: México, Colombia y Brasil. A excepción de Brasil, se puede afirmar que en existe un rezago actualmente en la aplicación de prospectiva en América Latina.

Llama la atención, el caso de México quien perdió su gran liderazgo durante la década de los ochenta y desde entonces no se ha vuelto a retomar⁶.

La escuela latinoamericana ha aportado a la teoría de los escenarios metodologías para su construcción que se basan en la consideración de objetivos sociales predominantes. Asimismo se ha caracterizado por el manejo de problemas de alta complejidad, la carencia de recursos, una rigurosidad metodológica vinculada a la investigación social y por la "mezcla" de principios teóricos de distintas escuelas.

Therond et al (2009) establece tres categorías en la evolución del concepto escenario:

- Primera generación: son aquellos que únicamente utilizan métodos cuantitativos.
- Segunda generación: hacen una descripción cualitativa tomando como base el conocimiento de los expertos.
- Tercera generación: corresponde a escenarios que mezclan datos cuantitativos y cualitativos y en las que participan tanto los expertos científicos y los no científicos (actores políticos, tomadores de decisiones, sociedad en general).

En la evaluación de escenarios se pueden encontrar diferentes períodos de evolución: la utilización de métodos combinados, el retorno a los enfoques cuantitativos, la evaluación basada en teoría y el período de evaluación compleja. La tabla No. 3 resume las principales características de cada período.

⁶ Lo anterior se afirma debido a que las bases de datos registran escasas investigaciones en materia de prospectiva en los años recientes, asimismo al momento de realizar este capítulo la Fundación Barros Sierra (Fundación clave para la prospectiva en México) estaba teniendo problemas económicos para su sobrevivencia. Las mismas bases de datos demuestran que los países con liderazgo en materia de prospectiva en América Latina son: Brasil, Colombia y México.

Tabla 3. Evolución de la evaluación de escenarios

Período de evaluación	características	Autores representativos
Años 70's y 80's	Mezcla de métodos cuantitativos y cualitativos Consenso se percibe como la suma de las percepciones individuales La mayoría de trabajos de evaluación consideraba su propio campo disciplinario.	Coates & Coates (1983) Lederman (1984) Diffenbach (1981).
La década de los 90's	La evaluación fue altamente cuantitativa La evaluación es entendida como sinónimo de un análisis comparativo. Se utilizan modelos computacionales y técnicas de la investigación de operaciones.	Vlek et al (1999)
Evaluación basada en la teoría (2000-2006)	Los principios teóricos conceptuales de evaluación y de <i>foresight</i> son unidos: <ul style="list-style-type: none"> • El concepto de medición empezó a ser discutido. • Los criterios de evaluación de escenarios fueron comparados con los criterios de evaluación, y la necesidad hacia una conversión operativa surgió. • La teoría de la evaluación inspiró el uso de procesos de evaluación más estructurada. 	Nijkamp & Vreeker (2000) Godet (2000). Cuhls and Georghiou (2004) (Belis-Bergouignan, Lung, & Héraud, 2001). Barbanente & Khakee, (2003). List (2005) Gamboa (2006) y Aravossis (2003)
El período de la evaluación compleja: 2006-2001	Casos de estudio Revisión de la literatura evaluativa de los escenarios. La consideración de los dominios de la política pública. Conversión de criterios a términos operativos.	(Bronstert, Kolokotronis, Schwandt, & Straub, 2007), EEA (2009) Hulme and Dessai (2008)

Fuente: elaboración propia

3.2.1 Ideas principales de la evaluación de escenarios en general

Evaluación individual o consensual

Se pueden distinguir básicamente dos formas de evaluación: la individual y consensual (Diffenbach, 1981). La individual se refiere a que una persona realice una evaluación tomando como base su propia percepción individual. La evaluación consensual puede ser estructurada de dos formas: un consenso llamémosle "puro" y un consenso agregado de preferencias individuales. Esta distinción es interesante porque se puede asociar a la evolución de los paradigmas de evaluación. De este trabajo se puede inferir (pero se necesita verificar). Resumiendo, existen tres tipos de evaluación la individual y consensual, y entre ellas un tipo de evaluación denominada agregada que puede ser considerada como un punto de transición entre la individual y consensual.

Estudios de caso, estudios empíricos y análisis teórico

Esta clasificación es propuesta por Harries (2003) y se originó considerando taxonomías para la evaluación de juicios y la toma de decisiones. Una evaluación teórica (una evaluación de coherencia), hace supuestos acerca del comportamiento en la toma de decisiones y el contexto. Se basa en el análisis en términos de los objetivos del método o de la técnica, ya sea considerando perspectiva objetivas o subjetivas. En los casos de estudios la evaluación tiene una naturaleza subjetiva y se genera a partir de reportes provenientes del mundo real donde las decisiones son tomadas. Los estudios empíricos están basados en medidas objetivas del mundo real donde se toman las decisiones, el principal problema con este tipo de evaluación es que no existen escalas de referencias y no han sido concretadas mediciones y una colección sistémica de datos.

Estas interpretaciones de la evaluación de escenarios puede ser asociada con la teoría de evaluación: el tipo de evaluación empírica corresponde con una posición positivista de la evaluación. Los casos de estudio pueden estar asociados con la perspectiva fenomenológica de la evaluación y la evaluación teórica tiene un enfoque *top down* y de naturaleza normativa.

Los criterios de evaluación pueden estar separados en dos enfoques: el proceso de evaluación y las salidas de evaluación (List, 2005). El proceso de evaluación puede ser separado en: a) salidas y planeación y b) la actividad de construcción. Las salidas se dividen en: el escenario escrito, b) los efectos inmediatos y c) los efectos no inmediatos.

Evaluación cuantitativa y evaluación cualitativa

El trabajo de Chermack (2006) provee guías importantes para discutir la evaluación de escenarios en un modo formal, un asunto importante es la separación que realiza identificando una evaluación cuantitativa que él denomina "evaluation" y una evaluación cualitativa que denomina *assessment*. El mismo autor recomienda más investigación en este ámbito.

Evaluación de escenarios como productos sociales o procesos sociales

Esta perspectiva hace una diferencia en los escenarios como productos y procesos sociales. Los escenarios como productos son tratados cuantitativamente y tienen una naturaleza efímera y cuando los escenarios son percibidos como procesos se les analiza cualitativamente y se les relaciona con la esfera política (Garb, et al 2008). Un problema con estos dos atributos (producto y proceso) es que las diferencias entre ambos no están claramente establecidas y se pueden observar traslapes entre ambos.

Evaluación basada en una concepción de los escenarios como objetos sociales

De acuerdo con Garb et al (2008) los escenarios son objetos sociales que operan en la esfera social. Se basa en la premisa de que los escenarios operan en los contextos sociales y que al mismo tiempo el contexto social se ve introducido a los escenarios. En cuanto a la evaluación de escenarios en un contexto ambiental, Garb et al señalan que se hacen esfuerzos limitados para mejorar los ejercicios de escenarios y que pocos recursos son dedicados a la reflexión, creación y distribución de los productos de los escenarios, así como para la utilización de esos productos de los escenarios por aquellos que no están involucrados en su desarrollo. Asimismo afirma que ambas acciones

pueden dar forma a la calidad y relevancia política del escenario en general o de su contenido.

El enfoque de la Agencia Europea de Medio Ambiente (European Environmental Agency, 2009)

Este enfoque mediante la revisión de trabajos dentro y fuera del ámbito académico sobre una literatura evaluativa de los escenarios establece una clasificación en 5 categorías: 1) las tipologías de escenarios; 2) la evaluación de los tipos de escenarios y los distintos tipos de contextos; 3) la evaluación de los métodos y los arreglos institucionales que permiten que las organizaciones usen los escenarios efectivamente; 4) la revisión de los impactos del análisis político de largo plazo en los procesos de toma de decisión y 5) los análisis para evaluar la robustez de las estrategias sobre múltiples escenarios.

Este enfoque ha sufrido críticas por parte de Garb et al (2008) quienes han enfatizado que los trabajos previos de esta institución no ofrecen hallazgos en las dinámicas o funciones sociales. A pesar de estas recomendaciones, ningún cambio significativo en la estructura del análisis fue percibido en los estudios posteriores.

3.2.2 Ideas principales de la evaluación participativa de escenarios

El escenario como herramienta de política

La evaluación participativa de los escenarios está vinculada a la conceptualización de los escenarios como herramienta de política. Este tipo de aproximación está ligada a aquellas áreas en las cuales la participación ciudadana entre otros actores es crucial. Los escenarios en los contextos públicos ayudan a los creadores de políticas a considerar implicaciones de largo plazo relacionados con la inmediata toma de decisiones.

En el contexto de evaluación de escenarios, pueden distinguirse dos situaciones: el escenario vinculado al diseño de las políticas y el escenario como una herramienta de la evaluación de políticas. El escenario en el diseño de políticas está relacionado con un elemento normativo, es decir, con lo que es deseable en el futuro y es a partir de allí que se crea una determinada política, en este caso la política no es más que la traducción de lo que debe ser hecho para alcanzar dicho futuro.

Los escenarios como herramientas de evaluación (Khakee, 2003) implican una concepción explorativa del escenario, por ejemplo, si una política X es implementada cuáles serían las consecuencias en el futuro, otra posibilidad en este último caso es que se usen los escenarios como herramienta de evaluación de un tercer objeto (objetivos, programas, planes entre otros). Un ejemplo de esto es el trabajo de Höjer et al (2011) en que los escenarios se utilizaron para evaluar objetivos.

Evaluación basada en la consulta con *stakeholders*

Los *stakeholders* son personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o pueden ser afectados por un escenario. La participación de los *stakeholders* en la evaluación de escenarios es predominantemente pasiva, eso implica que ellos únicamente son

consultados para cuantificar o calificar a los criterios, en algunos casos ellos definen los criterios, pero no son considerados en el diseño de la evaluación. En otros casos la evaluación se limita únicamente a una consulta a expertos, los grupos para lograr una completa legitimidad son dejados fuera. En la mayoría de los casos no especifican los procedimientos utilizados para seleccionar a los participantes y en otros casos la participación es de carácter voluntario.

Instrumentos

Los principales instrumentos utilizados en la evaluación de escenarios son reuniones participativas, cuestionarios, entrevistas y observaciones. La separación entre métodos cuantitativos y cualitativos es casi imperceptible, una mezcla de métodos se usa generalmente.

El evaluador como coordinador de actividades y aspectos técnicos de la evaluación

El evaluador tiene un rol crucial en la mayoría de los ejercicios de evaluación, ellos planean generalmente los procesos de evaluación sin involucrar a los *stakeholders*. Los actores son considerados para seleccionar los criterios y pesos y en algunos otros casos la participación de éstos es requerida para arreglar algún tipo de acuerdo o negociación. Existen excepciones a esta visión, un ejemplo de ello es el trabajo de Loukopoulos and Scholz (Loukopoulos & Scholz, 2004) donde el evaluador tiene la característica de un facilitador de los procesos de evaluación.

Métodos de selección de los participantes

En los pocos casos en que se hace mención de la selección de los participantes, éste se realiza considerando un análisis histórico e institucional con entrevistas. En otros casos no existe una metodología preestablecida, la escogencia de participantes únicamente se limita a los tomadores de decisión los procesos de toma de decisión. Asimismo la selección de los participantes se hace con un enfoque de arriba hacia abajo eso implica que el proceso de selección de los participantes se hace desde el gobierno a los ciudadanos En el caso de Omman et al (2008) se empezó involucrando a los representantes a nivel nacional y después los locales y por último los expertos. En otros casos como el de Vlek et al (1999) en el cual el ejercicio de evaluación tiene una naturaleza experimental y académica, la participación es un asunto de voluntad, los participantes fueron los que deseaban participar, y esto es una situación común en las perspectivas puramente académicas, las personas no tienen los mismos grados de presión para participar como en el caso de los proyectos gubernamentales o de negocios.

También, se puede decir que la importancia asignada a los métodos de selección de los participantes está directamente conectados con la complejidad del problema, por ejemplo, si la evaluación del escenario está ligada con un problema crítico del agua, un mayor énfasis debe ser puesto en la inclusión de todos los grupos legítimos y esto trae como consecuencia enfoques más robustos para la selección de participantes.

En el caso del contexto organizacional, la participación está más relacionada con la disponibilidad de tiempo o con la confidencialidad, y esto puede ser asociado con el uso de cuestionarios, entrevistas cortas y limitaciones de los ejercicios de *workshops*.

Características del contexto de la evaluación participativa

La evaluación participativa puede ser localizada en dos tipos de contextos: complicados y complejos. De acuerdo con Patton (2011), los contextos complicados son aquellos en los que existen algunos desacuerdos acerca del problema y muchas áreas del llamado *expertise* técnico requieren ser coordinadas. El contexto complejo posee gran incertidumbre que se refleja en el cómo producir los resultados deseados y en el desacuerdo entre los diversos *stakeholders* acerca de la naturaleza del problema y lo que hay que hacer.

3.2.3 Criterios de evaluación

Mediante la revisión de literatura se detectaron 51 criterios diferentes, la tabla No. 4 presenta los diferentes criterios encontrados.

Tabla 4. Criterios de evaluación de escenarios

Categoría súper	Categoría básica	Primera categoría subordinada	Segunda categoría subordinada
1. Realidad	1.1 Plausibilidad	1.1.1 propiedad 1.1.2 representación	
	1.2 Adaptabilidad (flexibilidad)	1.2.1 compatibilidad (accesibilidad)	1.2.1.1 Cambio de percepción 1.2.2.2 Interacción 1.2.2.3 Conectividad con el contexto 1.2.2.4 Apertura 1.2.2.5 Acción y propiedad
	1.3 Capacidad de uso	1.3.25 factibilidad 1.3.26 efectividad 1.3.27 eficiencia 1.3.28 funcionalidad	1.3.2.1 Éxito
2 Existencia	2.1 Resiliencia		
	2.2 Coherencia		
	2.3 Predicción (capacidad pronóstica)	2.3.1 Robustez 2.3.2 Vulnerabilidad 2.3.3 Posibilidad 2.3.4 Precisión	2.3.2.1 variabilidad 2.3.2.2 estabilidad
3 Percepción	3.1 Credibilidad	3.1.1 Orientación 3.1.2 Legitimidad 3.1.3 Consistencia 3.1.4 Transparencia 3.1.5 Confianza 3.1.6 Complemento 3.1.7 significado	3.1.1.1 Orientación futura 3.1.1.2 Orientación holística 3.1.2.1 Aceptación social
	3.2 Relevancia (importancia)	3.2.1 Saliencia 3.2.2 popularidad 3.2.3 conveniencia	°
	3.3 Reto	3.3.1 juego 3.3.2 empatía 3.3.3 Diferenciación 3.3.4 Unicidad	

Fuente: de León & Sánchez (2012)

3.3 Sobre la evaluación de la plausibilidad de escenarios

Como última fase del estado del arte se hará una revisión de los principales enfoques de plausibilidad, empezando por la teoría de la evidencia, el modelo de análisis de la plausibilidad, la plausibilidad como una conjunción de la capacidad pronóstica y confiabilidad y la teoría del diseño plausible TDP

3.3.1 Teoría de la evidencia

En el razonamiento plausible, de acuerdo con Pearl (1986), la validez y conclusiones de los silogismos lógicos dependen de las diferencias personales y varían de una temática a otra, las inferencias plausibles no son permanentes y cambian con nueva información eso implica a que las conclusiones sean provisionales.

En la realidad la mayoría de los casos, toda la información no está disponible y el razonamiento deductivo no puede ser concretado. Y es a partir de esta limitación que surge el razonamiento plausible en el que Polya es el gran precursor. Este tipo de razonamiento depende de la información previa, el proceso de razonamiento es inconsciente, casi instantáneo y se pueden considerar dos silogismos principales (ver tabla No. 5):

Tabla 5. Silogismos principales del razonamiento plausible

<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">1</div>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</div>
Si A es verdadera, entonces B es verdadera	Si A es verdadera, entonces B es verdadera
B es verdadera	A es falsa
<hr style="border: 1px solid black;"/>	<hr style="border: 1px solid black;"/>
Por lo tanto, A es más plausible	Por lo tanto, B es menos plausible

Fuente: Jaynes (1995)

En el primer silogismo (1), la evidencia no prueba que A es verdadera pero la verificación de una de sus consecuencias B proporciona mayor confianza en A.

En el silogismo (2), se conoce que A es falsa entonces existe evidencia para decir que la consecuencia B no se concretará.

La plausibilidad requiere un razonamiento consistente esto implica que la conclusión puede ser razonada en más de una forma, que cada forma lleve al mismo resultado, que toda la evidencia relevante a una pregunta sea tomada en consideración, lo que conlleva que diferentes estados de conocimiento lleven a asignaciones equivalentes de plausibilidad (Connell & Keane; 2004)

Dudczak (1995) establece las heurísticas de plausibilidad, para este autor los principios heurísticos son simples reglas de decisión en las cuales los individuos hacen juicios, en lugar de usar toda la información relevante los individuos hacen inferencias basados en la información adecuada en lugar de la información óptima y establece 4 heurísticas en el contexto de la plausibilidad:

- Representatividad
- Disponibilidad
- Simulación
- Ajuste y anclaje

La heurística de representatividad: es la que comúnmente ocurre cuando los individuos deciden si una persona u objeto posee las características de una clase o grupo. Constituye un juicio de relevancia (qué tan bien los atributos de A se ajustan a la categoría B).

La heurística de disponibilidad: opera para hacer predicciones de una serie de eventos, se basa en qué tan rápido las instancias se piensan, cuando hay ejemplos disponibles en los que se piensa fácilmente las personas se ven inclinadas a inflar sus estimaciones acerca de la ocurrencia de un evento, y por el contrario si dichos ejemplos no están disponibles o bien no existen, entonces el efecto es desestimar la ocurrencia del evento.

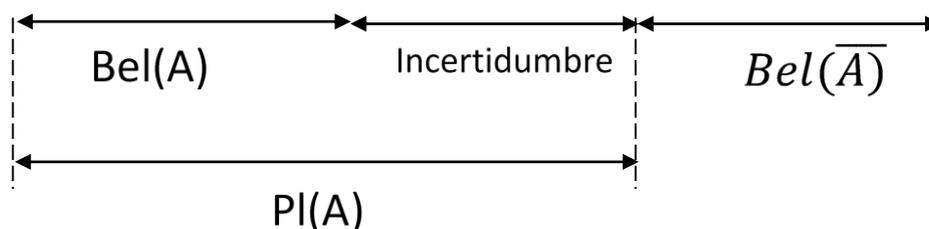
La heurística de simulación: que cuando un evento se presenta se piensa en cómo se ha actuado en el pasado y a partir de esto se simulan reacciones y se piensa en lo que va a suceder. El escenario que es menos contradictorio y se ajusta mejor a instancias que previamente ocurrieron será el más plausible.

La heurística de ajuste y anclaje: simplemente se refiere a que cuando las personas hacen juicios generalmente utilizan un punto de referencia que usan para ajustar su conocimiento y a partir del cual generan un juicio final.

Los escenarios son herramientas para manejar la incertidumbre, concepto que está estrechamente relacionado con los escenarios. El tipo de incertidumbre a la que está ligados los escenarios es la incertidumbre pronóstica, la incertidumbre pronóstica se refiere a las instancia en el que los profesionales del futuro tienen dudas acerca del futuro principalmente porque existe una ausencia parcial o completa de conocimiento científico (Tonn, 2005).

Esta ausencia de conocimiento ha sido manejada en el contexto de los sistemas difusos, donde es incluida la teoría de la evidencia de Dempster-Shafer. En este enfoque la probabilidad y la posibilidad son sumidas dentro de un mayor campo. En esta teoría existen tres aspectos relevantes (Agarwal et al, 2004): la función de asignación de probabilidad (bpa or m), la función de credibilidad (Bel) y la función de plausibilidad (Pl), ver figura No.10.

Figura 10. Relación entre creencia y plausibilidad



Fuente: Agarwal et al, 2004

La función de credibilidad para un conjunto A es definida como la suma de todas las asignaciones de probabilidad de los subconjuntos B del conjunto de interés A .

$$Bel(A) = \sum_{B|B \subseteq A} m(B) \quad \text{Ecuación (1)}$$

La función $Bel(A)$ es calculada sumando todos los BPAs de las proposiciones que totalmente coinciden con el evento, la plausibilidad es calculada sumando las asignaciones de probabilidad de los subconjuntos B que intersectan el conjunto de interés A .

$$Pl(A) = \sum_{B|B \cap A \neq \emptyset} m(B) \quad \text{Ecuación (2)}$$

Es decir, Pl es calculada sumando BPAs de proposiciones que coinciden con el evento A , totalmente y parcialmente. En resumen, Bel y Pl proporcionan los límites inferior y superior del evento, respectivamente, y que están relacionados entre sí por:

$$Pl(A) + Bel(\bar{A}) = 1 \quad \text{Ecuación (3)}$$

Cuando las funciones de credibilidad son derivadas de un conocimiento completo se le denomina probabilidad, en este caso la función de probabilidad, plausibilidad y probabilidad de un conjunto A son iguales (Klir, 2006; Sentz, 2002).

$$pl(A) = p(A) = bel(A) \rightarrow p(A) + p(\bar{A}) = 1 \quad \text{Ecuación (4)}$$

La posibilidad se refiere a que los elementos de un conjunto o universo, poseen evidencia que está anidada, en este caso se dice que las medidas de credibilidad y plausibilidad representa un cuerpo consonante de evidencia, es decir que la evidencia no entra en contradicción.

En resumen existen tres tipos de conocimiento (Ross, 2004):

- El tipo 1 o de conflicto, se denomina así porque cada elemento de prueba está en conflicto uno con el otro; esta es la situación en un fenómeno aleatorio en el que de cada experimento se obtiene un resultado distinto. Basado en frecuencia

(empírico o teórico) para cada resultado, se desarrolla una distribución de frecuencia (distribución de probabilidad).

- El tipo 2 o consonante, porque cada pieza de evidencia es anidada con la otra, es decir que cada pieza refuerza a la otra (distribución de posibilidad).
- El tipo 3 es una mezcla de los tipos 1 y 2, porque algunas piezas de evidencia están anidadas y otras son independientes.

3.3.2 El modelo de análisis de la plausibilidad

El modelo del análisis de plausibilidad (PAM) fue desarrollada por Connell & Keane (1998, 2004, 2006). Está basado en los principios de que un escenario, un evento o discurso es plausible si es conceptualmente consistente con lo que ha ocurrido en el pasado. Ellos asumen dos tipos de juicios de plausibilidad: el primer tipo puede ser descrito como una decisión de tipo binaria, es decir, si un escenario es o no plausible, y el segundo tipo está más involucrado con el primero, requiriendo que alguien defina con exactitud qué tan plausible es un escenario.

En el modelo PAM el juicio de plausibilidad involucra evaluación, es decir, qué tan bien un escenario se ajusta con el conocimiento previo, y se basa en las siguientes premisas: a) el escenario debe tener distintas piezas de conocimiento previo que soporten las inferencias (soporte). b) El escenario debe ser representado sin depender de extensas o enrevesadas justificaciones (no explicaciones complejas) y c) el escenario debe ser representado aboliendo, cuando sea posible, la introducción de entidades hipotéticas – conjetura mínima- .

$$\text{plausibilidad} = 1 - \text{implausibilidad} \quad \text{Ecuación (5)}$$

$$\text{implausibilidad} = \frac{\text{complejidad}}{\text{soporte-conjetura}} \quad \text{Ecuación (6)}$$

PAM es basada en proposiciones con una comparación con la base de conocimiento. Se considera un número de caminos (P), que reflejan el número de caminos que una serie de componentes de una posición pueden tomar en una base de conocimiento. La media del camino (L) es una medida de la complejidad que refleja el promedio de cuantas condiciones diferentes se deben cumplir por camino. El argumento no hipotético (N) refleja el número de caminos que pueden ser construidos sin necesidad de asumir la existencia de algo no explícitamente mencionado. Estos supuestos se conjugan con el juicio de plausibilidad en la forma de una valoración entre 0 (no plausible) y 10 (completamente plausible), que se origina de las siguientes ecuaciones:

$$\text{valoración de plausibilidad} = 10(1 - \text{implausibilidad})^2 \quad \text{Ecuación (7)}$$

$$\text{implausibilidad} = \frac{\frac{L}{L+1}}{P+\frac{L}{L+1}} \quad \text{Ecuación (8)}$$

L: promedio de condiciones diferentes a cumplir por camino (hipotético y no hipotético).

N: número de caminos no hipotéticos,

P: número total de caminos (hipotéticos y no hipotéticos)

3.3.3 La plausibilidad como una conjunción de la capacidad prognóstica y confiabilidad

Este enfoque tiene un antecedente más práctico y su origen está en los escenarios de cambio climático, fue desarrollado por Bronster et al (2007). Ellos establecen la plausibilidad $-C_PI(X_i)$ considerando tres aspectos: la representatividad regional, la capacidad prognóstica y la confiabilidad. La representatividad $-Re(X_i)$ - resume la habilidad para reproducir características y las compara con las diferencias observadas en las características modeladas. La capacidad prognóstica $-RR(X_i)$ - se refiere a la habilidad de transferir la información existente en la macro escala a micro escala. La confiabilidad $-PC(X_i)$ maneja la pregunta que tanta incertidumbre es introducida al método de escenario.

$$CPL(X_i) = \frac{Re(X_i) + RR(X_i) + PC(X_i)}{3} \text{ Ecuación (9)}$$

Cada uno de estos aspectos tiene asociados indicadores específicos, ver tabla No. 6 para mayor detalle referirse a Bronstert et al (2007).

Tabla 6. Indicadores de plausibilidad

Concepto	Definición del indicador	del Escala
Representatividad	Representatividad de las características del clima regional	0=ninguna 1=baja 2=moderada 3=buena
Capacidad prognóstica	Es la transferencia de información de macro escala a micro escala	0=ninguna 1=baja 2=moderada 3=Buena
Confiabilidad	Incertidumbre en relación con los resultados globales del clima.	0=muy grande 1=grande 2=moderada 3=pequeña

Fuente: Bronstert et al, 2007

Es necesario hacer notar que entre las escalas de los dos primeros indicadores (representatividad y capacidad prognóstica) y el tercer indicador (confiabilidad) el discurso de las categorías cambia.

3.3.4 Teoría del diseño plausible TDP

Esta teoría fue creada en los dominios de la arquitectura computacional y su objetivo es proveer bases sistémicas y un marco para establecer o fortalecer la plausibilidad de un diseño de arquitectura computacional antes de su implementación, TDP se enfoca alrededor de la noción de que el diseño de cualquier sistema es la especificación de un conjunto de restricciones funcionales, estructurales y de desempeño que deben

satisfacerse en la implementación de un sistema. Dentro de este marco la plausibilidad es definida por 5 elementos (Dasgupta, 1982; Hooton et al, 1988):

$$S = \langle C, A, R, P, V \rangle \text{ Ecuación (10)}$$

C: es el valor nulo de un conjunto de restricciones cuya plausibilidad está siendo establecida por S.

A: es el conjunto de conocimiento base (que puede incluir hechos, teorías, principios, y/o resultados de investigación, así como otras restricciones del diseño que se usan para establecer la plausibilidad de C.

R: denota la relación (entre las restricciones que aparece en A) que deben verificar para establecer la plausibilidad de C.

P: es el estado de plausibilidad en el cual C será establecido después de una verificación exitosa de S (estado de plausibilidad).

V: es medio para verificar S

S: es el enunciado de plausibilidad

Los estados de plausibilidad que se definieron fueron:

- Asumido: no hay evidencia en contra de C, la plausibilidad existe
- Validado: evidencia significativa en favor de, y no existe evidencia en contra de C, la plausibilidad existe.
- Refutado: evidencia en contra de C, la plausibilidad existe.
- Indeterminado: es el estadio inicial de cada restricción C, implica que se está en una situación en donde no se conoce la existencia de evidencia a favor o en contra de C.

Las formas de validación incluyen pruebas formales, evidencia experimental, modelación matemática y analítica, leyes heurísticas (expertise y experiencia).

Esta teoría ha recibido modificaciones recientes derivadas del trabajo de Sigarreta (2007) que incluye elementos de la teoría matemática de evidencia.

3.4 Líneas de investigación

El análisis de la literatura mostró que un 72%, de los artículos más recientes (2005-2011) corresponden a la categoría de solución de problemas, mientras que el 28% restante son desarrollos teóricos. Las oportunidades de investigación detectadas son:

- Tipología de evaluación de escenarios
- Naturaleza operativa y métrica de criterios
- Revisión de los impactos en el contexto

3.4.1 Tipología de evaluación de escenarios

Respecto a la tipología es fundamental continuar en el establecimiento de un orden y estructura para el entendimiento de la evaluación de escenarios. Si bien es cierto que una mayoría de trabajos son de carácter aplicado -casos de estudio- es fundamental definir bajo qué pautas y lineamientos teóricos se está rigiendo la planeación de escenarios, con el fin de mejorarla. Conjuntamente con esta tipología de evaluación se debe desarrollar una tipología de criterios y los criterios mismos.

3.4.2 Naturaleza operativa y métrica de criterios

Se refiere a que los indicadores y métricas vinculados al concepto de evaluación de escenarios no están claramente establecidos y no poseen métricas asociadas. Partiendo del precepto en que un criterio "C" es definido para un escenario se torna necesario contestar preguntas: ¿Cómo puede ser "C" medido? ¿Qué factores componen el concepto de "C"?

A manera de confirmación de los resultados obtenidos en la revisión de la literatura respectiva, considerando el marco de conocimiento superior a los escenarios: la prospectiva, Cuhls et al (2004) notaron que los criterios seleccionados no eran fácilmente operacionalizables y que eran limitados en la consideración de aspectos interdisciplinarios y sociales.

3.4.3 Revisión de los impactos en el contexto

Es un análisis de los resultados acerca de a) las salidas (*outputs*) de los escenarios y su contexto de implementación y b) su proceso de construcción, tomando en cuenta las dinámicas organizaciones. La esencia de este análisis lo constituyen la identificación de variables clave, sus interrelaciones y sus salidas.

Calof & Smith (2012) afirman la necesidad de identificar y medir los impactos de la prospectiva y afirman que ambos aspectos contribuyen al avance general de este campo. Johnston (2010) indica que el desarrollo de un esquema para evaluar el impacto es esencial en todas las iniciativas de la prospectiva.

Resumiendo lo anterior, la evaluación de escenarios presenta las siguientes deficiencias importantes:

- La necesidad de aumentar la cantidad de desarrollos teóricos acordes a las necesidades de solución de los problemas en un contexto real.
- A pesar que se han desarrollado criterios para la evaluación de escenarios, se ha quedado incipiente la cuantificación de los mismos.

3.4.4 Línea de investigación a seguir

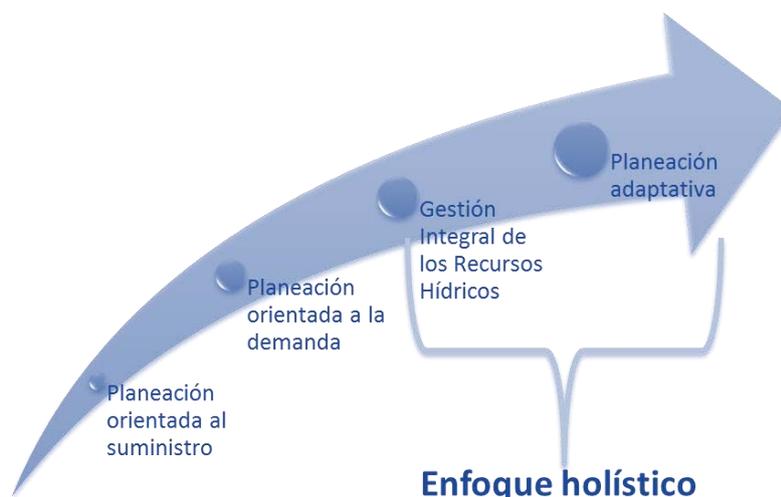
La línea de investigación a seguir es la naturaleza operativa y métrica de criterios, ya que como se planteó en el capítulo 3, es necesario determinar los elementos de plausibilidad de los escenarios así como su medición.

Lo anterior permitirá su aplicación al contexto hídrico mexicano, lo cual responde a la Como consecuencia de lo anterior es

3.5 Los enfoques de la planeación y el manejo del agua en México

Los enfoques de la planeación del agua en México pueden clasificarse en: planeación orientada al suministro, planeación orientada a la demanda y el enfoque holístico/integral (Ruelas, 2010). Ver figura No. 11.

Figura 11. Tendencias en la planeación del agua en México



Fuente: elaboración propia con base en Ruelas (2010)

Planeación orientada al suministro

De acuerdo con Ruelas (2010), la planeación enfocada al suministro fue designada para satisfacer las funciones básicas de salud y de la producción alimenticia, el principal supuesto asumido en este tipo es que el incremento de infraestructura resuelve los problemas de escasez y sanidad del agua. Este tipo de modelo es el que sigue predominando aún en la actualidad.

En México existe una fuerte predominancia hacia el manejo del agua mediante la creación de suntuosas obras de infraestructura hidráulica, esta tradición data desde la creación de las llamadas "comisiones" orientadas al manejo de cuencas. Estos modelos fueron adaptaciones de modelos estadounidenses que están basados en la centralización del manejo del agua, y su mayor crítica es que se utilizan con fines políticos con el propósito de obtener votos (Ruelas, 2010) o bien para la obtención de regalías en beneficio de las autoridades de gobierno involucradas.

Planeación orientada a la demanda

- Este tipo de planeación, se basa en el supuesto de que es necesario un eficiente uso de los recursos del agua existentes, más que en la construcción de nuevos. Incluye el uso de mecanismos de mercado y la participación del sector privado con el fin de lograr un uso eficiente, es decir que el agua es tratada como un bien comercial y requiere que se cumplan 6 prerequisites (Ruelas, 2010):
- El agua debe ser controlada, medida y tratada como un bien comercial.
- La demanda debe exceder al suministro.
- El producto debe ser provisto cuando se necesita.
- Debe existir las suficientes infraestructuras que permitan su transporte cuando se necesita.
- Debe haber una aceptación del mercado por parte de la sociedad.
- Debe existir un mecanismo de administración y regulación para asegurar justicia y equidad.

Es a partir de 1980 que se da este cambio en la planeación del agua, que incluye una descentralización en los procesos administrativos, una desconcentración territorial y la privatización y desincorporación de las actividades productivas que antes habían estado bajo el control del estado (Castro, 1995). Este gran cambio dio inicio con modificaciones a la ley de aguas de 1972, que cambian el rol del estado como principal proveedor, donante y benefactor, es decir que da pauta para la transferencia de responsabilidades al sector privado y los modelos de privatización se basan en concesiones (Ruelas, 2010).

Planeación con un enfoque holístico integral

Este enfoque considera el ciclo completo del agua, se basa en la conservación y reutilización del agua, el cultivo del agua y el manejo de los desperdicios. Se basa en ocho principios (Ruelas, 2010):

- Los recursos, captación y conservación del agua son esenciales.
- La asignación del agua debe ser acordada entre las partes interesadas en un marco nacional e institucional.
- La planeación del agua debe considerar ambos enfoques *top-down* y *down-top*.
- La construcción de capacidad es la clave de la sustentabilidad.
- Se requiere la participación de todos los interesados.
- El uso eficiente del agua es esencial
- El agua debe tratarse como un valor económico y social
- Se debe incluir perspectivas de género en su manejo.

La Ley de Aguas de México actualmente reconoce la gestión integrada de los recursos hídricos pero el principal problema es que este tipo de enfoque en la realidad mexicana, posee un sinnúmero de limitantes. Respecto a la Gestión de los Recursos Hídricos, la Ley de Aguas Nacionales en el artículo XXIX la define como el proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra, los recursos relacionados con éstos y el ambiente, con el fin de maximizar el bienestar social y económico equitativamente sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales. Para la aplicación de esta Ley en relación con este concepto se consideran primordialmente agua y bosque; (Ley de aguas Nacionales, 2013).

Debido a esta visión normativa, actualmente la Comisión Nacional de Recursos Hídricos del Agua, CONAGUA, que es el organismo rector ha adoptado este tipo de planeación.

La gestión integral de los recursos hídricos (GIRH/IWRN)

La gestión integral de los recursos hídricos está considerada dentro de un enfoque holístico de la planeación del agua y es un modelo conceptual que fue recomendado en el año 1977 en Conferencia del agua de las Naciones Unidas en Mar de Plata (1977), pero es hasta los años noventa que se adopta por primera vez como paradigma en los diferentes países. En el año de 1992 en la Conferencia de Agua y Ambiente que se llevó a cabo se establecieron una serie de principios de la GIRH, que actualmente son conocidos como los principios de Dublín (Ramahan & Varis, 2005):

Primer principio: el agua es un recurso finito, vulnerable y esencial, por lo tanto debe manejarse de manera integral.

Segundo principio: el manejo del agua se debe realizar con un enfoque participativo, involucrando usuarios, planeadores y los generadores de políticas.

Tercer principio: las mujeres tienen un rol central en el aprovisionamiento, administración y cuidado del agua.

Cuarto principio: el agua debe ser considerada un bien económico.

La aplicación de IWRN involucra siete pasos (van der Keur & G.J. Lloyd, 2009):

1. Establecimiento de un estatus: el punto de partida de la GIRH es que el asunto crítico del agua sea visto y comprendido desde un contexto nacional, esto implica establecer un marco de gestión consensuado que establezca los objetivos a alcanzar y la forma de alcanzarlos.
2. Construir un compromiso hacia la reforma: la voluntad política es un prerrequisito, y la construcción y consolidación de un diálogo entre los diferentes actores es prioritario. Este diálogo debe basarse en el conocimiento sobre el tema y la sensibilización para que permita la participación de la población en general.
3. Análisis de brechas: una vez establecida una política y legislación, los objetivos, capacidades, la situación institucional, las brechas (diferencias entre el estado real y el deseado) en el marco de GIRH puede ser analizado considerando las funciones administrativas requeridas para el manejo de asuntos prioritarios.
4. Preparación de la estrategia y plan de acción: la estrategia y plan de acción trazará el camino a seguir con el fin de concretar el marco para la administración de los recursos del agua. Un portafolio de acciones debe ser establecido, considerando los procesos de planeación nacionales e internacionales.
5. Establecimiento de un consenso para la acción: la adopción de un plan de acción en los niveles políticos más altos es la clave para el progreso y la aceptación total de los actores es esencial para la implementación. Asimismo el compromiso financiero es otro requisito para la transferencia de acciones planeadas en acciones implementadas.
6. Generación de marcos para la implementación: la concreción de planes conlleva grandes retos, la creación de los entornos favorables, el establecimiento de los roles institucionales y de los instrumentos administrativos. Esto requiere cambios en las estructuras actuales con el fin de generar capacidades para el manejo sustentable de los recursos hídricos.
7. El entorno favorable, los roles institucionales y los instrumentos de gestión tienen que ser aplicadas. Los cambios tienen que hacerse en las estructuras actuales y la creación de capacidad y la posibilidad, teniendo en cuenta el desarrollo de infraestructura.

8. Monitorear y evaluar el progreso: esta etapa se refiere a monitorear el progreso y evaluación de las entradas, procesos y salidas con el fin de lograr ajustes y mejoras en los cursos de acción.

La GIRH en el caso mexicano posee las siguientes características (Valencia et al, 2007):

- Se basa en manejar los recursos hídricos a nivel de cuencas, considerando también las subcuencas, microcuencas y acuíferos como unidades interdependientes para la gestión y desarrollo de los recursos hídricos.
-
- Busca establecer objetivos a corto y largo plazo para las políticas hídricas, mediante la planeación estratégica y la producción de planes maestros.
-
- Está orientada a establecer la política hídrica como una política transversal, de manera que los demás sectores tomen en cuenta al agua en el desarrollo de sus propuestas y actividades de gobierno.
-
- Busca integrar los principios de subsidiariedad, el principio precautorio y el de usuario y contaminador/pagador como principios que apoyen las políticas hídricas.

Los planes de la gestión integral de los recursos hídricos en América Latina deben estar compuestos de 4 componentes claves: el panorama del estado de los recursos hídricos, las aguas para el futuro (escenarios tendenciales y deseados), directrices (que son las orientaciones generales para la toma de decisiones en el ámbito del plan), y los Programas Nacionales y Metas que presentan propuestas de mecanismos el manejo de los recursos hídricos, incluyen programas nacionales y locales, adecuaciones a las bases legales e institucionales, directrices para la implementación de los instrumentos de gestión y lineamientos para la capacitación material y técnica (Pochat, 2008).

La gestión adaptativa de los recursos hídricos (AWM)

La denominada gestión adaptativa de los recursos hídricos es la tendencia más reciente en el manejo del agua a nivel mundial, y busca incrementar la capacidad adaptativa de los sistemas de agua (Pahl-Wost et al, 2007) y se basa en una consideración de la incertidumbre. La GIRH no toma en cuenta la incertidumbre en los procesos de planeación así como los enfoques y métodos para concretar estrategias que permita una gestión adaptativa de los recursos hídricos (Pahl-Wostl et al, 2012). La AWM reconoce la complejidad de los sistemas que deben gestionarse y los límites en la predicción y en su control. Esto implica un enfoque de gestión integrada que adopta una perspectiva sistémica en lugar de hacer frente a los problemas individuales en aislamiento (Williams & Brown, 2012)

De acuerdo con la UNESCO, en el reporte titulado *Managing Water Report under Uncertainty and Risk* (WWAP, 2012): la incertidumbre acerca del futuro no es una excusa para no accionar, las decisiones relacionadas con las inversiones en infraestructura del agua, operaciones y manejo del agua necesitan realizarse en el corto plazo si se desean obtener beneficios a largo plazo. En la planeación integrativa-adaptativa se considera el manejo del agua y su vinculación con los suprasistemas ecológicos.

En México hay indicios de que este tipo de planeación está siendo retomada como se demuestra en los esfuerzos del proyecto *NeWater* (Conagua, 2011a), pero aún es un paradigma naciente dentro de las instituciones públicas del manejo del agua.

3.6 Los escenarios del agua en México

Antes de comenzar con este tema es necesario hacer una breve revisión de la planeación prospectiva en México, Paz Soldán & Hernández (2012) describe lo siguiente: "los grandes avances en el sector hídrico se han logrado cuando se ha planeado con visión de largo plazo; sin embargo, la falta de seguimiento y continuidad ha ocasionado que este proceso quede incompleto".

El universo total de escenarios de agua desarrollados en México se desconoce, ya que por la naturaleza misma de la información existen diferentes instituciones, tanto de carácter público como privado que pudieran haber generado escenarios.

La totalidad de escenarios de agua desconoce, por eso es más apropiado hablar de una muestra. Se obtuvo acceso y se recopiló una muestra de 10 escenarios que se presenta aquí en las principales instituciones que de alguna manera han estado vinculadas con la planeación prospectiva del agua: La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la fundación Gonzalo Río Arronte y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA.

Los escenarios que componen esta muestra son de carácter general, por consiguiente, se refieren únicamente a la problemática futura del agua a nivel nacional, véase tabla No. 7.

Tabla 7. Muestra de escenarios

Título	Institución	Año
1. <i>Prospectiva sobre el ambiente (agua)</i>	<i>Fundación Javier Barros Sierra</i>	1993
2. <i>Integración de escenarios a largo plazo de los usos del agua</i>	CONAGUA	1998
3. <i>Adecuación del modelo para el análisis de escenarios de los usos del agua a escala regional</i>	CONAGUA	1999
4. <i>Prospectiva del uso y disponibilidad del agua al año 2020, y acciones tendientes para lograr el balance entre la oferta y la demanda del recurso mediante el desarrollo tecnológico. Convenio SGP – IMTA 1999. Proyecto 1</i>	<i>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua</i>	1999
5. <i>Diseño conceptual de un modelo de prospectiva para el sector hidráulico de México</i>	CONAGUA	2001
6. <i>Prospectiva de la demanda de agua en México 2000-2030</i>	<i>Fundación Javier Barros Sierra</i> <i>Fundación Gonzalo Río Arronte</i>	2004
7. <i>Planeación prospectiva para la investigación científica y desarrollo tecnológico en materia de agua y su gestión (Proyecto DP-0637.1)</i>	<i>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua</i>	2007

Título	Institución	Año
8. Escenarios para el subsector agua potable y saneamiento	Convenio UAZ-IMTA	2007
9. Escenario del agua	Fundación Gonzalo Río Arronte	2008
10. Agenda del agua 2030	CONAGUA	2011

Fuente: elaboración propia

El punto de partida más fuerte, que impulsó la adopción de escenarios en la planeación gubernamental en general, fue el plan Nacional Hidráulico de 1975, a partir de allí la consideración de los escenarios, como parte de los planes de gobierno sexenales se vio fortalecida, que de acuerdo con Ceseña (1982), el principal objetivo del plan fue constituir un proceso sistemático de planeación haciendo énfasis en el uso y conservación de los recursos hídricos.

Este plan consideraba visiones de corto, mediano y largo plazo. En el futuro inmediato consideraba los años de 1976 a 1982, y el escenario se generó mediante pronósticos con pequeños grados de incertidumbre; en lo que respecta al futuro distante 1983-2000, se determinaron alternativas factibles de evaluación y las variables más relevantes, buscando una interrelación cualitativa lógica.

Ceseña (1982) afirma que en general se utilizaron tres tipos de escenarios: 1) exploratorios, que considera las tendencias y sus efectos, 2) un escenario optimista que considera las alternativas más favorables y un escenario menos optimista que considera tasas menores de las variables. La principal crítica de acuerdo también con Ceseña es que tanto el plan como los escenarios no tenían una conexión con un contexto amplio, esto implicaba que la vinculación entre agua y agricultura no fuera considerada.

Los escenarios consideraban las siguientes variables: aspectos políticos (únicamente participación), tasas de inversión, relación producto-capital, producto interno bruto, empleo, crecimiento de la población, distribución del ingreso.

A pesar de estos esfuerzos realizados en los setentas y a principios de los ochentas, este tipo de planeación se ve abandonado durante las décadas siguientes y es hasta la década de los 90's de acuerdo con Paz Soldán & Hernández (2012) cuando la Gerencia de Estudios para el Desarrollo Hidráulico Integral de la Comisión Nacional del Agua retoma el análisis prospectivo que incluyó varios estudios para el planteamiento de escenarios para el uso del agua en los diferentes sectores; en la producción de alimentos, en el uso doméstico y en la industria, incluyendo la generación de electricidad".

Prospectiva sobre el ambiente –agua- (Fundación Javier Barros Sierra, 1993)

Esta publicación fue elaborada a petición del Instituto Nacional de Ecología, y fue conceptualizada como un análisis prospectivo sobre el ambiente en México, por lo que el agua era una de las diferentes temáticas ambientales tratadas. El escenario del

agua se construye a partir de un análisis retrospectivo y diagnóstico en donde se describe la problemática mexicana y se considera también el contexto global. Este análisis retrospectivo considera un gran número de variables y sus interrelaciones, como parte final se construyen los escenarios usando datos cuantitativos y cualitativos.

Integración de escenarios a largo plazo de los usos del agua (CONAGUA, 1998)

Este estudio se describe en su parte introductoria como: "un documento que contiene los resultados del estudio de prospectiva sobre la evolución de los usos del agua y su impacto sobre la disponibilidad y calidad del recurso, así como del esfuerzo requerido para alcanzar las metas propuestas". Las variables consideradas fueron: la disponibilidad, uso, distribución, reutilización, cobertura del agua y el crecimiento poblacional y el impacto sobre el balance hídrico. Desarrolla tres escenarios: el deseable, pesimista y el más probable considerando un horizonte de tiempo del año 2000 al año 2020.

Paz Soldán & Hernández (2012) afirman lo siguiente en relación a estos estudios:

- Para el planteamiento de estos escenarios de uso del agua, se analizaron las posibles variaciones en el horizonte de tiempo establecido de los sectores de la economía nacional, considerando el entorno mundial, así como los pronósticos de crecimiento de la población.
- Conjuntamente con los análisis de los escenarios de uso del agua, se realizaron varios estudios para determinar las diferentes acciones y proyectos de uso eficiente del agua y oferta del recurso y es partir de estos esfuerzos que el Programa Nacional Hidráulico 2001 - 2006, plantea sus objetivos y metas con visión de largo plazo al año 2025, Éstos últimos estudios obedecen a la Adecuación del modelo para el análisis de escenarios de los usos del agua a escala regional (CONAGUA, 1999) y al Diseño conceptual de un modelo de prospectiva para el sector hidráulico de México –PROCUENCA- (CONAGUA,

Adecuación del modelo para el análisis de escenarios de los usos del agua a escala regional (CONAGUA, 1999).

Expone el diseño de un modelo conceptual de la prospectiva de la demanda del agua en México: "se elaboró un modelo que permite modificar las hipótesis de análisis de la evolución de la demanda, lo que a su vez posibilita obtener resultados para diversos escenarios". El modelo descrito es de carácter multidimensional y está fundamentado en la dinámica de los sistemas, además de que se hizo uso del software *Stella*, además de que permite macro y micro análisis y considera un horizonte hasta el año 2030. Las temáticas consideradas fueron: la proyección de la población, la demanda de centros turísticos, los proyectos de agua, superficies adicionales de riego, relación de ríos principales, calidad de agua superficial y subterránea, relación de acuíferos, estimación de la demanda de agua. Tratamiento de aguas residuales.

Prospectiva del uso y disponibilidad del agua al año 2020, y acciones tendientes para lograr el balance entre la oferta y la demanda del recurso mediante el desarrollo tecnológico (IMTA, 1999).

Este informe es producto del convenio entre la Subdirección General de Programación de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) para realizar un ejercicio de prospectiva del agua en México para el periodo 2000 – 2020, con un enfoque específico sobre el impacto de la tecnología en el mejoramiento de la disponibilidad del agua, en las trece regiones administrativas de la CONAGUA. Para su desarrollo se consideraron cuatro seminarios temáticos: 1) Uso del agua en agricultura y medio rural; 2) Uso del agua en poblaciones e industrias; 3) Fenómenos extremos del agua; y 4) Gestión integral de cuencas y sustentabilidad ambiental.

Se definieron tres escenarios: “el conservador tiene poca variación con respecto a las actuales tendencias económicas, demográficas, tecnológicas, sociales, de eficiencia e inversión; el razonable, considera mejoras moderadas en las tendencias y el sustentable, contempla las mejoras técnicas y socialmente factibles en dichas tendencias”.

Diseño conceptual de un modelo de prospectiva para el sector hidráulico de México – PROCUENCA- (CONAGUA, 2001)

Expone el proceso seguido para conceptualizar a PROCUENCA, que es un modelo nacional de prospectiva basado en la dinámica de Sistemas y cuyo fin es apoyar la toma de decisiones dentro de la CONAGUA. Está constituido por tres secciones: los antecedentes que contiene una descripción de los procesos de planeación dentro de la CONAGUA, la conceptualización de PROCUENCA y por último los comentarios finales y recomendaciones. El modelo hace referencia al horizonte de planeación al año 2025.

El modelo fue diseñado “para formular y probar escenarios de corto, mediano y largo plazo en una representación matemática del sistema considerando una visión holística, causal (contraste con la extrapolación de las tendencias históricas) y con base en el futuro”. Fueron consideradas las siguientes fases: 1) regionalización del modelo nacional, 2) adaptación del modelo Promex (modelo que combina variables socioeconómicas e hidrológicas que considera los siguientes submodelos: sociodemografía, actividades productivas, recursos naturales, administración públicas), 3) algoritmos, 4) implementación computacional (Stella software, Power Sim), 5) análisis funcional que incluye la comparación de las políticas de conducción del sector hídrico y la implementación de nuevas políticas.

Prospectiva de la demanda de agua en México 2000-2030 (Fundación Javier Barro Sierra, 2004)

Tuvo por objeto explorar la demanda futura de agua a partir de los dos factores fundamentales de su incremento: el aumento de la población y los posibles crecimientos del producto interno bruto. Hace un análisis de la disponibilidad de agua, demanda actual y análisis retrospectivo, posteriormente plantea los escenarios de la demanda del agua 2000-2030, considerando escenarios temáticos: población, del producto interno bruto regional, de la demanda municipal urbana, de la demanda industrial, de la demanda agropecuaria.

Planeación prospectiva para la investigación científica y desarrollo tecnológico en materia de agua y su gestión (IMTA 2007)

Consiste en el desarrollo de un proceso de planeación prospectiva estratégica, a fin de formular los programas y acciones para la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos en el sector hídrico en un horizonte de planeación 2006-2030. Este documento resumió las características generales de los principales sectores usuarios del agua para posteriormente tratar los aspectos relacionados con la ciencia, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en el sector hídrico.

En el proceso de planeación se desarrolló un foro virtual de consulta con una amplia participación de investigadores y también se realizó una reunión de planeación participativa con los principales interesados en el tema, académicos y actores clave de los sectores gubernamental y empresarial, que permitió definir en materia de investigación científica, desarrollo tecnológico y recursos humanos (IDTRH) para el sector hídrico.

Escenarios para el subsector agua potable y saneamiento (UAZ-IMTA, 2007)

El objetivo de este proyecto fue construir escenarios para el Subsector Agua Potable y Saneamiento; escenarios tipo conservador (tendencial), escenarios tipo razonable (de contraste) y escenarios tipo sustentable (deseado). La metodología utilizada incluye revisión de la literatura, consulta a expertos y la utilización de la matriz de impactos cruzados. Se consideraron 15 temáticas para el desarrollo de los escenarios:

1. Fomento de las políticas hídricas del Gobierno al Subsector
2. El porcentaje de asignación del PIB a la ICDTyFRH del subsector
3. La participación social
4. El sistema de información del subsector
5. El marco normativo de leyes y regulaciones de agua potable y saneamiento
6. Atención a la ICDT del subsector
7. Atención en la FRH del subsector
8. La tecnología de macro y micro medición
9. El estado físico de la infraestructura y su mantenimiento
10. El nivel de la tecnología para la captación de agua pluvial
11. El nivel de seguimiento de la gestión de los organismos de agua potable del país
12. El esquema de la transferencia de tecnología
13. La estructura de las tarifas del agua
14. El esquema de financiamiento a los sistemas de tratamiento
15. La estandarización y certificación de la tecnología

Escenario del agua (Fundación Gonzalo Río Arronte, 2008)

Este escenario fue desarrollado como parte de Informe de Actividades 2008 de la Fundación Gonzalo Río Arronte, y concluye que el "futuro panorama sobre el tema del agua en México esbozado en los párrafos anteriores no pretende ni de lejos ser exhaustivo. Los problemas actuales y futuros asociados con el agua son complejos y requieren de análisis multidimensionales y multidisciplinarios tan detallados a nivel de cuencas como sea factible". Este escenario describe de manera breve el futuro tendencial del agua en México considerando la interrelación de diversos factores.

Agenda del Agua 2030 (CONAGUA, 2011)

Es el escenario más reciente creado por la CONAGUA, "la Agenda del Agua 2030 busca ser un elemento útil para consolidar de manera definitiva el despliegue de una política de sustentabilidad en materia hídrica y postula una estrategia de largo plazo, cuyos avances deberán ser revisados anualmente y sus resultados e impactos habrán de ser valorados cada seis años como base para su correspondiente actualización, de modo de dotar permanentemente al sistema nacional de gestión del agua de una adecuada orientación estratégica de largo plazo". Su construcción se basa en contestar la pregunta: ¿Qué México se desea heredar a las futuras generaciones?

Es un escenario de tipo normativo con un horizonte de tiempo al 2030 que consideró cuatro aspectos: ríos limpios, cuencas en equilibrio, cobertura universal de agua, y asentamientos seguros frente a inundaciones catastróficas. Los elementos estructurales de la Agenda del Agua son los siguientes:

- La visión sobre la realidad a construir en el largo plazo en materia de agua.
- El dimensionamiento de los problemas a superar para hacer realidad dicha visión.
- Los principios y líneas estratégicas necesarias para alcanzar los objetivos.
- La identificación de los cambios necesarios en el arreglo institucional para hacer viables todos los componentes de la visión.

Estadísticas del agua 2013 (CONAGUA, 2013)

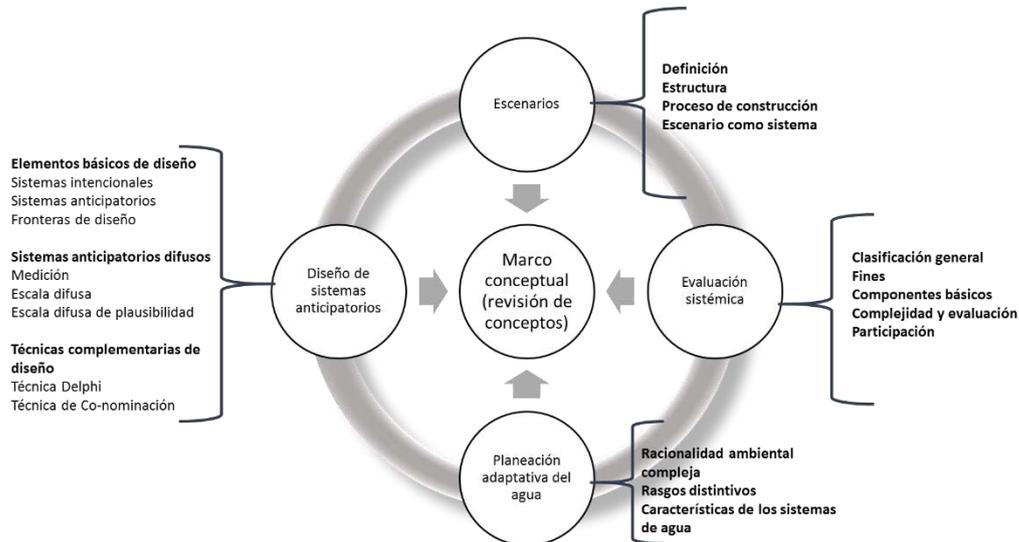
Las estadísticas del agua son un compendio como su nombre lo indica de estadísticas relacionadas con el sector hídrico, es un ejercicio publicado anualmente dentro de la CONAGUA. Las estadísticas del agua dedican un apartado de Escenarios Futuros, estos escenarios son mayoritariamente de carácter tendencial y consideran las siguientes proyecciones: población, grado de presión, agua renovable per cápita y finalizan con los lineamientos rectores del Programa Nacional Hídrico 2014-2018. El horizonte de tiempo que considera es al 2030.

CAPÍTULO 4. MARCO CONCEPTUAL EN TORNO A LA EVALUACIÓN DE PLAUSIBILIDAD DE LOS ESCENARIOS

Este capítulo presenta la revisión de los antecedentes conceptuales más importantes: Escenarios, Evaluación Sistémica, diseño de sistemas anticipatorios y la Planeación Adaptativa del Agua.

Como se observa en la figura No. 12, el marco conceptual describe a los escenarios, la evaluación sistémica, diseño de sistemas anticipatorios y la planeación adaptativa del agua, aspectos a partir de los cuales surge la propuesta metodológica de esta tesis.

Figura 12. Marco conceptual



Fuente: elaboración propia

4.1 La planeación interactiva o adaptativa

4.1.1 Características generales

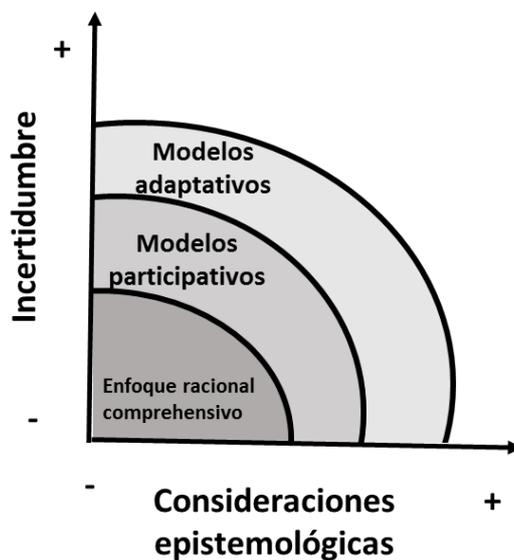
De acuerdo con Rosa (2008) es necesario reconocer tres modelos de planeación. Véase figura 13:

Zona 1-modelo racional comprensivo:- este modelo es el más indicado cuando el grado de certidumbre es elevado y donde la complejidad es baja en lo referente a valores y objetivos. Este modelo se desarrolla recurriendo a expertos.

Zona 2-modelos participativos:- esta zona incluye una variedad de visiones y resalta la inclusión de participantes relevantes en la situación problema, y se reconocen los valores plurales, se fomenta la participación de los stakeholders en la toma de decisiones.

Zona 3 -modelos adaptativos:- son las situaciones extremas y constituye la ocurrencia de un gran número de incertidumbres asociadas con el conocimiento y la aplicación de la tecnología o bien de un gran número de valores, objetivos inciertos y complejidad. Una de las ideas básicas inherentes a esta planeación adaptativa es la generación de oportunidades de aprendizaje. Reconoce que toda la complejidad de los ecosistemas sociales naturales requiere de una cultura organización de liderazgo que es completamente diferente a la cultura tradicional, donde el *empowerment* es esencial, además de toma de decisiones horizontales e invertidas (*down-top decisions*).

Figura 13. Tipología de los enfoques de planeación



Fuente: Rosa, 2008

De acuerdo con Ackoff (1984), la planeación interactiva o adaptativa está directamente relacionada con ganar el control del futuro, indica que el futuro de una organización depende de lo que se hace ahora. Este tipo de planeación consiste en el diseño de un futuro deseable y la selección o invención de formas para hacerlo posible.

Lo interesante es que, como un requerimiento de esta situación, se deben vislumbrar y comparar dos características distintas del futuro, una naturalmente es lo que pasa con determinado sistema si su comportamiento no cambia y continúa igual (las tendencias) y la otra característica es el sistema deseado, el construido. Ambos sentidos tienen diferentes implicaciones y condicionantes.

Los principios de esta planeación son: la participación, la continuidad y lo holístico.

La participación se refiere a lograr el compromiso de los diferentes actores durante el proceso de planeación, Ackoff (1984) afirma que "tanto los que forman parte de la organización como cualquiera que sea afectado por la misma deben tener la oportunidad de participar en la misma".

Tal situación implica que cada uno de los participantes (stakeholders) cuente con los requerimientos necesarios (información, conocimiento, entendimiento y motivación, entre otros factores).

La continuidad se refiere a la modificación y adaptación constante de los supuestos en que está basada la planeación, los supuestos se refieren a ideas acerca del comportamiento del sistema y del ambiente, las expectativas, y las desviaciones en el desempeño.

Lo holístico no es más que la conjunción de la coordinación y la integración. Si una organización es un sistema ordenado por niveles, a la interacción de unidades en un mismo nivel se le denomina coordinación y a la interacción de unidades en diferente nivel se le denomina integración.

Este tipo de planeación comprende cinco fases: formulación de la problemática, la planeación de fines, la planeación de medios, la planeación de los recursos y la implementación y el control. Estas cinco fases interactúan entre sí y generalmente se llevan a cabo de manera simultánea.

La formulación de la problemática no es más que la determinación de qué problemas u oportunidades enfrenta la organización, también implica el establecimiento de aquellas obstrucciones o restricciones. La salida de esta fase son los escenarios de referencia.

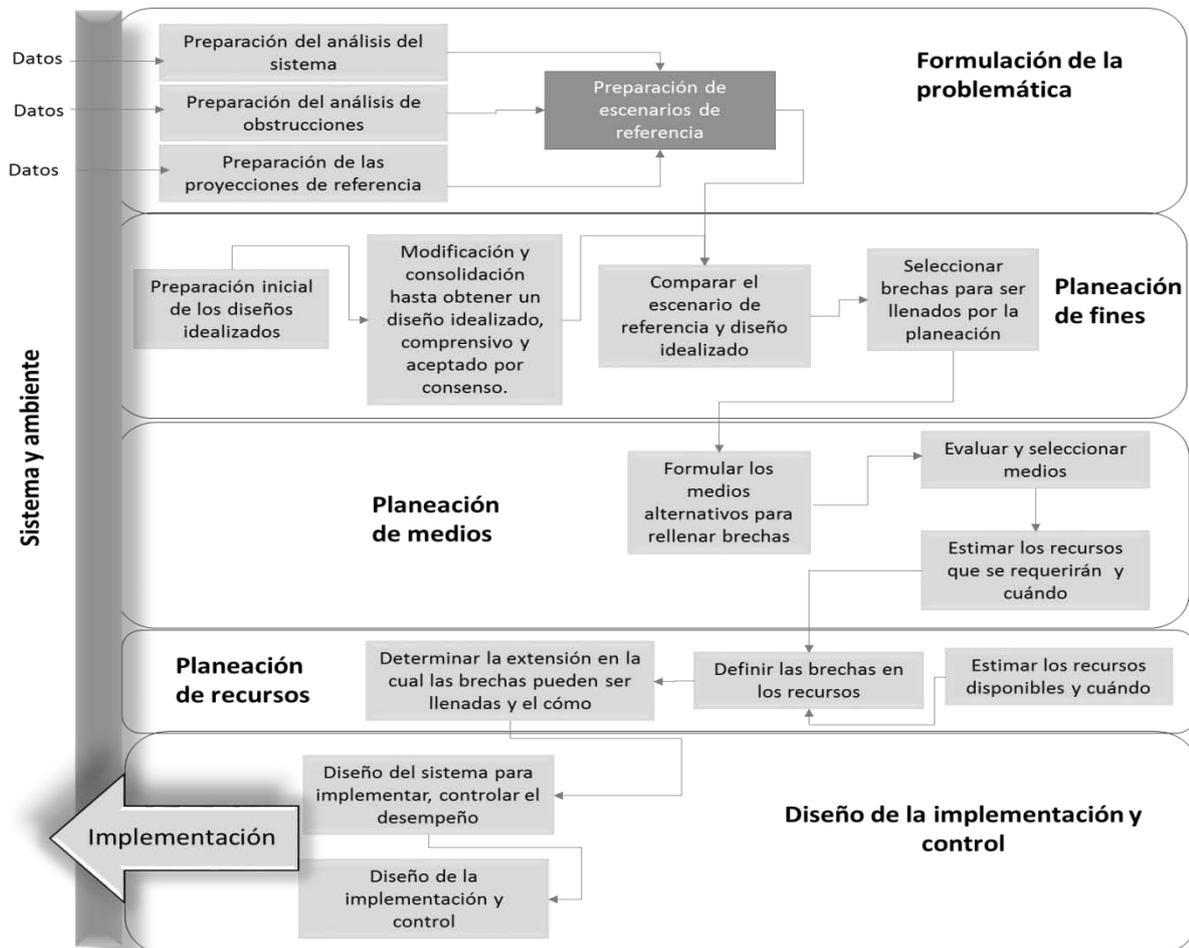
La planeación de los medios implica determinar lo que es buscado y los medios para lograr un rediseño idealizado del sistema, para ello se establecen metas, objetivos e ideales. La comparación del rediseño idealizado y los escenarios de referencia permiten identificar las brechas que deben ser cerradas o estrechadas por el proceso de planeación.

La planeación de los recursos, naturalmente, es la consideración de que tipo y en qué cantidad los recursos serán requeridos, asimismo implica establecer cómo se adquirirán o generarán y el momento preciso de su utilización.

La implementación y control es el establecimiento de quién y qué se hará, así como el aseguramiento de estas dos acciones, asimismo involucra la vigilancia de que lo que se hace o bien de que el desempeño del sistema esté acorde con lo establecido.

En la figura No. 14, se muestra el ciclo de planeación interactiva, en color se muestra la sub-fase de preparación de escenarios de referencia, que es dónde se centra la temática principal de este trabajo.

Figura 14. Planeación interactiva



Fuente: Ackoff (1984)

Dentro de este tipo de planeación los escenarios cumplen un papel práctico instrumental que permite avanzar en un ámbito donde la situación de conocimiento no permite realizar modelos detallados (Gutman, 1995).

4.1.2 Escenarios, estructura y proceso de construcción

La corriente Lógica intuitiva define de la siguiente manera el término escenario:

- “Es un libreto de la caracterización de un posible futuro presentado con un detalle considerable, con especial énfasis en relaciones causales, consistencia interna y lo concreto” (Schoemaker, 1991).
- “Un escenario es una historia que vincula los eventos históricos y presentes con eventos hipotéticos del futuro, son mecanismos para producir información que es relevante para la toma de cualquier decisión” (Van der Heijden, 1996).

- “Son herramientas para ordenar las percepciones y los ambientes futuros alternativos donde las decisiones pueden ser tomadas” (Chermack, 2005),
- “Herramientas que sirven para explorar impactos e implicaciones de las decisiones, elecciones y estrategias” (Mietzner & Reger, 2005).
- Desde un punto de vista de la escuela de Prospectiva se expone el concepto de escenario de la siguiente forma:
- “Es la descripción de una situación futura y el curso de eventos que permiten moverse de una situación original a una futura” (Godet & Roubelat, 1996).

Los escenarios se clasifican en normativos y tendenciales o exploratorios.

Los exploratorios son aquellos que describen los futuros más posibles a partir de las tendencias del pasado y del presente (Mietzner & Reger, 2005), en otras palabras, “exploran lo que podría pasar” (Jouvenel, 2000).

Los normativos, son aquellos en los se crea un futuro a partir de una meta, es decir, los escenarios se diseñan de manera retrospectiva (del futuro hacia el presente) y reflejan lo que se podría hacer en el futuro (Godet, 2000).

De lo expuesto anteriormente, se establecen dos definiciones básicas para el contexto de este trabajo: escenario y escenario exploratorio.

Definición de escenario
Es la imagen futura de una situación particular en un horizonte de tiempo establecido, que se genera a partir de un conocimiento formal que implica la utilización de herramientas cuantitativas, cualitativas o ambas, su propósito es proporcionar una guía para la planeación del futuro de cualquier organización.
Definición de escenario exploratorio
Es una imagen futura que es producto de las tendencias de una situación actual y pasada en un horizonte de tiempo establecido.

Elementos estructurales de los escenarios en general

Boaventura & Fischmann (2008) indican que los componentes básicos de los escenarios son: 1) tendencias: consisten en el cambio continuo e incremental de determinado aspecto sobre un determinado período de tiempo. 2) incertidumbres: está constituida por aquellos eventos en que las variables son conocidas pero su probabilidad no. 3) Las relaciones entre tendencias e incertidumbres que gobiernan el ambiente presente y condicionan el futuro y 4) La imagen del futuro.

Jouvenel (2000) menciona que un escenario está compuesto de tres elementos: a) la base (que es la representación de la realidad actual y las dinámicas del sistema que se está estudiando, b) los caminos creados para observar el sistema de acuerdo con una escala de tiempo, considerando el conocimiento que se desea obtener, las preguntas a responder y las hipótesis planteadas. c) las imágenes finales obtenidas de acuerdo con un horizonte de tiempo y a los caminos creados.

Procesos de construcción de los escenarios

Existen un gran número de procesos de construcción de escenarios, algunos de ellos se desarrollan mediante esquemas de gran rigurosidad metodológica, algunos haciendo énfasis en aspectos cuantitativos y otros en cualitativos. Sin embargo hay pautas generales y comunes que son seguidas por diversos autores.

Michael Godet (2000) es un autor que considera 5 pasos para la construcción de un escenario dentro de un marco de planeación por escenarios: a) formulación del problema-examen del sistema-: se refiere a conocer el funcionamiento, su ubicación espacial y temporal, su ambiente, las interacciones internas y su relación con otros sistemas; b) diagnóstico: es análogo a un examen de rayos x, es la determinación de los valores o situación actual de dichas variables y su comparación con un referente; c) identificación de variables claves: se desarrolla de manera paralela con la fase de diagnóstico y consiste en determinar aquellas variables que definen un estado determinado en un sistema; d) dinámica de la firma: radica en comprender la dinámica a través del análisis retrospectivo, es decir encontrar fortalezas, debilidades, monitorear el desempeño de los actores en el pasado, y definir cuestiones claves para el futuro. La última fase es la aplicación de metodologías y la propuesta de las acciones futuras, es decir la generación de escenarios propiamente.

Fink et al (2004) plantea las siguientes fases: a) detección de factores clave: cuando se va a desarrollar un escenario existe un número considerable de factores de influencia, sin embargo es necesario discernir aquellos que realmente son de carácter esencial; b) prospectiva de las proyecciones futuras: constituye el corazón del desarrollo de escenarios, un horizonte futuro es definido y se realizan proyecciones de los factores clave, proyecciones de carácter tendencial o normativo; c) cálculo y formulación de escenarios: consiste en representar los futuros posibles, para lo cual se forman *clusters* de combinaciones de las proyecciones futuras; d) análisis, mapeo e interpretación de escenarios: los escenarios son analizados a detalle, determinando claramente fuerzas conductoras, consecuencias, riesgos, posibles subescenarios y el mapeo consiste en trazar las diferentes alternativas de desarrollo.

Jouvenel (2000), partiendo de un marco prospectivo, estableció 5 fases:

a) Definición del problema y la selección del horizonte: implica la determinación apropiada del problema. El horizonte puede ser establecido considerando las siguientes características: 1) la inercia del sistema y la necesidad de difuminar los efectos generados por la turbulencia que podría dañar el entendimiento correcto del sistema; 2) la programación de las decisiones, el poder para decidir y los medios para implementarlas; 3) el grado de rigidez y motivación de los actores.

b) Construcción del sistema y la identificación de variables clave: consiste en construir el sistema, para lo cual se determinan todas aquellas variables que lo constituyen, es decir que influyen en el sistema bajo estudio, posteriormente se deben seleccionar aquellas consideradas como claves, para ello se recomienda el uso de expertos. Posteriormente se analizan las relaciones entre dichas variables.

d) Recopilación de datos y elaboración de hipótesis: Para cada variable clave –driver- se deben responder tres preguntas básicas: 1) ¿Cuál es el desarrollo pasado de esta

variable?, 2) ¿Cuál es desarrollo tendencial (extrapolación lógica?, 3) ¿Cuáles son las curvas y quiebres potenciales que podrían bloquear el desarrollo tendencial? Las respuestas a estas preguntas constituyen las hipótesis.

e) Exploración de los posibles estados futuros: implica la generación de una imagen futura basada en diferentes caminos y consideraciones, haciendo explícito la escala de un fenómeno y el tiempo de ocurrencia (contextualización).

5) Determinación de opciones estratégicas

Schoemaker (1995) establece:

- a) Definición del alcance: Consiste en definir un marco de tiempo y el alcance de términos de productos, mercados, áreas geográficas y tecnologías.
- b) Identificación de los principales *stakeholders*: implica responder las siguientes preguntas ¿Quién tiene interés en estos asuntos? ¿Quiénes se ven afectados? ¿Cómo son sus influencias? Además de establecer sus roles, intereses y posiciones de poder actuales y futuras.
- c) Identificar tendencias básicas: ¿Qué tendencias políticas, económicas, sociales, tecnológicas, legales e industriales afectan los elementos del alcance ?. Se debe determinar cómo afecta cada una de las tendencias a la organización.
- d) Identificación de incertidumbres claves: aquellos eventos cuyas salidas son inciertas y asimismo implica determinar cómo estos eventos afectan los asuntos que son importantes para la organización. Asimismo se deben identificar relaciones entre incertidumbres y sus diversas combinaciones.
- e) Construcción inicial de las temáticas de escenarios: se realizan combinaciones de las tendencias y de las incertidumbres.
- f) Verificación de la consistencia y plausibilidad: consiste en verificar que las tendencias sean compatibles con los marcos, las combinaciones y reacciones y posiciones de los principales *stakeholders*.
- g) Desarrollo de escenarios de aprendizaje: consiste en la identificación de temas que sean estratégicamente relevantes y a partir de ello se deben generar las salidas posibles y las tendencias acerca de ellas. Consiste en hacer la historia de los escenarios fácil de seguir y recordar y es a partir de este punto que se considera que se han construido escenarios de aprendizaje.

Es necesario hacer notar que los escenarios nunca serán unívocos, existirá un campo de posibilidades que se amplía a medida que el horizonte de tiempo se aleja y que cambia según el enfoque, interés o detalles, y siempre serán sintéticos y sesgados, dando mayor o menor relevancia a distintos temas según el interés de quien lo realice (Gutman, 1995).

4.1.3 El escenario como sistema

De acuerdo con van der Heijden (1996), cada escenario es una estructura integrada que debe ser comprendida como un todo más que como partes separadas. Los escenarios se sitúan en un nivel conceptual inferior al concepto de prospectiva, debido a lo anterior se hace necesario hacer una revisión de este último concepto construido a partir de un enfoque sistémico.

Los sistemas anidados

Chermack (2005) ha investigado el rol de la teoría de sistemas y propuso la siguiente construcción sistémica de la planeación por escenarios. El sistema de planeación por escenarios, el sistema de desempeño, y el ambiente organizacional y contextual. La construcción de escenarios fue concebida como un proceso más no como un subsistema del sistema de planeación por escenarios. Ver figura No. 15.

Figura 15. Sistemas anidados de Chermack



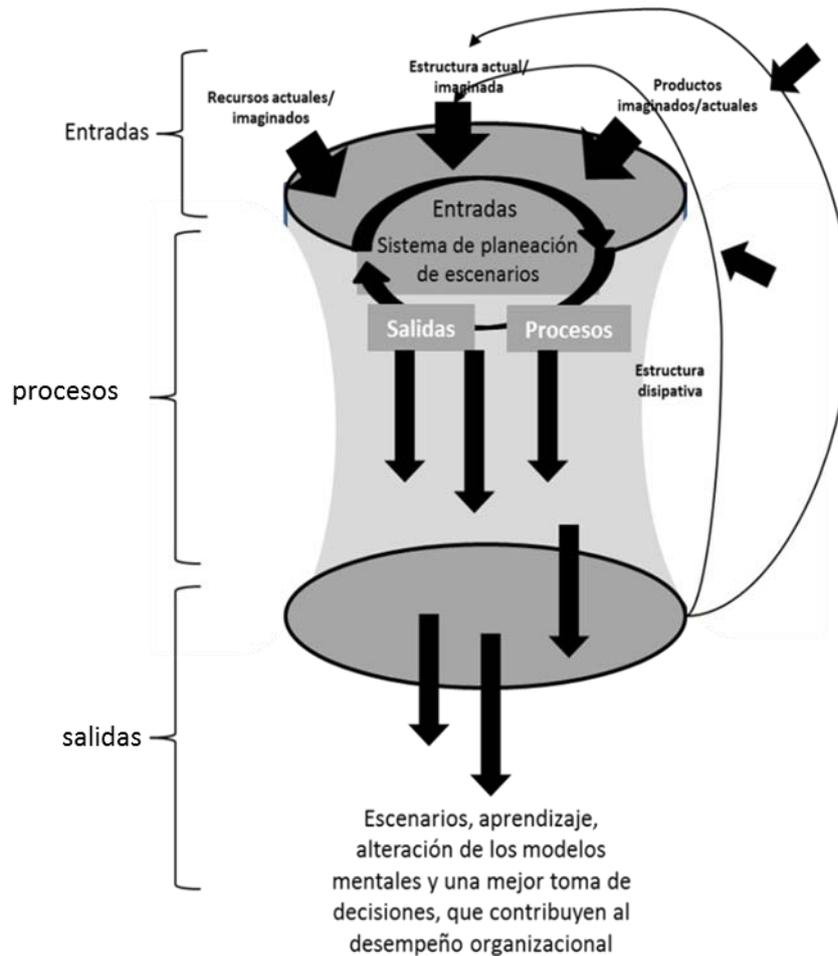
Fuente: Chermack, 2005

El modelo de caja negra

En el sistema de planeación por escenarios, Chermack (2004) que visualiza como caja negra las entradas al sistema como los recursos, la estructura y productos (actuales e imaginarios); los procesos corresponden al flujo de las entradas y las salidas, el aprendizaje, los modelos alterados, la toma de decisiones y todo aquello que contribuya al desempeño de la organización. Asimismo enlaza los conceptos esenciales de la teoría de sistemas, por ejemplo, la retroalimentación (que en este caso en particular proviene de la toma de decisiones), la estructura disipativa (*Dissipative Structure*), que es la propiedad de flexibilidad del sistema para adaptarse al medio ambiente, y la autopoiesis o la capacidad del sistema para regenerarse. Refiérase a figura No. 16.

Y a pesar de no considerar la construcción de escenarios como sistema, afirma lo siguiente: *Dos conclusiones lógicas pueden salir después de examinar la teoría de sistemas, la primera es que los escenarios y la planeación por escenarios pueden ser visualizados como sistemas, porque cumplen con las características de los sistemas. La segunda, es que la teoría de sistemas es importante y fundamental en escenarios y en la planeación por escenarios.*

Figura 16. El modelo de caja negra



Fuente: Chermack, 2004

4.2. Definición de evaluación sistémica

En la fase de diseño de la implementación y control de la Planeación adaptativa se necesita evaluar si las soluciones diseñadas fueron las adecuadas estableciendo resultados específicos y formas de mejora, es decir que se realizan procesos de evaluación.

4.2.1 Características generales

Lichfield &Prat (1998) des un enfoque de planeación definen a la evaluación como el procedimiento sistemático y –sistémico- de observar, analizar y formular un juicio en la operación y en los resultados, ya sean estos previstos o que ya se hayan realizado.

Clasificación general

Se consideran tres tipos básicos de planeación Lichfield &Prat (1998):

- Ex ante: tiene que manejar los problemas de toma de decisiones: a) incertidumbre respecto al futuro, b) balance de la eficiencia, efectividad y equidad en la decisión.
- Evaluación concurrente –*Intinere evaluation*: le interesan los aspectos relacionado con a) los aspectos de la colección y análisis de datos (monitoreo), tanto de los planes/políticas/programas como del cambio socioeconómico y b) la evaluación de los planes/políticas/programas actuales.
- Ex post evaluación: se refiere a: a) el entendimiento de los cambios (previstos y no previstos) producidos debido a un proceso determinado, b) el valorar el grado de logros que se obtuvieron y c) obtener conclusiones acerca de las revisiones del plan o del proceso de planeación una vez que éstos han concluido.

Fines de la evaluación

Dentro de los fines de la evaluación sistémica –tomando como referencia a Rossi (2000)- se pueden mencionar los siguientes:

- Toma de decisiones cuando con base a las evaluaciones se toman las decisiones.
- Desarrollo de la racionalidad de la acción: las evaluaciones influyen en la racionalidad de las acciones, es decir, en seleccionar qué acciones se llevan y cuáles no, este fin va ligado con el anterior.
- Legitimización: la evaluación puede servir a los que están en contra o a favor del programa, la legitimación se requiere a diversos niveles.
- Innovación: el tratamiento nunca ha sido aplicado a la población, la intervención en sí misma es una investigación emergente o está en su fase de desarrollo. El sistema de “reparto” o sus partes no han sido adecuadamente examinadas. Los blancos del programas son nuevos o en expansión. Al programa se le añadieron otros objetivos.
- Afinación (*fine tuning*): prueba de variables o esfuerzos de modificación.

Componentes básicos

Sánchez (1995) distingue, dentro de una perspectiva sistémica de la evaluación, los siguientes componentes básicos: el contexto y rol, niveles y sujetos de evaluación, instancias de la función de evaluación y sus actividades.

El contexto se refiere a identificar y a ubicar a la evaluación en un entorno o ambiente y/o situación determinada, es decir, en su suprasistema identificando y su papel o rol: ahora bien el mismo autor señala que dos rasgos esenciales del contexto de la evaluación son: la existencia de múltiples involucrados y el hecho de que la evaluación es un proceso político.

El establecimiento de fronteras de evaluación es importante, una forma fácil de establecerlas es la estrategia de Martz (2010) que consta de la determinación de los objetivos de la evaluación, los beneficiarios del proceso de evaluación, la descripción de los objetos que van a hacer evaluados considerando sus principales características y limitaciones, estableciendo claramente si lo que va a ser evaluado es el universo o una muestra. Se incluyen aspectos relacionados con el marco temporal, los recursos

disponibles y la fuente de la que provienen. Así como los resultados y productos esperados.

Niveles

En la evaluación se puede dar en tres niveles: normativo, estratégico y táctico.

El nivel normativo (el político) corresponde al sistema de diseño de políticas, es decir, el deber ser, en el que se producen evaluaciones de gran trascendencia, el nivel estratégico (de planeación) que es asociado al sistema de gestión e implementación de políticas y el nivel táctico (el analítico) que es vinculado a proceso de acción, donde los fines de los niveles normativos y estratégicos se traducen en acciones.

Complejidad y evaluación

La evaluación sistémica compleja de Patton (2011) se caracteriza por las siguientes situaciones:

- Se caracteriza por apoyar el desarrollo de innovaciones y las adaptaciones de diversas intervenciones en los sistemas dinámicos.
- Es apropiada en ambientes complejos y dinámicos, donde no se conocen soluciones a los nuevos problemas; no hay un único camino, es necesaria la innovación, exploración y experimentación social.
- Los sistemas cambian, reconoce que las salidas de la evaluación pueden ser específicas, emergentes y dinámicas.
- Provee retroalimentación en tiempo para el desarrollo de aprendizaje y da soporte a la acción.
- La evaluación toma en cuenta los enfoques de abajo hacia arriba y de arriba hacia abajo.
- El diseño de la evaluación está fundamentado en el enfoque de sistemas para capturar y mapear las dinámicas complejas de los sistemas, además de sus elementos, funciones y estructuras.
- Reconoce las propiedades emergentes de los sistemas.
- Se basa en el reconocimiento de patrones.
- Desarrolla medidas y mecanismos de seguimiento para determinar las salidas.
- Reconoce que las medidas cambian durante los procesos de evaluación.
- La evaluación debe ser establecida en función de un contexto dado.
- Busca brindar como resultado principios efectivos que permitan reforzar una práctica dada, así como dar a conocer especificaciones mínimas que puedan ser adaptadas al contexto en particular.

4.2.2 Participación

Una forma práctica de definir la participación es retomar el concepto desarrollado por Sánchez (2009) que define participación como: "la intervención de alguien en algo que le pertenece, o que en cierto momento le es común porque ahí tiene un interés latente o manifiesto".

Actualmente, se está haciendo más énfasis en la llamada participación transdisciplinaria que puede definirse como un proceso de investigación desarrollado

de una contribución integral de diferentes disciplinas y paradigmas contrastantes con una interacción significativa de los *stakeholders*⁷ (O'Brien et al, 2013).

Entre algunas de las ventajas de la participación se pueden mencionar las siguientes (Korff, 2012): a) mejor calidad de la toma de decisiones debido a la integración de discursos que genera una toma de decisión informada; b) superior aceptación de las decisiones ya que mediante el involucramiento de los afectados por una decisión se logran acuerdos más amplios y se incrementa el apoyo para la implementación; c) consecución de interacciones intensivas entre los participantes las cuales permiten la creación de nuevas redes sociales para resolver conflictos y crisis.

Stakeholders

Como stakeholders se entiende aquellos que afectan o son afectados por una decisión o acción (Freeman, 1984). El análisis de los stakeholders en los procesos de evaluación resulta una tarea vital para Bryson (2011) una evaluación que falla en la selección de los stakeholders trae como consecuencia resultados imprecisos, es insensible e insuficiencia e implica un desperdicio de recursos e incluso puede afectar la realización de evaluaciones futuras. Para Bryson (2011) la selección de stakeholders no implica que todos ellos sean tomados en cuenta pero si la selección de aquellos que sean claves. La selección de actores o stakeholders en los asuntos medioambientales complejos debe reflejar una diversidad de perspectivas de un modo balanceado (Cuppen, 2010).

Desde el punto de vista de la evaluación

Las dimensiones que usualmente se utilizan para analizar la evaluación participativa son las siguientes: rol del evaluador (control de la toma de decisión en el proceso de evaluación), la profundidad de participación y la selección de stakeholders (Cousins & Whitmore, 1998; Cousins, 2013).

El rol del evaluador se refiere a quién controla el proceso de evaluación: si el control es asumido por los miembros de una comunidad de investigación, por los miembros de una comunidad de stakeholders o si existe un balance entre ambas. Las anteriores categorías se pueden definir simplemente como: control absoluto, control parcial y control compartido.

La profundidad de participación mide la extensión en la que los stakeholders participan en la evaluación, desde la consulta hasta la participación profunda. La consulta es cuando no tienen ningún tipo de control o responsabilidad hasta la participación profunda que es el involucramiento en todos los aspectos de la evaluación (Cousins & Whitmore, 1998).

Selección de stakeholders se refiere a la diversidad de los grupos participantes en la evaluación y si en la evaluación fueron considerados todos los grupos involucrados en la

⁷ Es necesario aclarar que en la definición original retoma el concepto de participación interdisciplinaria, en este trabajo se cambia hacia el término participación transdisciplinaria, ya que aunque los autores no retomem este término las características descritas corresponden hacia una noción de transdisciplina. Hay que recordar que la transdisciplina de acuerdo a Rasmussen et al (2007) incluye a la interdisciplina e involucra traspasar lo límite de lo científico para incluir a científicos y no científicos en la producción de conocimiento.

problemática. Esta dimensión está ligada al grado de inclusión, y la homogeneidad o heterogeneidad del grupo.

Por su parte Plottu & Plottu (2009) proporcionan una base común para los diferentes enfoques de participación en evaluación: inclusión, diálogo y deliberación. La inclusión implica trabajar con sectores subrepresentados (grupos sin poder) y no únicamente con los patrocinadores o grupos bien organizados. El diálogo se refiere a una evaluación que fomente el intercambio de ideas y reflexiones entre los distintos grupos y sus propósitos esto quiere decir entender los intereses, posiciones y perspectivas de los otros grupos. Por último la deliberación busca obtener una discusión racional en la que los stakeholders formulan un interés común mediante la contraposición de sus puntos de vista y es posible llegar a acuerdos en común.

Desde el punto de vista de la planeación

La primera tipología relaciona a la participación y el vínculo con la dependencia gubernamental fue definida por Rentería (2011) tomando como referencia a Ziccardi (1998);

- Institucionalizada: está reglamentada para que la ciudadanía participe en los procesos decisorios del gobierno local.
- No institucionalizada: participación informal o formal pero que no está reglamentada.
- Autónoma: la ciudadanía participa mediante algún tipo de asociación no gubernamental que, aunque participe en instancias de gobierno, no depende ni es controlada por éste.
- Clientelística: la autoridad y los individuos o grupos se relacionan mediante un intercambio de favores o cosas.
- Incluyente o equitativa: se promueve la participación de toda la ciudadanía, independientemente de la pertenencia o identidad partidaria, religiosa o de clase social.

La segunda tipología hace una comparación con los procesos de selección de los participantes (Antunes et al, 2009):

- Participación basada en invitaciones abiertas: su principal ventaja es que permite una participación sin restricciones, pero tiene una alta vulnerabilidad a la manipulación ya que los grupos de poder que cuenten con recursos o capacidad pueden sesgar completamente la decisión al infiltrar una gran mayoría de sus miembros o aliados.
- Participación basada en stakeholders: incluye a los que importan y que afectan o son afectados por la implementación de alguna decisión, generalmente este tipo de participación incluye a aquellos actores que deseen participar por lo tanto no es representativo de la población, generalmente tiene un enfoque top-down o bien está marcada por el empleo de redes de actores lo cual a la larga puede provocar distintos tipos de sesgos.
- Participación representativa: existen límites en los criterios de representación, tales como costo, espacio y puede estar sujeta a sesgo si no existe un manejo adecuado de la información y conocimiento.

- Participación al azar: tiene un alto grado de legitimidad, entre sus principales desventajas es que se carece de poder para implementar las decisiones y no es representativa del poder real de decisión.

Escala de participación

Los niveles de participación no son estáticos y depende de las características contextuales del problema bajo consideración, los niveles de participación varían de involucramiento a influencia.

De acuerdo con Cornwall (2008) el involucramiento se refiere al hecho en que solamente se escuchan a los stakeholders mientras que la influencia se refiere a escuchar la voz de los stakeholders en acción.

Preskill & Jones (2009) establecen una matriz útil para la determinación del grado de participación de cualquier ejercicio de evaluación (véase figura No.17).

Para ello se basan en nueve preguntas cruciales:

- ¿El tiempo para desarrollar las preguntas es limitado?
- ¿El presupuesto para obtener información de los stakeholders es limitado?
- ¿Los stakeholders están geográficamente dispersos?
- ¿Las perspectivas de los stakeholders, experiencia y otras características varían considerablemente?
- ¿Existe una carencia de relaciones entre los stakeholders?
- ¿Los stakeholders tiene una disponibilidad limitada?
- ¿Existe un número significativo de stakeholders potenciales?
- ¿La iniciativa a ser evaluada es compleja?

Figura 17. Estrategia para involucrar actores en evaluación

	Reuniones grupales		Entrevista cara a cara		Encuestas
	En persona	Virtual	En persona	Virtual	
Tiempo de evaluación corto					
Presupuesto limitado					
Geografías dispersas					
Diferentes perspectivas					
Carencia de relaciones previas					
Disponibilidad limitada de los stakeholders					
Muchos stakeholders					
Poca familiaridad con la evaluación					
Programa o iniciativa compleja					

Estrategia apropiada
 Estrategia medianamente apropiada
 Estrategia no apropiada

Fuente: Preskill & Jones (2009)

4.2.3 Criterios generales de evaluación

Los criterios de evaluación tienen su base en los juicios de valor, están asociados a la definición de un problema particular y su construcción es un proceso continuo (Bardach, 2008).

De acuerdo a Bardach (2008) los criterios evaluativos comúnmente utilizados en el análisis de políticas son: eficiencia, equidad, libertad y comunidad.

La eficiencia, considera la relación de producción entre recursos utilizados y resultados benéficos. La equidad, igualdad o justicia están ligadas a la participación de los distintos grupos involucrados y a una toma de decisiones que considere cada una de las diversas perspectivas y necesidades de grupo, sin causar ningún tipo de perjuicio a otro. Los de libertad y comunidad se refieren a la capacidad de actuar de las comunidades o grupos sin la interferencia de macro grupos de poder.

De acuerdo con Guba & Lincoln (1989) cuando se reporta (por supuesto tomando el contexto de la evaluación de cuarta generación) se deben considerar cuatro clasificaciones de criterios:

- Criterios axiomáticos: el estudio debe ser razonable con los supuestos axiomáticos (el sistema básico de creencias el nivel de conocimiento superior).
- Criterios retóricos: relacionados con la estructura y forma del objeto de estudio.

- Criterios de acción: es la capacidad del estudio de caso para evolucionar y facilitar la acción.
- Criterios de aplicación o transferencia: hacer inferencias que puedan ser aplicadas a otros contextos.

4.3 Diseño de sistemas anticipatorios

4.3.1 Elementos básicos de diseño

Sistemas intencionales

Los sistemas intencionales son creados para atender ciertos propósitos, en ciertas ocasiones existe evidencia de que los cambios en el sistema no son suficientes o bien que los propósitos de un sistema no son viables y entonces se hace necesario un rediseño o el diseño de un nuevo sistema (Banathy, 1997).

Desde el punto de vista de diseño en ingeniería un objeto x puede ser parte de un arreglo que dada ciertas circunstancias resultará en la realización de una salida. Esto es que alguien seleccionó un objeto o ningún objeto con el fin de alcanzar ciertos resultados y expectativas en determinada salida.

Diseño implica la elaboración de sistemas artificiales mediante la imposición de objetivos y valores de los sistemas humanos con los recursos de los sistemas naturales, lo que implica que un sistema artificial es en sí un sistema sociotécnico (Noam Cook, 2008).

De acuerdo con Kroes (2012) se habla de la existencia de una dualidad en el diseño que consiste en la relación propósito y uso real; la dualidad es nula cuando el propósito para el cual fue diseñado un artefacto coincide con el uso del artefacto. Asimismo este autor afirma que la concepción de estructura y función de los artefactos (sistema) es muy importante. La estructura se refiere a las propiedades, físicas, geométricas, químicas, es decir, la composición del artefacto y las funciones, es una descripción de lo que hace, una función de x es hacer y . desde el punto de vista de la ingeniería cualquier artefacto debe contener una descripción estructural y funcional.

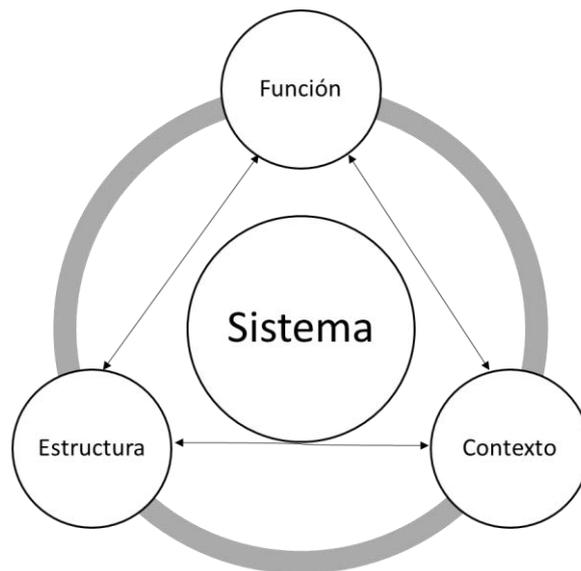
Los sistemas tienen dos ambientes el interno y el externo, el interno se relaciona con la estructura y su funcionalidad para lo que fueron diseñados y el ambiente externo está relacionado con las intenciones.

Un sistema entonces debe ser visualizado respecto a tres nociones clave: la estructura (componentes), la función técnica y el contexto de la acción humana –intención- (Kroes, 2012). Se pueden distinguir varios tipos de contextos de la intención humana, pero dos son de vital importancia: el contexto en el cual los artefactos son diseñados y producidos y el contexto en los cuales son usados (véase figura No. 18).

El diseño de los sistemas implica contestar tres preguntas básicas:

- ¿Para qué es el objeto? (función)
- ¿De qué está hecho el objeto? (estructura)
- ¿Cómo el objeto es usado? (intención)

Figura 18. Naturaleza de los artefactos



Fuente: modificado de Kroes (2012)

El diseño en la metodología de sistemas es la combinación de dos bucles interactivos, uno que maneja la relación entre el objeto de diseño y su ambiente y otro que maneja la relación en el diseño de su objeto y sus partes (Miettinen, 2008).

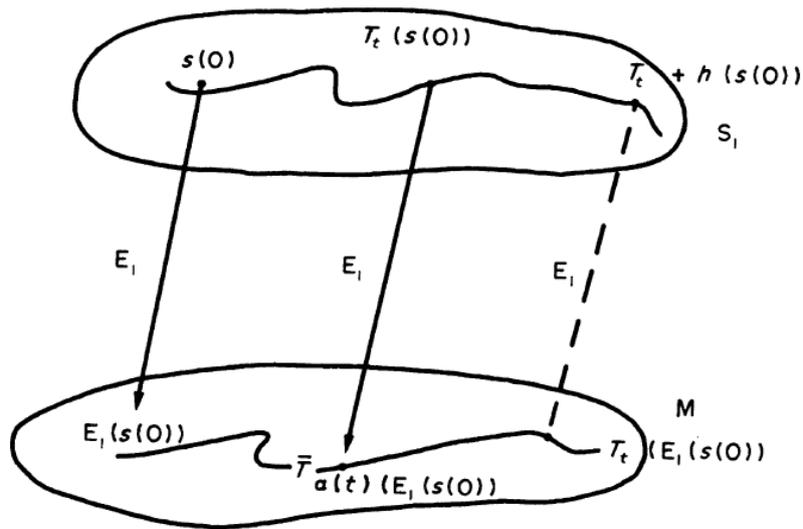
Para la generación de diseños en sistemas intencionales es necesario considerar las siguientes proposiciones (Dyer, 2004):

- Es un derecho básico que los individuos, grupos y comunidades se involucren en la toma de aquellas decisiones que los afectan.
- No es ético diseñar sistemas sociales para alguien más, ya que los individuos que viven en esos sistemas son los expertos.
- El rol del diseño profesional en material de sistemas sociales es desarrollar recursos y crear arreglos y oportunidades para los individuos, grupos y comunidades (comunidad de diseño).
- Una comunidad de diseño está compuesta por gente que sirve al sistema, que es servida por él y que es afectada también por él. Ellos son los diseñadores y usuarios del diseño a ellos les pertenece el diseño.
- Los diseñadores de los sistemas sociales son depositarios de las generaciones futuras. Ellos se deben preguntar constantemente: ¿Cómo el sistema afectará a los que aún están por nacer?

Sistemas anticipatorios

Dentro de los sistemas intencionales se encuentran una clase especial de sistemas, los sistemas anticipatorios, de acuerdo con Rosen (2012) si se parte de la suposición que existe un sistema S_1 y supongamos que M es un modelo predictivo del sistema, supongamos que $T_t: S_1 \rightarrow S_1$ es una dinámica abstracta en S_1 . Si M es un modelo dinámico de esta dinámica abstracta, entonces debe existir una dinámica $\check{T}_{x(t)}: M \rightarrow M$. Existe una codificación (E) que traduce el sistema S_1 en un sistema formal M , la codificación es un acto de abstracción. Ver figura No. 19.

Figura 19. Sistemas anticipatorios



Fuente: Rosen, 2012

Rosen (2012) indica que si S_1 está un estado inicial $s(0)$ y en el modelo M este estado inicial está representado como $E_1(s(0))$. Después de que un tiempo t ha transcurrido para S_1 , este sistema estará en el estado $T_t(s(0))$, si se utiliza la misma escala para el modelo M , entonces el modelo M estará en el estado $T_t(E_1(s(0)))$. Ambos estados, el del sistema y el del modelo no corresponden, el estado del modelo M en el tiempo t representa un estado que S_1 alcanzará hasta el tiempo $t+h$, las trayectorias del M se mueven más rápidamente que las trayectorias del sistema. Por lo tanto, M es un modelo predictivo, es decir que el estado presente de M en un tiempo T es la representación de un estado futuro de S_1 en una misma escala de tiempo. Esto implica que observando el estado actual de M se obtiene información pertinente al estado futuro de S_1 .

Sistemas Complejos adaptativos (SCA)

Un "sistema adaptativo complejo" es un sistema diverso y conformado por múltiples elementos interconectados; y es adaptativo, porque tiene la capacidad de cambiar y aprender de la experiencia (Martínez, 2011), asimismo en los SCA el comportamiento global depende más de las interacciones entre las partes que de las acciones y se encuentran compuestos por agentes en interacción descritos en términos de reglas que cambian (se adaptan) en la medida en que el sistema acumula experiencia (Bohórquez, 2013).

Algunas de las principales características de los SCA son las siguientes (Gell-Mann, 1994):

- Su experiencia puede considerarse como un conjunto de datos, usualmente entradas y salidas, en donde las entradas usualmente incluyen el comportamiento del sistema y las salidas incluyen los efectos en el sistema.
- El sistema identifica regularidades de ciertas clases de experiencia.

- Las regularidades percibidas son sintetizadas en un esquema. Los procesos de mutación dando origen a esquemas rivales, en el que cada esquema a su manera provee una combinación de descripción, predicción y donde el comportamiento lo concierne, prescripciones para la acción.
- Los resultados obtenidos por un esquema al ser aplicado en el mundo real, recibe retroalimentación de la realidad misma y respecto a otros esquemas en competencia.

De acuerdo con Lara (2014) los SCA tienen la capacidad para detectar y analizar las señales que le llegan del entorno para extraer información sobre el mismo, formándose imágenes del mundo y de sí mismo y, de acuerdo con ellas, mediante una función de decisión homeostática, determina lo que debe hacer para cumplir con sus fines, frente a la situación propia y del medio ambiente que ha detectado. Y es necesario recordar que la homeostasia es el proceso por el que un sistema mantiene el equilibrio funcional de su medio interno frente a las variaciones del medio externo.

Entre los principios de este tipo de sistema se encuentran (Railsback, 2001): emergencia, adaptación, aptitud y predicción. A continuación se explican cada uno de estos principios:

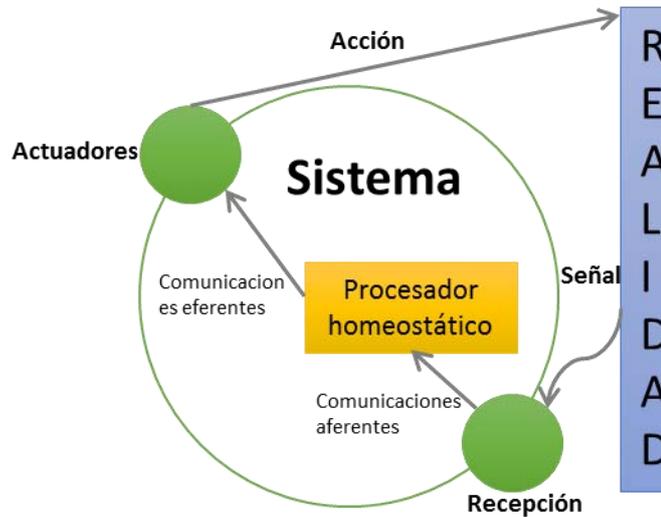
- Emergencia: se refiere a que las propiedades del nivel sistema surgen de las interacciones de las características individuales de los agentes (Railsback, 2001).
- Adaptación: es la capacidad de los individuos para responder a los cambios del medio ambiente (Railsback, 2001).
- La Aptitud en un entorno dado es la probabilidad de éxito de un sistema, o sea, que éste pueda sobrevivir y cumplir con sus funciones, en un entorno dado (Lara, 2014).
- Predicción: es la habilidad de anticipar las salidas de acciones alternativas, es decir que los SCA prescriben ciertas acciones tomando como base ciertas anticipaciones. La habilidad de anticipar las consecuencias de respuestas alternativas es esencial para el éxito en la adaptación (Railsback, 2001).

Entre los componentes de los SCA se pueden encontrar los siguientes (Lara, 2014):

- Receptores o sensores: que se encargan de detectar las señales del medio externo que puedan dar información sobre éste.
- Conductores aferentes: que son los que llevan la información desde el receptor hasta el centro procesador encargado de calcular la respuesta homeostática.
- Procesador o controlador homeostático: que es el centro cibernético del organismo, y que es el que, mediante la función de percepción, interpreta las sensaciones que provienen de los receptores y determina lo que debe hacer el organismo para cumplir con sus fines.
- Conductores eferentes: que son aquellos que llevan la respuesta desde el procesador homeostático hasta los órganos motores del organismo, para que reaccione adecuadamente. Por ejemplo: Los nervios eferentes o motores en los animales.
- Actuadores: cuya función es ejecutar la decisión enviada por el procesador homeostático a través de los conductores eferentes.

La figura No. 20 presenta un SCA.

Figura 20. Sistema Adaptativo Complejo (SCA)



Fuente: Lara, 2014

Fronteras de diseño

El establecimiento de las fronteras en el diseño de sistemas implica establecer los siguientes aspectos (Ulrich & Reynolds, 2010):

- Los valores y motivaciones referentes a las percepciones de las situaciones y los esfuerzos para mejorarlos.
- Las estructuras de poder que influyen lo que se considera el problema y lo que puede ser hecho en torno a ellos.
- Las bases del conocimiento que definen lo relevante e incluyen la experiencia y las habilidades.
- Las bases morales que involucran a terceros, las consecuencias de lo que se hace o se deja de hacer, las consecuencias de los fallas (Ulrich & Reynolds, 2010).

Los juicios de frontera determinan qué observaciones empíricas y consideraciones de valores cuenta como relevantes y cuáles otras se dejan fuera o se consideran menos importantes (Ulrich, 2005) y también el concepto de juicio de frontera implica que el significado de una proposición depende de cómo se concibe el sistema de referencia, esto a su vez implica que es el contexto el que importa cuando se trata de evaluar los méritos y los defectos de una proposición (Ulrich & Reynolds, 2010) y separan lo que es relevante de lo que no lo es, lo que debe estar dentro y fuera del sistema (Maru & Woodford, 2007) las fronteras de un sistema se hacen explícitas mediante la definición de rangos de factores y criterios (Schumacher, 2012).

4.3.2 Sistemas anticipatorios difusos

Debido a que el enfoque de planeación adaptativa de los recursos hídricos requiere una perspectiva a largo plazo, y por tanto esto implica la consideración de incertidumbre, los llamados conjuntos difusos son de gran utilidad. Existen muchas aplicaciones de la lógica difusa en el campo de los recursos hídricos.

La lógica difusa nace cuando Zadeh (1965) establece dentro de la teoría de conjuntos que los elementos tienen diferentes grados de pertenencia y desarrolló un álgebra completa para los conjuntos difusos (Pérez et al, 2008).

En este tipo de lógica se trabaja con conjuntos que se definen por sus funciones de pertenencia, que se denotan como $\mu_M(x)$ e indican el grado de pertenencia (entre 0 y 1) del elemento x al conjunto C .

Las funciones de pertenencia se basan en la premisa de que el pensamiento humano no establece límites rígidos entre una y otra categoría sino que va pasando gradualmente el nivel de aceptación de un conjunto para ubicarlo en otro (Guarín & Escobar, 2003).

Un conjunto difuso queda definido de la siguiente forma: considerando que M es un conjunto clásico del universo U , un conjunto difuso \mathcal{M} es definido como un conjunto ordenado de pares, una relación binaria:

$$\mathcal{M} = \{\mu_{\mathcal{M}}(x) | x \in M, \mu_{\mathcal{M}}(x) \in [0, 1]\} \text{ Ecuación (11)}$$

Donde $\mu_{\mathcal{M}}(x)$ es una función denominada función de pertenencia, $\mu_{\mathcal{M}}(x)$ especifica el grado en que cualquier elemento x en M pertenece al conjunto difuso \mathcal{M} . Es decir, que se asocia a cada elemento x en M un número real $\mu_{\mathcal{M}}(x)$ en el intervalo $[0, 1]$ que es asignado a x . Los números grandes de $\mu_{\mathcal{M}}(x)$ indican grados grandes de pertenencia.

De acuerdo con Pérez et al (2008), en la lógica difusa las operaciones entre conjuntos se plantean en forma de operaciones difusas entre sus funciones de membresía (idéntico a funciones de pertenencia). Las más utilizadas son las de la unión (\cup), intersección (\cap) y complemento (\bar{A}) para los conjuntos y las correspondientes suma difusa, producto difuso y negación difusa para las funciones de membresía.

$$\text{Unión: } \mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) \text{ Ecuación (12)}$$

$$\text{Intersección: } \mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \text{ Ecuación (13)}$$

$$\text{Complemento: } \mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A(x) \text{ Ecuación (14)}$$

La lógica difusa se enfoca en variables lingüísticas y de este modo busca proveer fundamento al razonamiento aproximado y las proposiciones imprecisas. Las variables lingüísticas reflejan la exactitud e imprecisión del lenguaje en el razonamiento común. La mayoría de la lógica difusa trata con variables y modificadores lingüísticos, proposiciones, reglas de inferencia y razonamiento aproximado.

Las variables lingüísticas adoptan valores dados por palabras u oraciones en lenguajes naturales o artificiales, por ejemplo, tamaño, que puede tomar valores como grande o pequeño.

La lógica difusa establece modificadores lingüísticos, sea $x \in U$ y \mathcal{M} es un conjunto difuso con una función de membresía $\mu_{\mathcal{M}}(x)$. Se denota con m un modificador lingüístico, por ejemplo, mucho, poco, más o menos. Por $m\mathcal{M}$ se denota un conjunto difuso modificado por m con una función de membresía $\mu_{m\mathcal{M}}(x)$. Las siguientes selecciones de $\mu_{m\mathcal{M}}(x)$ son usadas frecuentemente para describir los modificadores

nunca, moderadamente y mucho. Generalmente las siguientes selecciones de $\mu_{mM}(x)$ son usadas para describir estos modificadores.

Ninguno, $\mu_{noM}(x) = 1 - \mu_M(x)$ Ecuación (15)

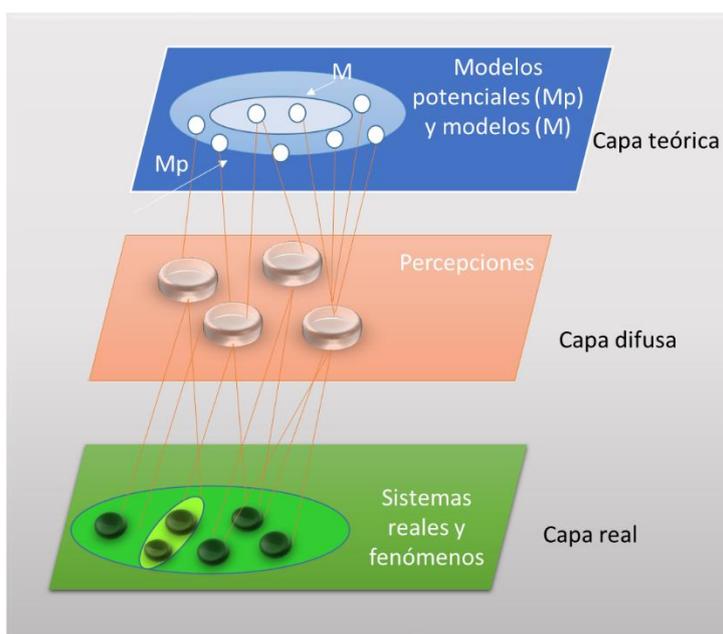
Mucho, $\mu_{muchoM}(x) = [\mu_M(x)]^2$ Ecuación (16)

Moderadamente, $\mu_{moderadamenteM}(x) = [\mu_M(x)]^{1/2}$ Ecuación (17)

De acuerdo con Seising (2007), a partir de la lógica difusa se puede definir un estructuralismo difuso que reconoce la relación entre sistemas reales y sistemas teóricos a partir de tres concepciones clave: lo borroso, lo no borroso y teorización (en inglés los términos corresponden a *fuzzification* y *defuzzification*). La denominada *fusificación* consiste en pasar de los fenómenos a las percepciones, y para ello se utilizan conjuntos difusos. La defusificación consiste en pasar de percepciones a modelos, se pasa de las percepciones representadas por los conjuntos difusos AF, BF, CF, . . . y sus relaciones difusas fF, gF, hF, . . . a conjuntos ordinarios y sus relaciones. Estos conjuntos y relaciones son las entidades básicas para construir modelos potenciales.

La teorización es pasar de los fenómenos a los modelos, la fusificación y la defusificación conlleva a la operación de teorización, porque se transfieren los fenómenos y sistemas de la capa real a estructuras en el sistema teórico. Ver figura No. 21.

Figura 21. Estructuralismo difuso



Fuente: Seising (2007)

La planeación está llena de nociones, conceptos, doctrinas, objetivos y visiones difusas debido a que existen fuentes de incertidumbre. La vinculación de lo difuso con la planeación es subestimada en la mayoría de las prácticas de planeación, lo que lleva a que se deriven falsas expectativas y resultados distintos a los esperados (Porter & Roo, 2007).

Roo (2007) indica que la planeación difusa implica reconocer las siguientes características en la planeación:

- La incertidumbre está presente desde el planteamiento de las decisiones estratégicas hasta la implementación.
- Que no existen "argumentos maniqueístas" dentro de la planeación, no todo es blanco o negro o bien sí o no y la deliberación entre diversos actores es esencial.
- Existen múltiples interpretaciones para la realidad.
- Todos los asuntos de la planeación se encuentran entre dos extremos: la racionalidad técnica y la racionalidad comunicativa. Pero es necesario reconocer que no existen los extremos puros.
- Existen grados o gamas de realidad.
- Los argumentos de la planeación están entre dos extremos: orden y caos. Ni son totalmente ciertos o inciertos.
- Los sistemas son complejos, caracterizados por la subjetividad; son incompletos e imprecisos.

De acuerdo con Ross (2004), existe una relación entre la teoría de probabilidad, la teoría de evidencia, la teoría de la posibilidad, los conjuntos *crisp* y la teoría de conjuntos difusos. Todos estos conceptos están abarcados dentro del macro concepto denominado medidas monótonas.

Las medidas monótonas describen la imprecisión de la asignación de un elemento "a" a dos más conjuntos normales (*crisp sets*). Ross (2004) indica que un universo de discurso comprende una colección de conjuntos y subconjuntos o conjunto potencia, con las medidas monótonas; lo que se trata de describir es la vaguedad o imprecisión cuando se realiza la asignación del elemento a. Es decir que la asignación de este elemento "a" está sujeto a incertidumbre, la incertidumbre está asociada a la evidencia para establecer una asignación. La evidencia puede no existir –el caso de total ignorancia-, la evidencia se conoce completamente –probabilidad- y la evidencia es de tipo parcial –posibilidad-

La diferencia entre una medida monótona y conjunto difuso en un universo de elementos: es que la medida monótona se basa en la imprecisión en asignar un elemento a uno o más conjuntos *crisp* y en los conjuntos difusos la imprecisión se refiere a la prescripción de las fronteras de un conjunto.

Existen formas especiales de medidas monótonas: la creencia (*belief*) y la plausibilidad, que se conocen como medidas de certidumbre y posibilidad, respectivamente. La intersección de ambas medidas da origen a la probabilidad.

Cómo se observó en el capítulo 2, básicamente, una medida de creencia se denota por $bel(A)$ que expresa el grado de soporte, o evidencia para una colección de elementos definidos por uno o más conjuntos *crisp* que existen en el conjunto potencia del universo. La medida de plausibilidad se define como el complemento de la creencia del complemento de A.

Medición difusa

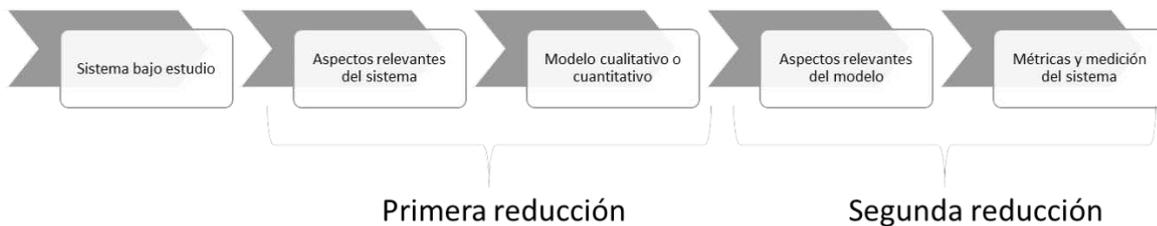
La Medición es un concepto importante dentro de la evaluación, Kerlinger (1994) afirma que la medición es la asignación de valores numéricos a objetos o eventos de acuerdo con reglas preestablecidas, el procedimiento de medición consiste en tres fases:

- Definición de los objetos del universo e información

- Clasificar los objetos de interés en categoría –subconjuntos–
- Contar a los miembros de los subconjuntos

Para Kreimer & Lindemann (2011), el proceso de diseño de métricas implica dos etapas de reducción del sistema: en la primera, el sistema del mundo real es reducido a sus aspectos relevantes y a partir de este punto se modela cuantitativamente o cualitativamente y en la segunda etapa los aspectos relevantes son reducidos y cuantificados (referirse a figura No. 22).

Figura 22. Proceso de diseño de métricas



Fuente: Kreimer & Lindemann (2011)

La función general para el procedimiento de medición viene dada por $f(x,y)$ en donde x es cualquier objeto, "y" y =un valor numérico.

Tanto la definición de los conjuntos de objetos que se están midiendo, así como los conjuntos numéricos a partir de los cuales se asignan valores numéricos a los objetos que se están midiendo, y las reglas de asignación y correspondencia tienen que estar ligadas con la realidad.

Las reglas utilizadas para asignar valores numéricos a objetos definen el tipo de escala y el nivel de medición. Dentro de los distintos niveles de medición se pueden encontrar los siguientes (Kerlinger, 1994):

- Medición nominal-escala nominal: que es el nivel más bajo de medición, los números asignados a los objetos son valores numéricos sin un significado numeral; no pueden ser ordenados o añadidos.
- Medición ordinal-escala ordinal: requiere que los objetos de un conjunto puedan tener un rango y ser ordenados con base en alguna característica o propiedad definida de manera operacional.
- Medición de intervalo-escala de intervalo: cumple características ordinales y nominales, las distancias numéricamente iguales en la escalas de intervalo representan distancias iguales en la propiedad que se está midiendo.
- Medición de razón: existe el cero absoluto o natural que tiene significado empírico, hay una base que permite determinar si el objeto no tiene ninguna de las propiedades que se están midiendo.

Para Kreimer & Lindemann (2011), tomando como referencia una perspectiva de la complejidad las métricas deben cumplir las siguientes características:

- Intencionalidad: las métricas deben proporcionar el contenido de información suficiente que permita describir el problema en cuestión.
- Homomorfismo: las métricas deben ser diseñadas para reflejar el comportamiento de los datos originales.
- Simplicidad: la métrica debe ser entendida fácilmente.
- Consistencia: la métrica debe proveer el mismo resultado cuando se mide el mismo proceso.
- Automatización: la métrica deberá ser operacionalizable.
- Adición: si dos o más procesos son independientes el valor de la métrica deberá ser al menos la suma de los valores de cada proceso.

Dentro de la evaluación se encuentran dos características importantes: la confiabilidad y la validez.

La confiabilidad es la exactitud o precisión de un instrumento de medición y puede definirse como la ausencia relativa de errores de medición en un instrumento (Kerlinger, 1994; Kreimer & Lindemann; 2011). Es la consistencia interna de una prueba, dicho de otra manera, la estabilidad de resultados en la aplicación de la prueba en ocasiones sucesivas.

El principio que fundamenta la confiabilidad es la maximización de la varianza de las diferencias individuales y minimización de la varianza del error; se fundamenta en las siguientes preguntas (Kerlinger, 1994):

- ¿Se obtendrán resultados similares o los mismos?
- Son las medidas obtenidas por un instrumento de medición las medidas "verdaderas" de la propiedad medida.
- ¿Qué cantidad de error de medición existe en un instrumento?

Existen dos tipos de varianza: sistemática y aleatoria, la primera se inclina hacia una dirección, el error es constante o sesgado. La varianza aleatoria como su nombre lo indica no se puede controlar. Cuando existe una mayor confiabilidad existe una pequeña variabilidad, por lo tanto hay un error mucho menor lo que proporciona una mayor exactitud.

La validez de la medición se refiere a dar respuesta a la pregunta: ¿Se está midiendo lo que se piensa que se está midiendo (Kerlinger, 1994; Rossi, 2000)?

Para el establecimiento de la validez es necesario considerar tres perspectivas (Kerlinger, 1994; Rossi, 2000):

- Contenido: ¿Es la medición representativa en relación a contenido que se va a medir?
- Criterio: se estudia comparando los puntajes de pruebas o de escalas con una o más variables externas o criterios conocidas que se cree que miden el atributo en estudio.
- Constructo: Es la vinculación con las nociones teóricas, su interés se centra en las propiedades que se están midiendo. Se trata de validar la teoría que fundamenta la prueba.

La evaluación requiere de indicadores, que son palabras "conveniente" que se usan para designar algo que se refiere a otra cosa; algún comportamiento identificable es un indicador de una propiedad fundamental (Kerlinger, 1994).

Indicadores

Un indicador se define como una función de una o más variables, que conjuntamente "miden" una característica o atributo de los individuos en estudio (Schuschny & Soto, 2009).

Los componentes básicos de un indicador son los siguientes: lo que necesita ser medido, la unidad de medición a usar, el estado actual, el tamaño, magnitud o dimensión, estándar, población objetivo, marco de tiempo (Church & Rogers, 2006).

En cuanto a la perspectiva de sistemas y su relación con los indicadores Bossel, (1999) hace las siguientes observaciones:

- Los indicadores facilitan la orientación en un mundo complejo, ya que condensan grandes cantidades de información en unas cuantas observaciones que permiten la toma de decisiones y la guía de acciones.
- El aprender a manejar un sistema complejo significa aprender a reconocer un conjunto específico de indicadores, y determinar de esta manera un estado actual de dicho sistema.
- Los conjuntos de indicadores están determinados: a) por el sistema mismo y b) los intereses, necesidades u objetivos del sistema dependientes de él.
- Para diseñar indicadores es necesario Identificar los sistemas mayores que son relevantes.

Escala difusa

Las escalas difusas se caracterizan por su habilidad para representar una relación de similaridad entre manifestaciones con una equivalencia difusa y valores cuantitativos (Benoit, 2013). Las escalas difusas son definidas por una simbolización difusa: $\langle E, S_T, R, \{\sim\}, \{=\}, \{(\sim, =)\} \rangle$.

Dónde: E es el conjunto de manifestaciones de cantidad, S_T es un conjunto de términos usados para calificar medidas y R es una relación *fuzzy* de $E \times S_T$.

Si se denota $FS(S_T)$ al conjunto de subconjuntos de S_T , y D el mapeo inyectivo definido como:

$$D: E \rightarrow FS(S_T)$$

$$\forall e \in E, D(e) = \{S \in S_T | eRs\}$$

Desde un punto matemático, la medición de valores expresada en $FS(S_T)$ son elementos de un subconjunto de un cubo con $|S_T|$ de unidades dimensionales donde $|S_T|$ es la cardinalidad de S_T

Escala difusa de plausibilidad

Sigarreta et al (2007), propuso una escala difusa para medir la plausibilidad, para ello parte de la definición de 5 estados de plausibilidad. La plausibilidad de un estado A es definido en los siguientes términos: insatisfactoria, dudosa, indeterminada, posible y satisfactoria y se representan como 0, 1, 2,3 y 4. Si K es el conjunto de estado y F el conjuntos se enunciados, la evidencia contraria se representa como ec, la evidencia a favor como ef, la evidencia significativa en contra sec, evidencia significa a favor como sef. Se tiene que, ec, ef: $K \times F \rightarrow \{0,0.5,1\}$ y sec, sef: $K \times F \rightarrow \{0,1\}$

$$ec(K, A) = \begin{cases} 1 & \text{si se conoce que evidencia de lo contrario existe} \\ 0.5 & \text{si se desconoce que exista evidencia en contra} \\ 0 & \text{si se conoce que no existe evidencia de lo contrario} \end{cases} \quad \text{Ecuación (18)}$$

$$ef(K, A) = \begin{cases} 1 & \text{si se conoce que evidencia a favor existe} \\ 0.5 & \text{si se desconoce que exista evidencia a favor} \\ 0 & \text{si se conoce que no existe evidencia a favor} \end{cases} \quad \text{Ecuación (19)}$$

$$sec(K, A) = \begin{cases} 1 & \text{si } ec(k, A) = 1 \text{ y la evidencia que se conoce es significativa} \\ 0 & \text{en otros casos} \end{cases} \quad \text{Ecuación (20)}$$

$$sef(K, A) = \begin{cases} 1 & \text{si } ef(k, A) = 1 \text{ y la evidencia que se conoce es significativa} \\ 0 & \text{en otros casos} \end{cases} \quad \text{Ecuación (21)}$$

Basados en esta definición, la plausibilidad de un enunciado se expresa mediante la función calificativa, representada por qual donde $qual K \times F \rightarrow \{0,1,2,3,4\}$ que:

$$qual(K, A) = \begin{cases} 0 & \text{si } ec(k, A) = 1 \text{ y } sec(K, A) = 1 \quad \text{INSATISFACTORIA} \\ 1 & \text{so } ec(k, A) = 1 \text{ y } sec(k, A) = 0 \quad \text{DUDOSA} \\ 2 & \text{si } ec(k, A) = 0.5 \quad \text{INDETERMINADA} \\ 3 & \text{si } ec(k, A) = 0 \text{ y } sef(k, A) = 0 \quad \text{POSIBLE} \\ 4 & \text{si } ec(k, A) = 0 \text{ y } sef(k, A) = 1 \quad \text{SATISFACTORIA} \end{cases} \quad \text{Ecuación (22)}$$

4.3.3 Técnicas complementarias de diseño

Delphi

La técnica Delphi es una técnica de investigación social cuyo objetivo es obtener una opinión confiable de un grupo de expertos y posee las siguientes características (Landeta, 2006):

- proceso repetitivo: los expertos deben ser consultados al menos dos veces considerando la misma pregunta, con el fin de que exista una reconsideración de respuesta con base en la información provista por otros expertos.
- Se debe mantener el anonimato de los participantes o al menos de sus respuestas, ya que éstas van directas al coordinador del grupo.
- Retroalimentación controlada: los expertos conocen la información relevante proporcionada por otros expertos.
- Respuesta estadística del grupo: todas las opiniones forman parte de una respuesta final. Las preguntas son formuladas de manera que permitan una interpretación estadística.

De acuerdo con Andersen & Ramussen (2012) la técnica Delphi consta de tres elementos: el primero es la formulación de las series de supuestos o hipótesis, el segundo elemento es la generación de la serie de preguntas relacionadas con el supuesto o hipótesis que deben estar alineadas con los objetivos primordiales del ejercicio de prospectiva. El tercer elemento son las iteraciones con los expertos se recomiendan al menos dos rondas. La primera ronda es para obtener respuestas y la segunda es para que cada participante re-considere cada una de sus respuestas de la primera etapa.

Landeta (2006) señala los aspectos en que hay que poner énfasis a la hora de realizar el Delphi:

- Soporte institucional para facilitar la colaboración de expertos.
- Los expertos están dispuestos a participar cuando la investigación está enfocada a resolver un problema de la sociedad.
- La motivación es un aspecto clave en la selección de expertos conjuntamente con su nivel de conocimiento.
- Es necesario hacer pruebas piloto para mejorar o comprender la precisión y comprensión del cuestionario.
- Se debe fortalecer la retroalimentación de los expertos en todo momento.

Las variaciones modernas del Delphi toman en cuenta la lógica difusa para la agregar opiniones. Yang et al (2009) y Chang et al (2011) sugieren que para la agregación de las distintas opiniones de los expertos se utilice la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} \tilde{A}_1 \\ \vdots \\ \tilde{A}_m \end{bmatrix} = [\tilde{W}_1 \quad \dots \quad \tilde{W}_n] \times \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \dots & \tilde{X}_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{X}_{1m} & \dots & \tilde{X}_{nm} \end{bmatrix} \text{ Ecuación (28)}$$

Donde \tilde{A}_j , $j=1,2,\dots,m$ es el peso agregado difuso de la j ésima opinión y en donde \tilde{X}_{ij} , $i=1, 2, n$ y $j=1, 2, m$ es la medida de preferencia difusa.

Validación de los cuestionarios Delphi

Los cuestionarios deben validarse en relación a su validez y confiabilidad, para ello resultan útiles los coeficientes de Aiken (1985) y el de Lawsche(1975).

El coeficiente de Aiken (1985) parte de que n expertos califican el grado en que un ítem alcanza un objetivo para ello utilizan una escala de Likert que va de 1 hasta c , donde lo es el valor más bajo de la escala de Likert es decir 1, s es la calificación de los n expertos. Entonces el coeficiente de Aiken queda definido como V :

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n(c-1)} \text{ Ecuación (29)}$$

Si $V= 1$ es la calificación máxima y quiere decir que los ítems cumplen con el objetivo determinado.

El índice de validez de contenido de Lawsche (1975) consiste en:

$$CVR = \frac{n_e - N_s}{N_s} \text{ Ecuación (30)}$$

Donde n_e es el número de panelistas que indican que una pregunta es esencial y N es el número total de panelistas. Cuando menos de un 50% de los panelistas dicen que la pregunta es esencial entonces el CVR es negativo, mientras que si más del 50% de los panelistas contestan que la pregunta es esencial el CVR varía entre 0-0.99, por el contrario si un 100% de los panelistas dicen que la pregunta es esencial entonces el CVR es 1.00.

Técnica de co-nominación

Fue establecida por Nedeva et al (1996) en el campo de prospectiva tecnológica, esta técnica se utiliza cuando es necesario abordar un proceso de forma participativa con el fin de maximizar el número de ideas a las cuales acudir, así como para la detección de redes o comunidades. La técnica se basa en preguntar a un grupo selecto acerca de otros expertos, generalmente se conoce como muestreo de la bola de nieve, lo que admite este tipo de enfoque es que la propia comunidad escoja a sus propios expertos.

Para ello se debe considerar la función de trabajo de cada experto, así como también su experiencia y su área de desempeño específica. La técnica de co-nominación permite detectar redes de expertos y sus *clusters*.

El uso de esta técnica contribuye a: 1) construir una base de datos de expertos que pueden ser consultados acerca de un tema específico, 2) identificar las figuras claves o nodos de esos expertos.

A la hora de hacer una encuesta aplicando los principios de co-nominación se requiere que se pregunte al encuestado: el nombre de y detalles de contacto de expertos potenciales y además se requiere que cada encuestado proporcione una descripción detallada de su área de conocimiento, asimismo deberán valorar su propia experiencia, y porque considera que su aportación es esencial para el área que está siendo investigada.

Esta técnica pertenece al denominado muestreo teórico. El muestreo teórico no se basa en la representatividad de la población, como es el caso de los muestreos aleatorios. Se basa en que una muestra se elige de acuerdo a las necesidades propias de la investigación.

Este tipo de muestreo ayuda al investigador a encontrar categorías de personas o de sucesos para profundizar en los conceptos, y luego orientar el proceso hacia la selección de aquellas unidades y dimensiones que permiten una mayor cantidad y calidad de información. Este proceso no sigue un desarrollo lineal. El investigador no sabe cuántas observaciones realizará, no sabe a priori qué o a quiénes incluir en la muestra, ni tampoco dónde hacerlo; todas estas decisiones emergen de un primer

análisis e interpretación de datos que se han recolectado en el campo (García & Manzano, 2010).

El proceso de muestreo se puede conceptualizar de la siguiente manera (Crespo & Salamanca, 2007):

1. El investigador empieza con una noción general de dónde y con quién comenzar.
2. Se suelen utilizar procedimientos de conveniencia o avalancha.
3. La muestra se selecciona de manera seriada, es decir, los miembros sucesivos de la muestra se eligen basándose en los ya seleccionados y en qué información han proporcionado.
4. Con frecuencia se utilizan informantes para facilitar la selección de casos apropiados y ricos en información.
5. La muestra se ajusta sobre la marcha, las nuevas conceptualizaciones ayudan a enfocar el proceso de muestreo.
6. El muestreo continúa hasta que se alcanza la saturación.
7. El muestreo final incluye una búsqueda de casos confirmantes y de aquellos que no confirmen
8. (selección de casos que enriquecen y desafían las conceptualizaciones de los investigadores).

4.4 Planeación adaptativa del agua (AWP)

4.4.1 Racionalidad ambiental compleja

La racionalidad ambiental es un término que en el contexto latinoamericano ha sido introducida y manejado por Enrique Leff (2009).

La racionalidad ambiental de Leff (2009,2013) parte del reconocimiento que la crisis ambiental es resultado del fraccionamiento del conocimiento y esto conlleva a la necesidad de incorporar la complejidad como pensamiento y por otra parte del reconocimiento de la complejidad ambiental.

Es mismo autor afirma que la complejidad como pensamiento es la aplicación del paradigma metodológico de los sistemas complejos como medio para solucionar e interpretar los problemas ambientales.

Por otra parte establece que la complejidad ambiental se refiere a la aceptación de la "complejización" de lo real, la "complejización" del conocimiento, la "complejización" de la producción, la "complejización" del tiempo, la "complejización" de las identidades, la "complejización" de las interpretaciones y la "complejización" del ser, quedando definidos de la siguiente manera (Leff, 2009).

Complejidad y política pública

Se habla de tres cuestiones fundamentales de la complejidad y el contexto de la política pública (Cairney, 2012): la relación normativa, el enfoque hacia las consecuencias y la transferencia de la política hacia el contexto real.

La relación normativa hace énfasis en una implementación de las políticas que permita una mayor libertad, acción y adaptación hacia los requerimientos impuestos por el medio ambiente.

El enfoque hacia las consecuencias implica reconocer que las políticas públicas producen consecuencias inintencionadas y también el desconocer si realmente las políticas públicas harán realmente una diferencia. La transferencia de la política involucra aceptar que únicamente se hace política pública en la práctica.

Lo anterior conlleva a visualizar que la política pública es un ensayo de prueba y error y que el "grado de fracaso" de una política no es más que la incapacidad de adaptabilidad de la política pública.

Construcción social del medio ambiente

Una parte esencial de la racionalidad compleja es la construcción social del medio ambiente, cada recurso del ambiente es simbólico creado por los actos humanos que le confieren significado (Greider & Garkovich, 1994). Estas construcciones sociales son muy importantes, porque a partir de ellas los tomadores de decisiones realizan elecciones y la sociedad en general toma conciencia acerca de la problemática ambiental.

Es decir, que el mismo recurso que está bajo análisis o un ecosistema mismo es una construcción social plural y en muchos casos no convergente.

De acuerdo con Lezama & Graizbord (2001) no es la magnitud de los de los problemas ambientales, ni necesariamente su urgencia lo que los convierte en objeto de la atención pública, gubernamental y analítica, sino la forma como impactan en el sistema valorativo y en el significado de la vida, el bienestar y la moral pública, en fin su construcción social.

La percepción es una cuestión clave en la construcción social, sin embargo Benez et al (2010) indica que el acto de percibir no es homogéneo ya que depende de las variables que ejercen influencia sobre el fenómeno de la percepción.

Por su parte Flores (2009) señala que la visión constructivista del medio ambiente pasa de una fase inicial de constitución física a una fase de constitución política, esto conlleva inicialmente a una discusión científica que tiende a avanzar hacia ámbitos sociales pasando por instancias de autoridad y decisión dentro de las sociedades, y son precisamente dichas instancias de autoridad que le ponen límites a la construcción social.

En estos procesos de construcción social la legitimación se vuelve esencial, la legitimación se puede definir como el grado en que una construcción es percibida como neutral, justa y respetuosa a las diversas perspectivas, intereses y creencias de diversos *stakeholders* (Albert, 2013).

Para Berger & Luckman (2001) la legitimación son modos con que poder explicarse y justificarse, y puede existir conflicto o competencia entre legitimaciones diferentes y en el plano de la socialización (la apropiación del significado). Asimismo estos autores afirman que la legitimación no sólo indica al individuo porqué debe realizar una acción y no otra; también le indica porqué las cosas son lo que son.

4.4.2 Rasgos distintivos

La planeación adaptativa del agua, como fue vista en secciones anteriores, es el paradigma que ha tomado mayor importancia en los últimos años, este enfoque contempla la complejidad y la incertidumbre de los sistemas naturales y sociales (Pires, 2008), se reconoce que dicha complejidad impone límites a la predicción y control de los sistemas, este paradigma se basa en el enfoque de sistemas (van der Keur et al, 2010).

También este tipo de planeación reconoce que nunca existirá un conocimiento completo acerca de las dinámicas medioambientales, impactos, demandas futuras y que muchos aspectos sólo pueden ser entendidos a través de la experiencia (Bruch, 2009). Las políticas se convierten en hipótesis y las acciones se convierten en experimentos para probar dichas hipótesis (Kallis, 2009). Estos "experimentos" son de larga escala y este tipo de planeación acepta que las fallas ocurren pero se convierten en oportunidades de aprendizaje.

En materia de agua y en contraposición al paradigma tradicional se reconoce lo siguiente (Pahl-Wostl, 2008):

- Las crisis de agua son a menudo crisis de gobernanza y no producto de los recursos mismos o de los problemas tecnológicos.
- El incremento de incertidumbres debido a los cambios climáticos y al cambio global reduce la predictibilidad de las condiciones frontera.
- Los sistemas son demasiado complejos para predecir con precisión las salidas de las intervenciones de planeación, así como para tener control de todos sus procesos relevantes.
- La planeación del agua es un proceso político y la implementación de políticas es de alguna forma un experimento.

La tabla 8, resume las principales características del paradigma adaptativo

Tabla 8. Características del paradigma adaptativo del agua

Dimensión	Paradigma adaptativo
Estilo de gobernanza	Policéntrico, balanceado entre los procesos de "arriba" y "abajo", participación amplia de los stakeholders
Integración del sector	Análisis trans-sectorial, donde se identifican problemas emergentes y se integra la política de implementación.
Escala de análisis y operación	Los asuntos transfrontera se abordan consideración múltiples escalas.
Finanzas y riesgos	Los recursos financieros se diversifican usando una gran amplia gama de instrumentos financieros, tanto de carácter público como privado.
Manejo de incertidumbres	Las incertidumbres irreductibles son aceptadas. Se hace énfasis en cómo manejar la incertidumbre y robustecer las estrategias. Se reconoce la influencia de distintas perspectivas.

Fuente: Pahl-Wostl (2007)

La gestión adaptativa de los recursos hídricos busca incrementar la capacidad adaptativa de los sistemas de agua (Pahl-Wostl, et al, 2007) y se basa en una consideración de la incertidumbre.

Se considera que al menos cuatro tipos distintos de incertidumbre influyen la gestión de los recursos del agua (Williams & Brown, 2012):

- La variación del ambiente: se refieren a las condiciones ambientales que pueden ser consideradas como los factores externos que influyen, pero no están influenciados por las condiciones de los recursos y su dinámica.
- Observación parcial: expresa la incapacidad de un individuo o grupo de individuos para observar completamente el sistema de recursos que se está manejando, la observación de un recurso natural es complicada debido al hecho que a los individuos se les escapan detalles en las áreas de los recursos hídricos que están siendo intensamente monitoreados. La observación parcial se incrementa cuando la escala geográfica es mayor o bien cuando la complejidad ecológica es mayor, y en la mayoría de los casos ambas se presentan.

- Incertidumbre estructural: se deriva de la carencia de entendimiento o consenso acerca de los procesos que controlan la dinámica de los recursos. Los diferentes puntos de vista de los *stakeholders* acerca de cómo trabajan los procesos naturales, así como las diferencias en la gestión de los *stakeholders* son ejemplo de incertidumbre estructural.
- Control parcial: se refiere a la diferencia entre los resultados deseados, la toma de decisiones concreta y los resultados que realmente ocurren. Es el retraso que existe entre identificar una acción y su implementación

4.4.3 Características de los sistemas de agua

Islam & Susskind (2013) describen las siguientes características de los sistemas de agua: comportamiento colectivo complejo y emergencia, comportamiento no predictivo, fronteras permeables, coevolución, dominios, escalas y niveles, redes de agua y la desconexión entre los problemas físicos y los problemas de política en las unidades de agua bajo estudio.

Por su parte Liu et al (2007) añaden las características de efectos recíprocos y bucles de retroalimentación, no linealidad, valores umbrales, resiliencia, efectos legados, heterogeneidad y demoras de tiempo.

Comportamiento colectivo complejo y emergencia

De acuerdo con Islam & Susskind (2013), los sistemas de agua operan en múltiples dominios simultáneos: naturales, sociales, políticos, entre otros. Por otra parte, los también operan en múltiples escalas: espaciales, temporales, jurisdiccionales e institucionales y a diferentes niveles: locales, regionales y globales.

Con el comportamiento colectivo complejo se hace referencia a que un problema de agua con un dominio dado, escala y nivel no se transfiere fácilmente a otras escalas, dominios o niveles. Es la colectividad de la acción de un gran número de componentes interactivos que da lugar al comportamiento complejo de los sistemas de agua. Estos componentes incluso pueden interactuar de forma azarosa y esto provoca cambios en el sistema.

La emergencia es una propiedad que no presenta ningún componente por separado pero sí en su interacción, ayuda a entender por qué una intervención dada para alcanzar cierto objetivo en la planeación del agua o su gestión, puede llevar salidas inesperadas aun cuando la misma intervención fue aplicada con éxito en otras localizaciones. Cada una de las descripciones que se proporcionan a continuación fue retomada con base en los autores mencionados anteriormente.

Comportamiento no predictivo (Islam & Susskind,2013)

En este tipo de sistemas no existe la noción de expectación, la menor perturbación en los sistemas de agua pueden crear un gran efecto debido a la no linealidad y los bucles

de retroalimentación de varios tipos, esto conlleva a que no se pueda predecir exactamente la evolución del sistema.

Permeabilidad de las fronteras (Islam & Susskind, 2013)

La naturaleza del agua implica cruzar fronteras, por ejemplo, si las gotas de lluvia se evaporan del océano pueden ser vistas como un bien público, si las mismas gotas viajan de la atmósfera a una reserva natural continúan siendo propiedad pública, si de esta reserva natural se transportan mediante tubos a una zona residencial, entonces se convierte en un bien privado. Es decir que el ciclo del agua incluye el traspasar múltiples fronteras, escalas y dominios.

Co-evolución (Islam & Susskind, 2013)

Se refiere a que tanto el sistema como el ambiente se modifican constantemente y que un cambio en uno de ellos o en ambos provoca modificaciones recíprocas, y estas modificaciones reciben el nombre de adaptaciones. Implica reconocer la naturaleza abierta del sistema, la dependencia hacia el contexto y el cambio continuo.

Redes de agua o estructura del sistema (Islam & Susskind, 2013)

Son las interconexiones existentes entre los elementos del sistema agua, una red es una colección de nodos interconectados, en el caso del agua es una de las formas más importantes de representar relaciones funcionales entre un gran número de componentes interconectados y se caracterizan por una multiplicidad de relaciones entre variables y procesos que se conectan a diferentes escalas y niveles.

Divorcio entre las unidades de agua físicas y las unidades de agua políticas (Islam & Susskind, 2013)

Unidad de agua es un área hidrológica como una cuenca, lago río u océano. Los dominios naturales y los sociales siempre se acoplan en estas unidades de agua, se pueden mencionar los siguientes retos de la planeación: 1) la definición de las fronteras, 2) las finanzas, 3) la participación pública y las asimetrías entre los problemas que tiene una unidad de agua (científico/tecnológicos) y los problemas de política de esa unidad de agua. 4) Las unidades de agua están sujetas a escalas de dos vías, por ejemplo, del nivel local al nacional y viceversa.

Escalas de participación

Pahl-Wostl (2002) define una escala de participación basada en dos dimensiones: el tipo de participación y el estado temporal de la participación. En el tipo de participación se identifican dos clases:

- Pública general: es la participación ciudadana que involucra asuntos de gran trascendencia.
- Participación basada en actores: es la que involucra un número específico de actores que se organizan para tratar los diferentes aspectos del problema de agua.

Considerando la dimensión temporal de la participación se tienen los siguientes estados:

- Establecimiento de la agenda: incluye la definición del problema para ello se mapean la diversidad de argumentos y opiniones en torno a él. Aquí surgen procesos de auto-organización.
- Modelando el asunto: esta etapa se refiere a desarrollar un plan para resolver el problema, la participación se torna importante ya que su fin es incorporar las diferentes perspectivas del problema y sus actores.
- Implementación: en esta fase el objetivo principal de los procesos participativos es alcanzar el consenso y compromiso.

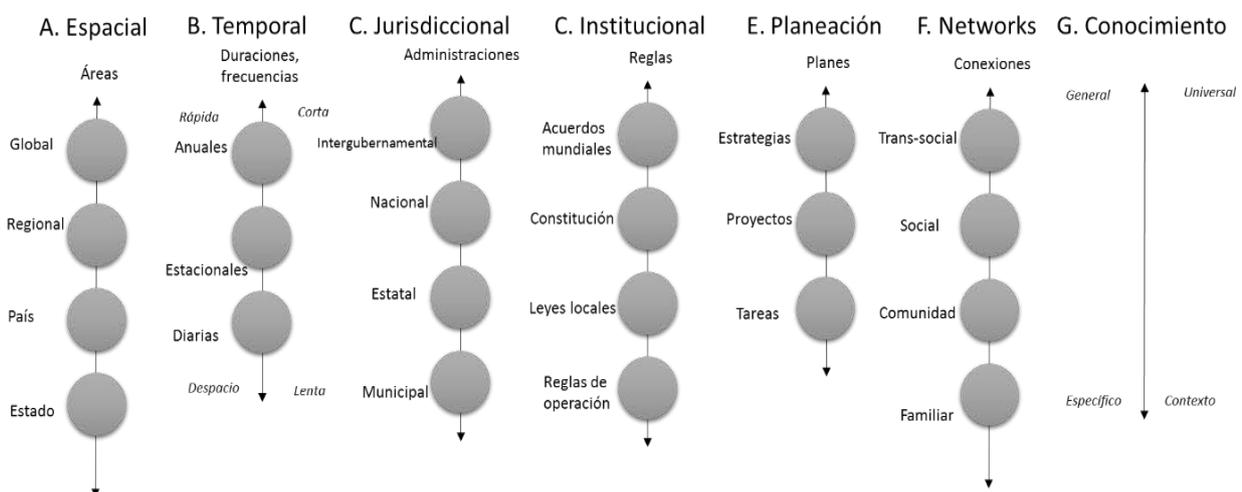
Dominios, escalas y niveles (Islam & Susskind, 2013)

La planeación del agua implica que la estructura de los sistemas cruce dominios naturales y sociales, que los mismos operen a diferentes escalas, espacio, tiempo, jurisdiccionales, institucionales conocimiento, etc. Y a diferentes niveles generales o específicos.

Una escala son aquellas dimensiones espaciales, temporales, cuantitativas o analíticas usadas para medir y estudiar cualquier fenómeno. Los niveles son definidos como las unidades análisis localizadas en diferentes puntos de la escala.

La escala o niveles en el que un problema de agua se define; así como como la escala o nivel en el cual es manejado, son asuntos de carácter delicado. La demarcación de un problema en una escala o nivel conlleva implicaciones: por ejemplo, un problema regional está influido por asuntos de escalas diferentes y los actores en una misma disputa de planeación de agua se pueden referir a diferentes escalas y niveles, por lo que sus intereses pueden incluso llegar a contraponerse (ver figura No. 23).

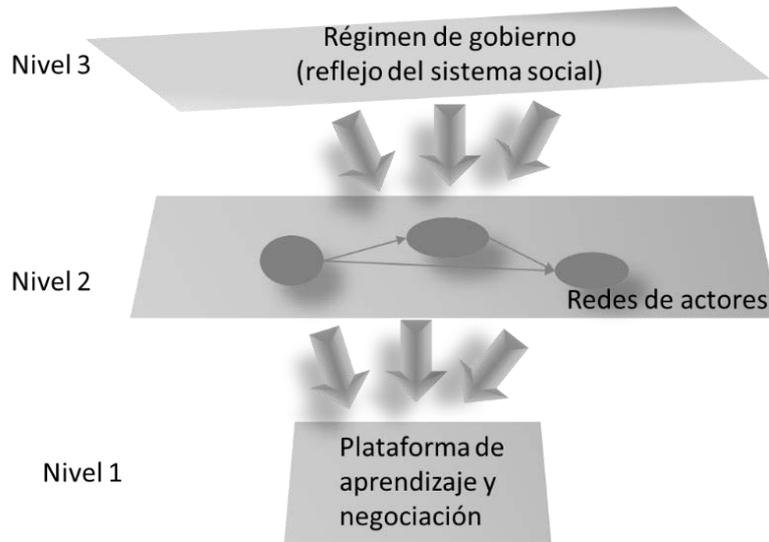
Figura 23. Dominios escalas y niveles



Fuente: Islam & Susskind, 2013

Pahl-Wostl (2008) reconoce tres niveles en el manejo adaptativo, a estos niveles les denomina estructura multinivel (referirse a figura No. 24)

Figura 24. Niveles de manejo adaptativo



Fuente: Pahl-Wostl (2008)

El nivel 2, que es la colectividad de actores, constituye un nivel directo de interacción que forma parte de las estructuras de gobierno y el contexto social (nivel 3), esto implica que la percepción de incapacidad para hacer frente a los desafíos de los problemas de gestión actuales o futuros puede ser un detonante para el cambio en la estructura general de la gobernanza del agua. Sin embargo un cambio verdaderamente fundamental no puede limitarse a la gobernabilidad del agua sino que está estrechamente relacionado con el contexto global de la sociedad.

Existen varios vínculos entre el nivel 3 y el nivel 2, algunos de ellos son formales y otros informales. Los formales son las regulaciones legales y entre los informales se encuentran la cultura política, influencia política y participación. Y el nivel 1 que es la plataforma donde la negociación y el aprendizaje se concretan e implementan.

A continuación se presentan otras características con base en Liu et al (2007):

Efectos recíprocos y bucles de retroalimentación

En los sistemas humanos-naturales acoplados, las personas y la naturaleza interactúan recíprocamente y conforman bucles de alimentación complicados, por ejemplo, las decisiones de gobierno o de mercado en un ecosistema particular pueden causar efectos en un ecosistema localizado geográficamente lejos.

No linealidad y valores umbral

La mayoría de las relaciones entre los sistemas acoplados es de carácter no lineal, los valores umbral que son puntos de transición entre estados alternativos de un sistema son formas comunes de no linealidad. Los comportamientos del sistema pasan de un

estado a otro en el tiempo (valores umbral temporales) y también diferentes espacios umbrales.

Sorpresas

Cuando la complejidad no es entendida, los planeadores pueden sorprenderse si las salidas no son las previstas, por ejemplo, las políticas de conservación pueden incluso llegar a generar resultados inadecuadas y empeorar el estado actual de un sistema, y por ello hay que estar conscientes de estas sorpresas, sobre todo en aquellos ecosistemas que solo pueden preservarse mediante la intervención humana.

Efectos heredados y retrasos de tiempo

Los efectos heredados son aquellos impactos derivados de una interacción humana, de una interacción natural o ambas en los ecosistemas y que afectan las condiciones posteriores de dicho ecosistema, estos efectos heredados difieren en duración, pueden ser inmediatos o pueden tardar incluso siglos. Esto implica que no pueden ser inmediatamente observados o predecibles debido a los desfases de tiempo.

Resiliencia

Se refiere a la capacidad de mantener similares estructuras y funcionamiento después de alteraciones en diversos factores, en los ecosistemas acoplados la intervención humana es esencial para el mantenimiento de la residencia.

4.4.4 Rol de los escenarios dentro de la planeación adaptativa del agua

Dentro del tipo de planeación del agua adaptativa, los escenarios juegan un rol esencial y o por lo tanto los escenarios deben cumplir ciertas características (Coates et al, 2012):

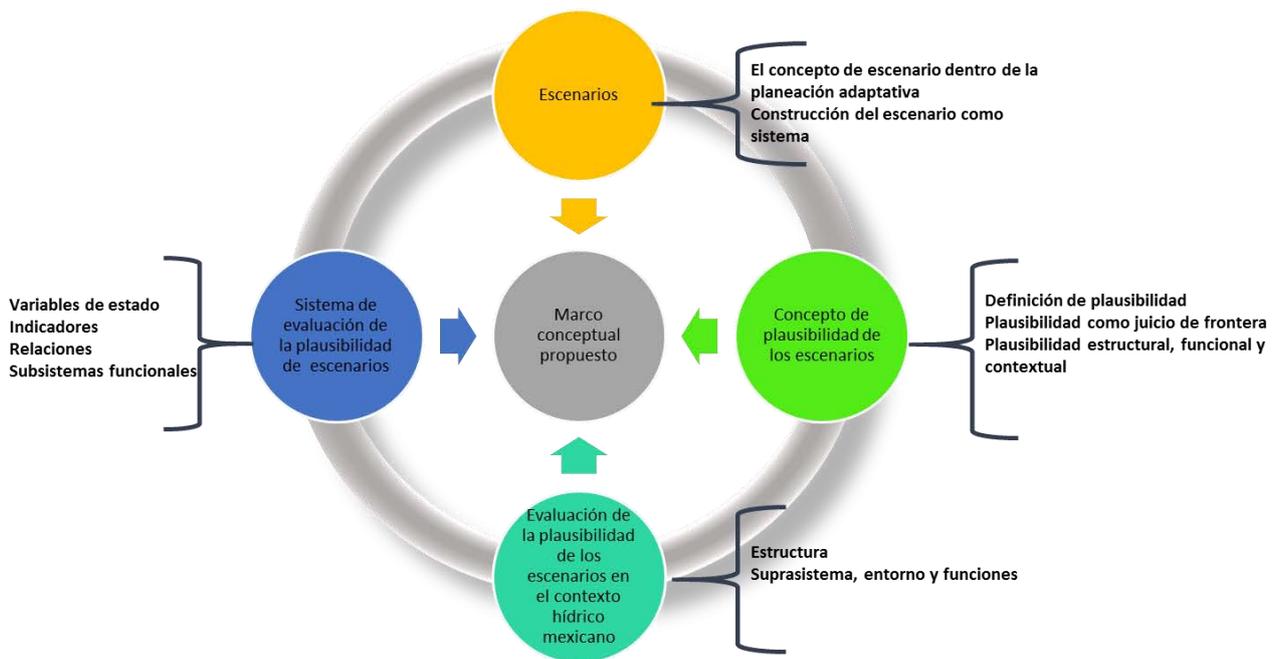
- El análisis de los asuntos del agua en el contexto del desarrollo sustentable requiere una perspectiva de largo plazo que tome en cuenta el lento despliegue de algunos procesos hidrológicos y sociales, y permite la visualización de los efectos y beneficios de las inversiones en obras hidráulicas que fueron implementadas.
- Se utilizan en situaciones donde es difícil asignar probabilidades sobre eventos futuros, debido a que el sistema tiene un grado alto de incertidumbre. Los escenarios se generan en base a la plausibilidad de lo que podría ocurrir en el futuro que tiene un impacto en el desempeño del sistema que ha sido planeado, diseñado u operado.
- Ayudar a los planeadores, diseñadores y operadores a aprender cómo un sistema se puede desempeñar considerando varias opciones.
- Incluir eventos y decisiones controlables y no controlables, así como comportamientos humanos e institucionales.
- Considerar factores cuantificables y no cuantificables y a partir de ellos se simula con el fin de capturar y evaluar los impactos en un sistema particular.

- Proveer integración, alcance y perspectiva, los escenarios permite capturar la interdependencia y complejidad entre otros componentes del sistema.
- Cubrir los intereses y preocupaciones de los *stakeholders* involucrados en todos los niveles locales, regionales y nacionales.
- Organizar el entendimiento para la toma de decisiones, permiten simular los comportamientos de toma de decisión y la participación de los *stakeholders* mediante procesos interactivos, así mismo consideran las reglas de decisiones involucradas.

CAPÍTULO 5. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA PLAUSIBILIDAD DE LOS ESCENARIOS: EL CASO DEL SECTOR HÍDRICO DE MÉXICO

Este capítulo presenta la propuesta metodológica para la evaluación de la plausibilidad de los escenarios del sector hídrico de México así como su soporte conceptual. La figura No. 25 presenta la estructura del marco conceptual sugerido.

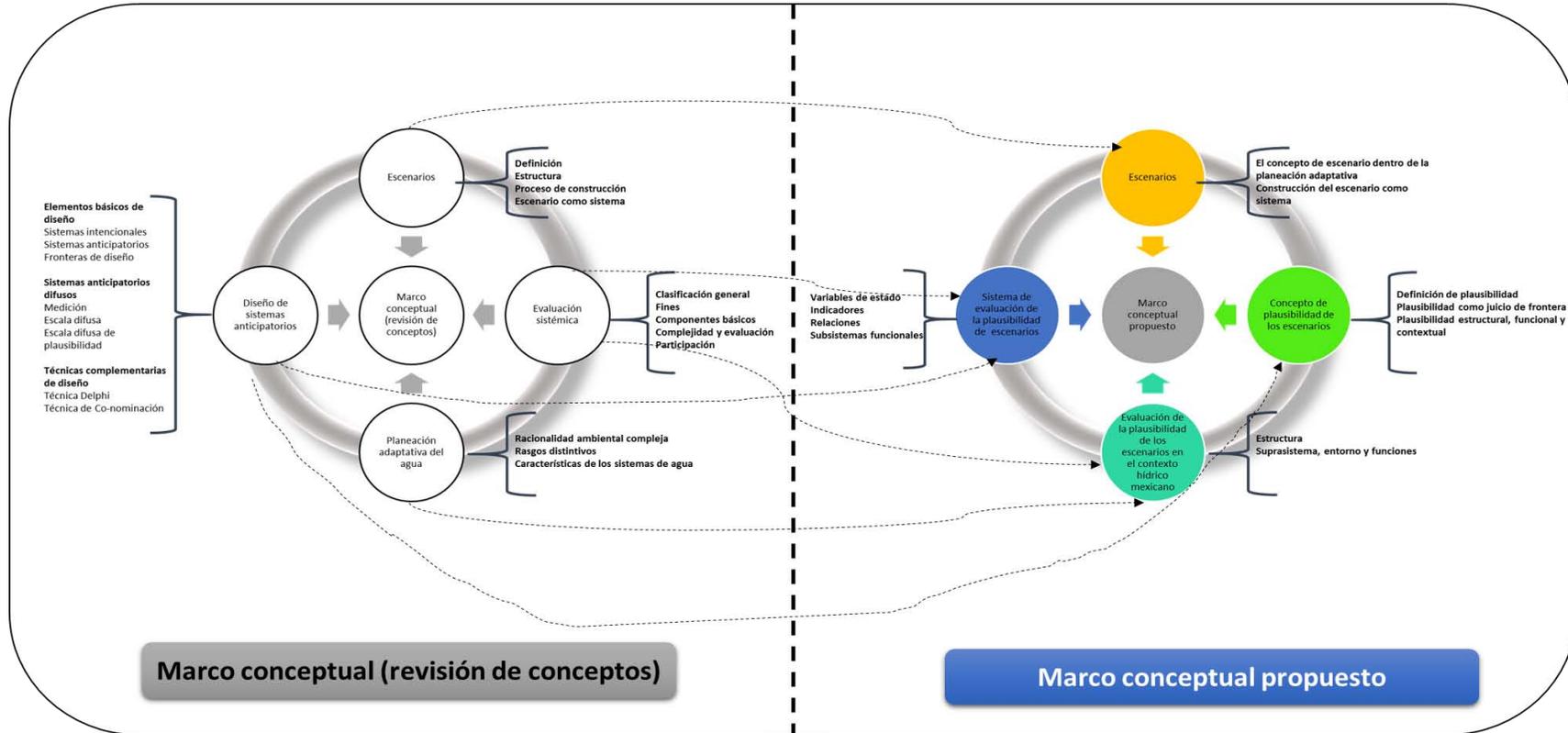
Figura 25. Marco conceptual propuesto



Fuente: elaboración propia

La figura No. 26 muestra la relación del marco conceptual con la estructura de la propuesta.

Figura 26. Relación revisión de conceptos y marco conceptual propuesto



Propuesta metodológica para la evaluación de escenarios

Fuente: elaboración propia

5.1 El concepto de escenario dentro de la planeación interactiva-adaptativa

La planeación interactiva está directamente relacionada con ganar el control del futuro, indica que el futuro de una organización depende de lo que se hace ahora con él. Este tipo de planeación consiste en el diseño de un futuro deseable y la selección o invención de formas para hacerlo posible.

Lo interesante, es que como un requerimiento de esta situación, se deben vislumbrar y comparar dos características distintas del futuro, una naturalmente es lo que pasa con determinado sistema si su comportamiento no cambia y continúa igual (las tendencias) y la otra característica es el sistema deseado (es un futuro es la situación idónea que se pretende alcanzar) Ambos sentidos tienen diferentes implicaciones y condicionantes. Y es en este punto que la herramienta denominada escenario toma relevancia.

¿Pero qué implica el concepto de escenario?, para contestar esta pregunta se determinaron los términos que se mencionan con mayor frecuencia en las distintas definiciones: la referencia al futuro y posibilidad. Seguidos por los términos de alternativa, historia e imagen; asimismo se puede detectar que sistema es un término que se menciona con baja frecuencia.

Otro aspecto importante es el de trayectoria, ya que es de carácter esencial porque un escenario no es únicamente una "fotografía" de un instante del futuro, por el contrario debe incluir la evolución de los pasos que permitieron llegar a ese futuro "trayectoria".

Un término adicional a considerar es el de reflexión, porque antes de cualquier toma de decisión o de acción, el proceso de reflexión está implícito y si bien un escenario en algún momento no sirve para una toma de decisión, su proceso de construcción conlleva necesariamente a la reflexión. La descripción va ligada al término trayectoria como se puede observar en la definición de Durance & Godet (2010).

En un primer acercamiento escenario podría establecerse de la siguiente manera:

Una descripción reflexiva de la trayectoria de un sistema de un estado actual hacia un estado futuro.

Sin embargo al ver este planteamiento, se puede percibir que se da por hecho que la trayectoria es de carácter único y que solamente puede ser una, entonces es necesario incluir un término como probabilidad. No obstante, la probabilidad ya denota una concepción matemática y para este caso es mejor optar por otro término, siendo quizás el más adecuado, posibilidad.

Una descripción reflexiva de la trayectoria posible de un sistema de un estado actual a un estado futuro.

El concepto todavía da la sensación de unicidad en la que únicamente existe una única trayectoria, entonces, podría ser cambiado a:

Una descripción reflexiva de una de las trayectorias posibles de un sistema de un estado actual a un estado futuro.

Asimismo en este punto, es necesario aclarar que una trayectoria implica tanto la evolución de un estado (E_n) a otro estado (E_{n+1}) como la descripción de cada uno de ellos.

Como consecuencia de lo anterior se hace necesario establecer qué es un escenario exploratorio. Como fue mencionado en la sección anterior, puede ser precisado como aquel que describe el estado futuro de acuerdo a las tendencias de la situación actual y su definición puede ser construida de la siguiente manera:

Una descripción reflexiva de una de las trayectorias posibles (que considera las proyecciones de las tendencias que presenta el sistema en el estado actual) de un sistema de un estado actual a un estado futuro.

Las implicaciones del escenario dentro de la planeación interactiva es que constituye una herramienta que permite incorporar los tres principios de la planeación interactiva: lo participativo, la continuidad y lo holístico⁸. El contraste de escenarios tendenciales con normativos (diseños idealizados) permite el rellenar brechas (diferencias entre la situación futura tendencial y la situación futura deseada), y es en este punto, que la generación de escenarios debe cumplir con una serie de requisitos teórico metodológicos con el fin de garantizar el desarrollo de una planeación que permita solucionar una serie de problemáticas.

Los escenarios son herramientas que funcionan dentro de la denominada hipótesis del despliegue creativo, que afirma que las cosas dentro de la naturaleza no ocurren "por probabilidad" más bien a ellas se le da la posibilidad" de ocurrir.

5.1.1 Construcción del escenario como sistema

La teoría de sistemas ha sido vinculada a algunas corrientes de estudios del futuro y por ende a los escenarios. La noción del enfoque de sistema puede servir como una orientación filosófica base para considerar la función de los escenarios y la planeación por escenarios lo anterior implica que los escenarios pueden ser visualizados como sistemas y por lo tanto incorporan sus características y propiedades (Chermack, 2004).

Para establecer un sistema se requiere considerar 4 dimensiones básicas: funciones, estructura, proceso y contexto.

La estructura define los componentes y sus relaciones, la función define los objetivos o resultados producidos, y el proceso se refiere a la secuencia de actividades y el cómo se produce los resultados. El contexto es el ambiente donde el sistema está situado (Gharajedaghi, 2011).

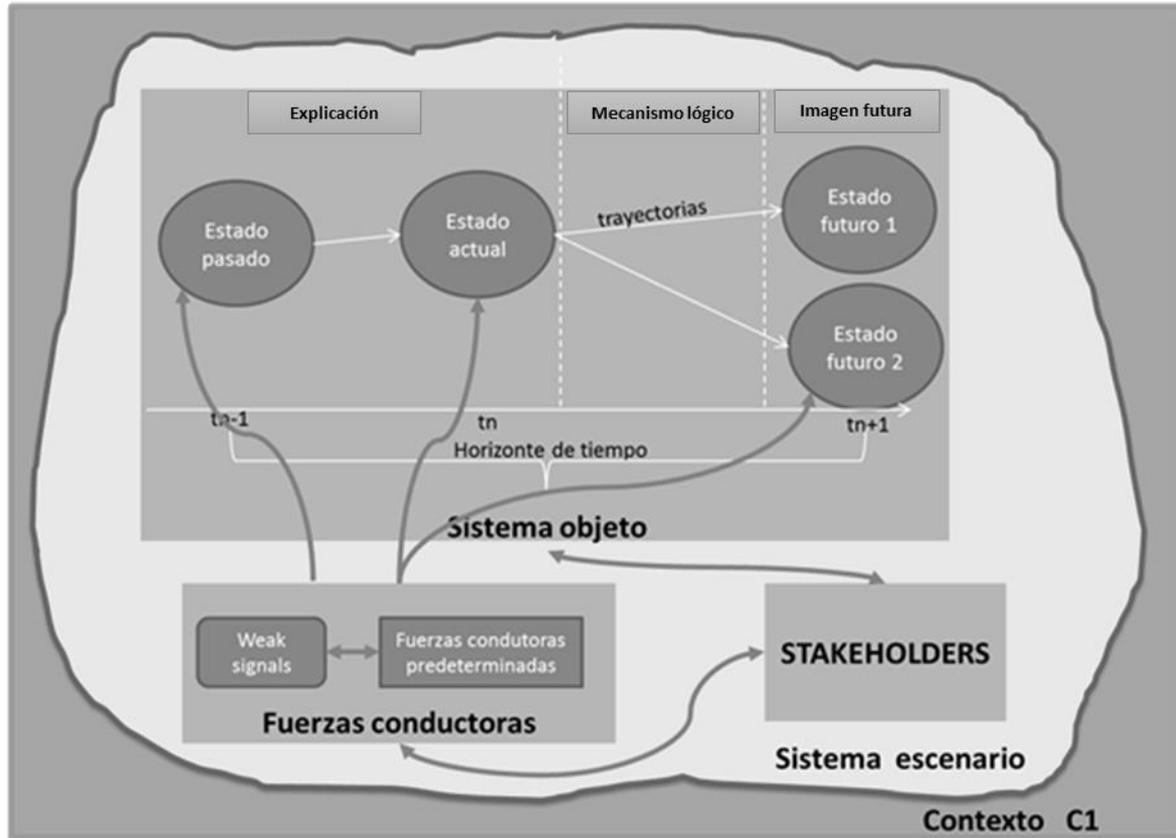
Un aspecto esencial a considerar es que los escenarios constituyen una clase heterogénea, es decir, que no todos funcionan en la misma forma, ni todos tienen la misma estructura, sin embargo, en un nivel abstracto ellos comparten características que los hacen susceptibles a un tratamiento teórico común (Aligica, 2005: p.816)

El primer paso para la construcción del escenario como sistema es la definición de sus componentes y sus relaciones, que en este caso fueron establecidos los siguientes: un

⁸Es necesario hacer notar que el concepto holístico se refiere al entendimiento simultáneo de la estructura, función, proceso y ambiente, haciendo uso de los enfoques de pensamiento analítico, sintético y dinámico (Gharajedaghi, 2011).

sistema objeto (Jouvenel, 2008) que posee un estado pasado, un estado actual y un estado futuro del sistema objeto, la trayectoria del estado actual al estado futuro, fuerzas conductoras (Fint et al 2004) y stakeholders (Amer et al, 2012) y el contexto del sistema objeto. Ver figura No. 27.

Figura 27. El escenario como sistema



Fuente: elaboración propia

- El sistema objeto es una organización o situación, en fin cualquier objeto sobre el cual es necesario visualizar un futuro estado.
- El estado pasado del sistema objeto es la imagen de las condiciones pasadas del sistema en el instante de tiempo (t_{n-1}). El estado actual del sistema objeto es la representación de las condiciones del sistema en un instante preciso de tiempo (t_n).
- El estado futuro del sistema objeto es la esquematización de las condiciones del sistema en un instante preciso de tiempo (t_{n+1}).
- La trayectoria es el camino evolutivo de un estado actual a un estado futuro en el intervalo de tiempo ($t_{n+1} - t_n$) comúnmente conocido como horizonte.
- Las fuerzas conductoras o *drivers* establecen los estados futuros y actuales del sistema objeto. La definición de las fuerzas conductoras depende del sistema objeto. Dentro de los drivers se consideran una clase especial de ellos, los denominados *weak signals* que no son más que señales de asuntos emergentes (Hiltunen, 2008).

- Los stakeholders son las personas, grupos u organizaciones que afectan o pueden ser afectadas por el comportamiento e interacción de las fuerzas conductoras.
- El contexto (C1) es el ambiente donde el sistema objeto está inmerso, el suprasistema (país, región, organización, departamento, proyecto, entre otros) y la relación con otros sistemas objeto.

Una vez que fue establecida la estructura del escenario es necesario indicar las relaciones existentes entre cada uno de los componentes, el sistema objeto posee ciertas características esenciales (drivers predeterminados y weak signals) que necesitan ser analizadas en dos momentos de tiempo distintos (t_0 y t_n) y visualizadas en un tercer tiempo (t_{n+1}) y esto se lleva a cabo mediante trayectorias. El comportamiento de los stakeholders influye en las fuerzas conductoras y en los estados del sistema objeto, y a su vez los *weak signal* producen variaciones en el comportamiento futuro del sistema objeto y en los stakeholders. El contexto del sistema objeto interviene y puede afectar cada uno de los componentes del sistema escenario.

El proceso de creación de escenarios puede ser definido en tres fases generales: la explicación actual (análisis de las imágenes históricas del sistema y la imagen futura). La evaluación de la ecuación de trayectoria para establecer la relación entre el presente y el futuro. Y finalmente, la descripción de la imagen futura que es propiamente la creación del escenario (Sánchez, 2003).

El propósito u objetivo principal de los escenarios es visualizar los estados futuros de un sistema. Entre las principales funciones de los escenarios se identifican las siguientes:

- Generar medios para el pensamiento reflexivo, establecer discusión y facilitar la discusión (Garb, 2008)
- Ofrecer un marco común para mapear y manejar asuntos claves de los diversos stakeholders y para identificar alternativas (Álcamo & Gallopin, 2009)
- Examinar tendencias e incertezas

5.1.2 Construcción de la evaluación de escenarios como sistema

La evaluación de escenarios puede ser conceptualizada como la emisión de un juicio (basado en opiniones, datos ya sean objetivos o subjetivos) acerca de si un escenario fue, es o puede ser exitoso respecto a un asunto particular, como ocurrencia, participación, aprendizaje o toma de decisiones.

En el caso de la evaluación de escenarios, la evaluación puede ser definida con aquella que se ocupa de la factibilidad y deseabilidad de un escenario. La evaluación *intinere* es la que se vincula al monitoreo de los procesos (diseño, implementación, selección de stakeholders entre otros). La evaluación *expost* es la que enjuicia los cambios e impactos producidos por los escenarios en un contexto particular.

Desde una perspectiva particular la evaluación de escenarios permite demostrar a los líderes que sus inversiones en la planeación de escenarios es valiosa (Chermack, 2006).

La importancia de la evaluación de los escenarios reside en los siguientes objetivos.

- Robustez en los métodos (pasar de las nociones artísticas de los escenarios a unas más pragmáticas)
- Justificación del uso de recursos
- Estructuración de la toma racional de decisiones.

Naturaleza de la evaluación de escenarios

La naturaleza de la evaluación que se plantea es de carácter cualitativo, aquí la evaluación sea vista y conceptualizada desde diversos ángulos, en los que el sujeto de la evaluación retoma el papel de facilitador en un proceso de debate abierto. Y tanto el sujeto, objeto, contexto son cambiantes.

Niveles de evaluación

Debido a que la evaluación de escenarios propuesta en este trabajo considera un enfoque constructivista, es necesario integrar cuatro niveles de evaluación (Sánchez, 1994), en la propuesta que se presenta aquí se propone que en lugar de cuatro niveles sean tres y que el evaluador externo sea parte del suprasistema:

- Evaluador interno –el que vive en el sistema-
- Evaluador externo –el que es parte del suprasistema
- Evaluador principal: el que es responsable del proceso total de evaluación.

La clasificación de los sujetos (evaluadores) está relacionada con las características de los *foresighters* definidas por el modelo de madurez de prospectiva corporativa de Rohrbeck (Rohrbeck, 2011) y mediante una adaptación de las dos primeras características a un contexto de evaluación de escenarios, se puede decir que los sujetos de evaluación pueden:

- Tener un conocimiento profundo en su campo (conocimiento de *foresight* solamente)
- Tener un conocimiento profundo y amplio (conocimiento sobre *foresight* y evaluación)
- Tener un conocimiento profundo y amplio además de ser curiosos y de mente abierta.
- Tener fuertes redes de contactos internas y externas además de tener conocimiento profundo y amplio, son apasionados, curiosos y de mente abierta.

Sistema de evaluación de escenarios

La conceptualización de un sistema de evaluación de escenarios permite la detección de elementos claves que necesitan ser considerados y monitoreados en un proceso de evaluación de escenarios. La importancia de detectar estos elementos claves reside en abrir la oportunidad de trabajar con métricas. El trabajar con métricas permite fortalecer la robustez de los métodos de escenarios.

Para esta conceptualización es necesario considerar 4 dimensiones básicas: funciones, estructura, proceso y contexto (Gharajedaghi, 2011).

Como primer paso se procede a la definición de la estructura y esto implicó la consideración de los elementos que se citan a continuación. Esta propuesta de elementos estructurales nace como producto de una revisión de la literatura determinando en los distintos documentos de investigación el principal objetivo de la evaluación y considerando la estructura del escenario como sistema.

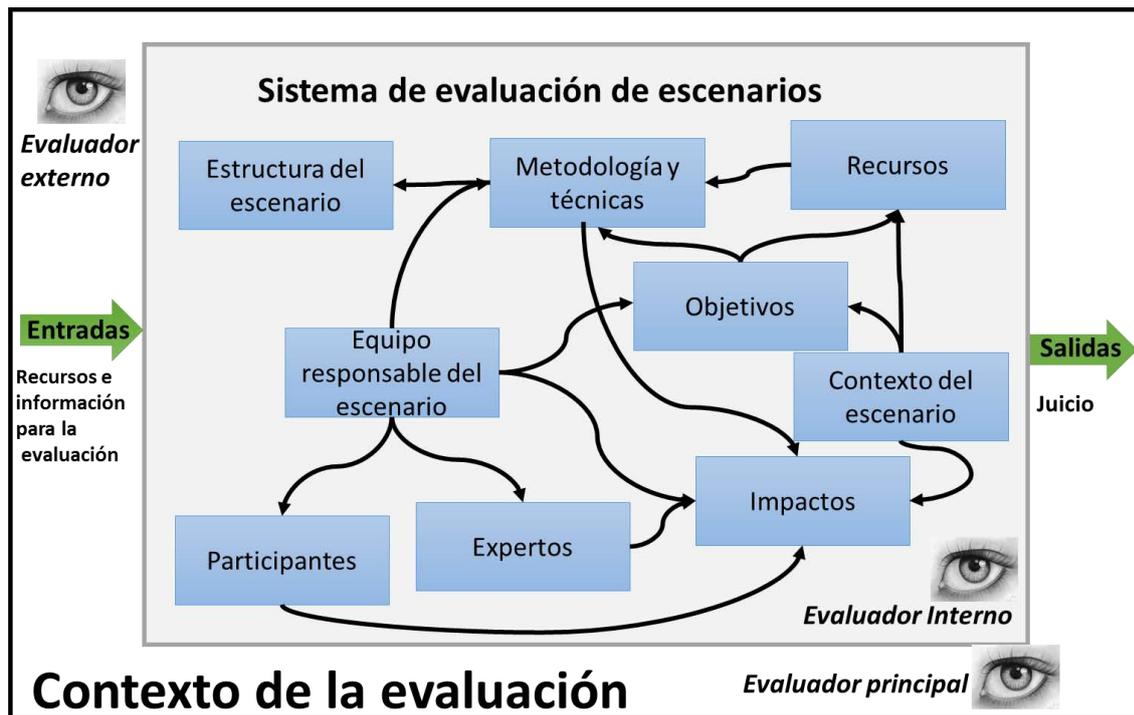
- Objetivos (Soumelis, 1983)
- Estructura (Sistema escenario)
- Metodología y técnicas (Roherbeck, 2011)
- Participantes
- Expertos
- Equipo de construcción de escenarios
- Impactos (Roherbeck, 2011)
- Recursos
- Contexto del ejercicio (Rossi & Freeman, 2000)

Con respecto a las relaciones entre estos componentes la metodología y técnicas determina la estructura del escenario. El equipo de construcción del escenario define los objetivos de acuerdo al dueño del sistema y/o al usuario del sistema, este mismo equipo establece la metodología y determina los expertos y participantes que serán involucrados en el ejercicio de construcción del escenario. Los objetivos y los recursos disponibles dependen del contexto.

Los impactos dependen del equipo de escenario, participantes y expertos así como de la disponibilidad de los recursos y del contexto. Todos estos elementos tienen asociados criterios específicos.

Estas interacciones deben ser juzgadas por los cuatro tipos de evaluadores. Las entradas del sistema de evaluación son información y recursos para la función de evaluación, la salida es el establecimiento de un juicio. La evaluación se lleva a cabo en un contexto específico (ver figura No. 28). A continuación cada uno de estos elementos estructurales será establecido.

Figura 28. Evaluación de escenarios como sistema



Fuente: elaboración propia

Objetivos y metas

Los objetivos y metas directamente están relacionados con los propósitos de desarrollo del escenario, es decir, para qué y por qué razones el escenario es construido. ¿Qué problemas el escenario pretende resolver? La evaluación de objetivos y metas es una tarea importante porque:

- el factor determinante entre el éxito y el fracaso en el trabajo con escenarios es el grado en que el proyecto tiene un propósito (Burt & Van der Heijden, 2003).
- La especificación de metas provee las bases para determinar a qué aspecto particular de un problema se le está dando prioridad y por otra parte se asegura que las variables claves han sido identificadas (Soumelis, 1983)

Estructura del escenario

Considera la evaluación de los elementos estructurales del escenario, para ello es necesario "visualizar" al escenario como un sistema, es decir tomando en cuenta las diversas interacciones de sus componentes.

Metodología y técnicas

Se refiere al uso de pasos sistemáticos y reconocibles (Mietzner & Reger, 2005) para desarrollar escenarios y al uso de herramientas considerando un rigor intelectual y la suficiente simplicidad (Godet, 2000). Además implica la comprobación de que "los métodos simplemente provean una manera de estructurar el proceso para obtener los mejores resultados posibles" (Durance & Godet, 2010)

Los métodos son contingentes, es decir, que son implementados selectivamente y de forma diferente dependiendo de la meta, la audiencia, el alcance del problema y el tipo de organización involucrada (Selin, 2006).

La metodología y las técnicas deben ser evaluadas respecto a su habilidad para interpretar sistemáticamente la información, la capacidad de integración, la capacidad de comunicación y su apego al contexto (Rohrbeck, 2011).

Participantes, expertos y equipo de construcción de escenarios

El proceso de construcción de escenarios involucra tres tipos de stakeholders: los expertos, los participantes y el equipo responsable de la creación del escenario.

Ahora bien, cada uno de estos stakeholders juega roles distintos. El equipo responsable de la creación del escenario es el encargado de planear y desarrollar el escenario, es decir, cumple con la función de facilitar el proceso de construcción del escenario. Este equipo debe seleccionar a los participantes y expertos, igualmente se encarga de la gestión de todos los recursos relacionados.

Los participantes son aquellas personas responsables del proceso de construcción, es decir, mediante procesos participativos elaboran los escenarios pertinentes a los problemas que desean abordar. Los expertos son personas que pueden o no participar de manera directa en la construcción del escenario, sus puntos de vista particulares son de utilidad en el proceso de construcción ya que mediante la consideración de ellos se logra darle validez al ejercicio.

Una vez que los escenarios hayan sido elaborados se consulta a los expertos, ellos pueden determinar la validez del escenario, detectando las debilidades y puntos fuertes de los escenarios. "Es crucial que las personas indicadas esté involucradas en el proceso" (Selin, 2006). La selección correcta de actores tiene una influencia en el proceso de construcción y en los impactos del escenario.

El desarrollo de los argumentos del escenario generalmente implica el intercambio entre individuos con antecedentes distintos en entrenamiento, intereses y antecedentes. Los argumentos "amalgamados" que emergen del discurso compartido y negociación sirve para unir algunas de las brechas y fronteras entre los participantes y sus diferentes ideas, intereses y expertos (Garp et al, 2008).

Si un escenario no es creado con y por las personas apropiadas, es posible que se tomen decisiones erróneas. La evaluación tiene que estar enfocada en la selección de los participantes, experiencia, ideas, objetivos, nivel de participación y acuerdo. En cuanto a los diseñadores (equipo de construcción del escenario) la evaluación debe ser enfocada retomando su conocimiento y expertise.

Impactos

Los impactos de los escenarios son los resultados y cambios que los escenarios causan en los contextos. “La valoración de los impactos es realizada para determinar si un programa ha tenido los efectos deseados” (Rossi & Freeman, 2000) y “el establecimiento de impacto implica establecer causalidad” (Rossi & Freeman, 2000)

El diseño y la implementación del escenario tienen que estar vinculados con impactos específicos. Los impactos pueden estar organizados en cuatro categorías de acuerdo a Rohrbeck (2011): 1) reducción de la incertidumbre, 2) acciones desencadenantes, 3) la influencia hacia la acción, 4) beneficios secundarios. La reducción de la incertidumbre se refiere a los impactos que tratan de hacer controlable al ambiente, las acciones desencadenantes se refieren a los impactos que producen cambios beneficiosos y decisiones en el contexto. La influencia hacia la acción se refiere a los impactos que persuaden determinados comportamientos en otros sistemas. Y finalmente, los beneficios secundarios son impactos como el aprendizaje organizacional, la creación de conocimiento, la negociación, entre otros que son adicionales a los impactos esperados del ejercicio de escenario.

Recursos

Básicamente este elemento se refiere a la conversión en tiempo y dinero del proceso de planear, construir e implementar un escenario. Es el vínculo entre el costo del escenario y sus resultados. “Existe una gran utilidad en considerar en esta etapa modelos de costo beneficio y retorno sobre la inversión” (Chermack, 2011)

Contexto del ejercicio

El contexto es el ambiente donde los escenarios son creados. La evaluación del contexto implica la determinación de las características de la organización como la actitud en el diseño e implementación de los escenarios así como en su receptividad, entre otros.

Una vez definidos los componentes estructurales del sistema de evaluación de escenarios, es necesario hacer referencia a la función, que en este caso, la principal función del sistema de evaluación de escenarios es la emisión de un juicio sobre un aspecto determinado por el suprasistema del sistema evaluación de escenarios. Previamente a la emisión de este juicio es necesaria la cuantificación o cualificación acerca de los principales objetos de evaluación, lo que implica necesariamente la medición.

5.2 El concepto de plausibilidad en los escenarios

Cuando los criterios de evaluación de escenarios son mencionados, una de las primeras ideas que aparecen en la mente de los practicantes y académicos: es la plausibilidad, incluso el uso de la palabra plausibilidad es muy común (List, 2005; Miezner & Reger, 2005; Wilkinson & Ramirez, 2009; Chermack, 2011) el escenario es de hecho un tipo de criticismo literario en el que la gente debe “cavar” con el fin de entender los supuestos y percepciones que subyacen en la imaginación de cada escenario y por lo tanto evaluar su plausibilidad. La plausibilidad es lo que distingue a los escenarios de puras fantasías. Un escenario no es una predicción de un pronóstico

específico por sí mismo, pero es una descripción plausible de lo que puede ocurrir (Enserink, 2002).

De acuerdo con Selin (2011) la plausibilidad está relacionada con la confianza la legitimización y la epistemología del futuro. La evaluación de la plausibilidad y la verificación de la calidad y todos los criterios de escenarios no pueden ser concebidos sin que antes se haga una cuidadosa distinción y clarificación (van der Helm, 2006).

Para Gutman (1995) cuando la validación de un escenario no se puede lograr mediante la confrontación con una realidad externa, entonces la coherencia interna, la claridad metodológica y su vinculación con los otros componentes del estudio prospectivo son de importancia por lo menos para juzgar la plausibilidad de los escenarios propuestos.

Una de las opciones para definir plausibilidad es considerar la plausibilidad de escenarios tomando elementos de la teoría matemática de la evidencia, esto quiere decir que la plausibilidad hace referencia a la estructura del argumento, donde el valor de verdad se basa en el convencimiento, la credibilidad del discurso que describe el futuro (Van der Helm, 2006). Esta propuesta no es nueva; Tonn (2005) expresa que el uso de probabilidades imprecisas (plausibilidad) y por lo tanto el concepto incertidumbre en los escenarios es de gran utilidad, y es precisamente la teoría de la evidencia permite una combinación de métodos cuantitativos y cualitativos.

Entonces, la plausibilidad se refiere al grado de ocurrencia que se tiene en que un diseño de vuelta físico o se implemente (Hooton et al 1988) en el caso de los escenarios esto se traduciría como el grado de ocurrencia subjetivo (el desarrollo del escenario, la conversión del escenario en algo concreto en el futuro).

Esto implica que la plausibilidad se entiende como una propiedad subjetiva que compara los objetivos/requerimientos deseados con hechos.

De acuerdo también con Hooton (1988) la plausibilidad de un diseño es establecida previamente a su implantación:

Al inicio de un ciclo de diseño algunas restricciones se postulan como objetivos deseables esto quiere decir que constituyen requerimientos. Una vez completado el ciclo o bien la secuencia de ciclos de diseño, el objetivo meta tiene que volverse una característica del diseño o un hecho del diseño. La tarea del diseñador es transformar (en el curso del diseño de la evolución) todos los requerimientos meta en hechos demostrables (plausibles).

En el caso de los escenarios la plausibilidad se establece comparando los hechos deseables con los requerimientos impuestos por la realidad.

La plausibilidad dados los anteriores argumentos queda definida de la siguiente forma:

Definición de plausibilidad

El grado de factibilidad de un escenario que se puede medir antes y después de concretarse el horizonte de tiempo; la plausibilidad es una cuestión de diseño que depende de evidencia, asimismo la plausibilidad es difusa, subjetiva, de carácter participativo y está supeditada a factores estructurales, funcionales y contextuales.

5.2.1 La plausibilidad como un juicio de frontera

Los juicios de frontera determinan que observaciones empíricas y consideraciones de valor cuentan como relevantes y cuáles otras son dejadas fuera o consideradas menos importantes (Ulrich, 2005) y también los juicios de frontera implican que el significado de una proposición depende de un sistema de referencia, esto quiere decir que es el contexto el que importa cuando se evalúan los méritos o defectos de una proposición (Ulrich & Reynolds, 2010).

Asimismo, los juicios de frontera reflejan juicios acerca de lo que es relevante y lo que no lo es, lo que debe estar en el sistema y lo que no debe estar dentro del sistema (Maru & Woodford, 2007), las fronteras de un sistema están explícitas mediante la definición de rangos, factores, alternativas y criterios.

Los asuntos de frontera se relacionan con dos tipos de sistemas de referencia, los sistemas de referencia teóricos y los sistemas de referencia pragmáticos. Un sistema de referencia determina que observaciones (hechos) y valores son considerados relevantes cuando se trata de valorar los méritos o defectos de una proposición (Ulrich, 2005) y estos sistemas de referencia son abierto esto significa que ellos están en un intercambio constante, asimismo los sistemas de referencia se pueden hallar suprasistemas y microsistemas.

La plausibilidad de los escenarios como un juicio de frontera se forma a partir de la intersección de varios sistemas de referencias. Por ejemplo, cuando se quiere "calcular" la plausibilidad de un escenario de agua, es necesario considerar sistemas de referencias pragmáticos como los países, municipalidades, organizaciones. La consideración de estos sistemas de referencia es una condición necesaria porque hay que recordar que la plausibilidad es una propiedad extrínseca del escenario (List, 2006), esto significa que la misma depende de factores contextuales. La plausibilidad es una medida puente porque debe llenar los requerimientos de los sistemas de referencia teóricos y los sistemas de referencia pragmáticos, pero ambos sistemas de referencia son dinámicos y están en un intercambio continuo y de intercambio mutuo.

La plausibilidad depende de la evidencia, evidencia que es emitida por sujetos (actores, expertos, instituciones, entre otros). La evidencia no es estática o constante, la evidencia se deriva de una percepción de la realidad, y ambas la realidad y la percepción cambian.

Cualquier evaluación de la plausibilidad nunca se va a desarrollar al mismo tiempo, las mismas circunstancias, espacios y con las mismas personas (Paredes, 2011). En el caso de los escenarios la evaluación puede ser ex ante o ex post, en el caso de la

plausibilidad definida como una característica de diseño ésta tiene un carácter ex ante.

Otra importante distinción que se debe considerar cuando se evalúa la plausibilidad es si el tipo de escenario es exploratorio o normativo. Como anteriormente se presentó, en los escenarios exploratorios las imágenes se construyen a partir de las tendencias pasadas y presentes mientras que en los escenarios normativas las imágenes se construyen a partir de imágenes deseadas o temidas y se conciben de una manera reto (Durance & Godet, 2010).

De manera concreta los escenarios exploratorios se basan en lo que podría suceder, mientras que los escenarios normativos se basan en lo que se debiera hacer (Jouvenel, 2000). Tomando el marco de planeación interactiva, los escenarios exploratorios están relaciones con la etapa de la formulación de la problemática y los escenarios normativos con la etapa de los fines de la evaluación. La formulación de la problemática implica la identificación de los retos y problemas de la organización, la planeación de fines consiste en la determinación del futuro deseado o el diseño idealizado de la organización (Ackoff, 1984).

En el caso de la determinación de la plausibilidad en los escenarios exploratorios la plausibilidad en el tiempo (t_n) se obtiene por el contraste del escenario con el mapeo del sistema actual. Mientras que en los escenarios exploratorios el énfasis está en detectar las contradicciones existentes entre el escenario y la situación actual, en los escenarios normativos se encuentran las coincidencias entre el escenario y la situación actual.

5.2.2 Plausibilidad estructural, funcional y contextual

La plausibilidad vista como un juicio de frontera está constituida por elementos estructurales, funcionales y contextuales.

En este punto es útil la inclusión de algunos aspectos de la perspectiva de diseño, existen tres asuntos importantes en una anatomía conceptual de diseño de un artefacto: la estructura, la función y el contexto de las acciones humanas (Kroes, 2012).

En un escenario la estructura se refiere a lo que es el escenario, la función a lo que el escenario hace y el contexto se refiere a las condiciones en que la estructura y las funciones están sumergidas. Como resultado tres tipos de plausibilidad se pueden identificar con base en los siguientes supuestos:

- Si un escenario cumple con los aspectos teóricos implica que es más plausible, porque los aspectos teóricos proveen de robustez a un ejercicio de escenario (plausibilidad estructural).
- Si un escenario cumple con las funciones para los cuales fue diseñada, esto implica que es o fue más plausible (plausibilidad funcional).
- Las coyunturas dinámicas y las políticas construidas reducen o incrementan la plausibilidad de un escenario (plausibilidad contextual).

Plausibilidad estructural

La plausibilidad vinculada con la estructura de los escenarios es frecuentemente mencionada en la literatura (Amer et al, 2013; Chermack, 2011). Los elementos estructurales teóricos de un escenario, como fue visto en las secciones anteriores: son el sistema objeto, el estado pasado del sistema objeto, el estado actual del sistema objeto, el estado futuro del sistema objeto, la trayectoria, fuerzas conductoras (drivers), weak signals, los stakeholders y el contexto.

Plausibilidad funcional

Las funciones son interpretadas principalmente en términos de intenciones humanas y las funciones contribuyen a la realización de la capacidad del sistema como un todo. Cualquier artefacto de diseño constituye un medio para alcanzar fines y la atribución de las funciones a un artefacto es arbitraria ya se basa en las intenciones de los agentes y éstos son externos a los artefactos (Kroes, 2012).

Las consecuencias de estas afirmaciones trasladadas al ámbito de los escenarios implica que sus funciones no están determinadas por sus estructurales elementales, pero si por las intenciones humanas. Las funciones deben estar alineadas para contribuir a la consecución de los objetivos del suprasistema esto implica que la plausibilidad se debe determinar considerando a los usuarios previstos (Wilkinson & E. Eidinow, 2008). Esto implica que la plausibilidad del escenario debe ser examinada con base en las funciones que le fueron atribuidas a los escenarios.

En el párrafo anterior se vio que las funciones de los escenarios son definidas por los objetivos del suprasistema, y en este sentido el término institución tiene que ser introducido. Una institución puede ser definida como una estructura organizacional constituida para alcanzar objetivos y satisfacer ciertos intereses. Las instituciones establecen formas de regulación y control y ellas canalizan las acciones humanas e intenciones para alcanzar ciertos propósitos (Giraldo, 2011).

Tomando como punto de partida una perspectiva institucional se pueden establecer 4 funciones genéricas: función para el conocimiento, función para la comunicación, función para el establecimiento de objetivos, función para la toma de decisiones y función para la formación estratégica (Kosow & Gaßner, 2008). Las funciones de los escenarios no son únicas y dependen de las instituciones. Considerando estas premisas la evaluación de la plausibilidad se plantea dando respuesta a la siguiente pregunta:

- ¿Es/Fue el escenario capaz de alcanzar la(s) función (es) asignada?

Plausibilidad contextual

Una de las ideas básicas de la perspectiva constructivista es que cualquier tipo de conocimiento está arraigado en contextos físicos y sociales (culturales, históricos e institucionales) entre otros (Cubero, 2005). Los elementos contextuales se derivan de los sistemas de referencia pragmáticos que implican que su definición es particular y especial para el problema objeto de estudio. Por ejemplo, los elementos de

plausibilidad contextual de los escenarios de América Latina son muy diferentes a los elementos de plausibilidad contextual en los países nórdicos,

Los elementos contextuales están relacionados con las instituciones y las esferas en que éstas operan, así como la participación. La evaluación de la plausibilidad contextual implica la verificación respecto a las limitaciones e incentivos del ambiente que en este caso serían las coyunturas dinámicas y las políticas construidas. Una coyuntura dinámica es una fuerza que surge de la realidad y que se impone a los hombres, que se relaciona con la realidad de los hechos, las políticas construidas son un conjunto de ideas que los hombres quieren imponer a la realidad (Matus, 1998). Ambas, tanto las coyunturas dinámicas y políticas construidas pueden jugar dos perspectivas, a veces pueden reforzar la plausibilidad del escenario y otras veces pueden reducir la plausibilidad del escenario.

Algunos de los elementos contextuales relacionados con las instituciones son las redes de instituciones, normas institucionales, las políticas institucionales, roles institucionales y los mecanismos institucionales de regulación, las nociones de poder y legitimación. Sin embargo pueden compartir elementos comunes pero las coyunturas dinámicas y políticas construidas generalmente son muy diferentes, y en este punto se abre un espacio para discutir los elementos relacionados con las diferencias culturales.

La plausibilidad como se definió anteriormente se refiere al grado creencia que se tiene en que un diseño de vuelta físico (tangible) o que se implemente. Hay que recordar que generalmente los escenarios están compuestos de eventos del escenario. Estos eventos son esenciales en la determinación de la plausibilidad contextual.

Para examinar los elementos contextuales que afectan plausibilidad de escenarios, es necesario referirse a Calof & Smith (2010) quienes establecieron factores de éxito de cualquier ejercicio de prospectiva a nivel gobierno:

- Las instituciones toman en cuenta a todos los involucrados.
- Las instituciones tienen el suficiente soporte financiero para el desarrollo e implementación del escenario.
- Las instituciones definen vínculos claros entre el escenario desarrollado y la agenda política y las acciones gubernamentales considerando claridad, responsabilidad, alcances y por tanto se consigue llegar a acciones concretas.
- Las instituciones tienen capacidad prospectiva que les permite visualizar el futuro y tomar decisiones con base en él.
- Las instituciones fomentan el contacto constante de los tomadores de decisiones con los stakeholders que permite una mejora continua, negociación y legitimación en el desarrollo de programas, selección de proyectos y evaluaciones.
- Las diversas instancias de gobierno tienen una clara y continua comunicación, en la que no hay doble función y se manejan adecuadamente las circunstancias cuando existe conflicto de intereses.

Enfoque participativo

El enfoque participativo es necesario para la definición de la plausibilidad de los escenarios en general, en el caso del agua específicamente cada actor tiene su propio sistema de valores. Los juicios de plausibilidad están vinculados a diversas audiencias y son de carácter negociable (Selin, 2011), la plausibilidad requiere la integración de un gran rango de valores plurales (A. Wilkinson and E. Eidinow, 2008)

La evaluación participativa denota que cuando se hace una evaluación, investigadores, facilitadores o evaluadores profesionales colaboran de alguna forma con los individuos, grupos o comunidades que están involucrados en el desarrollo de un programa, proyecto o entidad que está siendo evaluado (Cousin & Whitmore, 1998). Esto denota que la evaluación sea entendida como un ejemplo de pluralismo social, es que considera un sin número de sistemas y valores (Subirats, 1995).

Cualquier enfoque de evaluación participativa se relaciona con la toma de decisiones en las atmósfera políticas (Subirats, 1995) y la composición de redes de políticas de sistemas de referencias distintos influyen la participación (Brum, 2008) y debido a ello la evaluación se vuelve un instrumento político.

5.3 Sistema evaluación de la plausibilidad de escenarios

De acuerdo con Cowan (2010) la capacidad mental para procesar información de cualquier individuo está limitada a "cuatro ± 2 " elementos.

En este caso por la naturaleza de la evaluación las entradas se definen como la opinión de expertos en materia de agua y prospectiva.

La salida del sistema es un juicio de plausibilidad acerca del escenario que puede ser definida matemáticamente como una función.

En el sistema evaluación de la plausibilidad de escenarios se definieron 5 elementos estructurales claves: la temática del agua, la información, la metodología, la voluntad política y la narrativa. Véase tabla No. 9.

Tabla 9. Variables de estado e indicadores

Dimensiones	Indicadores
Temática del agua	Pertinencia temática Alcance temático
Información	Confiabilidad Variedad Capacidad de reflexión
Metodología	Pertinencia metodológica Asociación con otros elementos de planeación
Voluntad Política	Nivel de difusión Nivel de utilización
Narrativa	Capacidad de atracción Facilidad de entendimiento

Fuente: elaboración propia

Temática

La temática se refiere a los elementos de un escenario, en este caso particular está asociado con el escenario como sistema que incluye la evaluación de: las fuerzas conductoras, las tendencias, los actores relevantes, los elementos portadores del futuro y el carácter sistémico. Todo esto adaptado a una macrotemática en particular, que en el caso de esta investigación es el agua.

Información

Está relacionada con las siguientes características de la información: confiabilidad, validez y oportuna. La confiabilidad se refiere a que la información es interpretada de la misma manera por diversos individuos, la validez se refiere a que la información es reconocida por los diversos sectores involucrados y oportuna indica que si la información que proporciona el escenario permite la reflexión por parte de los diversos stakeholders.

Narrativa

Se refiere a que el escenario está redactado para un amplio público. La coherencia en este caso implica que existe una relación lógica entre los distintos eventos descritos en el escenario. La significancia implica que el escenario sea interesante para los lectores.

Metodología

Esta característica abarca al uso de procesos metodológicos para la construcción del escenario así como la conexión con otros elementos de la planeación. Está relacionada con el uso de diferentes metodologías e implica tres características principales: visión sistémica, resolución y procedimientos.

La visión sistémica consiste en determinar si fueron tomados los diferentes elementos y sus interrelaciones, la resolución por su parte especifica si el escenario establece un

camino claramente establecido para acceder al futuro. Los Procedimientos es la serie de pasos que se llevaron a cabo para concretar el escenario.

Voluntad política

Este factor está encaminado a evaluar aspectos relacionados con la difusión y utilización de los escenarios. Incluye los factores de: aceptación, difusión y compromiso. La aceptación está encaminada a conocer si los escenarios son válidos y útiles en las instituciones que los utilizan.

La difusión implica determinar si los escenarios son conocidos por los diferentes actores involucrados en la problemática del agua.

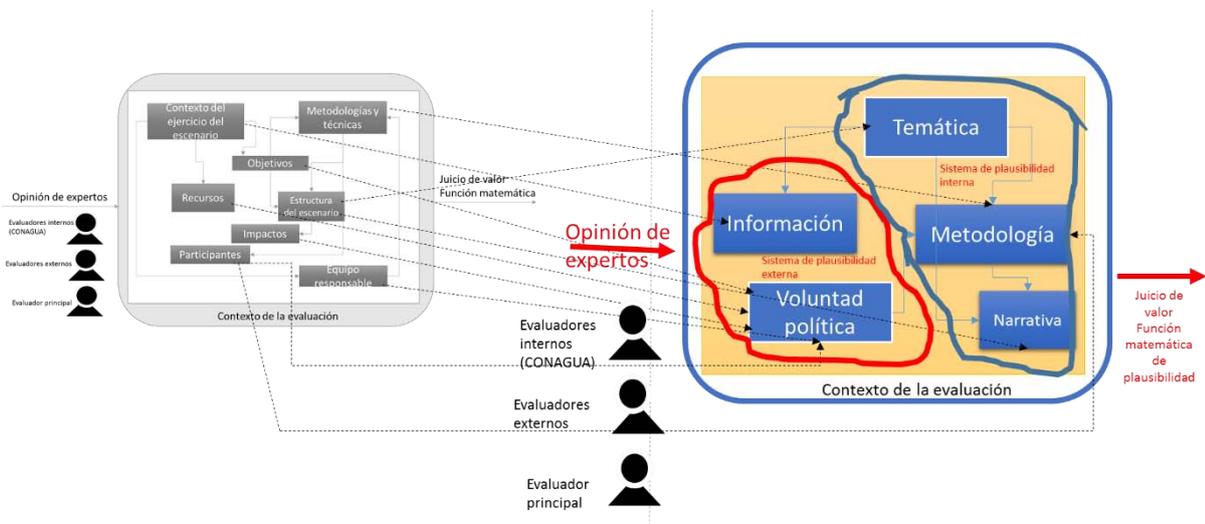
El compromiso se refiere a que la institución utilizando el escenario como vehículo logra ejecutar proyecciones y acciones programadas.

Relaciones

Las relaciones que se forman entre estos elementos son de tipo conexo, ya que cada uno ellos están interrelacionados con el otro, la evaluación de la plausibilidad requiere que cada uno de estos aspectos sea considerado de manera global y poder otorgar una calificación en este sentido al escenario, claro que dependiendo de los evaluadores a cada uno de los elementos de plausibilidad se les puede otorgar un peso determinado.

La figura No. 29 muestra las relaciones entre los sistemas de evaluación de escenarios con el sistema evaluación de la plausibilidad, el resultado es un juicio de valor interpretado con una función matemática.

Figura 29. Relación sistema de evaluación de la plausibilidad

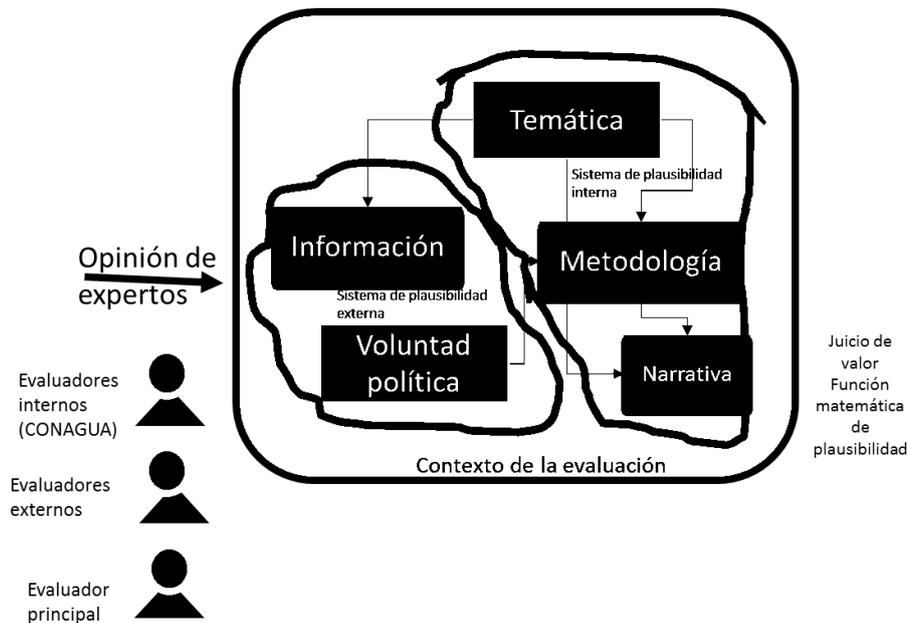


Fuente: elaboración propia

Subsistemas funcionales

Se definieron dos subsistemas: el primero al que se le denominó sistemas de evaluación de plausibilidad interna y el subsistema de evaluación de la plausibilidad externa. El primer subsistema se refiere a aquellos aspectos intrínsecos a la naturaleza del escenario, es decir, que provienen de la teoría y métodos y el subsistema de plausibilidad externa hace énfasis en aquellos aspectos que dependen totalmente un contexto particular dado. Ver figura No. 30.

Figura 30. Sistemas funcionales



Fuente: elaboración propia

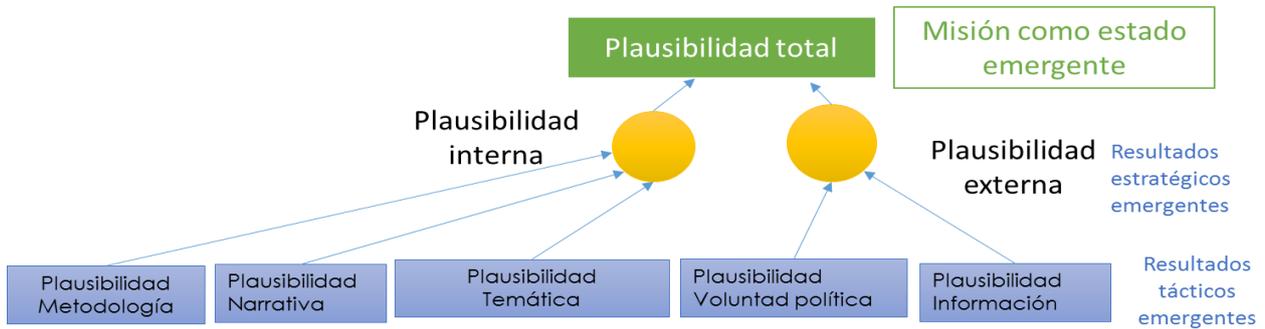
Plausibilidad como una propiedad del sistema

La plausibilidad puede definir como una propiedad que surge de la combinación de los siguientes factores: temática, metodología, información, narrativa y voluntad política.

La temática, la narrativa y la metodología dan origen a la plausibilidad interna, la información y voluntad política a la plausibilidad externa. La combinación de ambas da origen a la medición de la plausibilidad en general.

Es necesario además considerar tres niveles de desagregación: el nivel de plausibilidad en general, el nivel de plausibilidad interna-externa y el nivel básico: plausibilidad básica. Ver figura No. 31.

Figura 31. La plausibilidad como propiedad emergente



Fuente: elaboración propia

Escalas de medición

Se propone la utilización incluya una escala difusa lingüística tradicional, que va de los extremos de totalmente en desacuerdo a totalmente de acuerdo incluyendo los ítems de acuerdo y en desacuerdo y como parte complementaria se proponen dos ítems difusos en dicha escala -parcialmente de acuerdo y parcialmente en desacuerdo-. Ver figura No. 32.

Figura 32. Escala lingüística

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Valor de la escala lingüística	Número difuso triangular asociado				
Totalmente de acuerdo					
De acuerdo					
Parcialmente de acuerdo					
Parcialmente en desacuerdo					
En desacuerdo					
Totalmente en desacuerdo					

Fuente: elaboración propia

5.3.1 El concepto de evaluación de la plausibilidad de los escenarios de agua en el caso mexicano

En la sección anterior se presentó un esquema general de la evaluación de la plausibilidad de los escenarios basada en estructura y función, en ésta se desarrollará un marco adaptativo a las condiciones de los escenarios del agua en México.

5.3.1.1 Estructura

Si se retoma el escenario como sistema, definido en la anterior sección, se pueden definir de una manera más clara los componentes específicos para el caso del agua.

En lo referente a los elementos estructurales de los escenarios del agua, retomando una visión ambiental en el ámbito europeo considera los siguientes elementos esenciales (Álcamo 2001; Álcamo & Gallopín; 2009)

- Una situación actual
- Una situación futura
- Descripción de los cambios por etapas. Es la representación paulatina de los cambios en el estado futuro de la sociedad y el ambiente.
- Las fuerzas motoras *–driving forces–*: son los principales factores que determinan los cambios de un estado a un estado futuro.
- Año base: es el año de inicio del escenario.
- Horizonte de tiempo y los intervalos de tiempo: el horizonte de tiempo describe el futuro más distante cubierto por los escenarios. Los intervalos de tiempo son los pasos que están entre el horizonte de tiempo.
- *Parlamentos-storyline–*: que es una descripción narrativa de un escenario que hace énfasis en los principales aspectos y relaciones de las fuerzas motoras.

En los capítulos anteriores se puntualizaron las deficiencias de los escenarios del agua en general, Álcamo & Gallopín (2009) al hacer una revisión de los escenarios del agua y detectaron las siguientes limitaciones:

- Los valores numéricos de las fuerzas de conductores usualmente no están actualizados
- No se consideran nuevas fuerzas conductoras tales como cambio climático, comercio y globalización y seguridad y energía
- La lógica de las fuerzas conductoras no es tomada en cuenta
- La inclusión de drivers socioeconómicos es escasa
- Los impactos del cambio de uso de tierra no son considerados
- No se toman en cuenta los impactos combinados del cambio climático, cambio del uso de tierra y factores socioeconómicos

Por su parte, la UNESCO (2012) establece los siguientes lineamientos para la construcción de escenarios de agua:

- Consideración de horizontes de tiempo de 20 a 40 años.
- Caracterización de la situación actual con el diagnóstico del estado actual centrado en el problema de agua bajo consideración.
- Identificación de las fuerzas conductoras que representan los factores clave, tendencias o procesos que influyen en las condiciones del sistema (actuales y futuras).
- Formulación del *plot* o esqueleto del escenario: esto es la definición el estado actual, las fuerzas conductoras, la relación entre las distintas fuerzas conductoras.

- Construcción de la imagen del futuro
- Los escenarios y sus imágenes son evaluadas de acuerdo a las dimensiones críticas seleccionadas.

Estado pasado, estado actual, trayectorias y estado futuro

De manera genérica, el escenario debe contener un estado pasado, un estado actual, y las trayectorias hacia los estados futuros.

Independientemente de la temática de los escenarios, estos elementos son intrínsecos a la naturaleza de los escenarios. Los drivers o fuerzas conductoras deben contener datos actuales, datos históricos y futuros.

A partir de la interpretación de los datos históricos, datos actuales y los datos futuros se definen los diversos estados de los sistemas bajo análisis.

Horizonte de tiempo

Gallopín (2012) quien proviene de un ámbito latinoamericano recomienda que los escenarios cumplan con un horizonte entre 20 y 40 años e incluso horizontes de hasta 100 años afirma que estos horizontes amplios permiten tener un mejor conocimiento los impactos de largo plazo, tales como cambios climáticos, cambio del uso del suelo y drivers socioeconómicos. Anteriormente se observó que la UNESCO recomienda horizontes de tiempo de 20 a 40 años.

Fuerzas conductoras o drivers

Por su parte para la CONAGUA (2011) un escenario debe incluir las siguientes temáticas dentro de su estructura:

- Análisis de las necesidades básicas para el consumo del agua
- El deterioro de los recursos del agua y la integridad de los sistemas
- Uso limitado de los recursos del agua y su distribución en tiempo y espacio
- Contaminación de los recursos del agua
- Riesgos asociados con el impacto de fenómenos hidro-metereológicos extremos: sequías, huracanes, inundaciones, cambio climático.
- La sobreexplotación y contaminación de los acuíferos y superficie de los cuerpos de agua
- El valor del agua y de los servicios asociados con el fin de garantizar al mismo tiempo su autofinanciación y desalentar el despilfarro.
- Obtención de recursos financieros requeridos para la construcción, rehabilitación, mantenimiento y mejoramiento del agua
- La proliferación y escala de los conflictos del agua a ser evitados
- Las características y que medios de funcionamientos deberían de implementarse para garantizar la gobernanza del agua.
- Inclusión y análisis de los roles federales, estatales y municipales, el sector privado y los usuarios del agua

- La incorporación de la sustentabilidad a la cultura nacional.

Si observa detenidamente lo anterior se puede notar que aún faltan algunos elementos por incluir, una perspectiva más amplia la proporciona Gallopín (2012) este mismo autor indica clusters de variables que deben considerarse debido al futuro desarrollo del sistema mundial de agua. Los clusters determinados son: demografía, economía, tecnología, recursos del agua, infraestructura del agua, cambio climático, medio ambiente, drivers sociales/culturales/ ética y drivers políticos, institucionales/gobernanza (ver anexo 1).

Asimismo indica que cada uno de estos clusters incluye diferentes indicadores, estos indicadores deben incluir valores cuantitativos y cualitativos. Asimismo los escenarios deben considerar eventos naturales incontrolables, así como las decisiones humanas, el comportamiento futuro y de las personas e instituciones como parte del escenario.

En el caso particular de este trabajo, dentro de estos clusters de variables existen otros que dado las particularidades del caso Mexicano deben también ser incluidos:

Demográficos

Con respecto a la dimensión de género en el manejo de los recursos de agua en la Conferencia de Dublín de 1992 se reconoce que las mujeres tienen un papel central en el suministro, gestión y defensa del agua y es a partir y desde entonces se reconoce también como una condición esencial para la sostenibilidad de los servicios de agua y saneamiento. En el caso particular de Latinoamérica se parte del reconocimiento que los espacios de participación ciudadano en torno al agua se encuentra masculinizados por lo tanto es imposible alcanzar soluciones apropiadas considerando que la mujer tiene un papel central en el manejo y administración del recurso del agua y por lo tanto es necesario reforzar los espacios de participación femeninos.

Esta incorporación de la perspectiva de género es en dos vías: la primera es la incorporación de políticas organizacionales de género dentro de las instituciones de manejo del agua, la segunda es el desarrollo e implementación de políticas públicas considerando al género como un eje principal.

En el caso mexicano el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 reconoce la incorporación de la dimensión de género en los diversos ámbitos a nivel país, lo que representa un avance significativo y obliga a que los planes de carácter específico también la incorporen en sus estructuras, aunque cabe destacar que desde la Conferencia de Dublín en 1992 la incorporación de la perspectiva de género se volvió un imperativo para los diversos países.

Tecnológicos

Los escenarios pueden ser usados para análisis tecnológicos, monitoreo de tecnología, prognosis tecnológica, y escaneo de tecnología (Reger, 2001).

El análisis tecnológico se refiere a la detección de la tecnología relevante para la solución de un problema en particular, el monitoreo tecnológico es la revisión de las tecnologías existentes y sus resultados, la prognosis tecnológica se refiere a las tecnologías que se necesitarán considerando las tendencias futuras y el escaneo tecnológico permite la identificación, observación y análisis de las tecnologías que están siendo desarrolladas (Reger, 2001). A partir de estos planteamientos es posible determinar los siguientes drivers:

- Capacidad tecnológica nacional (capacidad para desarrollar e implementar tecnología nacional)
- Capacidad institucional para la adquisición y operación de tecnologías para la solución de las principales problemáticas del agua.
- Grado de cooperación para el desarrollo tecnológico nacional con las distintas universidades y centros de investigación de México.
- Grado de utilización de desarrollos tecnológicos experimentales por parte de las instituciones públicas del manejo del agua en México.

Institucional/gobernanza

De acuerdo con Ortiz (1997, 2011), la corrupción es un factor que afecta en gran medida la gobernanza en el contexto hídrico Mexicano. Unesco recomienda las siguientes prácticas para reducir la corrupción (2006):

- Reducción de los costos de infraestructura haciendo uso de los recursos de agua más cercanos
- Consideración de tecnología y diseño simple, práctico y relevante
- Planear el agua con la comunidad
- Clarificación de la información, planes, diseños, reportes y cuentas, hacerlos entendibles para todos los stakeholders
- Simplificar la aprobación de procedimiento para que sean fácilmente entendibles y monitoreados
- Hacer claros y consensados los planes para la operación de largo plazo y mantenimiento.

Económicos

La cuestión de privatización es otro factor contextual, cabe bien decir que para algunos la privatización del agua en América Latina es sinónimo de crisis social y en la mayoría de los casos ha constituido un rotundo fracaso que ha llevado al deterioro de una gran parte de las comunidades ya sea en un corto o largo plazo (véase Enciso, 2005).

En el caso mexicano se ha demostrado que la participación extranjera en el manejo del agua está rodeada de serias dudas sobre sus prácticas financieras ya que en la mayoría de los casos son cuestionables (Barkin, 2011). Esto no es, una característica diferente en comparación con otros países de Latinoamérica. Quizás guarda mayor similitud con el sonado caso de Cochabamba en Bolivia donde se llegó a determinar que *Bechtel* llegó a incrementar las tarifas hasta en un 43% (Schultz, sf)

El principal temor de los expertos es que las instituciones de gobierno no tienen las capacidades para funcionar con entes reguladores eficientes: "el actual esquema de descentralización no parece ser el más adecuado en un país que carece de la preparación técnica y de los recursos financieros requeridos y que tiene capacidades administrativa obsoletas" (Barkin, 2011).

Para Oswald (2011) "la raíz de la generalización del modelo neoliberal las autoridades y empresario en México han priorizado una visión de valor de cambio en la gestión del agua, también han priorizado proyectos de megadesarrollos y obras gigantescas" y esta misma autora afirma que desde el 2005 el gobierno federal ha entregado concesiones para obras de acueductos, plantas de tratamiento y sistemas de administración de agua y saneamiento, pero el sustancial aumento de las cuotas de los servicios de agua y saneamiento, a veces sin la calidad prometida, ha politizado a la sociedad mexicana en el tema de las privatizaciones.

Asimismo Oswald (2011) afirma que el proceso de globalización del agua se relaciona con el monopolio mundial de dos empresas transnacionales: la *Compagnie Générale des Eaux*, transformada en *Vivendi* y la *Lyonnaise des Eaux* o *Suez- Ondeo*. De acuerdo con Enciso (2005) éstas y otras transnacionales tienen el control del recurso de agua en El Distrito Federal, Saltillo, Aguascalientes, Cancún, Puerto Vallarta y Puebla. Generalmente los procesos de privatización se dan sin que medien procesos de licitación o bien se dan procesos de licitación ficticia.

Oswald (2011) afirma que "cuando se quiere incluir la privatización en los procesos de gestión del agua, es necesario fomentar leyes tarifarias de agua justas que debieran distinguir entre los usuarios y cuidar a los más vulnerables además de estimular el ahorro del agua con una cuota simbólica para el consumo bajo y un aumento progresivo para mayores usos, estas tarifas progresivas deberán ser establecidas de acuerdo con el consumo medido en las actividades productivas y debe fomentar el ahorro y permitir un subsidio cruzado hacia los sectores marginales" asimismo señala la necesidad de establecer de comités ciudadanos de vigilancia.

La seguridad alimentaria es otra situación preocupante para México debido a los niveles exorbitantes de población actuales y futuros en este país. El Banco Mundial señaló recientemente que entre los limitantes más importantes de la oferta de producción agropecuaria en México se encuentra la variabilidad del clima con un mayor número de extremos de temperatura y de incidencia de lluvia (sequías e inundaciones), lo cual debilita el proceso de planificación de la siembra de cultivos y por lo tanto reduce la producción y la hace más variable (Sánchez, El Universal, 19 oct 2012).

Asimismo la mayor amenaza para la seguridad alimentaria es el cambio climático ya que hay más sequías o inundaciones, además de que el calentamiento global también incide en la pérdida de biodiversidad (Enciso, La Jornada, 12 de enero 2012)

¿El escenario define claramente la vinculación entre seguridad alimentaria y gestión del agua?

Cambio climático

Debido a su ubicación geográfica, la República Mexicana es vulnerable a tres tipos de fenómenos extremos: las sequías, huracanes, e inundaciones.

Las tres están relacionadas con el cambio climático que provoca es variabilidad en el tiempo, los huracanes son producto de la posición geográfica de la República Mexicana y su incremento frecuencia e intensidad están relacionados con el cambio climático.

Sociales, culturales y éticas

La cuestión indígena constituye una característica esencial en el caso Latinoamericano en general y México no es la excepción, los conflictos en torno al agua emergen debido a que en la cosmovisión indígena el agua es vista como un recurso comunitario.

Para Susskind (2013) el conocimiento y experiencia indígena es esencial en la creación de políticas públicas y en el diseño de proyectos, porque muchas veces no se está consiente de cómo los sistemas socio-ecológicos realmente funcionan.

Si se hace un recuento de las noticias relacionadas con los conflictos de agua, se pueden notar las siguientes situaciones: a) hay una mayor incidencia de prevalencia en estados con una mayor población indígena: Oaxaca, Guerrero, Estado de México, entre otros, b) los conflictos emergen casi siempre a la imposición de mega obras de infraestructura por parte de las instituciones de gobierno (Presa la Parata, Sistema Lerma Cutzamala, entre otros).

Ahora, es tiempo de hablar de las crisis sociales, anteriormente se discutieron diversos aspectos, muchos de ellos están ligados a las crisis sociales y por tanto se puede afirmar que éstas últimas obedecen a: a) la no consideración de la cosmovisión y valores indígenas en el agua (el agua como bien comunal), b) el antagonismo entre la visión institucional y la visión ciudadana (que incluye género y lo indígena) c) la privatización no regulada y que no contempla diferencias económico sociales, d) la privatización en manos transnacionales, e) las grandes obras de infraestructura y megaproyectos, f) el despojo del agua de unas comunidades (generalmente rurales campesinas) para dárselas a poblaciones urbanas industrializadas o tecnificadas, g) la vulnerabilidad y afectación de las poblaciones por fenómenos extremos f) la ineficiencia de las instituciones de gobierno en el manejo del agua (donde indudablemente está presente la corrupción).

Weak signals

La contaminación emergente es una preocupación pocas veces visualizada en la literatura académica para el caso mexicano, los contaminantes emergentes (CE), son compuestos de distinto origen y naturaleza química, cuya presencia en el medioambiente, o las posibles consecuencias de la misma, han pasado en gran

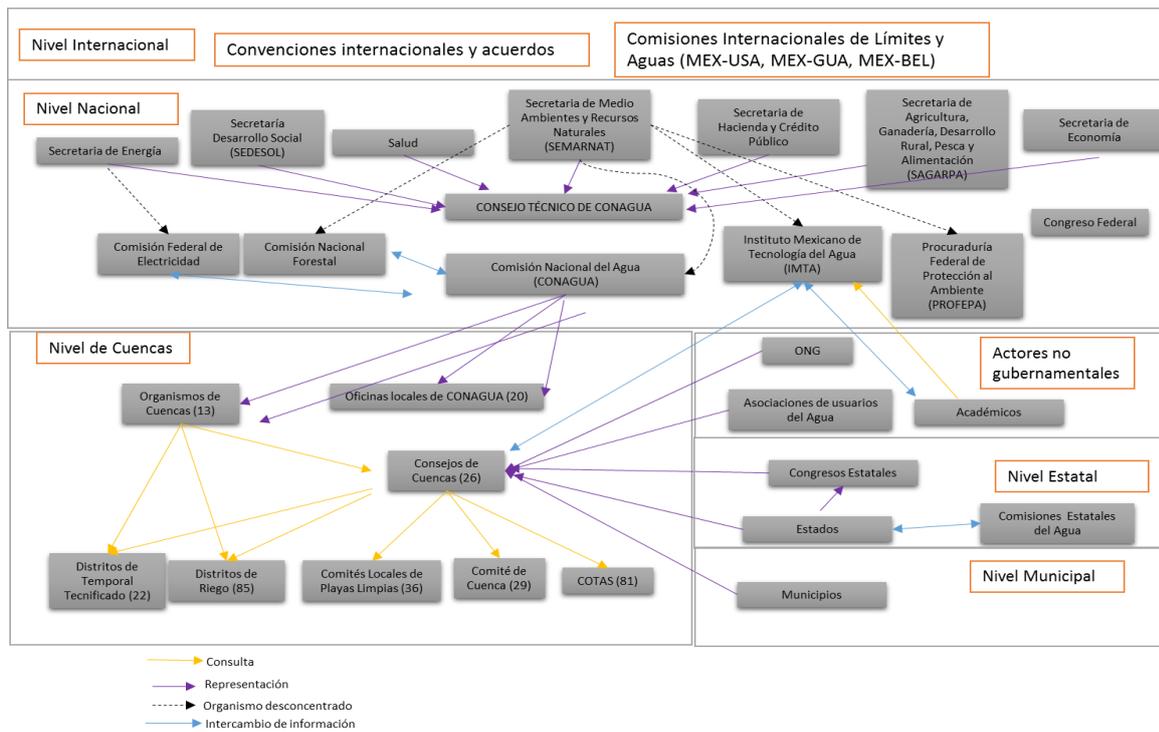
medida inadvertidas, causando problemas ambientales y de riesgo para la salud (Gil et al, 2012).

En este caso se hará referencia a un tipo especial y significativo de contaminación emergente que es intrínseco al contexto mexicano: el de las drogas ilícitas. Esta es una industria de gran crecimiento en México y hay que recordar que muchas de las rutas estas drogas se hacen por medio fluvial. Hay que distinguir entonces una contaminación emergente a nivel macro relacionada con la industria del narcotráfico y la otra que está relacionada con el consumo de este tipo de sustancias por parte de los usuarios, en ambos casos la clandestinidad es la principal limitante, y es a partir de ello se hace necesario contestar:

Stakeholders

La CONAGUA recomienda la inclusión de 4 tipos de actores: actores del ámbito económico (empresas, comercio entre otros), actores socio culturales, actores políticos y actores internacionales ver figura No. 33. Por tanto, cada uno de estos actores es parte de la estructura del escenario.

Figura 33. Actores en el ámbito del agua en México



Fuente: OCDE, 2013

5.3.1.2 Subsistemas, entorno y funciones

Subsistema de gestión y de operación

En este caso particular la institución objetivo para la cual la evaluación de la plausibilidad de los escenarios está diseñada es la Comisión Nacional del Agua de México (CONAGUA). Dentro de la CONAGUA la tarea de realizar escenarios debe llevarse a cabo por el área de planeación específicamente por el subárea de los estudios prospectivos (ver figura No. 34).

Figura 34. Suprasistema de planeación en CONAGUA



Fuente: elaboración propia

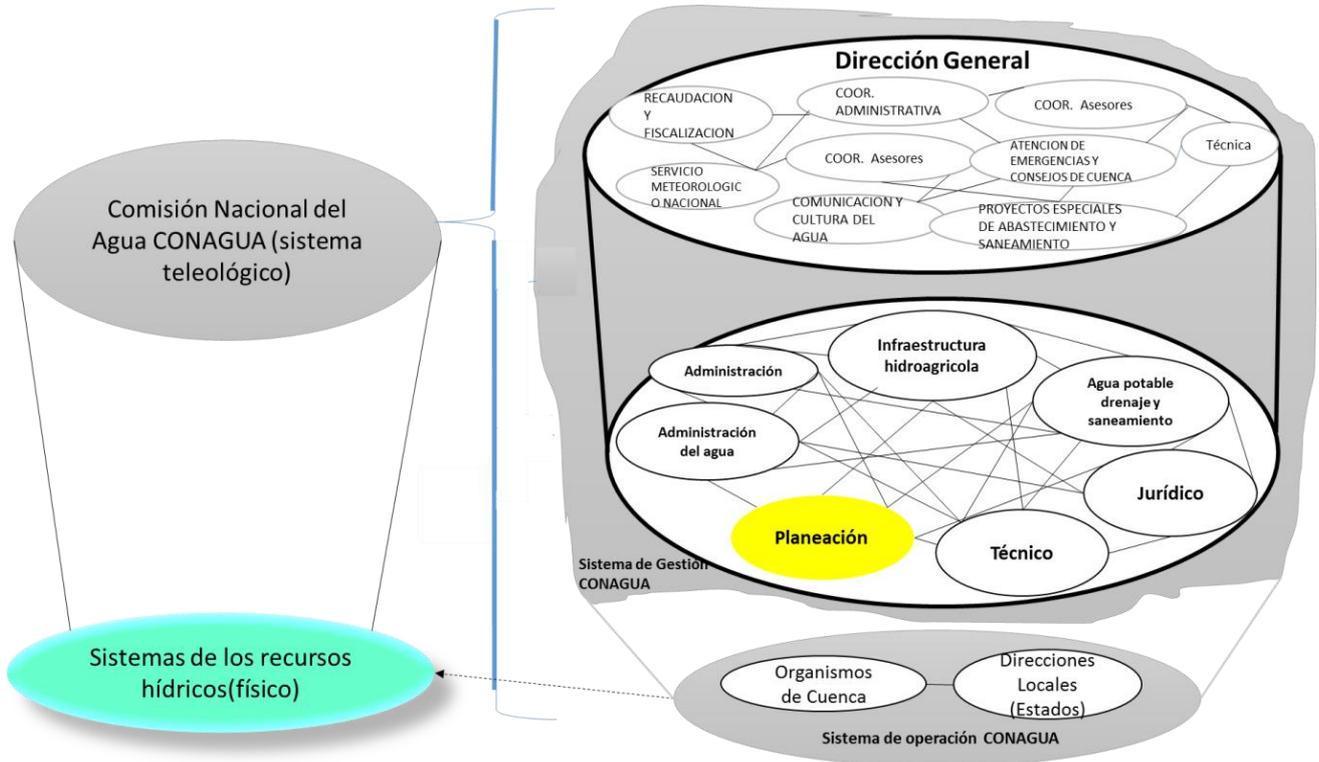
Cabe hacer la observación que aunque en forma reglamentada es el área de planeación la que debe construir y aplicar distintas herramientas de planeación que ayuden a los tomadores de decisiones, en la práctica muchas veces la función de planeación como tal es llevada por otras áreas, generalmente de mayor jerarquía.

El entorno activo está compuesto por: las decisiones políticas y prioridades que cada gobierno establece en su sexenio, el cambio de funcionarios públicos, la escasez de recursos y las emergencias hídricas (huracanes, sequías, inundaciones etc).

El entorno pasivo se refiere a que si se toma en cuenta este trabajo se podría mejorar los procesos de elaboración de escenarios dentro de la CONAGUA, en el ámbito del área de planeación específicamente en el departamento de prospectiva.

A su vez el área de planeación con otras seis áreas forma parte del sistema de gestión de la CONAGUA (ver figura No. 35) que son los responsables de la gestión de los sistemas hídricos. Los diferentes sistemas de gestión inciden sobre los Organismos de Cuenca y las Direcciones Locales que son las responsables de la operación directa sobre los sistemas físicos.

Figura 35. Sistemas de gestión y operación en CONAGUA



Fuente: elaboración propia.

Subsistemas regionales

La planeación federal de los recursos hídricos del país se rige por la Ley de Planeación y la Ley de Aguas Nacionales. Con base en el Plan Nacional de Desarrollo, cada administración sexenal elabora un programa hídrico que define políticas (dentro de una política integral) y establece objetivos y metas. Para fines prácticos, se lleva a cabo una planeación regional que se basa en la división del país en 13 regiones hidrológicas-administrativas (RHA) ver figura No. 36.

Figura 36. Regiones hidrológicas-administrativas



Fuente: Comisión Nacional del Agua (2014)

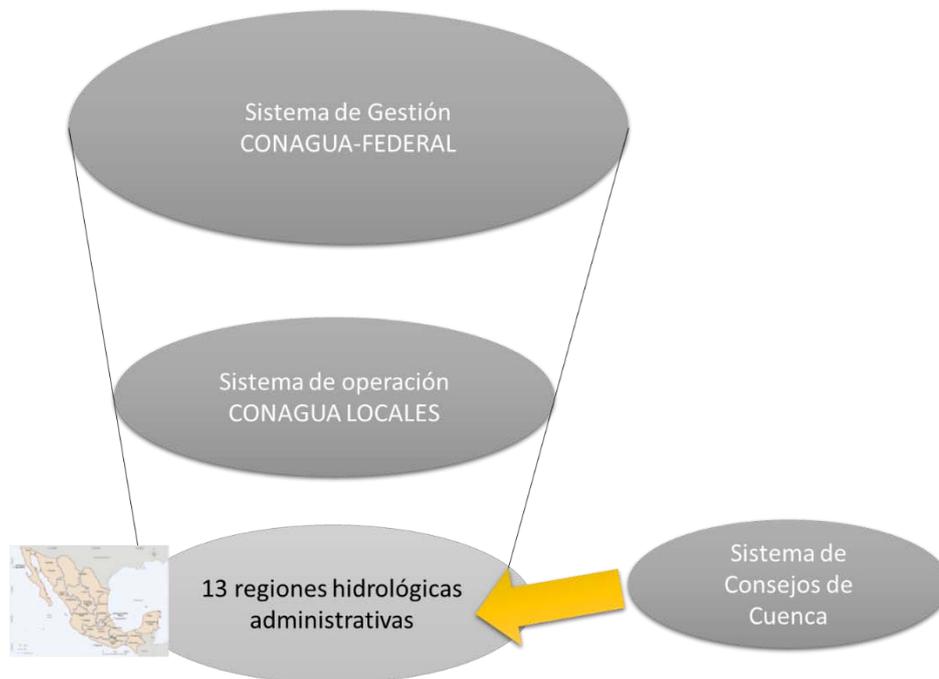
Las RHA son formadas por agrupaciones de cuencas, consideradas como las unidades básicas para la gestión de recursos hídricos, cada una de las cuales posee adaptaciones y particularidades de carácter legislativo y operativo en materia de agua.

Evidentemente, hay que hacer notar que dentro de cada rubro existen submultidimensionalidades, en la que factores antropogénicos y ambientales interactúan y es necesario distinguir los sistemas de gestión y de operación.

La figura No. 37, muestra al Sistema de Gestión que en este caso es la CONAGUA a nivel federal, la gestión implica la generación de planes, normatividad, lineamientos y directrices.

Los instrumentos de gestión deben bajar a un segundo sistema: el sistema de operación integrado por las CONAGUA locales que operan en las regiones hidrológicas administrativas. La actividad de la CONAGUA locales se ve fortalecida mediante los denominados Consejos de Cuenca que son órganos colegiados de integración mixta, para la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por región hidrológica que constituyen instancias de apoyo, concertación, consulta y asesoría entre la Conagua y los diferentes usuarios del agua a nivel nacional (Ley de Aguas Nacionales, 2013).

Figura 37. Subsistema regiones hidrológicas administrativas



Fuente: elaboración propia

Subsistemas sectoriales

La CONAGUA agrupa los usos del agua en 5 grandes *clusters*: agrícola, abastecimiento público, industria autoabastecida, energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad, Hidroeléctrico, véase tabla No. 10.

De acuerdo a estos rubros, se registran los volúmenes concesionados o asignados a los usuarios de aguas nacionales en el Registro Público de Derechos del Agua –REPDA– (Conagua, 2014). Se hace la diferencia entre uso consuntivo o no consuntivo.

El uso consuntivo se define:

Como el volumen de agua de una calidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se determina como la diferencia del volumen de una calidad determinada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga, y que se señalan en el título respectivo (CONAGUA; 2014.)

Tabla 10. Usos del agua

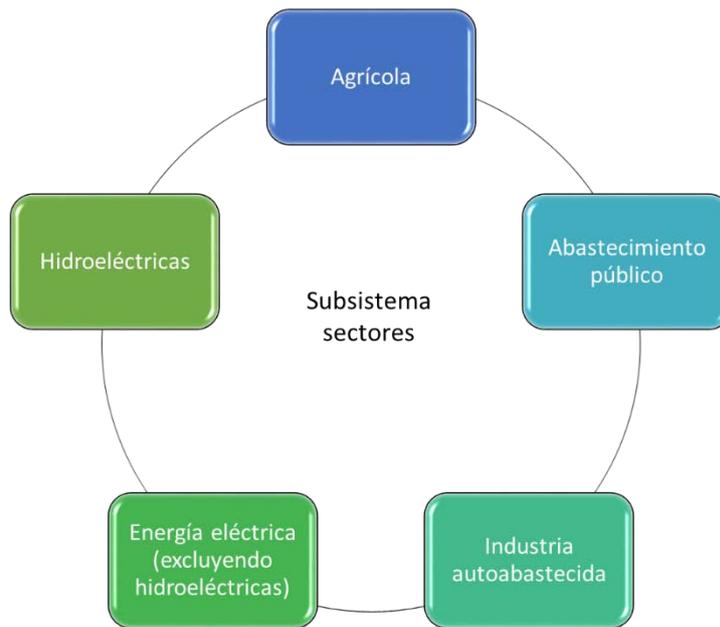
Uso agrupado	Consuntivo o no consuntivo	Rubros de clasificación del REPDA
Agrícola 61.82 millones de m ³	Consuntivo	Agrícola, acuicultura, pecuario, usos múltiples, otros usos.
Abastecimiento público 11.96 millones de m ³	Consuntivo	Domésticos, público urbano
Industria autoabastecida 3.34 millones de m ³	Consuntivo	Agroindustrial, servicios, industrial, comercio
Energía Eléctrica (excluyendo hidroelectricidad) 4.09 millones de m ³	Consuntivo	Industrial
Hidroeléctrico	No consuntivo	Hidroeléctricas

Fuente: Conagua, 2014

La figura No. 38 muestra el sistema de sectores, cada uno de ellos está fuertemente relacionado con los restantes: por ejemplo, el sector agrícola puede hacer uso del agua desechada por los sectores industriales, domésticos, y eléctrico siempre y cuando se haga el tratamiento de agua adecuado. Igualmente existen sectores industriales que pueden hacer uso de aguas residuales del sector doméstico.

El sector agrícola utiliza un 75.72% del total de volúmenes concesionados, seguido del abastecimiento público 14.65%, la industria autoabastecida 4.09% y la energía eléctrica excluyendo hidroelectricidad 5.55% (CONAGUA, 2014).

Figura 38. Subsistema sectores



Fuente: elaboración propia con base en Conagua (2014)

Los escenarios pueden percibirse como una herramienta que permite capturar las señales futuras de la realidad, en este caso de la CONAGUA, mediante las comunicaciones aferentes se transmite al procesado de información homeostático que en este caso sería el área de planeación que mediante comunicaciones eferentes transmite la información relevante y pertinente a las áreas de operación de la CONAGUA (Organismos de Cuenca y Direcciones Locales) lo cual permitiría posteriormente la consecución de la acción y la transformación de la realidad. Véase figura No. 39.

Figura 39. SAC y escenarios



Fuente: modificado de Lara, 2014

En el ámbito mexicano las funciones de los escenarios se pueden derivar de la visión prospectiva de la Conagua (Conagua, 2011):

- Proveer una visión apropiada de largo plazo y de guía para la gestión nacional del agua.
- Definir la naturaleza y magnitud de los retos que hay que superar y las soluciones que deben desarrollarse con el fin de ser capaz de entregar a la siguiente generación un país con más fortalezas y oportunidades que las que existen actualmente.
- Analizar la brecha existente entre la visión prospectiva y la realidad actual y priorizar las líneas de acción que deben ser desplegadas para dicho propósito.
- Identificar los cambios que deben ser producidos en el entorno institucional en temas como la organización institucional, planeación, legislación, regulación, financiamiento, educación, desarrollo de capacidades y otros de naturaleza similar.
- Promoción de la solidaridad entre los mexicanos de diferentes regiones y localidades del país en el presente y en el futuro
- Fomentar la acción simultánea de todas las instituciones - gubernamentales y no gubernamentales-a nivel nacional, regional y local.
- Difundir los valores y creencias generalizadas en torno al agua.

Por otra parte, de acuerdo a Unesco (2012) los escenarios del agua tienen que desplegar las siguientes funciones:

- Generar una visión de largo plazo que tome en cuenta la evolución de los procesos hidrológicos y sociales involucrados
- Ayudar a los planeadores, los diseñadores y operadores de aprender sobre los sistemas hídricos y su gama de futuros
- Incluir los impactos culturales y políticos que se pueden esperar de los sistemas que están siendo considerados
- Proporcionar integración, amplitud y perspectiva: el desarrollo de escenarios debe capturar toda esta interdependencia y la complejidad de los componentes del sistema también y debe proporcionar una perspectiva que abarque los intereses y preocupaciones de las partes interesadas a nivel local, regional y nacional.
- Organizar conocimiento para la toma de decisiones: el uso de escenarios responde a la necesidad de simular la toma de decisiones y la participación de los interesados.
- Ofrecer una visión compartida de cómo un sistema desempeñarse de acuerdo a las perspectivas de los stakeholders.

Cuando se contrastan ambas visiones, se puede observar que las de la CONAGUA de alguna manera están incluidas dentro de las de UNESCO, aunque cabe destacar que la posición de CONAGUA tiene un vacío en lo que se refiere a la consideración de

impactos culturales y políticos así como de la dinámica de los componentes de los sistemas.

En los planteamientos de ambas instituciones se pueden detectar los siguientes aspectos: la necesidad de una visión de largo plazo que tome en cuenta la evolución de los procesos hidrológicos y sociales involucrados, que considere impactos, capture las relaciones dinámicas de los drivers, contribuya a la generación y organización de conocimiento además de que proporcione las visiones de los stakeholders.

Si se observa detenidamente la generación y organización de conocimiento es un impacto previsto de los escenarios, por lo tanto deberá ser incluido en el subsistema de impactos.

La tabla No.11 nace del contraste entre ambos argumentos que permite obtener "funciones genéricas".

Tabla 11. Funciones genéricas de los escenarios

UNESCO (2012)	CONAGUA (2011)
Generar una visión de largo plazo que tome en cuenta la evolución de los procesos hidrológicos y sociales involucrados	Proveer una visión apropiada de largo plazo y de guía para la gestión nacional del agua.
Ayudar a los planeadores, los diseñadores y operadores de aprender sobre los sistemas hídricos y su gama de futuros	Definir la naturaleza y magnitud de los retos que hay que superar y las soluciones que deben desarrollarse con el fin de ser capaz de entregar a la siguiente generación un país con más fortalezas y oportunidades que las que existen actualmente. Analizar la brecha existente entre la visión prospectiva y la realidad actual y priorizar las líneas de acción que deben ser desplegadas para dicho propósito.
Incluir los impactos culturales y políticos que se pueden esperar de los sistemas que están siendo considerados	
Proporcionar integración, amplitud y perspectiva: el desarrollo de escenarios debe capturar toda esta interdependencia y la complejidad de los componentes del sistema también y debe proporcionar una perspectiva que abarque los intereses y preocupaciones de las partes interesadas a nivel local, regional y nacional.	
Organizar conocimiento para la toma de decisiones: el uso de escenarios responde a la necesidad de simular la toma de decisiones y la participación de los interesados.	Identificar los cambios que deben ser producidos en el entorno institucional en temas como la organización institucional, planeación, legislación, regulación, financiamiento, educación, desarrollo de capacidades y otros de naturaleza similar. Fomentar la acción simultánea de todas las instituciones - gubernamentales y no gubernamentales-a nivel nacional, regional y local.
Ofrecer una visión compartida de cómo un sistema desempeñarse de acuerdo a las perspectivas de los stakeholders.	Difundir los valores y creencias generalizadas en relación con el agua. Promoción de la solidaridad entre los mexicanos de diferentes regiones y localidades del país en el presente y en el futuro

Fuente: elaboración propia con base en Unesco (20012) y CONAGUA (2011)

5.3.1.3 Escala de participación y selección del método de participación

Escala de participación

Para este caso de aplicación se realizó una adaptación de la escala desarrollada por Preskill, H. & Jones (2009) esta nueva escala es de carácter restrictivo ya que únicamente considera 4 criterios: a) período corto de evaluación, b) presupuesto limitado, c) dispersión geográfica y 4) gran cantidad de actores. Estos criterios fueron seleccionados porque son características representativas del contexto del agua mexicano y de este trabajo de investigación.

El tiempo de evaluación corto es común, ya que la complejidad de los problemas requiere horizontes de tiempo bastantes cortos para proporcionar una solución y son pocas las situaciones en el que los procesos de evaluación se llevarán a cabo con una disponibilidad de tiempo amplia. Los presupuestos limitados en la gestión del agua son otra característica común en el contexto mexicano, de acuerdo con Sandoval (2002) muchas de las iniciativas de planeación con un carácter participativo fracasan porque no existe un presupuesto adecuado para concretarlas.

Debido a que el territorio mexicano es bastante amplio, los diversos actores están dispersos en diferentes regiones geográficas que tienen diferencias amplias en lo que respecta a los presupuesto, limitaciones de tiempo y problemas del agua.

En lo referente a los actores, el número de actores involucrados en un proceso de planeación promedio es muy alto (aproximadamente 151 actores para la planeación de un acuífero).

Métodos de participación

Los anteriores criterios permiten delimitar la escala de Preskill and Jones (2009) limitando los métodos participativos a: workshops, entrevistas y encuestas únicamente.

Para este caso en particular la evaluación se restringe a la disponibilidad de tiempo de los actores (generalmente los actores involucrados son autoridades gubernamentales y expertos académicos) por tanto la disponibilidad de tiempo es limitada. En el caso de esta investigación el presupuesto es limitado y los actores están localizados en diferentes estados de la República Mexicana por tanto dadas las circunstancias particulares el método de encuestas es altamente recomendado para concretar la evaluación de escenarios (ver figura No. 40).

Figura 40. Escala restrictiva

	Reuniones grupales		Entrevista cara a cara		Encuestas
	En persona	Virtual	En persona	Virtual	
Tiempo de evaluación corto					
Presupuesto limitado					
Geografías dispersas					
Muchos stakeholders					

 Estrategia apropiada
  Estrategia medianamente apropiada
  Estrategia no apropiada

Fuente: modificado de Preskill & Jones (2009)

Selección de expertos

Dadas las características particulares de este contexto, se propone la utilización del método de co-nominación, método que depende de las relaciones entre stakeholders.

Como paso previo es necesario detectar aquellos informantes o expertos claves para que a través del muestreo de bola de nieve indiquen otros potenciales expertos.

Después de este proceso se podrán detectar expertos en algunas áreas faltantes, es por ello que se debe realizar una búsqueda en bases de datos y contactar nuevamente a los informantes para que indiquen potenciales expertos en dichas áreas.

Adicionalmente es necesario diseñar una red utilizando un software de análisis de redes (ejemplo Pajek) y que es alimentada mediante información proveniente de la técnica de conominación.

Consiste en situar a cada uno de los expertos en una matriz (6X5) en donde las filas de las matrices consideran 6 aspectos claves establecidos por la Comisión Nacional del Agua (Estadísticas del Agua, 2013): 1) agua potable y saneamiento, 2) agua para la agricultura, 3) eventos extremos, 4) calidad del agua, medioambiente y salud, 5) planeación y gestión del agua, y 6) agua y energía.

Las columnas de la matriz incluyen los siguientes factores: 1) legislación, 2) participación informada, 3) investigación y desarrollo tecnológico, 4) capacitación de recursos humanos y 5) capacidad financiera.

Los aspectos de las columnas corresponden al análisis de las fuerzas conductoras presentado anteriormente. Es necesario notar que al menos se necesitan 30 expertos para la evaluación de escenarios por cada área temática. Ver tabla No. 12.

Tabla 12. Matriz de conocimiento

	REGULACIONES Y LEGISLACIÓN	PARTICIPACIÓN CIUDADANA INFORMADA	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	DESARROLLO DEL RECURSO HUMANO Y CAPACITACIÓN	CAPACIDAD FINANCIERA
AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO					
AGUA PARA LA AGRICULTURA					
EVENTOS EXTREMOS					
CALIDAD DEL AGUA, MEDIOAMBIENTE Y SALUD					
PLANEACIÓN Y GESTIÓN DEL AGUA					
AGUA Y ENERGÍA					

Fuente; elaboración propia

5.3.1.4 Instrumentos

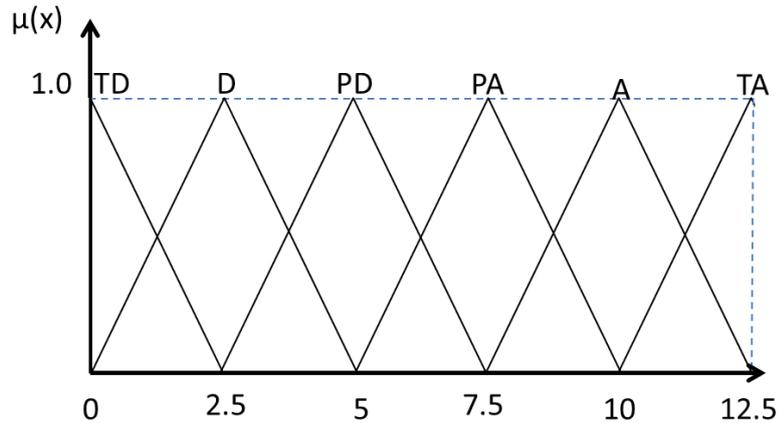
Los instrumentos propuestos finales son cuestionarios y se presentan en la sección de anexos. Es necesario, hacer notar que los cuestionarios propuestos en esta sección incluyen las sugerencias y aportaciones de los expertos que participaron en la fase de validación de los mismos.

Escalas de medición de los instrumentos

La forma de representación más típica cuando se están manejando variables lingüísticas es la triangular (Yang & Hsieh, 2009; Chang et al, 2011; Akter, 2011).

Para este caso en particular se propone una función de pertenencia triangular con los valores que se presentan en la tabla No. 13. La gráfica No. 1 ilustra la función de pertenencia.

Gráfica 1. La función de pertenencia para las variables lingüísticas



Fuente: elaboración propia

Tabla 13. Números difusos triangulares de las variables lingüísticas

Variable lingüística	Función de pertenencia
Totalmente en desacuerdo (TD)	(0.0,0.0,2.5)
Desacuerdo (D)	(0.0,2.5,5.0)
Parcialmente en desacuerdo (PD)	(2.5,5.0,7.5)
Parcialmente de acuerdo (PA)	(5.0,7.5,10.0)
Acuerdo (A)	(7.5,10.0,12.5)
Totalmente de acuerdo (TA)	(10.0,12.5,12.5)

Fuente: elaboración propia

Validación de los instrumentos

Se realizó un diseño inicial de los cuestionarios que contaba con alrededor de 42 preguntas. Se aplicaron los índices de Aiken y el índice de validez de contenido de Lawsche (1975).

El instrumento de validación consideró los siguientes aspectos:

Objetivo de la pregunta: En el cuestionario que le fue proporcionado, por favor valorar en una escala de 1 a 3, si la pregunta es clara y está bien formulada. Donde 1 representa que la pregunta no le es clara y no está bien formulada y donde 3 indica que la pregunta está clara y perfectamente formulada.

Validez de la pregunta: Coloque una "E" si considera que esta pregunta es de carácter esencial para la evaluación de la plausibilidad de los escenarios de agua en México.

Entendimiento del cuestionario: ¿Considera fácilmente entendible el instrumento 2?, en una escala de 1 a 5, siendo 1 que no es entendible y 5 que es totalmente entendible que valoración le otorgaría

Los expertos considerados en este proceso de validación fueron los siguientes:

- Investigador en Ciencias Políticas y temática del agua.
- Especialista e Investigador en el área de tratamiento de aguas residuales.
- Especialista en planeación del agua.
- 2 especialistas en planeación.
- Experto internacional en materia de prospectiva.
- Experto nacional en materia de prospectiva.
- Experto en economía del agua.

Los expertos que validaron el cuestionario participaron activamente en el desarrollo del mismo y brindaron sugerencias para mejorar la redacción de las preguntas y la consideración de aquellas de carácter esencial. Las preguntas esenciales se determinaron como aquellas que tenían un CVR de 0.80-1 el mismo criterio se aplicó para la escala Aiken para determinar la claridad de la pregunta. Cabe destacar que la mayor aportación de los expertos fue su tiempo y dedicación mediante entrevista para indicar las fallas y posibles confusiones en el cuestionario.

Delphi difuso

En el caso del Delphi propuesto en este trabajo se parte de variables lingüísticas que posteriormente se transforman en números difusos triangulares con una posterior defusificación, que permite una combinación y selección de información, así como una posterior modelación matemática.

Fase divergente: se basa en la aplicación del primer instrumento de Fuzzy Delphi, su fin principal es detectar las visiones y calificación de los stakeholders acerca del objeto que está siendo evaluado, en este caso el escenario hídrico.

La fase convergente: implica el llenado de un segundo cuestionario de Fuzzy Delphi por parte de los stakeholders participantes, este cuestionario tiene como objetivo medir la plausibilidad de un escenario con base en la respuesta grupal con el fin de llegar a un consenso. La respuesta grupal se presenta de manera porcentual y se utilizan los enfoques modernos para agregar las opiniones desarrollados por Yang et al (2009) y Chang et al (2011) (para mayor detalle referirse a la primera parte del marco conceptual).

5.3.1.5 Matrices de evaluación de la plausibilidad

Construcción de la matriz de plausibilidad parcial

El objetivo de la matriz de orden es convertir criterio de plausibilidad a una forma operable mediante la demostración comparativa de las calificaciones de plausibilidad para cada subsistema por parte de los expertos (ver tabla No.14).

Tabla 14. Matriz de plausibilidad parcial

Stakeholder	Temática	Voluntad Política	Metodología	Narrativa	información
A₁					
A₂					
A_n					

Fuente: elaboración propia

La matriz de criterios por stakeholder busca presentar de forma sintética los pesos que cada uno de los stakeholders otorgó a cada uno de los subsistemas (Tabla No. 15)

Tabla 15. Matriz de pesos de los sistemas

Stakeholder	Peso Temática	Peso Voluntad Política	Peso Metodología	Peso Narrativa	Peso información
A₁	-				
A₂					
A_n					

Fuente: elaboración propia

Desfusificación para obtener el vector de plausibilidad global

El vector de comparación presenta juicio de la plausibilidad global de cada uno de los stakeholders (Tabla No.16).

Tabla 16. Matriz de defusificación

Stakeholder	Plausibilidad global
A₁	
A₂	
A_n	

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con Chang et al (2011) un número triangular \tilde{A}_i (a_{i1} , a_{i2} , a_{i3}) es desfusificado por:

$$\tilde{A}_i = \frac{1}{4}(a_{i1} + 2a_{i2} + a_{i3}) \text{ Ecuación (31)}$$

Y este valor permite generar un ordenamiento de mayor a menor.

Matriz para la clasificación de estado de plausibilidad

Se diseñó una matriz de clasificación que se basa en el trabajo desarrollado por Sigarreta et al (2007). La matriz propuesta (ver figura No. 41) considera los 5 diferentes estados de plausibilidad en relación al número de mediciones de plausibilidad. Cuando el número de mediciones sea el más alto, entonces se establece el estatus de plausibilidad del escenario.

Figura 41. Matriz de clasificación de estados de plausibilidad



Fuente: elaboración propia

Para el uso de esta matriz se considera que una medición de plausibilidad alta corresponde a valores de defusificación mayores a 7.5

5.3.1.6 Factores adicionales considerados

Contingencias del entorno (amenazas para la supervivencia del sistema)

La eficiencia y la capacidad de respuesta de la CONAGUA dependen en gran medida de los tomadores de decisiones en los puestos jerárquicos más altos. Estos puestos están sujetos a la influencia que ejercen los sistemas políticos en las dinámicas de planeación.

Los tomadores de decisiones en los puestos cruciales del agua carecen de una visión de país de largo plazo y los intereses partidistas cambiantes con cada cambio de gobierno se convierten en prioridad nacional. Lo anterior conlleva a que se planee el agua con el fin de únicamente cumplir con los objetivos sexenales y no con objetivos de largo plazo del país.

Lo anterior implica que no se realicen escenarios y por lo tanto un sistema de evaluación de la plausibilidad de escenarios se hace totalmente indispensable.

Contingencias del entorno (oportunidades para la supervivencia del sistema)

La primera es la agudización de la problemática de agua y la presión social, lo que fuerza a la CONAGUA a adoptar posturas más flexibles y adaptativas, y en esta

situación los escenarios y su evaluación constituyen herramientas importantes para llegar a soluciones factibles en el largo plazo.

La segunda contingencia es la política internacional, un ejemplo es el reporte de UNESCO (2012) titulado *MANAGING WATER UNDER UNCERTAINTY*, en él se hace referencia a la implementación de la planeación adaptativa del agua como paradigma rector en el manejo del agua y uno de sus principales pilares es el uso y mejora de los escenarios.

Es a partir de ambas contingencias que el sistema de evaluación de la plausibilidad de escenarios puede ser adoptado.

Factores que pueden acelerar la entropía para del sistema

Al ser un sistema de evaluación de plausibilidad, la principal fuente de entropía del sistema proviene de la consulta a expertos, es decir, que si éstos no dan una opinión confiable la salida del sistema (medición de plausibilidad puede verse afectada). Las acciones para evitar esta situación son la selección pertinente de los participantes y la verificación de su grado de experiencia y conocimiento.

Otro factor que puede ser origen de entropía es la consideración de un número demasiado alto o bajo de participantes.

Factores que pueden retrasar la entropía del sistema

La selección pertinente de los participantes retrasa la entropía del sistema así como la escogencia de un número adecuado de los mismos.

5.4 Aplicación de la propuesta metodológica para la evaluación de escenarios en el sector hídrico mexicano

La propuesta metodológica para evaluar la plausibilidad de los escenarios incluye 8 pasos básicos, que se pueden observar en la figura No 42.

Paso 1: Establecer las fronteras de evaluación

Paso 2: Seleccionar a los expertos

Paso 3: Aplicar los cuestionarios propuestos mediante la técnica difusa delphi

Paso 4: Construir las matrices de evaluación (plausibilidad parcial y pesos del sistema)

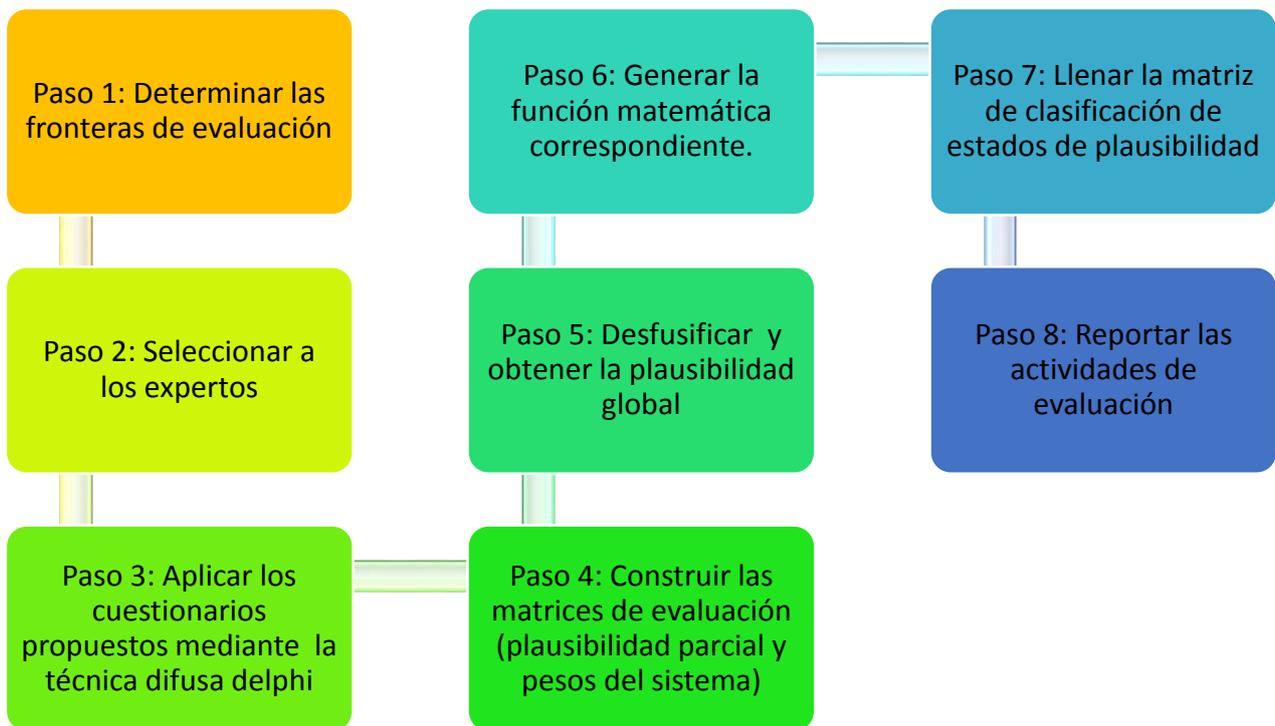
Paso 5: Defusificar y obtener la plausibilidad global

Paso 6: Generar la función matemática correspondiente.

Paso 7: Llenar la matriz de clasificación de estados de plausibilidad

Paso 8: Reportar las actividades de evaluación

Figura 42. Pasos para la evaluación de la plausibilidad de los escenarios



Fuente: elaboración propia

5.4.1 Determinar las fronteras de evaluación (paso 1)

Esta fase está compuesta por la determinación del universo del objeto de evaluación, establecimiento de beneficiarios, descripción del universo del objeto de evaluación en relación a los horizontes de tiempo, participación, enfoque sistémico, innovación tecnológica e información, finalmente incluye la selección de las unidades de análisis (objetos de evaluación específicos). Véase figura No. 43.

Figura 43. Determinar las fronteras de evaluación (paso 1)



Fuente: elaboración propia

Beneficiarios

El principal beneficiario del proceso de evaluación es la CONAGUA ya que es el organismo rector del manejo de agua en México. Asimismo se verán beneficiadas aquellas instituciones que debido a su naturaleza mantienen una interacción constante con la CONAGUA en el área de planeación.

El objeto de evaluación son los escenarios hídricos generados en México con el fin de guiar, contribuir o sustentar los procesos de planeación. En este caso particular la cantidad de escenarios de agua generados se desconoce, es por ello que sólo se puede hablar de una muestra limitada. Dicha muestra es producto de una búsqueda en diversas instancias tanto de gobierno como privado y académico, haciendo mayor énfasis en la CONAGUA y en la Fundación Javier Barros Sierra que ha sido líder en los estudios prospectivos en México. A continuación se muestra la lista de escenarios de agua recopilados (ver tabla No. 17):

Tabla 17. Muestra de escenarios del sector hídrico mexicano

Título	Institución	Año	Responsable
1. <i>Prospectiva de la demanda de agua en México 2000-2030</i>	Fundación Javier Barros Sierra Fundación Gonzalo Río Arronte	2004	Jorge Elizondo Alarcón
2. <i>Diseño conceptual de un modelo de prospectiva para el sector hidráulico de México</i>	CONAGUA	2001	Juan Manuel Huerta Tolis
3. <i>Integración de escenarios a largo plazo de los usos del agua</i>	CONAGUA	1998	Grupo de Servicios, Ingeniería y Proyectos, S.A. de C.V.
4. <i>Adecuación del modelo para el análisis de escenarios de los usos del agua a escala regional</i>	CONAGUA	1999	Grupo de Servicios, Ingeniería y Proyectos, S.A. de C.V.
5. <i>Prospectiva sobre el ambiente (agua)</i>	Fundación Javier Barros Sierra	1993	Sergio Dominguez Antonio Alonso
6. <i>Escenario del agua</i>	Fundación Gonzalo Río Arronte	2008	Antonio Alonso
7. <i>Escenarios para el subsector agua potable y saneamiento</i>	Convenio UAZ-IMTA	2007	Dr. Gabriel Sánchez Guerrero
8. <i>Prospectiva del uso y disponibilidad del agua al año</i>	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	1999	Jorge Arturo Hidalgo

Título	Institución	Año	Responsable
2020, y acciones tendientes para lograr el balance entre la oferta y la demanda del recurso a través del desarrollo tecnológico. Convenio SGP – IMTA 1999. Proyecto 1			Toledo
9. Planeación prospectiva para la investigación científica y desarrollo tecnológico en materia de agua y su gestión (Proyecto DP-0637.1)	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	2006	Ramón Arturo Piña Sánchez
10. Agenda del agua 2030	CONAGUA	2011	Empresa de Consultoría McKinsey
11. Estadísticas del Agua 2013	CONAGUA	2013	CONAGUA

Fuente: elaboración propia

El punto de partida más fuerte, que impulsó la adopción de escenarios en la planeación gubernamental en general, fue el Plan Nacional Hidráulico de 1975, a partir de allí la consideración de los escenarios, como parte de los planes de gobierno sexenales se vio fortalecida.

Debido a las restricciones de la información de los escenarios del agua en el sector hídrico mexicano, se optó por seleccionar un muestreo de tipo teórico, tomando como principal criterio a los escenarios dirigidos a una planeación a nivel federal del agua.

Tipo de escenarios y horizonte de tiempo

La gran mayoría de los escenarios de la muestra tienen un carácter exploratorio y es hasta el 2007, que se ve una tendencia hacia el diseño de escenarios normativos (ver trabajo del IMTA: Planeación prospectiva para la investigación científica y desarrollo tecnológico en materia de agua y su gestión) que culmina con la Agenda del Agua 2030, que puede considerarse como el primer escenario con un carácter esencialmente normativo.

Los horizontes de tiempo que se consideran en general son de 20 a 30 años.

Enfoque sistémico

En general, se puede afirmar que existe una tendencia hacia la consideración únicamente de variables técnicas en los escenarios de la CONAGUA, tales como: demanda, disponibilidad, uso, eficiencia, obras de infraestructura e inversiones. Cuando el paradigma de gestión integral comienza a adoptarse, se empiezan a

incorporar diversas variables relacionadas con los factores sociales y los denominados eventos extremos, pero los escenarios no se pueden considerar como completamente sistémicos, ya que si bien consideran una mayor cantidad de variables, el establecimiento de relaciones entre ellas es una tarea pendiente.

En el caso de los escenarios de las organizaciones privadas y del IMTA, se presenta mayoritariamente un enfoque que considera tanto variables técnicas como sociales.

Participación

En el caso de la Agenda del Agua 2030 y el trabajo del IMTA titulado Planeación prospectiva para la investigación científica y desarrollo tecnológico en materia de agua y su gestión (Proyecto DP-0637.1) se utilizaron foros virtuales y sesiones participativas. En el caso del trabajo titulado Escenarios para el subsector agua potable y saneamiento se utilizaron encuestas.

Sin embargo, el análisis de la participación se ve limitado debido a que en la mayoría de los informes finales, no se especifica la cantidad de expertos, áreas a las que pertenecen y los análisis específicamente acerca de la participación en los escenarios son limitados. Paz Soldán & Hernández (2012), considerando un marco de planeación y desde una perspectiva institucional, indica que es necesario reforzar los mecanismos que fomenten la participación ciudadana responsable.

Información

Como anteriormente se puntualizó, de acuerdo al tipo de información que se maneja, los escenarios se pueden clasificar como de primera, segunda o tercera generación; los cuantitativos se denominan de primera generación, los cualitativos de segunda generación y los que hacen uso de información y métodos de procesamiento mixto reciben el nombre de tercera generación.

Durante la década de los años 90 en la CONAGUA dominan los escenarios de primera generación, es decir aquellos que únicamente se basan en métodos cuantitativos, por el contrario en los escenarios que provienen de las instituciones privadas predomina un enfoque de segunda generación.

La agenda del agua empieza a hacer uso, tanto de datos cuantitativos y cualitativos, pero se puede caracterizar como predominantemente cualitativa donde el análisis numérico es limitado, por las razones anteriormente expuestas se puede hablar de que la agenda del agua es aún un escenario de segunda generación.

En el trabajo titulado: Escenarios para el subsector agua potable y saneamiento se utiliza la técnica cuantitativa de impactos cruzados con datos provenientes de reuniones participativas. El trabajo de planeación prospectiva para la investigación científica y desarrollo tecnológico en materia de agua y su gestión se puede

considerar de segunda generación, debido a que metodológicamente se utilizó un foro virtual de consulta y reuniones de planeación participativa.

En el caso de los escenarios provenientes de las organizaciones privadas, no existe una generación dominante; por ejemplo, en el trabajo titulado prospectiva de la demanda de agua en México 2000-2030 prevalece un enfoque de primera generación en contraposición el trabajo titulado prospectiva sobre el ambiente (agua) en el cual el enfoque es de tercera generación y se hace uso, tanto de datos cuantitativos como cualitativos.

Innovación tecnológica

En el trabajo titulado Planeación prospectiva para la investigación científica y desarrollo tecnológico en materia de agua y su gestión, su principal finalidad fue precisar en el ámbito de investigación y desarrollo tecnológico, las políticas, líneas estratégicas y los objetivos correspondientes al sector hídrico. En este reporte las tendencias se analizaron y se contrastaron con una imagen objetivo, lo que resultó en siete programas estratégicos:

- Generación y transferencia de tecnología para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en la agricultura de riego
- Reformas a los arreglos institucionales para la gestión integrada de los recursos hídricos.
- Transversalidad del tema ambiental y social
- Esquemas de financiamiento para la investigación y el desarrollo de recursos humanos en la gestión integral de recursos hídricos.
- Formación y certificación de recursos humanos especializados y generación de capacidades para tomadores de decisiones.
- Sistemas de soporte para la gestión integrada de recursos hídricos.
- Adecuación del marco legal

Unidades de análisis

Para el desarrollo de la evaluación se procedió a seleccionar dos escenarios:

- *Integración de escenarios a largo plazo de los usos del agua (exploratorio)*
- *Estadísticas del Agua 2013*

Justificación sobre la selección del escenario: Integración de escenarios a largo plazo de los usos del Agua

Este escenario se seleccionó debido a que fue un esfuerzo de carácter integral de la Gerencia de Estudios para el Desarrollo Hidráulico Integral de la Comisión Nacional del Agua (Paz Soldán & Hernández, 2012). Este escenario forma parte de los antecedentes principales del Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 que

de acuerdo también con Paz Soldán & Hernández, (2012) es un instrumento que marca la pauta en la planeación del sector hídrico a largo plazo al interior de la CONAGUA (Paz Soldán & Hernández, 2012).

Justificación sobre la selección de las Estadísticas del agua 2013

Después del documento Integración de escenarios a largo plazo de los usos del Agua se generó dentro de la CONAGUA la Agenda del Agua 2030, escenario que es de carácter normativo y por tanto no puede ser incluido dentro de esta propuesta, ya que la misma está enfocada hacia los escenarios de tipo tendencial. Es necesario aclarar que la Agenda del Agua 2030 es el primer escenario de carácter puramente normativo desarrollado dentro de la CONAGUA.

Las estadísticas del agua 2013 consideran escenarios recientes y de carácter tendencial, lo cual presenta una ventaja comparativa que permite determinar el grado de evolución entre el enfoque pasado (*Integración de escenarios a largo plazo de los usos del Agua*) con el usado actualmente.

5.4.2 Seleccionar a los expertos (Paso 2)

Anteriormente se definió el universo de universo de escenarios y la muestra que será evaluada, ahora es necesario definir quiénes llevarán a cabo la evaluación. Para ello, se detecta a informantes que ayuden en el proceso de localización de expertos y que mediante su intervención faciliten su colaboración en el proceso de evaluación.

Esta fase incluye la determinación de informantes claves, la búsqueda de expertos en la base de datos y revistas académicas, aplicación de la técnica de conominación, elaboración de la red de participante y el llenado de la matriz de conocimiento y participantes (ver figura No. 44).

Figura 44. Seleccionar a los expertos (Paso 2)



Fuente: elaboración propia

Informantes claves

Fueron detectados 2 informantes claves: el primero es un académico de la Universidad Nacional Autónoma de México, quien ha trabajado también en el sector hídrico como consultor y el segundo fue un funcionario gubernamental de la Comisión Nacional del Agua. Estos expertos indicaron una lista potencial de 16 participantes.

Búsqueda de expertos en base de datos y revistas académicas

Se hace necesario completar la búsqueda de expertos utilizando bases de datos y revistas académicas.

Se hizo una búsqueda académica en la base de datos de Scielo, Redalyc y en las principales revistas académicas mexicanas relacionadas con el agua: 1) La revista Mexicana de Tecnología del Agua y 2) la revista de Gestión y Política Pública. En esta fase fueron seleccionados 15 expertos

Conominación (muestreo de la bola de nieve)

Se refiere a preguntar a los expertos nombres y emails de otros expertos potenciales. En este caso después de la co-nominación se obtuvo un total de 58 posibles participantes.

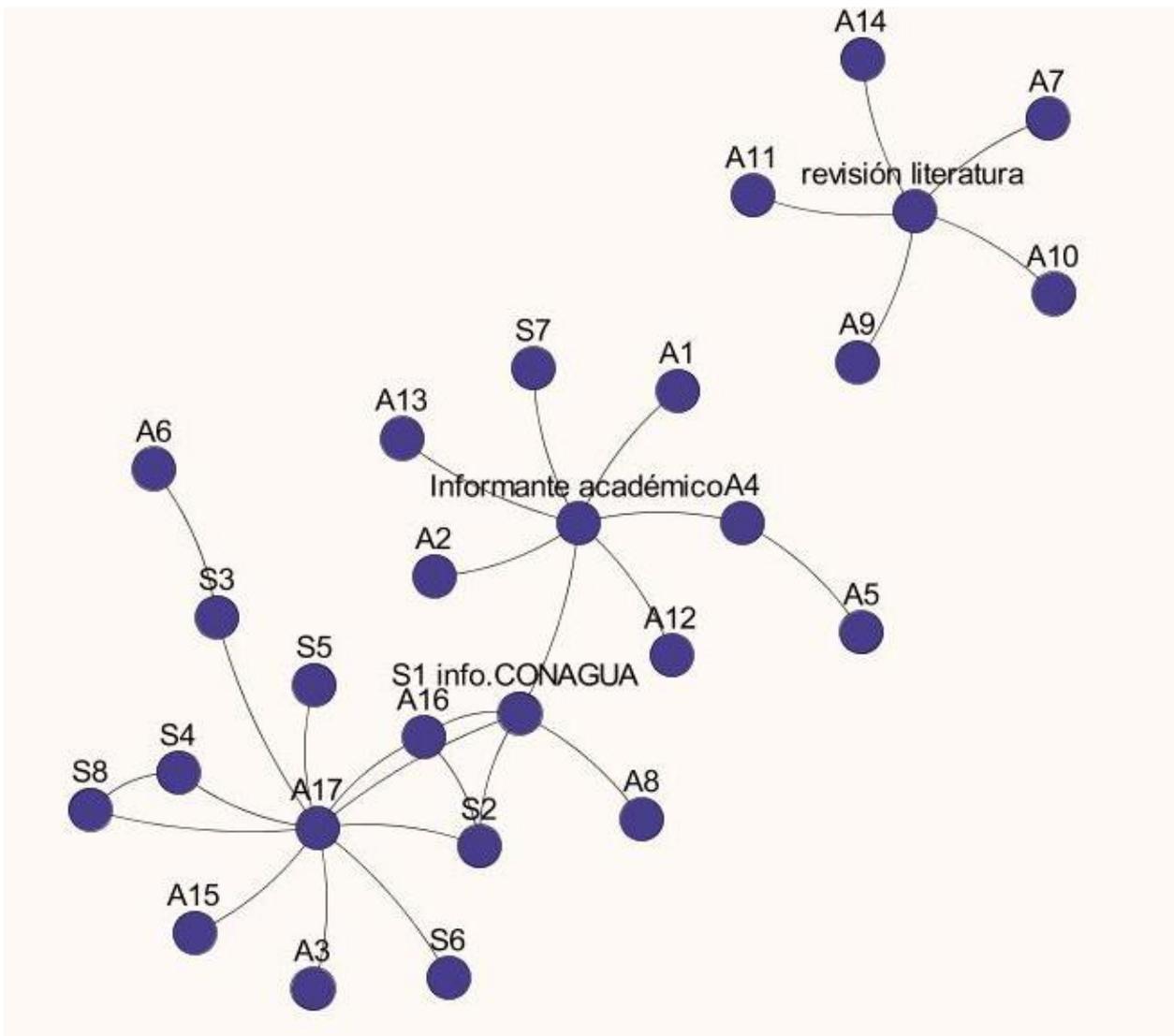
Redes de participantes

Se detectaron 62 expertos potenciales participantes, sin embargo únicamente 24 de ellos (39%) participaron en el ejercicio. Los expertos pertenecientes a las áreas técnicas tuvieron una mayor apertura a participar que aquellos pertenecientes a las áreas sociales.

La co-nominación requiere un proceso de análisis de redes. Una red de relación de expertos fue desarrollada utilizando el software libre Cytoscape la red presenta una medida de centralidad de 0.329 y una densidad de 0.080, la heterogeneidad es de 1.049.

Las letras representan a los expertos, véase figura No. 45. Los indicadores anteriores establecen que los expertos están vinculados mediante los informantes claves pero se desconoce si los expertos tienen relaciones entre ellos, se tienen dos sub redes que no están vinculadas entre sí, la mayoría de expertos se relacionan a dos nodos principalmente (informantes) y la distancia entre cualquier experto es en promedio de 2.074 nodos. Se presentan distintos grupos de opinión.

Figura 45. Redes de participantes



Fuente: elaboración propia

En la red se observan 3 informantes claves: el A17, el académico y el de CONAGUA, mediante el informante A17 se pudo acceder a otros informantes claves en un segundo nivel, por su parte el informante académico emitió el mayor número de sugerencias de expertos. Otros expertos se obtuvieron de la revisión de la literatura, los cuales no tienen una relación directa con los sugeridos por los informantes y sus expertos recomendados.

Relación de la matriz de áreas de conocimiento y participantes

Los expertos potenciales fueron vaciados dentro de la matriz de áreas de conocimiento y participantes para detectar si existían deficiencias respecto a alguna temática en específico. Se detectó un menor número de expertos en las áreas de conocimiento de agua para la agricultura y agua para la energía. El 36% de los expertos están localizados en las áreas de planeación y administración (principalmente en lo que corresponde a participación social informada y en investigación y desarrollo tecnológico). Una nueva búsqueda en la literatura se realizó para detectar nuevos posibles expertos (se detectaron 4 expertos más).

La matriz presenta las áreas rojas (agricultura/agua y energía) con una escasez de expertos, las áreas verdes con un excedente de expertos (agua potable, planeación y calidad del agua, medio ambiente y salud) y las áreas amarillas con un número suficiente de expertos (eventos extremos/agricultura y capacidad financiera). Ver tabla No. 18.

Tabla 18. Expertos y sus áreas de conocimiento

	REGULACIONES Y LEGISLACIÓN	PARTICIPACIÓN CIUDADANA INFORMADA	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	DESARROLLO DEL RECURSO HUMANO Y CAPACITACIÓN	CAPACIDAD FINANCIERA
AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO					
AGUA PARA LA AGRICULTURA					
EVENTOS EXTREMOS					
CALIDAD DEL AGUA, MEDIOAMBIENTE Y SALUD					
PLANEACIÓN Y GESTIÓN DEL AGUA					
AGUA Y ENERGÍA					

5.4.3 Aplicar los cuestionarios mediante la técnica difusa Delphi (Paso 3)

El grupo de expertos se dividió en dos grupos: los evaluadores de las Estadísticas del agua 2013 (8 expertos ver tabla No. 19) y los evaluadores del escenario Integración de escenarios a largo plazo de los usos del agua (16 expertos ver tabla No. 20).

Un mayor número de expertos fue asignado al segundo escenario ya que se considera como un documento clave dentro de la planeación prospectiva de la CONAGUA y se considera como base para el desarrollo de las Estadísticas del agua 2013.

Tabla 19. Expertos evaluadores: Estadísticas del agua 2013

Experto	Área de especialización
A1	Funcionario CONAGUA (especialista en planeación)
A2	Funcionario CONAGUA (especialista en planeación)
A3	Investigador social especialista en agua
A4	Investigador en materia de agua (tratamiento)
A5	Prospectiva y tecnología
A6	Investigador en materia de agua (perspectiva sistémica)
A7	Prospectiva
A8	Prospectiva, toma de decisión y agua

Fuente: elaboración propia

Tabla 20. Expertos evaluadores: Integración de escenarios a largo plazo de los usos del agua

Experto	Área de especialización
S1	Consultor Internacional en planeación y gestión del agua
S2	Investigador en planeación y gestión del agua
S3	Investigador social en agua
S4	Investigador en planeación y gestión del agua
S5	Investigador en tratamiento de agua
S6	Investigador social en agua
S7	Investigadora en sistemas ecológicos y agua
S8	Funcionario público experto en prospectiva y agua
S9	Investigador en modelación hidráulica
S10	Investigadora en sistemas ecológicos y agua
S11	Investigador en temas de ingeniería hidráulica
S12	Funcionario público experto en planeación de agua
S13	Investigador experto en tratamiento de agua
S14	Investigador experto en tratamiento de agua
S15	Economista experto en prospectiva
S16	Sociólogo experto en prospectiva

Fuente: elaboración propia

Fase divergente: se llevó a cabo de julio a septiembre de 2014.

La fase convergente: se llevó a cabo durante octubre 2014. En esta fase a cada experto se le indicó su posición respecto al grupo y se les pidió nuevamente su postura considerando al grupo (El cuestionario No 2. en la sección anexos, presenta las estadísticas porcentuales por pregunta que se obtuvieron durante la primera fase). Así mismo se les pidió un peso para cada uno de los aspectos sujetos a evaluación.

5.4.4 Construir las matrices de evaluación: plausibilidad parcial y pesos del subsistema (paso 4)

Anteriormente se recopilaron las opiniones de los diferentes expertos utilizando escalas lingüísticas, en esta sección se traducen las escalas lingüísticas a números difusos y se agregan las opiniones (ver figura No. 46).

Figura 46. Construir las matrices de evaluación: plausibilidad parcial y pesos del subsistema (paso 4)



Fuente: elaboración propia

Conversión de variables lingüísticas a números difusos y obtener media por temática

Las variables lingüísticas fueron convertidas a números difusos y por cada temática se obtuvo la media de cada respuesta. Por ejemplo si el experto A1 tuvo las respuestas siguientes en lo correspondiente a la información: Totalmente de acuerdo (pregunta 10), de acuerdo (pregunta 12) y parcialmente de acuerdo (pregunta 13), las respuestas difusas corresponden a (10,12.5, 12.5), (7.5, 10,12.5) y (5,7.5, 10). De estas respuestas de acuerdo con Yang & Hsieh (2009) es requerido obtener el valor medio que para este caso es (7.5, 10,11.67).

Análisis de los pesos de los subsistemas

Los pesos que los expertos brindaron para cada aspecto se muestran en las tablas 21 y 22 correspondientes. La escala a utilizar refiere a 1 el más importante y 5 el menos importante. Algunos expertos no proporcionaron sus respuestas para esta sección entonces se asumió igual importancia.

Tabla 21. Pesos de los subsistemas: estadísticas del agua 2013

Experto	Temática	Información	Metodología	Voluntad política	Narrativa
A1	3	1	2	4	5
A2	3	1	2	4	5
A3	4	2	1	3	5
A4	1	1	1	1	1
A5	1	1	1	1	1
A6	1	1	1	1	1
A7	1	2	4	5	3
A8	1	1	1	1	1

Fuente: elaboración propia

Tabla 22. Pesos de los subsistemas integración de escenarios de agua

Experto	Temática	Información	Metodología	Voluntad política	Narrativa
S1	1	3	2	5	4
S2	3	4	1	2	5
S3	2	1	3	4	5
S4	1	3	4	2	5
S5	1	3	2	4	5
S6	5	4	3	2	1
S7	1	1	1	1	1
S8	1	1	1	1	1
S9	1	1	1	1	1
S10	1	3	2	4	5
S11	3	1	4	2	5
S12	1	1	1	1	1
S13	1	1	1	1	1
S14	1	3	2	5	4
S15	1	2	3	4	5
S16	4	3	2	5	1

Fuente: elaboración propia

Como se observa en las tablas anteriores, los expertos le dieron mayor importancia a la parte temática, metodológica y de información para ambos escenarios.

En este caso en particular, existe una divergencia mayor en torno a los pesos de los subsistemas, es por ello que no se incluyó los pesos de los subsistemas en los ejercicios, se asumió igual importancia.

Llenar matriz de plausibilidad parcial

Para agregar las opiniones de los expertos es necesario usar la expresión matemática (Yang et al, 2009; Chang et al, 2011):

$$\tilde{A}_j = \tilde{W}_j \times \tilde{X}_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\begin{bmatrix} \tilde{A}_1 \\ \vdots \\ \tilde{A}_m \end{bmatrix} = [\tilde{W}_1 \quad \dots \quad \tilde{W}_n] \times \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \dots & \tilde{X}_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{X}_{1m} & \dots & \tilde{X}_{nm} \end{bmatrix} \text{ Ecuación (28)}$$

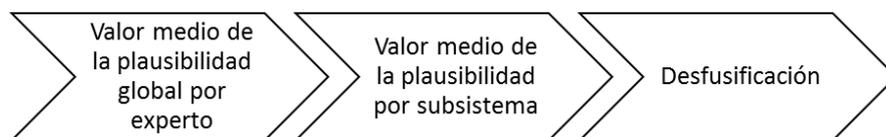
Donde \tilde{A}_j , $j=1,2,\dots,m$ es el peso agregado difuso del j ésimo proyecto y en donde \tilde{X}_{ij} , $i=1, 2, n$ y $j= 1,2, m$ es la medida de preferencia difusa. En este caso al no existir convergencia en relación a los pesos de los subsistemas se asumió igual importancia, $\tilde{W}_n = 1$ para todos los casos.

En el anexo 3 se muestran las matrices de plausibilidad parcial.

5.4.5 Defusificar y obtener la plausibilidad global (paso 5)

De la sección anterior se obtuvieron números difusos triangulares promedio, estos números difusos triangulares se transformarán en un solo valor (defusificación). La figura No. 47 muestra el procedimiento a seguir.

Figura 47. Defusificar y obtener la plausibilidad global (paso 5)



Fuente: elaboración propia

Valor medio de la plausibilidad global y valor medio de la plausibilidad global por subsistema

Con las matrices de plausibilidad parcial se determinaron los valores promedio de cada subsistema por experto. En esta sección se obtiene la plausibilidad global total por experto, es decir se consideran la unión de todos los subsistemas.

El valor medio para la plausibilidad global, que se calcula de la siguiente manera: si el experto A1 tuvo las respuestas siguientes en lo correspondiente a temática (3.06, 5.57, 7.95), información (7.5, 10.0, 11.66), metodología (7.34, 9.84, 11.72), voluntad política

(5,7.5, 10) y narrativa (5,7.5, 10) el promedio de los 5 números triangulares da la plausibilidad global (5.58, 8.082,10.266). Ver tablas No. 23 y No. 24.

Tabla 23. Valor medio de la plausibilidad global por experto y por subsistemas: Estadísticas del agua 2013

Experto	plausibilidad global por experto	Subsistema	Plausibilidad global por subsistema
A1	(5.58,8.082,10.266)	Temática	(2.23,3.92,5.81)
A2	(1.79,4.094,6.3868)	Información	(4.06,6.56,8.96)
A3	(3.97,5.55,8.08)	Metodología	(3.79,5.63,7.53)
A4	(4.15,6.32,8.34)	Voluntad política	(5.98,8.39,10.37)
A5	(5.66,8.02,10.14)	Narrativa	(4.90,7.08,9.27)
A6	(4.54,6.92,8.82)		
A7	(5.30,7.71,10.05)		
A8	(2.54,3.81,4.04)		

Fuente: elaboración propia

Tabla 24. Valor medio de la plausibilidad global por experto: Integración de escenarios

Experto	plausibilidad global por experto	Subsistema	Plausibilidad global por subsistema
S1	(5.20,7.54,10.01)	Temática	(3.24,4.87,6.61)
S2	(4.9, 7.02, 9.62)	Información	(4.68,7.00,9.08)
S3	(5.24, 8.52, 9.43)	Metodología	(4.10,6.19,8.08)
S4	(2.07, 3.02, 3.81)	Voluntad política	(5.45,7.86,10.18)
S5	(5.28, 7.78, 10.28)	Narrativa	(4.84,7.88,9.11)
S6	(6.908, 7.22, 8.01)		
S7	(1.23, 3.18, 5.01)		
S8	(5.13, 7.45, 9.45)		
S9	(7.32, 9.83, 12.19)		
S10	(2.72, 5.00, 7.25)		
S11	(6.34, 9.93, 10.72)		
S12	(3.24, 4.88, 6.36)		
S13	(2.79, 4.97, 7.11)		
S14	(6.72, 8.84, 10.52)		
S15	(3.11, 5.14, 7.086)		
S16	(3.99, 6.44, 8.89)		

Fuente: elaboración propia

Desfusificación

Una vez obtenida la plausibilidad global, se procede a la desfusificación (tablas No. 25 y No. 26) aplicando la expresión matemática (Chang et al 2011):

$$\tilde{A}_i = \frac{1}{4}(a_{i1} + 2a_{i2} + a_{i3}) \text{ Ecuación (31)}$$

Tabla 25. Plausibilidad global: Estadísticas del agua 2013

Experto	plausibilidad global por experto	Desfusificación	Subsistema	Plausibilidad global por subsistema	Desfusificación
A1	(5.58,8.082,10.266)	8.0025	Temática	(2.23,3.92,5.81)	3.97
A2	(1.79,4.094,6.3868)	4.092	Información	(4.06,6.56,8.96)	6.535
A3	(3.97,5.55,8.08)	5.7875	Metodología	(3.79,5.63,7.53)	5.645
A4	(4.15,6.32,8.34)	6.2825	Voluntad política	(5.98,8.39,10.37)	8.2825
A5	(5.66,8.02,10.14)	7.96	Narrativa	(4.90,7.08,9.27)	7.0825
A6	(4.54,6.92,8.82)	6.8			
A7	(5.30,7.71,10.05)	7.6925			
A8	(2.54,3.81,4.04)	3.55			

Fuente: elaboración propia

Tabla 26. Desfusificación: Integración de escenarios largo plazo

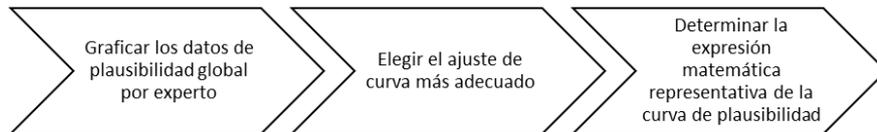
Experto	plausibilidad global	Desfusificación	Subsistema	Plausibilidad global por subsistema	Desfusificación
S1	(5.20,7.54,10.01)	7.57	Temática	(3.24,4.87,6.61)	4.8975
S2	(4.9, 7.02, 9.62)	6.94	Información	(4.68,7.00,9.08)	6.94
S3	(5.24, 8.52, 9.43)	7.93	Metodología	(4.10,6.19,8.08)	6.14
S4	(2.07, 3.02, 3.81)	2.98	Voluntad política	(5.45,7.86,10.18)	7.8375
S5	(5.28, 7.78, 10.28)	7.78	Narrativa	(4.84,7.88,9.11)	7.4275
S6	(6.908, 7.22, 8.01)	7.34			
S7	(1.23, 3.18, 5.01)	3.16			
S8	(5.13, 7.45, 9.45)	7.37			
S9	(7.32, 9.83, 12.19)	9.79			
S10	(2.72, 5.00, 7.25)	4.99			
S11	(6.34, 9.93, 10.72)	9.23			
S12	(3.24, 4.88, 6.36)	4.84			
S13	(2.79, 4.97, 7.11)	4.96			
S14	(6.72, 8.84, 10.52)	8.72			
S15	(3.11, 5.14, 7.086)	5.12			
S16	(3.99, 6.44, 8.89)	6.44			

Fuente: elaboración propia

5.4.6 Generar la función matemática (Paso 6)

Los valores de desfusificación obtenidos en la sección anterior serán representados en una gráfica y se realizará el ajuste matemático respectivo. El paso seis se representa en la figura No. 48.

Figura 48. Generar la función matemática (Paso 6)



Fuente: elaboración propia

Gráfica de plausibilidad global por experto

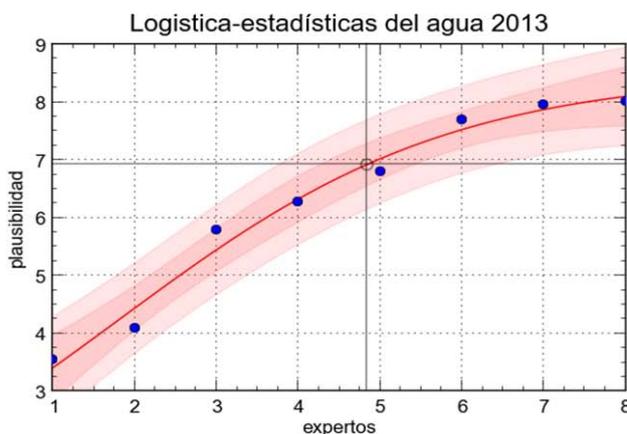
Para la plausibilidad global se graficó y se utilizó el software *CurveExpert* profesional 2.2.0 para encontrar la expresión matemática más adecuada para los datos, dependiendo del caso otros softwares pueden ser utilizados.

La función matemática no es más que el espacio de estados⁹ del escenario definido por dos variables determinantes la plausibilidad y los expertos.

Seleccionar el ajuste de curva más adecuado y determinar expresión matemática

Para el detalle matemático referirse al anexo 4. La función seleccionada fue una función logística para el caso de estadísticas del agua 2013 (ver gráfica No. 2) y para Integración de escenarios es una función no lineal de Hoerl (ver gráfica No. 3).

Gráfica 2. Función logística: Estadísticas del agua 2013



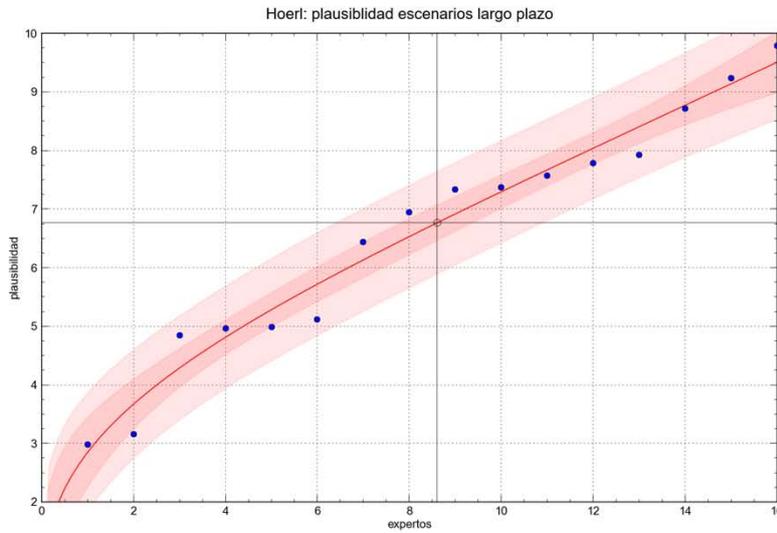
$$y = a / (1 + be^{-cx})$$

$$\text{Plausibilidad} = 8.49 / (1 + 2.43e^{-0.49x})$$

Fuente: elaboración propia

⁹ El espacio de estados de un sistema es una región del espacio cuyas dimensiones son las variables de estado, constituido por todos los estados que puede ocupar el sistema (Lara, 2015).

Gráfica 3. Función de Hoerl: plausibilidad de escenarios largo plazo



$$y = ab^x x^c$$

$$\text{Plausibilidad} = 2.80(1.81^x)x^{0.33}$$

Fuente: elaboración propia

En ambos casos se demuestra que la opinión de los expertos se comporta de una manera no lineal.

5.4.7 Llenar la matriz de clasificación de estados de plausibilidad (Paso 7)

El paso siete establece la serie de etapas a seguir para el llenado de la matriz de clasificación de estados de plausibilidad (ver Figura No. 49).

Figura 49. Llenar la matriz de clasificación de estados de plausibilidad (Paso 7)



Fuente: elaboración propia

Para el llenado de la matriz, en el caso de las Estadísticas del agua 2013 se cuenta de manera individual el número de expertos que otorgaron mediciones de plausibilidad alta y baja. Es necesario recordar que para que una medición se clasifique como alta la defusificación debe ser mayor a 7.5.

Continuando con este mismo escenario, los expertos seleccionados tienen gran experiencia en el campo y es un grupo homogéneo en cuestión de conocimiento. En este caso 3 de los expertos otorgaron una calificación mayor (plausibilidad

desfusificada) a (7.5) y 5 otorgaron calificaciones menores por tanto la plausibilidad es insatisfactoria. Ver figura No. 50.

Figura 50. Estados de plausibilidad: Estadísticas del agua 2013

Estados de plausibilidad				
0	1	2	3	4
No. total de mediciones con baja plausibilidad de los expertos con mayor conocimiento	No. total de mediciones de baja plausibilidad (sin incluir expertos con mayor conocimiento)	Se desconoce la existencia de mediciones de plausibilidad	No. total de mediciones con alta plausibilidad (sin incluir expertos con mayor conocimiento)	No. total de mediciones con alta plausibilidad de los expertos con mayor conocimiento
5	No aplica		No aplica	3
Satisfactorio	Posible	Indeterminada	Dudosa	Insatisfactoria

Fuente: elaboración propia

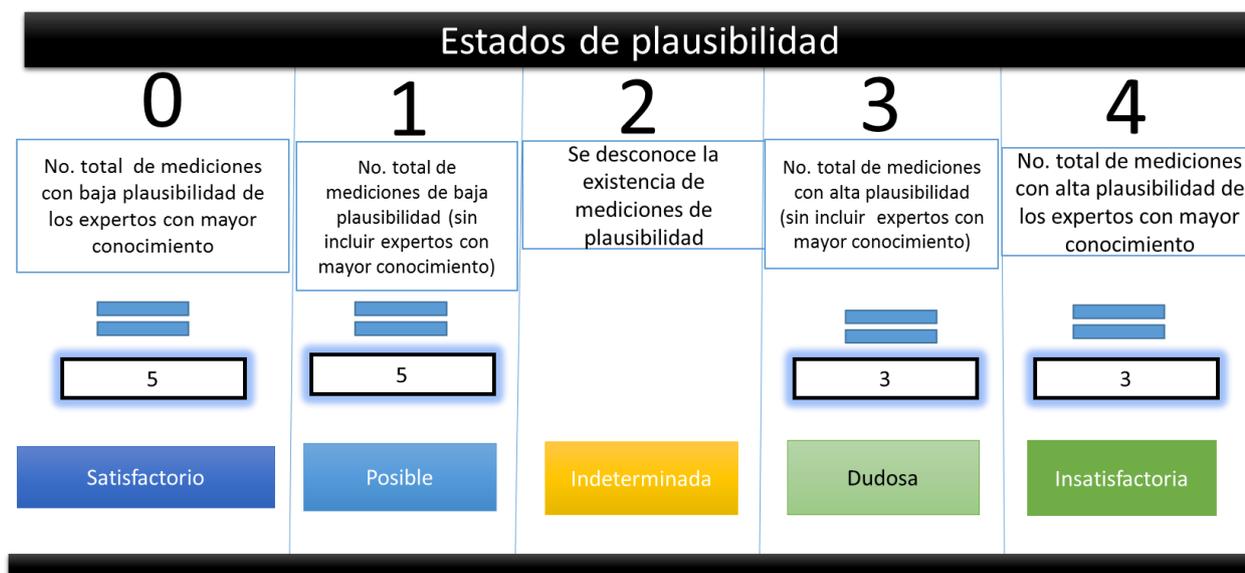
Para el caso de la Integración de escenarios a largo plazo se detectaron que 8 expertos cuentan con mayor experiencia y conocimiento en el sector hídrico mexicano que el resto de los demás expertos consultados (S1, S2, S4, S8, S11, S12, S13, S14).

La clasificación de los expertos de mayor conocimiento se obtuvo mediante el criterio de personas que son académicas y además han laborado o laboran actualmente en el sector hídrico mexicano (combinación de academia y experiencia vivencial) y los expertos que son funcionarios públicos con trayectorias mayores a 10 años.

Del grupo de los expertos con mayor conocimiento únicamente 3 proporcionaron una calificación mayor a 7.5, los 5 restantes brindaron calificaciones menores. Del resto de expertos únicamente 3 brindaron una calificación mayor a 7.5 (estatus posible) y el restante se sitúan en la categoría de dudosa.

La plausibilidad del escenario es insatisfactoria (debido al grado de conocimiento de los expertos). Ver figura No. 51.

Figura 51. Estados de plausibilidad: Integración de escenarios



Fuente: elaboración propia

5.4.8 Reportar las actividades de evaluación (Paso 8)

Sobre la medición de la plausibilidad de los escenarios del sector hídrico mexicano: Estadísticas del agua 2013

La técnica Delphi consideró a 8 participantes, el principal criterio de selección fue la pertenencia a las siguientes áreas: planeación, agua y escenarios.

Los expertos considerados tenían distinto perfil de conocimiento, en cuanto a los resultados del ejercicio la mayor divergencia se encontró en el peso que cada uno de ellos les otorgó a los diferentes rubros del sistema plausibilidad.

Sin embargo el Delphi en general muestra un nivel de convergencia alto en las distintas opiniones, cabe decir que quizás un poco hacia una tendencia extrema en el lado negativo. Cabe hacer la diferencia que los expertos que además de pertenecer a la academia han ejercido de manera laboral en el sector agua tienden a situarse en posición de opinión más equilibrada (desde parcialmente en desacuerdo a acuerdo).

Es necesario hacer ver que en este ejercicio participaron 2 expertos que su área de especialización es la prospectiva, sin embargo su medición de la plausibilidad no difiere en las puntuaciones dadas por el resto del grupo.

Cabe mencionar, que en este grupo los expertos considerados terminaron completamente el ejercicio Delphi incluidas las dos fases, sin haber deserción.

La medición de la plausibilidad de los escenarios de Estadísticas del agua (ver tabla No. 27) mostró bajos niveles respecto a la temática y metodología. La información y

la narrativa demuestran que en ambos aspectos la plausibilidad se considera parcialmente baja y en el rubro de voluntad política los expertos la consideran parcialmente alta, lo anterior contradice la realidad, por lo que es necesario hacer la siguiente aclaración: un 37.5% de los expertos entrevistados contestaron que desconocen que la CONAGUA ejecute, proyectos y acciones programadas por el escenario y un 25% indica que no sabe que la diversas instancias de la CONAGUA conozcan los escenarios. Lo anterior demuestra, que el resultado obtenido en la voluntad política tiene un alto grado de incertidumbre derivado del desconocimiento de los expertos que obedece principalmente a la falta de difusión de la CONAGUA.

Tabla 27. Conclusiones Estadísticas del agua 2013

	números triangulares	Defusificación
Temática	(2.23,3.92,5.81)	3.97
Información	(4.06,6.56,8.96)	6.535
Metodología	(3.79,5.63,7.53)	5.645
voluntad política	(5.98,8.39,10.37)	8.2825
Narrativa	(4.90,7.08,9.27)	7.0825

Fuente: elaboración propia

La función seleccionada para la modelación de los datos fue una función logística:

$$\text{Plausibilidad} = 8.49 / (1 + 2.43e^{-0.49x}) \text{ Ecuación (32)}$$

La función únicamente muestra el comportamiento del número de experto y su puntaje de plausibilidad. La función demuestra que el sistema plausibilidad se comporta en una forma no lineal lo que corresponde con el comportamiento esperado en sistemas complejos.

Sobre la medición de la plausibilidad de los escenarios del sector hídrico mexicano: Integración de escenarios a largo plazo de los usos del agua

La medición de este escenario consideró a 16 expertos de diferentes disciplinas, 2 de los cuales no concluyeron la segunda fase.

Al igual que el anterior escenario la mayoría de expertos emitieron una plausibilidad temática muy baja, seguida de metodologías e información también bajas, La voluntad política y la narrativa se consideran parcialmente altas (Ver Tabla No. 28).

Tabla 28. Conclusiones Integración de escenarios

	números triangulares	Defusificación
Temática	(3.24,4.87,6.61)	4.8975
Información	(4.68,7.00,9.08)	6.94
Metodología	(4.10,6.19,8.08)	6.14
Voluntad política	(5.45,7.86,10.18)	7.8375
Narrativa	(4.84,7.88,9.11)	7.4275

Fuente: elaboración propia

En el caso de la voluntad política la respuesta puede considerarse incompleta debido a que un 50% de los expertos desconoce si los escenarios son conocidos por las diversas instancias dentro la CONAGUA y un 18.75% también desconoce si la CONAGUA ejecuta acciones con base en el escenario.

La función que muestra la plausibilidad y la respuesta dada por los expertos fue una función no lineal de Hoerl.

La función seleccionada para la modelación de los datos es una función no lineal de Hoerl.

$$\text{Plausibilidad} = 2.80 (1.81^x) x^{0.33} \text{ Ecuación (33)}$$

En ambos los subsistemas que se perciben como de baja plausibilidad son: temática, información, metodología en comparación con la voluntad política y la narrativa que se tienen las puntuaciones con mayor plausibilidad.

Los principales hallazgos encontrados fueron:

Sobre la temática

Una de las fallas metodológicas de los escenarios analizados está en la capacidad de considerar variables claves que tienen una incidencia futura, ya que se manejan las nociones clásicas de eficiencia del agua.

Cabe hacer mención que algunos de los drivers (variables claves) vienen como dictámenes brindados por supra sistemas de carácter internacional.

Respecto a las variables varios expertos coinciden en que los escenarios no toman en cuenta variables considerando las particularidades del territorio mexicano.

Sobre la información

Los escenarios únicamente consideran la información oficial, y no incluyen información proveniente de distintas instituciones. Lo anterior, restringe el conocimiento de las tendencias a futuro de los aspectos críticos y las posibles soluciones considerando específicamente el contexto mexicano.

Sobre la metodología

Otro aspecto que sobresale principalmente como comentario de los expertos participantes proviene en que los documentos no especifican de manera explícita la metodología utilizada. Incluso los mismos funcionarios de la CONAGUA desconocen las metodologías utilizadas para la elaboración de los escenarios.

Otra situación es la interrelación de eventos, ya que no se análisis relacionales entre las distintas variables, eventos y tendencias.

Los escenarios tampoco incluyen los elementos portadores del futuro, es decir aquellos que pueden modificar drásticamente las tendencias.

Continuando con la metodología, se detecta la necesidad de un refuerzo considerando los aspectos y fundamentos que la literatura académica establece para el desarrollo de escenarios.

Es necesario implementar los principios que marca la planeación adaptativa con el fin de crear escenarios más flexibles a los cambios.

Los expertos en sus comentarios indicaron que era necesario el fortalecimiento de los mecanismos participativos, y que si en caso estos hayan sido utilizados en la metodología es necesario que se especifiquen, porque dadas las estructuras actuales de los documentos los estudios parecen estudios de gabinete únicamente.

Asimismo, los expertos también coinciden en que la CONAGUA traza una trayectoria y no da importancia a la preeminencia, en el proceso de planeación: deja de lado la construcción de consenso y conocimiento.

Los expertos perciben que las empresas que se contratan para la elaboración de ejercicios de este tipo tienen debilidades entorno al conocimiento necesarios en materia de prospectiva y agua.

Sobre la voluntad política

La voluntad política es el aspecto en el que más incertidumbre se presenta en la medición de plausibilidad, debido al desconocimiento de los expertos de los procesos internos de la CONAGUA principalmente en lo que respecta a los mecanismos de difusión e implementación.

Algunos de los expertos emitieron comentarios que van dirigidos hacia las dificultades en la implementación, es decir, que no se falla en la elaboración de planes y escenarios, sino por el contrario en la implementación de los mismos, siendo ésta la principal limitación.

Es decir, se planea y ejecuta en función de los planes sexenales, la prioridad es el cumplimiento de metas a corto plazo y por tanto los planes y escenarios que tenga una duración mayor a dicho período no son tomados en cuenta y no se prioriza su elaboración.

Sobre la narrativa

En cuanto a esta temática no parece haber mayor problema, aunque los expertos indicaron que hay un exceso en el uso de un lenguaje mayoritariamente ingenieril y simplificado lo que dificulta el entendimiento por parte de expertos de otras áreas.

5.5 Discusión de resultados

Sobre los escenarios en concreto

Los escenarios estudiados presentan un estado de plausibilidad insatisfactoria.

Ejercicio Delphi en general

Se invitó a participar a 58 expertos (únicamente 24 participaron), la mayoría de ellos fueron contactados por recomendación de otros participantes que incluso llegaban a contactarlos con el fin de que tuvieran confianza en participar en este ejercicio.

Se puede afirmar que un factor que restringe la participación es la falta de confianza para emitir una opinión y el uso que se le pudiera dar a dicha información.

El tiempo de respuesta de los expertos fue de aproximadamente 6 meses, que incluye la invitación la respuesta, la fase 1 y la fase 2. En lo referente al tiempo de respuesta los funcionarios gubernamentales emitieron sus opiniones en un período de tiempo más corto que los académicos, pero también hay que hacer la aclaración que la mayoría de participantes en el Delphi fueron académicos.

Los expertos extranjeros

En el ejercicio participaron expertos extranjeros, expertos que comparativamente otorgaban mayores calificaciones de plausibilidad en comparación con la media. Algunas preguntas de reflexión derivadas son las siguientes: ¿Los expertos extranjeros por desconocimiento del medio son menos críticos?, ¿Los expertos nacionales tienen una mayor tendencia hacia la crítica?

Dichas preguntas, están abiertas para su continua investigación. Pero con base en la evidencia de este trabajo las mayores plausibilidades se deben primordialmente a que asumen una postura menos crítica respecto a sus pares (extranjeros que trabajan en el medio mexicano) y por desconocimiento del contexto (extranjeros que no conocen el sector hídrico mexicano).

Escenarios con estatus de plausibilidad insatisfactoria

Los planteamientos anteriores indican que ambos escenarios fueron percibidos como de baja plausibilidad, a pesar que fueron construidos en diferentes períodos de tiempo y algo esencialmente preocupante es que integración de escenarios se percibe con una mayor plausibilidad respecto al de Estadísticas del agua. El primero fue realizado en 1998 y el segundo en 2013. Esto señala que no ha habido una mejora sustancial en la plausibilidad de los mismos.

En la tabla No. 29 se muestra la comparación entre ambos escenarios como observamos los resultados son similares entre ambos ejercicios, aunque cabe destacar que las estadísticas del agua tienen una menor plausibilidad en comparación con el ejercicio de la Integración de los escenarios. En ambos casos los mismos subsistemas: temática, información, metodología se perciben con una baja plausibilidad en comparación con la voluntad política y la narrativa.

Tabla 29. Comparación de la plausibilidad de los escenarios

	Integración escenarios	Estadísticas del agua
temática	4.8975	3.97
información	6.94	6.535
metodología	6.14	5.645
voluntad política	7.8375	8.2825
narrativa	7.4275	7.0825

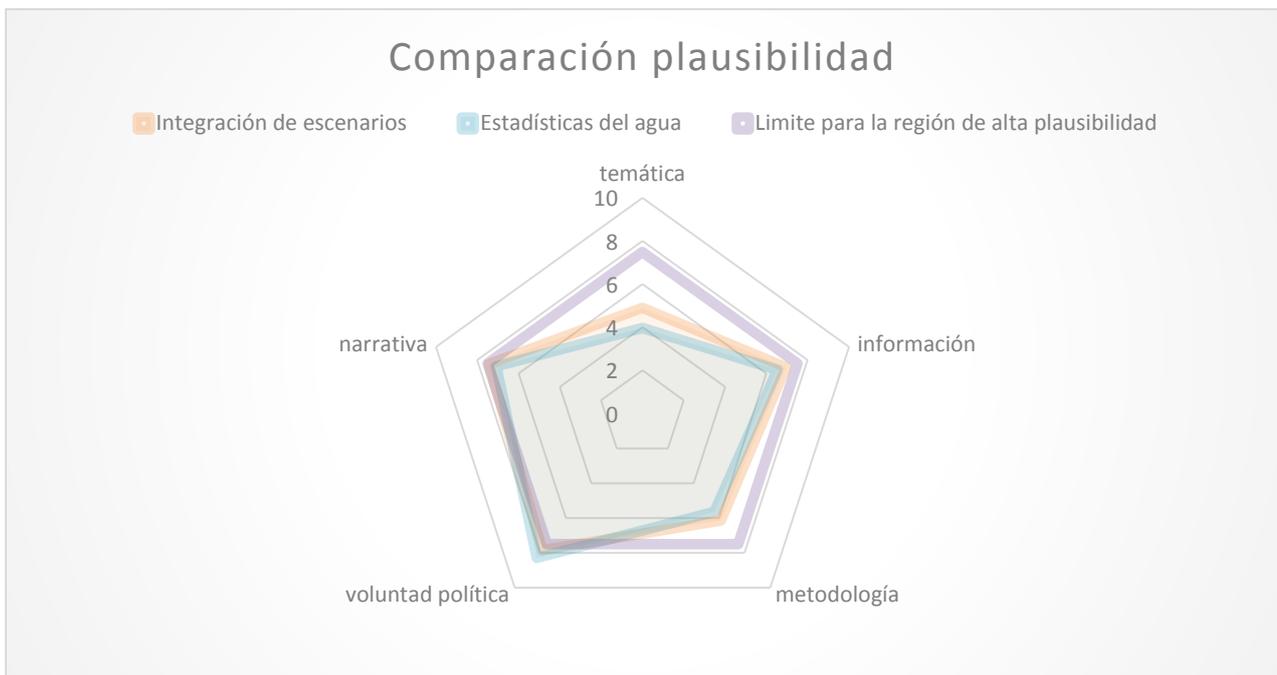
Escala	Defusificación
Baja plausibilidad	[0-7.5)
Alta plausibilidad	[7.5, 12.5]

Fuente: elaboración propia

En ambos casos la medición de la plausibilidad de comporta como funciones no lineales. Como una función logística para el caso de las Estadísticas del agua y como una función de Hoerl en el caso de la integración de escenarios de agua.

La gráfica No. 4 muestra los resultados de la plausibilidad de los escenarios respecto a las 5 dimensiones claves, en morado se muestra el límite de la región de alta plausibilidad, como se observa únicamente en la dimensión voluntad política se traspasa la región, pero es necesario recordar que aproximadamente un 50% de los expertos desconocieron los procesos internos de la CONAGUA en relación a la utilización y difusión de los escenarios (componentes de la voluntad política).

Gráfica 4. Comparación de plausibilidad



Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y REFLEXIONES FINALES

En este capítulo se presentan las conclusiones principales de este trabajo así como también recomendaciones para ser implementadas por la CONAGUA para el desarrollo de nuevos escenarios en ese sector.

Conclusiones

- La aportación principal de esta investigación es la Metodología para la evaluación de la plausibilidad de los escenarios y su aplicación se realizó en los escenarios del sector hídrico mexicano. Como paso previo, se estableció el sistema de evaluación de la plausibilidad de los escenarios.
- La evaluación de la plausibilidad considera 5 dimensiones estructurales claves: la temática del agua (aspectos cruciales del agua), la información (confiabilidad y variedad), la metodología, la voluntad política (valoración institucional del escenario) y la narrativa.
- La medición de la plausibilidad de los escenarios se realizó de manera participativa, utilizándose la técnica Delphi Difusa modificada.
- La evaluación de la plausibilidad de escenarios propuesta es participativa, sistémica compleja, continua y difusa.
- La propuesta metodológica para evaluar la plausibilidad de los escenarios se integra de ocho pasos:

Paso 1: Definir las fronteras de evaluación

Paso 2: Seleccionar a los expertos

Paso 3: Aplicar los instrumentos propuestos mediante la técnica difusa delphi

Paso 4: Construir las matrices de evaluación (plausibilidad parcial y pesos del sistema)

Paso 5: Desfusificar y obtener la plausibilidad global

Paso 6: Generar la función matemática correspondiente.

Paso 7: Llenar la matriz de clasificación de estados de plausibilidad

Paso 8: Reportar las actividades de evaluación

-
- La evaluación de la plausibilidad de los dos escenarios estudiados (Estadísticas del agua 2013 e Integración de escenarios a largo plazo) fue insatisfactoria para ambos casos. El estatus de insatisfactorio es el más bajo de plausibilidad y quiere decir, que el escenario no cumple con los mínimos requerimientos para garantizar su ocurrencia en el futuro.
 - De acuerdo con la metodología desarrollada, los escenarios evaluados muestran resultados similares y comportamientos no lineales semejantes, lo cual demuestra confiabilidad y validez en el procedimiento de medición utilizado.
 - El número de expertos recomendado para la evaluación es ocho, dado que al aumentar el número de expertos existe mayor disparidad en el grado de conocimiento de los mismos y por tanto el grupo se torna heterogéneo respecto a esta dimensión y se presentan opiniones extremas. Asimismo, la modelación matemática refleja que entre 0-8 expertos considerados, los comportamientos son similares en las funciones, observándose además una estabilización después de este número de expertos.
 - Los escenarios presentan un estatus de plausibilidad insatisfactoria a pesar de que fueron construidos en diferentes períodos de tiempo.
 - El escenario "Integración de escenarios del agua" se percibe con una mayor plausibilidad respecto al de "Estadísticas del agua", el primero fue realizado en 1998 y el segundo en 2013. Esto señala que no ha habido una mejora sustancial en la plausibilidad de los mismos a través del tiempo.
 - Otras aportaciones son: la adaptación de la escala de participación de Preskill & Jones (2009), el diseño difuso de un instrumento de evaluación, y la construcción de una matriz de los estados de plausibilidad, la construcción sistémica de la evaluación de los escenarios y del mismo escenario.
 - La metodología propuesta está basada únicamente en la noción de plausibilidad asociada a la factibilidad de un escenario, sin embargo una construcción que abarque la plausibilidad como factibilidad y deseabilidad sin lugar a dudas, permitirá un análisis más profundo y obtener mejoras sustanciales en comparación con los resultados presentados en esta investigación.
 - Otra perspectiva para abordar el problema de la plausibilidad requiere un enfoque de la dinámica de sistemas complejos, en el que se consideren las dimensiones de: dinámica interna (atractores y tendencias), intervenciones, innovación tecnológica, demanda, cambio climático e información en lugar de las que fueron planteadas como producto de esta investigación, que son de carácter estático: temática del agua, la información, la metodología, la voluntad política y la narrativa.

Recomendaciones para aumentar la plausibilidad de los escenarios

- Se sugiere que el establecimiento de los drivers (variables claves) sea realizada de una manera participativa considerando además de las recomendaciones de Organismos Internacionales a expertos de las entidades gubernamentales involucradas y a expertos del ámbito académico ya que ellos poseen una mayor conocimiento acerca de las principales líneas de investigación recientes.
- Se hace necesario la adopción de la Planeación Adaptativa del Agua como paradigma principal en la elaboración de escenarios de agua. Dicho paradigma obliga a la transdisciplina y a la utilización de métodos participativos en la elaboración de escenarios del sector hídrico. Asimismo es necesario un reforzamiento en la metodología para desarrollar los escenarios, para ello es necesario basarse en los fundamentos teóricos existentes en materia de prospectiva y escenarios.
- Un mayor énfasis debe darse en la tecnología para la solución de problemas futuros, es decir el escenario debe ser una herramienta útil para la selección de tecnologías o el desarrollo de las mismas. Se sugiere que el escenario especifique problemas futuros y cuando sea pertinente asociar a cada problema una solución tecnológica específica.

Limitaciones de la investigación

- Las funciones matemáticas que se generaron son primeras aproximaciones, es necesario continuar investigando y fortaleciendo el aspecto matemático de esta investigación.
- En la agregación de opiniones se utilizaron valores promedio, esto puede dar lugar a una menor precisión en los resultados.
- Algunos expertos hicieron notar que la metodología empleada (leer el documento y luego llenar el cuestionario) era poco práctica y requería de un gran esfuerzo y dedicación por parte de ellos. Debido a esta situación cuatro expertos declinaron de su participación.
- También los cuestionamientos se dieron entorno a que el cuestionario contenía preguntas limitadas y rígidas y que las respuestas a dar tenían respuestas

ambiguas. Una explicación de esta situación se puede dar en que el planteamiento del cuestionario se fundamentó en el empleo de lógica difusa y que la rigidez en las preguntas obedeció a que se necesitaba obtener finalmente una medición.

- Las expresiones matemáticas se generaron sin tomar en cuenta el peso de los subsistemas¹⁰, debido a que se observa una gran dispersión en la percepción de los expertos.

Direcciones futuras de investigación

Elaboración de modelos matemáticos

Una fuerte línea de investigación se deriva de la modelación matemática, es necesario trabajar en las expresiones matemáticas y para ello se hace evidente el empleo de redes neuronales, redes de Petri y otro tipo de modelación basada en agentes. Es necesario enfatizar que estos análisis matemáticos deben enfatizar las relaciones entre los elementos de los subsistemas y su dinámica.

En esta modelación matemática no se debe perder de vista lo difuso en el análisis.

Empleo de técnicas de simulación para validación

Se recomienda la utilización de simulación con el fin de lograr una mayor validación de los datos obtenidos.

Utilización de sistemas complejos para el análisis, creación y evaluación de los escenarios

Es recomendable la aplicación del enfoque de sistemas complejos para el análisis, creación y evaluación de escenarios, debido a que permite manejar condiciones de incertidumbre, complejidad, dinamismo, comportamientos no lineales, entropía lo que permite llegar a soluciones más apegadas a la realidad misma.

¹⁰ Como peso del subsistema se entiende la importancia que cada experto otorga a las dimensiones de: temática, información, voluntad política, metodología y narrativa, considerando un orden jerárquico en donde 1 es la mayor importancia y 5 la menor importancia, los valores intermedios 2,3, y 4 también se incluyen.

Teoría y aplicaciones de los escenarios

Es necesario recordar adicionalmente estas tres grandes áreas de investigación:

a) tipología sobre evaluación de escenarios: el establecimiento de un orden y estructura que permita entender de una mejor forma que se está haciendo en materia de evaluación de escenarios.

b) naturaleza operacional y medición de criterios: los indicadores y las métricas de evaluación no están claramente establecidas, existe una infinidad de criterios, debido a que sus métricas son escasas y también es necesario la creación de una tipología.

c) revisión de los impactos en el contexto: es un análisis de los resultados acerca de las salidas de los escenarios y su implementación en el contexto.

Metodologías para la selección de expertos/stakeholders en procesos de evaluación del sector hídrico mexicano

Otra de las principales dificultades de investigación obedece a la selección de actores, deben realizar trabajos que vayan encaminados a determinar a los actores relevantes con base en el grado de conocimiento y apertura a participar. Ya que en el transcurso de cualquier ejercicio participativo se detectan expertos que no fueron los idóneos para participar.

Es conveniente que los nuevos desarrollos confirmen si ocho expertos es un número idóneo para obtener resultados confiables para los ejercicios de evaluación elaborados en el contexto hídrico mexicano.

Recuento histórico de la prospectiva en México

Es necesario hacer estudios de carácter histórico acerca de la prospectiva en México, determinando sus particulares y aportaciones. Asimismo se requiere determinar de manera documentada porque su implementación se ha visto disminuida a partir de los años noventa.

Metodología Delphi

Sería recomendable un estudio comparativo de los ejercicios Delphi en diferentes ámbitos en México. La principal pregunta de investigación a contestar en este caso sería: ¿si la técnica Delphi es una técnica apropiada para el contexto Mexicano? La pregunta anterior, surge debido a que los expertos cuando son invitados a participar dudan acerca del uso que se hará a la información que proporcionan, son celosos de su conocimiento y no la desean compartir, se les hace tedioso el llenado de cuestionarios y no les gusta que sus opiniones sean contrastadas con el resto de expertos.

Adicionalmente, se podrían realizar estudios para detectar las principales fallas de este tipo de técnica en el contexto mexicano.

Metodologías participativas para la construcción de escenarios en el sector hídrico

Desde un punto de vista académico, una de las principales aportaciones va encaminada hacia el planteamiento de metodologías participativas para la construcción de escenarios en el sector hídrico de México, considerando los elementos de la planeación adaptativa del agua. Es necesario, que las metodologías planteadas se lleven hasta la implementación y no se queden únicamente como propuestas teóricas.

Referencias

- Ackoff R. (1984). A guide to controlling your corporation's future. New York: J. Wiley.
- Ackoff, R. L. (2007). *El Paradigma de Ackoff: una administración sistémica*. México D.F: Editorial Limusa Wiley.
- Agarwal H., Renaud J. E., Preston E. L., & Padmanabhan D. (2004). Uncertainty quantification using evidence theory in multidisciplinary design optimization, *Reliability Engineering & System Safety*, 85(1–3), 281–294.
- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients for Analyzing the Reliability, and Validity of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45, 131–142.
- Albert, C. (2013). Participatory Scenarios in Developing and Implementing Long-Term Policies – Potential Contributions and Attributes of Influence. In B. Siebenhüner, M. Arnold, K. Eisenack, & K. Jacob (Eds.), *Long-Term Governance for Social-Ecological Change* (pp. 200–218). Routledge Research in Environmental Politics.
- Alcamo J. (2001). Scenarios as Tools for International Environmental Assessments. Luxembourg: European Environment Agency.
- Alcamo, J., & Gallopin, G. (2009). Building a 2nd generation of world water scenarios. In *World Water Assessment Programme side publications series: insights*. UNESCO.
- Aligica, P. (2005). Scenarios and the growth of knowledge: Notes on the epistemic element in scenario building. *Technological Forecasting & Social Change*, 72, pp.815-824.
- Amanatidou, E., & Guy, K. (2008). Interpreting foresight process impacts: Steps towards the development of a framework conceptualising the dynamics of “foresight systems.” *Technological Forecasting and Social Change*, 75(4), 539–557. doi:10.1016/j.techfore.2008.02.003.
- Amer, M., Daim, T. U., & Jetter, A. (2013). A review of scenario planning. *Futures*, 46, 23–40. doi:10.1016/j.futures.2012.10.003
- Andersen, P.D. & Ramussen (2012). Introduction to foresight and foresight processes in practice: course notes. Technical University of Denmark.
- Andersen, I. & Jæger, B. (1999). Danish participatory models. *Science and Public Policy*, 26(5), 331–340.
- Andersen, P. D., & Rasmussen, L. B. (2014). The impact of national traditions and cultures on national foresight processes. *Futures*, 59, 5–17. doi:10.1016/j.futures.2014.01.013
- Antunes, P. et al., 2009. Participation and evaluation for sustainable river basin governance. *Ecological Economics*, 68(4), pp.931–939.
- Aravossis K. et al (2003). An innovative cost-benefit analysis as a decision support system for the evaluation of alternative scenarios of water resources management, *Fresenius Environmental Bulletin* 12(12), 1433–1443.
- Banathy, Bela H (1997). *Designing Social systems in a Changing World*. New York: Plenum
- Barbanente A. & Khakee A. (2003). Influencing ideas and inspirations. Scenarios as an instrument in evaluation, *Foresight*, 5 (5), 3–15.
- Barben D. (2009). Portrait of plausibility, Oxford Futures Forum, Joint ASU-OXFORD (InSIS) Plausibility Project.
- Bardach E. (2008). *A Practical Guide for Policy Analysis: The Eightfold Path to More Effective Problem Solving* (4ta. Edición). Washington: Sage
- Barkin D. (Ed.) (2006). *La Gestión del Agua Urbana en México*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Barkin, D., (2011). La ingobernabilidad en la gestión del agua urbana en México (pp.539-551). En Ú. Oswald Spring, ed. *Retos de la investigación*

- del agua en México. Cuernavaca: UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias.
- Becerra Pérez, M., Sáinz Santamaría, J., & Muñoz Piña, C. (2006). Los conflictos por agua en México: diagnóstico y análisis. *Gestión y Política Pública*, XV(1), 111–143.
 - Beierle, T. C., & Konisky, D. M. (2000). Values, Conflict, and Trust in Participatory. *Environmental Planning*, 19(4), 587–602.
 - Belis-Bergouignan M.-C., Lung Y., & Héraud J.A (2001). Public foresight exercises at an intermediate level: the French national programs and the experience of Bordeaux, *International Journal of Technology Management*, 21 (7/8), 726–738.
 - Belohlavek R. & Klir G.J. (Eds.) (2011). Concepts and fuzzy logic. Cambridge MA: MIT Press.
 - Benez, M., Kauffer, M., & Álvarez, G. (2010). Percepciones ambientales de la calidad del agua superficial en la microcuenca del río Fogótico, Chiapas Environmental Perceptions of Surface Water Quality in Chiapas ' s Río Fogótico Micro Watershed. *Frontera Norte*, 22(43), 129–158.
 - Benoit, E. (2013). Expression of uncertainty in fuzzy scales based measurements. *Measurement*, 46(9), 3778–3782. doi:10.1016/j.measurement.2013.04.006
 - Berger P & Luckmannn T. (2012). La construcción de la realidad social (1ª. Ed, 23ª. Reimpresión). Buenos Aires: Amorrortu.
 - Boaventura, J. M. G., & Fischmann, A. a. (2008). Is your vision consistent? *Futures*, 40(7), 597–612. doi:10.1016/j.futures.2007.12.010
 - Bohórquez Arévalo, L.E., 2013. La organización empresarial como sistema adaptativo complejo. *Estudios Gerenciales*, 29(127), pp.258–265.
 - Bojadziev G. & Bojadziev (2007) Fuzzy Logic for Business, Finance, and Management, Danvers: World Scientific Publishing Co.
 - Boot R. & Postma T. (1997). Strategic Learning with scenarios. *European Management Journal* 15 (6) , 633-647.
 - Bossel, H. (1999). Indicators for Sustainable Development : Theory , Method , Applications Indicators for Sustainable Development : Theory , Method. Canada: International Institute for Sustainable Development (IISD)
 - Bradfield, R., Wright, G., Burt, G., Cairns, G., & Van Der Heijden, K. (2005). The origins and evolution of scenario techniques in long range business planning. *Futures* 37(8), 795–812. doi:10.1016/j.futures.2005.01.003
 - Bronstert A., Kolokotronis V., Schwandt D., & Straub H (2007). Comparison and evaluation of regional climate scenarios for hydrological impact analysis: General scheme and application example, *International Journal of Climatology*, 27, 1579–1594.
 - Bryson, J. M., Patton, M. Q., & Bowman, R. a. (2011). Working with evaluation stakeholders: A rationale, step-wise approach and toolkit. *Evaluation and Program Planning*, 34(1), 1–12. doi:10.1016/j.evalprogplan.2010.07.001
 - Bryson, J. M., Patton, M. Q., & Bowman, R. a. (2011). Working with evaluation stakeholders: A rationale, step-wise approach and toolkit. *Evaluation and Program Planning*, 34(1), 1–12. doi:10.1016/j.evalprogplan.2010.07.001
 - Bryson, J.M. et al (2011). Working with evaluation stakeholders: A rationale, step-wise approach and toolkit. *Evaluation and program planning*, 34(1), pp.1–12.
 - Burt & Van der Heijden (2008). "Towards a framework to understand purpose in Futures Studies: The role of Vickers' Appreciative System. *Futures*, 75, 1109-1127.
 - Burt, G., & van der Heijden, K. (2003). First steps: towards purposeful activities in scenario thinking and future studies. *Futures*, 35(10), 1011–1026. doi:10.1016/S0016-3287(03)00065-X
 - Cabrera, D., Colosi, L., & Lobdell, C. (2008). Systems thinking. *Evaluation and program planning*, 31(3), 299–310. doi:10.1016/j.evalprogplan.2007.12.001
 - Cairney, P. (2012). Complexity Theory in Political Science and Public Policy. *Political Studies Review*, 10(3), 346–358. doi:10.1111/j.1478-9302.2012.00270.x

- Calof, J., & Smith, J. E. (2010). Critical success factors for government-led foresight. *Science and Public Policy*, 37(1), 31–40. doi:10.3152/030234210X484784
- Carabías, J., & Landa, R. (2005). Agua, Medio Ambiente y Sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México. Universidad Nacional Autónoma de México/El Colegio de México: Fundación Gonzalo Río Arronte.
- Castro, J.E. (1995). Decentralization and modernization in Mexico: the management of water services, *Natural Resources Journal*, Vol. 35, 461-487.
- Chang, P.-L., Hsu, C.-W., & Chang, P.-C. (2011). Fuzzy Delphi method for evaluating hydrogen production technologies. *International Journal of Hydrogen Energy*, 36(21), 14172–14179. doi:10.1016/j.ijhydene.2011.05.045
- Checkland, P. (1981). *Systems thinking, systems practice*. Chichester, Great Britain: Wiley.
- Chermack T. J. (2006). Assessing the quality of scenario planning, *Futures Research Quarterly*, 22 (4), 23–36.
- Chermack, T. (2006a). Exploring the relationship between scenario planning and perceptions of learning organization characteristics. *Futures*, 38, pp.767-777.
- Chermack, T. (2011). *Scenario Planning in Organizations: How to create, use and assess scenarios*. San Francisco: Berrete-Koehler Publishers, Inc.
- Chermack, T. J. (2004). The role of system theory in scenario planning. *Journal of Futures Studies*, 8(4), 15-30.
- Chermack, T. J. (2005). Studying scenario planning: Theory, research suggestions and hypotheses. *Technological Forecasting and Social Change*, 72(1), 59-73.
- Chermack, T. J. (2011). *Scenario Planning in Organizations: How to Create, Use, and Assess Scenarios*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers.
- Church, C. & Rogers, M.M., 2006. *DESIGNING FOR RESULTS: Integrating Monitoring and Evaluation in Conflict Transformation Programs*, Washington, DC.: Search for Common Ground/Alliance for Peace building. United States Institute of Peace.
- Clemens R. (2009). Environmental Scanning and Scenario Planning a 12 month perspective on applying The Viable Systems Model to Developing Public Sector Foresight. *System Practice Action Research*, 22, 249-274.
- Coates V.T. & Coates J. F. (1983). Establishing governmental forecasting and assessment institutions: common problems and lessons learned, en *Proceedings of the International Conference on Systems, Man and Cybernetics*.
- Coates, D. et al (2012). Working under uncertainty and managing risk Vol.1. En UNESCO UN-Water (EDs.) *Managing Water under Uncertainty and Risk*. UNESCO:Paris.
- Comisión Nacional del Agua (1998) *Integración de escenarios a largo plazo de los usos del agua*. CONAGUA/Grupo de Servicios, Ingeniería y Proyectos, S.A. de C.V. México D.F: CONAGUA.
- Comisión Nacional del Agua (1999) *Adecuación del modelo para el análisis de escenarios de los usos del agua a escala regional*. México D.F: CONAGUA.
- Comisión Nacional del Agua (2001) *Diseño conceptual de un modelo de prospectiva para el sector hidráulico de México*. México D.F: CONAGUA
- Comisión Nacional del Agua, - CONAGUA-. (2011). *Agenda del Agua 2030*. México D.F: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2011a). *Proyecto NeWater*. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/1EIParadigmadeGobernanzalIntegral.pdf>
- Comisión Nacional del Agua- CONAGUA- (1998). *Integración de escenarios a largo plazo de los usos del agua*. México: Gerencia de Estudios para el Desarrollo Hidráulico Integral, contrato CNA-SGP-GEDHI-05-98.
- Comisión Nacional del Agua- CONAGUA- (1999). *Adecuación del*

- modelo para el análisis de escenarios de los usos del agua a escala regional*. México: Gerencia de Estudios para el Desarrollo Hidráulico Integral, contrato CNA-SGP-GEDHI-99-32.
- Comisión Nacional del Agua-CONAGUA -(2001). *Diseño conceptual de un modelo de prospectiva para el sector hidráulico de México PROCUENCA*. México: Subdirección General Técnica-Subdirección General de Programación.
 - Comisión Nacional del Agua-Conagua- (2014). *Estadísticas del agua 2014*. México: CONAGUA.
 - Connell L. & Keane M. T. (2004). What plausibly affects plausibility? Concept coherence and distributional word coherence as factors influencing plausibility judgments, *Memory & cognition*, 32(2), 185–97.
 - Connell L. & Tyne N. (1998). Broadening Plausibility: A Sensitivity Analysis of PAM. Disponible en: <http://www.psych.unito.it/csc/cogsci05/frame/talk/f669-connell.pdf>
 - Connell L. and Keane M. T (2006) .A model of plausibility, *Cognitive science* (30) 1, 95–120.
 - Cornwall, A., (2008). Unpacking "Participation": models, meanings and practices. *Community Development Journal*, 43(3), 269–283.
 - Cowan, N., (2010). The Magical Mystery Four: How Is Working Memory Capacity Limited, and Why? *Current Directions in Psychological Science*, 19(1), 51–57.
 - Crespo M. & Salamanca A. (2007). El muestreo en la investigación cualitativa, NURE Investigación 27. Disponible en: http://www.nureinvestigacion.es/FICHEROS_ADMINISTRADOR/F_METODOLOGICA/FMetodologica_27.pdf
 - Croft W. & Cruso D. A., (2004). *Cognitive linguistics*, United Kingdom: Cambridge University Press.
 - Cubero, R. (2005). Elementos básicos para un constructivismo social. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 23, 43–61.
 - Cuhls K. & Georghiou L (2004). Evaluating a participative foresight process: 'Futur – the German research dialogue', *Research Evaluation*, 13 (3), 143–153.
 - Cuppen, E., Breukers, S., Hisschemöller, M., & Bergsma, E. (2010). Q methodology to select participants for a stakeholder dialogue on energy options from biomass in the Netherlands. *Ecological Economics*, 69(3), 579–591. doi:10.1016/j.ecolecon.2009.09.005
 - Dasgupta S.(1982).Computer Design and Description Languages, *Advances in Computers*, 21, 91–154.
 - De Jouvenel, H. (2000). A Brief Methodological Guide to Scenario Building. *Technological Forecasting and Social Change*, 65(1), 37–48. doi:10.1016/S0040-1625(99)00123-7
 - De León R. & Sánchez G. (2012, Diciembre). Scenarios evaluation: a criteria categorization, The 5th ISPIM Innovation Symposium Stimulation Innovation Challenges for Management, Science and Technology, Seoul Korea: ISPIM.
 - Diffenbach, J. (1981). A compatibility approach to scenario evaluation. *Technological Forecasting and Social Change*, 19(2), 161–174. doi:10.1016/0040-1625(81)90013-5.
 - Dubois, D. & Prade H. (1980).Fuzzy sets and systems: theory and applications. New York: Academic Press.
 - Dudczak, C. A. (1995, Noviembre). *Heuristic elements of plausible reasoning*. Annual Meeting of the Speech Communication Association. San Antonio, TX.
 - Durance, P. & Godet, M. (2010). Scenario building: Uses and abuses. *Technological Forecasting*, 77, pp. 1488-1492.
 - Durance, P., & Godet, M. (2010). Scenario building: Uses and abuses. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(9), 1488–1492. doi:10.1016/j.techfore.2010.06.007
 - Dyer G. (2004) Repositing Thinking for Future Social Systems Design: In Tribute to Bela H. Banathy and His Inspiration of the Fuschl Conversations. *Systemic Practice Systemic Practice and Action Research*, 17(4) pp. 307-321.

- Enciso A. (2011, 11 de abril). Se extiende la privatización del agua en todo el país: *Campero, La Jornada*, p. 47.
- Enciso, A. (2005). El gobierno optó por privatizar y comercializar el recurso en Agua (Edición Especial). México DF: Periódico la Jornada.
- Enciso, A. (2012, 12 de enero). Crisis alimentaria en México ante sequía en 50% de municipios, alerta Semarnat. *La Jornada* p.39.
- Enserink, I.B., (2003), Creating a Scenariologic –Design and Application of a Repeatable Methodology. *Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Estadísticas del Agua (2013). México D.F: CONAGUA.
- European Environment Agency (EPA), (2009). *Looking back on looking forward: a review of evaluative scenario literature research on scenario planning, commonly known as 'evaluative scenario literature'*, reporte técnico 3/2009, Copenhagen: EPA.
- Faubion J. (2009). Anthropological Notes on Judgments of Plausibility, Oxford Futures Forum, ASU-Oxford (InSIS) Plausibility Project.
- Fink, A., Siebe, A., & Kuhle, J.-P. (2004). How scenarios support strategic early warning processes. *Foresight*, 6(3), 173–185. doi:10.1108/14636680410548392
- Flores, R. (2009). Sociología del medio ambiente: elementos para replantear los conflictos por el agua. *Aquaforum*, 13(52), 2009.
- Floyd J. (2008). Towards an integral renewal of systems methodology for futures studies. *Futures*, 40, 138-149.
- Freeman, R. E. (1984) *Strategic Management: A Stakeholder Approach*, Boston, MA: Pitman.
- Fuentes A. & Sánchez G. (1995). Metodología de la planeación normativa (2ª Ed), México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Estudios de Posgrado, Departamento de Ingeniería de Sistemas.
- Fundación Gonzalo Río Arronte (2008). *Escenario del agua*, México: Fundación Gonzalo Río Arronte.
- Fundación Javier Barros Sierra A.C (1993). *Prospectiva sobre el ambiente en México I y II*. México D.F.: Centro de Estudios Prospectivos, Instituto Nacional de Ecología.
- Fundación Javier Barros Sierra A.C/ Fundación Gonzalo Río Arronte (2004). *Prospectiva de la demanda de agua en México 2000-2030*. México: Fundación Javier Barros Sierra A.C/ Fundación Gonzalo Río Arronte.
- Fusco L. (2010). *Creative Evaluations for a Human Sustainable Planning*. En Cerreta · G. et al (Eds.) *Making Strategies in Spatial Planning* (pp. 305-327). Dordrecht Heidelberg London New York: Springer.
- Gallopín, G. C. (2012). Five Stylized Scenarios. Perugia: UNESCO-WWAP.
- Gallopín, G. C., & Rijsberman, F. (2000). Three Global Water Scenarios. *International Journal of Water*, 1(1), 16–40.
- Gamboa, G. (2006). Social multi-criteria evaluation of different development scenarios of the Aysén region, Chile, *Ecological Economics*, 9, 157–170.
- Garb, Y., Pulver, S., & VanDeveer, S. D. (2008). Scenarios in society, society in scenarios: toward a social scientific analysis of storyline driven environmental modeling. *Environmental Research Letters*, 3(4), 045015. doi:10.1088/1748-9326/3/4/045015
- García G. & J. Manzano (2010). Procedimientos metodológicos básicos y habilidades del investigador en el contexto de la teoría fundamentada.. Iztapalapa, *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades* 69(31), 17-39.
- Gell-Mann, M. (1994). Complex adaptive systems. In G. A. Cowan, D. Pines, & D. Meltzer (Eds.), *Complexity: Metaphors, Models and Reality* (pp. 17–45). Mexico: Addison-Wesley.
- Georghiou L. & Keenan M. (2006). Evaluation of national foresight activities: Assessing rationale, process and impact, *Technological Forecasting & Social Change*, 73, 761–777.

- Gharajedaghi J. (2011), *Systems Thinking: Managing Chaos and Complexity*. Burlington: Morgan Kaufmnan
- Gil J. et al (2012). Contaminantes emergentes en aguas efectos y posibles tratamientos. *Producción+limpia*, 7(2),52-73.
- Giraldo, J.A., 2011. The Institutionalization of Power through Language in the General Theory of Institutional Acts. *Praxis Filosófica*, (33), 107–134.
- Godet, M. (2000). How to be rigorous with scenario planning. *Foresight*, 2(1), 5–9.
doi:http://dx.doi.org/10.1108/14636680010802438
- Godet, M. (2000a). The Art of Scenarios and Strategic Planning. *Technological Forecasting and Social Change*, 65(1), 3–22. doi:10.1016/S0040-1625(99)00120-1
- Godet, M., and Roubelat, F. (1996). Creating the future: The use and misuse of scenarios, *Long Range Planning*,29,164-171.
- Gómez C. (2013, 22 de marzo). *Constante baja en la disponibilidad de agua por habitante en México: expertos*, La Jornada, p.51.
- Greenpeace. (2010). *México ante el cambio climático: evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación*. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2010/6/vulnerabilidad-mexico.pdf>
- Greider, T., & Garkovich, L. (1994). Landscapes: The social construction of nature and the environment. *Rural Sociology*, 59(1), 1–24.
- Guarín, E.B. & Escobar, J.E., 2003. Un enfoque fuzzy para la prospectiva Delphi. *Ingeniería & Desarrollo*, 14, pp.1–23.
- Guba, E. and Lincoln, Y. (1989). *Fourth Generation Evaluation*. California: Sage Publications.
- Gutiérrez R. (2008). El derecho fundamental al agua en México; un instrumento de protección para las personas y ecosistemas, *Cuestiones Constitucionales*, 18, 71-90.
- Gutman, P. (1995). Escenarios ecológicos. In G. C. Gallopín (Ed.), *El futuro ecológico de un continente: Una visión prospectiva de la América Latina, Volumen 2* (pp. 272–295). México D.F: United Nations University Press/ Fondo de Cultura Económica.
- Hara. (2009). Portraits of plausibility: reflection on plausibility. Oxford Futures Forum, Joint ASU-OXFORD (InSIS) Plausibility Project.
- Harries C. (2003). Correspondence to what?, Coherence to what? What is good scenario-base decision making?: *Technological Forecasting & Social Change*, 70, 797-817.
- Hatzilacou, D., Kallis, G., Mexa, A., Coccosis, H., & Svoronou, E. (2007). Scenario workshops: A useful method for participatory water resources planning? *Water Resources Research*, 43(6), 1–12. doi:10.1029/2006WR004878
- Helm van der R. (2006). Towards a clarification of probability, possibility and plausibility: how semantics could help futures practice to improve, *Foresight*, 8(3), 17–27.
- Hiltunen, E. (2008). Good Sources of Weak Signals : A Global Study of Where Futurists Look for weak signals. *Journal of Futures Studies*, 12(4), 21–44.
- Hogarth, R. M., & Makridakis, S. (1981). *Forecasting and planning: an evaluation*. *Management Science*, 27(2), 115–138.
- Höjer M., Dreborg K. H., Engström R., Gunnarsson-Östling U., & Svenfelt Å (2011). Experiences of the development and use of scenarios for evaluating Swedish national environmental objectives," *Futures*, 43 (1), 1–15.
- Hooton, A.R.; Agüero, U.; Dasgupta, S. (1988). An exercise in plausibility-driven design, *Computer* 21 (7), 21-31. doi: 10.1109/2.66
- Hulme M. & Dessai S. (2008). Predicting, deciding, learning: can one evaluate the 'success' of national climate scenarios?, *Environmental Research Letters* 3 (4), 1–7.
- Hummelbruner R. (2006). Systemic Evaluation in the Field of Regional Development. En Williams B. & Iman I. (Eds.) *Concepts in Evaluation: an*

- expert Anthology (pp. 161-180)., Point Reyes California: EdgePress of Inverness.
- Inayatullah S. (2002). Pedagogy, Culture, and Future Studies. En Dator J. A., (Ed). *Advancing Futures: Futures Studies in Higher Education* (pp.109-122). Westport: Greenwood Publishing Group
 - Instituto Mexicano de Tecnología del Agua –IMTA- (1999). *Prospectiva del uso y disponibilidad del agua al año 2020, y acciones tendientes para lograr el balance entre la oferta y la demanda del recurso mediante el desarrollo tecnológico*. México: Convenio SGP – IMTA 1999, proyecto DG9904.
 - Instituto Mexicano de Tecnología del Agua –IMTA- (2007). *Planeación prospectiva para la investigación científica y desarrollo tecnológico en materia de agua y su gestión (Proyecto DP-0637.1)*. Cuernavaca: IMTA.
 - Instituto Mexicano de Tecnología del Agua –IMTA- (2007). *Escenarios para el subsector agua potable y saneamiento: Convenio UAZ-IMTA*. Cuernavaca: IMTA.
 - Islam S. & Susskind L. (2012). *Water Diplomacy: A Negotiated Approach to Managing Complex Water Networks*. New York: The RFF Press Water.
 - Jaynes E.T. (2003). *Probability theory: the logic of science*, Cambridge: Cambridge University Press.
 - Johnston R. (2010). *The Impact of Foresight: Towards an Assessment Schema*. Second Meeting of the International Foresight Professional Network. Paris.
 - Jouvenel H. (2000). A brief Methodological Guide to Scenario Building, *Technological Forecasting and Social Change*, 65, 3-22
 - Kerlinger, F. (2004). *Investigación del comportamiento*. México: McGraw-Hill Interamericana, 2000
 - Kikuchi S. & Chakroborty P. (2006). Place of possibility theory in transportation analysis, *Transportation Research Part B: Methodological*, 40 (8), 595–615.
 - Kliksberg, B. (1999). Seis tesis no convencionales sobre participación. *Revista de Estudios Sociales*, 4, pp.1-19.
 - Klir G. J. (2006). *Uncertainty and information: foundations of generalized information theory*. New Jersey: Wiley-Interscience.
 - Kok, K., Biggs, R. O., & Zurek, M. (2007). Methods for Developing Multiscale Participatory Scenarios: Insights from Southern Africa and Europe. *Ecology and Society* 13(1): 8.
 - Korff, Y. Von, Daniell, K. A., Moellenkamp, S., Bots, P., & Bijlsma, R. M. (2012). *Implementing Participatory Water Management: Recent Advances in Theory, Practice, and Evaluation*, 17(1), 30.
 - Kosow, H. & Gaßner, R., 2008. *Methods of Future and Scenario Analysis*, Bonn, Germany.
 - Kreimeyer M. & Lindemann M. (2011) *Complexity Metrics in Engineering Design*, Heidelberg-Berlin: Springer Verlag.
 - Kroes, P., (2012). Engineering design. En *Technical Artefacts: Creations of Mind and Matter: A Philosophy of Engineering Design, Philosophy of Engineering and Technology* (pp. 127-161). Dordrecht: Springer Netherlands. Disponibe en: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-94-007-3940-6>
 - Kuosa T. (2011). Evolution of future studies. *Futures*, 43, 1-15.
 - Landeta, J. (2006). Current validity of the Delphi method in social sciences. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(5), 467–482. doi:10.1016/j.techfore.2005.09.002
 - Lang T. & Allen L. (2008). Reflecting on Scenario Practice: The Contribution of a Soft Systems Perspective. En Ramirez R., Selsky, J.W. & van der Heijden K. (Eds) *Business Planning for Turbulent Times* (pp. 47-64), London: Earthscan.
 - Lara F. (2011) Complejidad en las Organizaciones en Encuentros con la Complejidad, J. Flores Valdez y G. Martínez Mekler (Eds) México: SIGLO XXI.
 - Lara F. (2013). Las ciencias de la complejidad en la solución de nuestros

- problemas sociales [archivo power point], Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lara F.(2014). Las ciencias de la complejidad en la solución de nuestros problemas sociales. Seminario de Investigación. CCADET-C3. Universidad Nacional Autónoma de México.
 - Lara F. (2015). Las ciencias de la complejidad en la solución de nuestros problemas sociales. Seminario de Investigación. CCADET-C3. Universidad Nacional Autónoma de México.
 - Lawsche C.H. (1975). A quantitative approach to content validity, *Personnel Psychology* 28, pp. 563-575.
 - Lederman L. L. (1984). Foresight activities in the U.S.A.: Time for a re-assessment?, *Long Range Planning*, 17(3) 41–50.
 - Leeuw S. van der (2009). Portrait of Plausibility. Oxford Futures Forum, Joint ASU-OXFORD (InSIS) Plausibility Project.
 - Leff E. (2009) La complejidad ambiental. México D.F: Siglo XXI.
 - Leff E. (2013) La racionalidad ambiental: la reapropiación social de la naturaleza. (3a. Ed.). México D.F_ Siglo XXI editors.
 - Leff, E. (2013). La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable: economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza. *Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible*, 185–209.
 - Leleur, S. (2007). Systemic planning: Dealing with complexity by a wider approach to planning, *Emergence: Complexity and Organization*, 9(1/2), 2–10.
 - Ley de Aguas Nacionales (2013, 07 de junio). Diario Oficial de la Federación. México.
 - Lezama, J., & Graizbord, B. (2010). *Los grandes problemas de México: IV Medio Ambiente*. México, D.F. : El Colegio de México
 - Lichfield, N., & Prat, A. (1998). Linking Ex ante and Ex post evaluation in British Town Planning. En N. Lichfield, A. Barbanente, D. Borri, A. Khakee, & A. Pratt (Eds.), *Evaluation in Planning. Facing the Challenge of Complexity*. (pp. 293–298). Springer.
 - List Dennis (2005). *Scenario Network Mapping the Development of a Methodology for Social Inquiry* (Tesis doctoral en Filosofía). Division of Business and Enterprise, University of South Australia.
 - Liu, Y., & Gupta, H. V. (2007). Uncertainty in hydrologic modeling: Toward an integrated data assimilation framework. *Water Resources Research*, 43(7), n/a–n/a. doi:10.1029/2006WR005756
 - Lo Presti, A.(1996).Futures research and Complexity: a critical analysis from the perspective of social science". *Futures*, 28(10), 891-902.
 - López E. et al (s.f). *Las luchas por el agua en las últimas décadas en México*. Disponible en: http://www.ina.gov.ar/pdf/ifrrhh/01_01_1_LopezMartinez.pdf.
 - Loukopoulos P.& Scholz R. (2004). Sustainable future urban mobility: using area development negotiations' for scenario assessment and participatory strategic planning, *Environment and Planning A*, 36, 2203- 2226.
 - Maerk, J., & Cabrolie Vargas, M. (2000). ¿Existe una epistemología latinoamericana? México D.F: Universidad de Quintana Roo/Plaza y Valdés.
 - Manoli E. et al (2005). Comprehensive water management scenarios for strategic planning. *Global NEST Journal*, 7(3), 369-378.
 - Martínez, M., 2011. Paradigmas emergentes y ciencias de la complejidad. *Opción*, 27, pp.45–80.
 - Martz, W. (2010). Validating an evaluation checklist using a mixed method design. *Evaluation and Program Planning*, 33(3), 215–222. doi:10.1016/j.evalprogplan.2009.10.005
 - Maru, Y.T. & Woodford, K., 2007. Revisiting Sustainability Boundaries from a Systems Perspective. International Congress on Modelling and Simulation. 477–482. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10182/3643>.
 - Masini E. (2010). The past and the possible futures of Futures Studies: Some thoughts o Ziauddin Sardar's the namesake. *Futures*, 42, 185-189.

- Matus C. (2011). *Panorama de las causas de los conflictos por el agua en México*. En Oswald U. (Ed.) Retos de la investigación del agua en México (431-440). México D.F: Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias/Universidad Nacional Autónoma de México.
- Matus, C., (1998). *Estrategia y plan* (Décima primera edición), Ciudad de México: Editorial Siglo XXI.
- Mejía Lira, J. (1992). La práctica de la planeación en las administraciones públicas municipales: la experiencia mexicana. *Gestión y Política Pública*, 1(1), 157-174.
- Mejía Lira, J. (2005). La evaluación como herramienta para una gestión pública orientada a resultados: la práctica de la evaluación en el ámbito público mexicano. Centro Latinoamericano de Administración para el Desarrollo CLAD. Disponible en: <http://www.clad.org.ve>
- Miettinen, K. (2008). Design: Structure, Process, and Function: A Systems Methodology Perspective. En Vermaas P.E. et al (Eds.), *Philosophy and design* (pp. 217-231). Heidelberg: Springer.
- Mietzner D. & Reger G. (2005). Advantages and disadvantages of scenario approaches for strategic foresight, *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, 1 (2), 202-239.
- Miklos, Tomas, & Tello, M. E. (2007). *Planeación Prospectiva: Una estrategia para el diseño del futuro*. México D.F: Limusa y Centro de Estudios prospectivos Fundación Barros Sierra.
- Miller M. (2003). Reliability and validity. Disponible en: http://www.michaeljmillerphd.com/res500_lecturenotes/reliability_and_validity.pdf
- Miller, D.H. et al (2008). New Principles in Planning Evaluation. En Miller, D.H. et al., (Eds). *New Principles in Planning Evaluation*(pp.1-16). Burlington, VT: Ashgate.
- Mussetta, P. (2009). Participación y gobernanza. El modelo de gobierno del agua en México. *Espacios públicos*, 12(25), 66-84.
- Nava, L. F. (2006). Cuando la gestión del agua se vuelve problemática: el caso de México. *La Chronique des Amériques*, 38, 1-10.
- Nedeva, M., Georghiou, L., & Loveridge, D. (1996). The use of co-nomination to identify expert participants for Technology Foresight. *R&D Management*, 26(2), 155-168.
- Nijkamp P. & Vreeker R. (2000). Sustainability assessment of development scenarios: methodology and application to Thailand, *Ecological Economics* 33 (1), 7-27.
- Noam Cook S.D. (2008). Design and Responsibility: The Interdependence of Natural, Artifactual, and Human Systems. En Vermaas P.E. et al (Eds.), *Philosophy and design* (pp. 259-269). Heidelberg: Springer.
- O'Brien, L., Marzano, M., & White, R. M. (2013). Participatory interdisciplinarity: Towards the integration of disciplinary diversity with stakeholder engagement for new models of knowledge production. *Science and Public Policy*, 40(1), 51-61. doi:10.1093/scipol/scs120
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos –OCDE- (2013), *Hacer posible la reforma de la gestión del agua en México*, OECD Publishing. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264188075-en>
- Ochoa Henríquez, H. (2008). Innovación de la gestión pública en Venezuela. *Revista Venezolana de información, tecnología y conocimiento*, 5(1), 65-78.
- Omann I., Kowalski K., Bohunovsky L., Madlener R., & Stagl S. (2008). The Influence of Social Preferences on Multi Criteria Evaluation of Energy Scenarios, *SSRN Electronic Journal* 3. Disponible en: http://www.fcn.eonerc.rwthachen.de/global/show_document.asp?id=aaaaaaagvuvt
- Ortiz, G. (1997). La política del agua en México en el marco del desarrollo sustentable. *Ingeniería Hidráulica*, XII(3), 59-70.
- Ortiz, G. (2011)., Algunos apuntes sobre la corrupción en el sector agua. Disponible en:

-
- Oswald, U., (2011). Reflexiones finales. En Ú. Oswald Spring, ed. *Retos de la investigación del agua en México* (pp.681-694). Cuernavaca: UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias.
 - Pahl-Wostl, C. (2002). Participative and Stakeholder-Based Policy Design, Evaluation and Modeling Processes. *Integrated Assessment*, 3(1), 3-14. doi:10.1076/iaij.3.1.3.7409
 - Pahl-Wostl C. (2007). Transition towards adaptive management of water facing climate and global change. *Water Resources Management*, 21():49-62.
 - Pahl-Wostl, C., J. et al (2007). Managing change toward adaptive water management through social learning. *Ecology and Society*, 12(2): 30. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art30/>
 - Pahl-Wostl, C., Kabat, P., & Möltgen, J. (2008). *Adaptive and Integrated Water Management Coping with Complexity and Uncertainty*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
 - Pahl-Wostl, C., Lebel, L., Knieper, C., & Nikitina, E. (2012). From applying panaceas to mastering complexity: Toward adaptive water governance in river basins. *Environmental Science and Policy*, 23, 24-34. doi:10.1016/j.envsci.2012.07.014
 - Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods* (2a. ed). California: Sage Publications.
 - Patton M. Q. (2011). *Developmental Evaluation*. New York: Guilford Press.
 - Paz Soldan G. & Hernández H. (2012) La Problemática de la planeación en el sector hídrico, XXII Congreso Nacional de hidráulica: Acapulco, Guerrero.
 - Pearl, J. (1986, Septiembre). *Polya's Patterns of Plausible Inference and the Quest for Modularity*, UCLA Cognitive Systems Laboratory, Technical Report 870064 (R-71).
 - Perevochtchikova, M. (2013). Retos de la información del agua en México para una mejor gestión. *Realidad, datos y espacio: revista internacional de estadística y geografía*, 4(1), 42-57.
 - Pérez M. et al (2008) Segmentación difusa, e-Gnosis (6), pp. 1-26).
 - Peterson G. D., Cumming G. S., & Carpenter S. R. (2003). Scenario Planning: a Tool for Conservation in an Uncertain World, *Conservation Biology*, 17(2),358-366.
 - Piirainen, K. a., Gonzalez, R. a., & Bragge, J. (2012). A systemic evaluation framework for futures research. *Futures*, 44(5), 464-474. doi:10.1016/j.futures.2012.03.008
 - Piñeyro C. (2007). *El agua en México: la relación gobiernos-empresas-privatización y el alto costo social que esto conlleva*. Disponible en: <http://www.institut-gouvernance.org/fr/document/fiche-document-149.html>
 - Pires M (2008). Towards and adaptive approach in planning and management process. En Meire. P. et al (Eds.) *Integrate Water Management: practical experiences and case studies* (pp. 23-32). Dordrecht: Springer
 - Plan Nacional de desarrollo 2013-2018, Diario Oficial de la Federación 20 mayo 2013. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5299465&fecha=20/05/2013
 - Pochat, V. (2008). Principios de gestión integrada de los recursos hídricos: bases para el desarrollo de planes nacionales. Disponible en: http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/SobreGIRH/2008-Principios-de-GIRH-Base-para-el-desarrollo-de-Planes-Nacionales.pdf
 - Preskill, H., & Jones, N. (2009). *A practical guide for engaging stakeholders in developing evaluation questions*: Princenton, NJ.
 - Railsback, Steven F. (2001). Getting results: The pattern-oriented approach to analyzing complex systems with agent-based models, *Natural*

- Resources and Environmental*, 8, art. 8. Disponible en: <http://digitalcommons.usu.edu/nrei/vol8/iss1/8>.
- Ramahan & Varis (2005). Integrated water resources management: evolution, prospects and future challenges, *Sustainability: Science, Practice, & Policy*, 1(1), 15-21.
 - Rasmussen, B., Andersen, P. D., & Kristensen, A. S. (2007). Challenges in transdisciplinary technology foresight: cognition and robotics. *Foresight*, 9(6), 22–35. doi:10.1108/14636680710837280
 - Rasmussen, L. B. (2011). *Facilitating Change: Using Interactive methods in organizations, communities and networks*. Denmark: Polyteknisk.
 - Real Academia Española. (2013). Diccionario de la lengua española (22ª. ed.). Disponible en <http://www.rae.es/rae.html>.
 - Reger, G., 2001. Technology Foresight in Companies: from an indicator to a Network and process perspective. *Technology Analysis & Strategic Management*, 13(4), 533–553.
 - Ricard, L. M. (2013). *Roadmapping and Strategy in Science, Technology and Innovation* (Tesis doctoral), Technical University of Denmark.
 - Ridley, D. (2008). *The Literature Review: A Step-by-Step Guide for Students*, London: Sage
 - Rohrbeck, R. (2011). *Corporate Foresight: Towards a Maturity Model for the Future Orientation of a Firm*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
 - Rojas, J. (2010). *La metodología para la organización y realización del proceso de implementación de planes estratégicos en instituciones y empresas* (Tesis doctoral). Universidad Nacional Autónoma de México.
 - Rolland, L., & Cárdenas, Y. V. (2010). La gestión del agua en México. *Polis: Investigación y Análisis Sociopolítico y Psicosocial*, 6(2), 155–188.
 - Roo, G. de, (2007). *Fuzzy Planning: the role of actors in a fuzzy governance Environment*, England: Ashgate Publishing Limited.
 - Rosen R. (2012) *Anticipatory Systems: Philosophical, Mathematical, and Methodological Foundations*, *FSR International Series on Systems Science and Engineering* 1. New York: Springer.
 - Ross T. J. (2004), *Fuzzy logic with engineering applications*, Great Britain: John Wiley & Sons Ltd.
 - Rossi, P. & Freeman, H. (2000). *Evaluation: A Systematic Approach* (5ta. Ed) California: Sage Publications.
 - Rothman, D. (2009). From your perspective, what is intriguing about plausibility?. Oxford Futures Forum, ASU-Oxford (InSIS) Plausibility Project.
 - Ruelas-Monjardin L.(2010). *Planning Approaches to the Management of Water Problems in Mexico*. En Pomffyova M. (Ed.) *Process Management*. Disponible en: <http://www.intechopen.com/books/process-management/planning-approaches-to-the-management-of-waterproblems-in-mexico>.
 - Sánchez G (1994). Una propuesta teórico - metodológica para la evaluación de programas sociales: enfoque a programas académicos universitarios (Tesis de doctorado en Ingeniería). Universidad Nacional Autónoma de México.
 - Sánchez G., (2003). *Técnicas participativas para la planeación"*, ICA/Laser CD-ROM, ISBN 968-5520.
 - Sánchez G. (2013). *Técnicas participativas para la planeación*, En prensa. México, D.F: Porrúa
 - Sánchez J. (2010). ¿Innovando en la gestión pública? La experiencia mexicana en los gobiernos locales. *Espacios públicos*, 13(27), 10–32.
 - Sánchez J. (2012,19 de octubre). *Advierte Banco Mundial a México en tema de crisis alimentaria*, *Periódico el Universal*.
 - Sánchez, M. (2009). La participación ciudadana en la esfera de lo público *Espacios Públicos*, 12(25), 85–102.
 - Sandoval Moreno, A. (2002). *Problemas en la Participación Social y el Consenso para el Plan de Manejo del Acuífero del Valle de Toluca*. Disponible en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/cong_nal_06/tema_02/02_adriana_sandoval.pdf
 - Sardar Z. (2010). *The namesake: Futures; futures studies; futurology;*

- futuristic; foresight-What's in a name? *Futures*, 42, 177-184.
- Schoemaker, P.J. H (1991)- When and How To Use Scenario Planning, *Journal of Forecasting*, 10, 549-564.
 - Schoemaker, P.J.H., (1995). Scenario planning: a tool for strategic thinking, *Sloan Management Review*, 36 (2) pp.25-40, Cambridge, Mass.: Massachusetts Institute of Technology
 - Schultz J. (s.f) The Cochabamba Water Revolt and Its Aftermath
Disponibile en:
<http://www.ucpress.edu/content/chapters/11049.ch01.pdf>
 - Schumacher T.R. (2012). Constructing Vision with Scenario Planning, *Proceedings of PICMET'12: Technology Management for Emerging Technologies*, Vancouver.
 - Schuschny, A. & Soto, H., (2009).. *Guía metodológica Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. Reporte técnico:CEPAL-GTZ.
 - Schweizer V. (2009). Conceptual and Applied Challenges of Plausibility. Oxford Futures Forum, Joint ASU-OXFORD (InSIS) Plausibility Project.
 - Seising, R., (2009). *Views on Fuzzy Sets and Systems from Different Perspectives: Philosophy and Logic, Criticisms and Applications*, Berlin-Heidelberg: Springer Verlag.
 - Selin, C. (2006). Trust and the illusive force of scenarios. *Futures*, 38(1), 1-14. doi:10.1016/j.futures.2005.04.001
 - Selin, C. (2011). Negotiating plausibility: intervening in the future of nanotechnology. *Science and engineering ethics*, 17(4),723-37.
 - Selsky J. (2009). The social construction of plausible futures. Oxford Futures Forum, Joint ASU-OXFORD (InSIS) Plausibility Project.
 - Sentz K.(2002). Combination of Evidence in Dempster-Shafer Theory (Tesis de Doctorado). Binghamton University.
 - Sigarreta, J. M., Ruesga, P., & Rodriguez, M. (2007). On mathematical foundations of the Plausibility Theory. *International Mathematical Forum* 2,, (27), 1319-1328.
 - Smith, E. E., & Medin D.L (1981). Categories and concepts, Cambridge, MA: Harvard.
 - Soares, D. (2007). Chronicle of an announced failure: decentralization of drinking water. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 4(1), pp. 19-57.
 - Solem, K.E. (2011). Integrating foresight into government. Is it possible? Is it likely? *Foresight*, 13(2), pp.18-30.
Disponibile en:<http://www.emeraldinsight.com/10.1108/14636681111126229>
 - Soumelis C. (1983). Project evaluation methodologies and techniques, UNESCO. New YORK: UNIPUB.
 - Straton A. et al, (2011). Exploring and Evaluating Scenarios for a River Catchment in Northern Australia Using Scenario Development, Multi-criteria Analysis and a Deliberative Process as a Tool for Water Planning. *Water Resources Management*, 25(1), pp. 141-164.
 - Streffeza M.(2009) Lógica difusa, un punto de vista. *Revista Ciencia e Ingeniería*, 30 (3), 259-268.
 - Stufflebeam D. (2001). Evaluation Models. San Francisco: Josey-Bass.
 - Subirats J., (1995). Los instrumentos de las políticas del debate público y el proceso de evaluación. *Gestión y Política Pública*, IV(1), pp.5-23.
 - Suchman, E. (1967). Evaluative Research: Principles and Practice in Public Service & Social Action Programs. New York: Russell Sage Foundation.
 - Therond, O., et al (2009). Methodology to translate policy assessment problems into scenarios: the example of the SEAMLESS integrated framework. *Environmental Science & Policy*, 12(5), 619-630. doi:10.1016/j.envsci.2009.01.013
 - Tonn, B., (2005). Imprecise probabilities and scenarios. *Futures*, 37(8), pp.767-775.
 - Torres Bernardino, L. (2012). *La gestión del Agua Potable en el Distrito Federal*. México D.F: Instituto Nacional de Administración Pública.
 - Ulrich, W. (2005). A Brief Introduction to Critical Systems Heuristics (CSH). *ECOSENSUS project*, pp.1-15.

- Ulrich, W. & Reynolds, M. (2010). Critical systems heuristics. En: Reynolds, M. & Holwell, S. (Eds.). *Systems Approaches to Managing Change: A Practical Guide* (pp.243-292). London: Springer.
- Van der Heijden, K. (1996). *Scenarios: the Art of Strategic Conversation*. Chichester: John Wiley.
- UNESCO-World Water Assessment Program WWAP (2006). 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, París: UNESCO.
- UNESCO-World Water Assessment Program WWAP (2012). *The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water under Uncertainty and Risk*. Paris: UNESCO.
- United Nations (s.f.) Report of the Expert Group Meeting on Strategic Approaches to Freshwater Management. Disponible en: <http://www.un-documents.net/harare.htm>
- Valencia J. et al (2007). La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en México: nuevo paradigma en el manejo del agua. En: Cotler H. (Ed.), *El manejo integral de cuencas en México*, (2ª ed., 201-209). México D.F: Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- van Asselt M. B. A, Mesman J., & van't Klooster S.A. (2007). Dealing with prognostic uncertainty, *Futures*, 39(6), 669–684.
- van der Keur P., Lloyd G.J. (2010). Integrated water resource management (IWRM). En Mysiak J. et al (Eds) *The adaptive water resource management handbook* (pp.4-7). Londres: Earthscan.
- Van der Keur, P. et al (2010). Water Management in terms of development and application within IWRM. En Mysiak J.et al (Eds.) *The adaptive water resource Management Handbook*. London/Sterling,VA: Earthscan.
- Vargas, S. (2011). Evaluando la participación social: democracia y políticas públicas. *Revista Mexicana de Sociología*, 73(1), pp. 105–137.
- Vlek, C., Mesken J. & Steg L. (1999). Future-sketching and multi-attribute evaluation may affect your preference order of complex policy scenario *Journal of Behavioral Decision Making*, 12, 107–122.
- Volkery, A. & Ribeiro, T. (2009). Scenario planning in public policy. Understanding use, impacts and the role of institutional context factors. *Technological Forecasting and Social Change*, 76, pp. 1198–1207.
- Walton J. S. (2008). Scanning Beyond the Horizon: Exploring the Ontological and Epistemological Basis for Scenario Planning, *Advances in Developing Human Resources*, 10 (2),147–165.
- Wilkinson A. & Ramírez R. (2009). *How plausible is plausibility as a scenario effectiveness criterion?*, Oxford Futures Forum, Joint ASU-OXFORD (InSIS) Plausibility Project.
- Wilkinson, A. & Eidinow, E., 2008. Evolving practices in environmental scenarios: a new scenario typology. *Environmental Research Letters*, 3(4), p.045017.Disponible en: <http://stacks.iop.org/1748-9326/3/i=4/a=045017?key=crossref.0ac0a8c94313dd116d206f71c7679b62>
- Wilkinson, A. & Ramirez, R., 2009. How plausible is plausibility as a scenario effectiveness criterion? *Joint Asu-Oxford (InSis) Plausibility Project*, (November 2009).
- Williams B. & Iman I. (2006). *Concepts in Evaluation: an expert Anthology*, Point Reyes California: EdgePress of Inverness.
- Williams, B. K., & Brown, E. D. (2012). *Adaptive Management. The U.S. Department of the Interior Applications Guide*. Washington, DC.: Adaptive Management Working Group, U.S. Department of the Interior.
- Wright A. (2003). *Using scenarios to challenge and change management thinking*. Working Paper Series. University of Wolverhampton, UK, ISSN 1363-6839.
- Wright, G. et al.,(2008). Scenario planning interventions in organizations: An analysis of the causes of success and failure. *Futures*, 40(3),218–236.

- Yang, T., & Hsieh, C.-H. (2009). Six-Sigma project selection using national quality award criteria and Delphi fuzzy multiple criteria decision-making method. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 7594–7603. doi:10.1016/j.eswa.2008.09.045
- Zadeh, L. (1965) Fuzzy sets. *Information Control*, 8, 338-53.
- Zimmerman, B. et al (1998). *Edgeware: Insights from Complexity Science for Health Care Leaders*. Irving, Texas: VHA Inc.

Anexo 1

Esta sección presenta las fuerzas conductoras definidas por Gallopin (2012).

Fuerzas conductoras recomendadas

	Variables		Variables
Ciudad		Ciudad	
Demográficos	<p>Evolución Demográfica (tasa de nacimientos y muerte, fertilidad)</p> <p>Cambio en la esperanza de vida y morbilidad como resultado de cambios relacionados con el agua y otras condiciones médicas relacionadas</p> <p>Tendencias en la migración (de países pobre a ricos, refugiados ambientales, conflictos armados relacionados con el agua y con la presión sobre los recursos naturales)</p> <p>Enfermedades relacionadas con el agua</p> <p>Tendencias en la urbanización</p> <p>Población que vive en naciones o regiones frágiles en materia hídrica.</p>	Económicos	<p>Crecimiento económico y tipo (si está relacionado con agua)</p> <p>Demanda de comida, energía y otros recursos naturales</p> <p>Comercio global (incluido el comercio virtual de agua)</p> <p>Globalización económica (incremento de interdependencia, crisis económicas y nuevas sinergias)</p> <p>Costo de la comida, agua y energía (implicaciones para el hambre, pobreza y competitividad de tecnologías relacionadas con el agua)</p> <p>Evolución del capitalismo mediante el cambio cualitativo</p>
Tecnológicos	<p>Innovación tecnológica y diseminación (nuevos y mejores recursos de energía, comunicación e información, biotecnología, automatización, nuevos materiales, nanotecnología, incrementos in el uso eficiente del agua, tecnologías para la desalinización costo-efectivas, tecnologías para reducir la contaminación del agua. Eco tecnologías.</p> <p>Cambios en la productividad del agua, uso y eficiencia.</p> <p>Manipulación y control del clima</p> <p>Mejora en sensores y percepción remota para evaluar la cantidad y calidad del agua.</p> <p>Tasación, significancia y difusión del desarrollo de las tecnologías.</p> <p>Acceso a las tecnologías de información y fuentes de información</p> <p>Descubrimientos científicos fundamentales</p>	Recursos del agua	<p>Inventarios de los recursos de agua (incluyendo, distribución geográfica y temporal, renovación, calidad y disponibilidad (relacionando con cambios de clima, procesos eco sistémicos, de agricultura, industriales y consumo de agua).</p>
Infraestructura del agua	<p>Proporción de la infraestructura diseñada para proporcionar diversas necesidades.</p> <p>Cambios en el diseño de la infraestructura del agua</p> <p>Ratio de agua almacena y potencial de almacenamiento</p> <p>Transferencia de agua entre cuencas y fronteras</p> <p>Obsolescencia de los trabajos existentes de agua</p> <p>Cambios y extracciones en las reservas de agua</p> <p>Nivel de bombeos excesivo en las aguas subterráneas y acuíferos fósiles</p>	Cambio climático	<p>Cambio en el clima y variabilidad, impactos en la precipitación, El cambio climático y la variabilidad y su impacto en precipitación, escorrentía y almacenamiento de agua, la calidad y distribución en el espacio y el tiempo</p> <p>Frecuencia incremental de eventos climáticos</p> <p>Cambios en zonas agro-climáticas</p> <p>Cambios en los sistemas hidrológicos y su grado de obsolescencia.</p> <p>Propagación de especies exóticas (incluyendo plagas y patógenos) debido a cambios en los hábitats</p> <p>Incrementos de los niveles del mar (a inundación de los deltas y costas y la intrusión en acuíferos).</p> <p>La disminución de los lagos y la reducción de caudal debido al cambio de patrones de precipitación, derretimiento de los glaciares de montaña y aumento de la evapotranspiración.</p>
Ambiente	<p>Impactos ambientales, medidas de mitigación y adaptación en respuesta al cambio climático global.</p> <p>Posible transferencia de puntos de puntos de inflexión globales y el surgimiento de nuevas sorpresas ambientales.</p> <p>Enfermedades relacionadas con el agua</p> <p>Erosión y degradación del suelo agrícola (salinización, pérdida de fertilidad, etc.)</p> <p>Cambios en la extensión y volumen de la irrigación</p> <p>Cambios en la productividad del agua para la agricultura</p> <p>Impactos de los agroquímicos en la calidad del agua</p> <p>El agotamiento del agua subterránea</p> <p>Deforestación</p> <p>Deterioro de la salud del ecosistema</p> <p>Pérdida de la biodiversidad desde los hábitats y genes (procesos que fuertemente interactúan con el cambio climático global) y las implicaciones para la producción de comida, la salud global y la presión para migración.</p> <p>Cambios de valor en los servicios del ecosistema relacionados con el agua.</p> <p>Cambios en los patrones del uso de tierra.</p>	Sociales, culturales y éticos	<p>Pobreza e inequidad (que causan potencial para el conflicto, migración, presión, degradación medioambiental local y global, salud humana global y local y crecimiento de la población).</p> <p>Valores y cultura (incluyendo homogenización global y cultural, y los cambios en la ética, religiosa y los valores espirituales) que afectan a los estilos de vida y patrones de consumo).</p> <p>La educación y la creación de capacidad en relación con sensibilización en materia de consumo excesivo, el despilfarro y la insostenibilidad de los patrones actuales de consumo, y, específicamente, sobre el uso, la gestión del agua y conservación.</p> <p>Networking global acerca de las diferentes personas involucradas en diferentes áreas.</p> <p>Evolución de los estilos de vida y patrones de consumo (desde el alto consumismo y la preferencia de dimensiones no materiales de calidad de vida y compromiso hacia la sustentabilidad.</p> <p>Aceptación pública de cultivos genéticos modificados en el sur y en el norte.</p> <p>Suficiencias nacionales en alimentación versus la seguridad global de alimentación.</p> <p>Equidad en el acceso al agua.</p> <p>La equidad en el acceso al agua, el saneamiento, la educación, la alimentación y el empleo</p>
Institucional/ gobernanza	<p>Toma de decisiones proactiva</p> <p>Leyes y políticas nacionales, locales, regulaciones y leyes.</p> <p>Funcionamiento de los recursos del agua: uso, monitoreo y reporte de los sistemas</p> <p>Integración de la gestión del agua con la planeación de desarrollo nacional.</p> <p>Gestión efectiva y eficiente de la administración del agua a niveles nacionales y de ríos y cuenca involucrando organizaciones de gobierno y no gubernamentales.</p> <p>Cuencas transfronterizas con intercambio de información y la integración cooperativa en la gestión del agua en relación con planes de desarrollo nacionales y socioeconómicos.</p> <p>Subsidios en granjas</p> <p>Accesos a sistemas de información</p> <p>Cambios en el comportamiento corporativo (responsabilidad social corporativa)</p> <p>Grado y penetración de la corrupción</p> <p>Tendencias de seguridad global: conflictos de agua nacionales y regionales, conflictos internacionales que derivan de inequidades globales, expansión y mitigación de terrorismo global, crimen internacional, tráfico de armas, tráfico de drogas, nuevos mecanismos para la resolución de conflictos</p> <p>Potencial del uso del agua o la infraestructura del agua como medio para el terrorismo biológico.</p>	Políticos	<p>Estructura global de poder (Debilitamiento o fortalecimiento de la toma de decisiones multilaterales e intergubernamentales, implicaciones de equidad global, reforzamiento de acuerdos internacionales y leyes y sustentabilidad global).</p> <p>Tendencias posibles sobre el aislamiento versus la creciente interdependencia.</p> <p>Dirección del proceso de globalización en sus múltiples dimensiones para minimizar los impactos negativos y conflicto en un marco de la creciente interconexión</p> <p>Tendencias en la cooperación global mediante las iniciativas de políticas como los objetivos del Milenio (MDGs) y sus perspectivas para la implementación.</p> <p>Desarrollo de políticas y de cooperación económica para los países con estreses hídricos y económicamente débiles.</p> <p>Evolución de formas democráticas de gobierno y participación pública</p>

Fuente: Gallopín, 2012

Anexo 2

Esta sección presenta los instrumentos utilizados en el ejercicio Delphi.



Universidad Nacional Autónoma de México

Posgrado en Ingeniería

Ingeniería de Sistemas

Investigación doctoral titulada: “Una propuesta metodológica para la evaluación de escenarios: el caso del sector hídrico en México”

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN 1

Instrucciones de llenado

Este cuestionario busca evaluar la plausibilidad de los escenarios (el grado de creencia consensual en que un escenario ocurra). Para ello, el presente cuestionario está integrado de nueve secciones y utiliza para su valoración una escala de total acuerdo o desacuerdo. Por favor basándose en el documento titulado “INTEGRACIÓN DE ESCENARIOS A LARGO PLAZO DE LOS USOS DEL AGUA” señale su respuesta.

SECCION 1. TEMÁTICAS DEL AGUA

1. El escenario considera los siguientes aspectos:

Aspectos	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Infraestructura						
Usos del agua						
Calidad del agua						
Cambio climático						
Salud						
El agua y su relación con otros procesos medio ambientales						
Seguridad Alimentaria						
Tecnología						
Crisis sociales						
Legislación						
Políticas Públicas						
Instituciones públicas						
Capacitación de recursos humanos						
Capacidad financiera						
El agua como elemento clave de la seguridad nacional						

2. El escenario hace énfasis en desarrollo de nuevas tecnologías para la solución los problemas futuros del agua.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

3. El escenario toma en cuenta la contaminación y los riesgos potenciales a la salud que causan fármacos, hormonas, productos de aseo personal y otros.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

4. El escenario considera la participación de la mujer en la gestión del agua.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

5. El escenario considera el efecto del cambio climático en la gestión del agua.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

6. El escenario considera las recomendaciones de los organismos internacionales respecto al futuro del agua.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

7. El escenario impulsa el establecimiento de tarifas de agua.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

8. El escenario señala las posibles consecuencias sociales del establecimiento de tarifas en los rangos de población económicamente vulnerables.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

SECCION 2. INFORMACIÓN

9. El escenario contiene información confiable.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

10. El escenario está elaborado a partir de una variedad de fuentes de información.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

11. El escenario permite reflexionar sobre los posibles cursos de acción.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

SECCION 3. METODOLOGÍA

12. El escenario considera:

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Actores						
Tendencias						
Sucesos que pueden cambiar las tendencias						

13. El escenario forma parte de:

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Política						
Programa						
Plan						
Proyecto						
Acción						

14. Para la construcción del escenario se emplearon técnicas para que los diferentes actores del sector participaran.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé

15. El escenario establece objetivos:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé
Federales						
Estatales						
Cuenca						
Municipales						

SECCION 4. VOLUNTAD POLÍTICA

16. Este escenario y otros son aceptados en La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé

17. El escenario es conocido por las diversas instancias dentro de la CONAGUA.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé

18. La CONAGUA ejecuta los proyectos y acciones programadas en el escenario.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No sé

SECCIÓN 5. NARRATIVA

19. Las secciones que conforman el escenario tienen una lógica coherente.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

20. La lectura del escenario es atractiva para los lectores.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

21. El escenario está escrito para ser leído por los diferentes involucrados en el tema del agua.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

SECCIÓN 6.COMENTARIOS

En caso de tener observaciones o comentarios adicionales que usted considere de vital importancia para compartir con otros expertos por favor indicarlos en este espacio. Estos comentarios serán considerados para la segunda fase.



Universidad Nacional Autónoma de México

Posgrado en Ingeniería

Ingeniería de Sistemas

Investigación doctoral titulada: “Una propuesta metodológica para la evaluación de escenarios: el caso del sector hídrico en México”

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN 1 (RESPUESTAS PRIMERA FASE) INTEGRACIÓN DE ESCENARIOS A LARGO PLAZO DE LOS USOS DEL AGUA

Instrucciones de llenado

Este cuestionario en su primera parte, busca llegar a un acuerdo grupal en relación con aquellas preguntas que dada su naturaleza provocaron una amplia gama de opiniones por parte de los expertos.

Observaciones generales:

- El grado de acuerdo del primer cuestionario fue medio, esto quiere decir que la mayoría de expertos no coincidió en las respuestas.

SECCION 1. Jerarquización

En la siguiente sección se le pide que jerarquice en orden de importancia (siendo 1 el más importante y 5 el menos importante) los siguientes elementos de un escenario: temáticas del agua, información, metodología, voluntad política y narrativa.

Aspecto	Jerarquización
Temática del agua (consideración de los aspectos cruciales de la gestión del agua en el escenario)	
Información (la variedad y confiabilidad de la información)	
Metodología (¿cómo se hizo el escenario?)	
Voluntad política (Las acciones de la CONAGUA para implementar el escenario)	

Narrativa (La forma de escribir el escenario)	
---	--

SECCION 2. COMPARACIÓN DE RESPUESTAS INDIVIDUALES CON GRUPALES

Esta sección señala su respuesta individual en color verde y muestra los porcentajes obtenidos por el grupo de expertos. Por favor analícela cuidadosamente y señale con una X si ratifica su respuesta o la cambia (en caso de cambiarla indicar a que categoría cambia su respuesta).

22. El escenario considera los siguientes aspectos:

Aspectos	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Ratifico mi respuesta	Cambio mi respuesta
Infraestructura	12.5	50	25	0	12.5	0		
Usos del agua	43.75	50	6.25	0	0	0		
Calidad del agua	18.75	43.75	18.75	0	18.75	0		
Cambio climático	0	0	25	12.5	12.5	50		
Salud	0	18.75	43.75	0	6.25	31.25		
El agua y su relación con otros procesos medio ambientales	0	18.75	25	12.5	6.25	37.5		
Seguridad Alimentaria	0	25	18.75	0	12.5	43.75		
Tecnología	6.25	25	31.25	25	6.25	6.25		
Crisis sociales	6.25	0	25	18.75	12.5	37.5		
Legislación	6.25	12.5	18.75	25	12.5	25		
Políticas Públicas	6.25	12.5	31.25	12.5	6.25	31.25		
Instituciones públicas	6.25	6.25	31.25	12.5	18.75	25		
Capacitación de recursos humanos	6.25	0	25	18.75	25	25		
Capacidad financiera	0	6.25	12.5	25	25	31.25		
El agua como elemento clave de la seguridad	25	0	12.5	6.25	12.5	43.75		

Aspectos	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Ratifico mi respuesta	Cambio mi respuesta
nacional								

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé		Ratifico mi respuesta	Cambio mi respuesta
23. El escenario hace énfasis en desarrollo de nuevas tecnologías para la solución los problemas futuros del agua.	6.25	18.75	37.5	12.5	6.25	18.75				
24. El escenario toma en cuenta la contaminación y los riesgos potenciales a la salud que causan fármacos, hormonas, productos de aseo personal y otros.	0	6.25	18.75	0	31.25	43.75				
25. El escenario considera la participación de la mujer en la gestión del agua.	0	6.25	12.5	0	25	56.25				

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé		Ratifico mi respuesta	Cambio mi respuesta
26. El escenario considera el efecto del cambio climático en la gestión del agua.	0	0	18.75	18.75	6.25	56.25				
27. El escenario considera las recomendaciones de los organismos internacionales respecto al futuro del agua.	0	12.5	18.75	25	18.75	25				
28. El escenario impulsa el establecimiento de tarifas de agua.	6.25	6.25	31.25	12.5	25	18.75				
29. El escenario señala las posibles consecuencias sociales del establecimiento de tarifas en los rangos de población económicamente vulnerables.	0	6.25	18.75	0	25	50				

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé		Ratifico mi respuesta	Cambio mi respuesta
30. El escenario contiene información confiable.	6.25	25	43.75	6.25	18.75	0				
31. El escenario está elaborado a partir de una variedad de fuentes de información.	6.25	37.5	25	0	25	6.25				
32. El escenario permite reflexionar sobre los posibles cursos de acción.	12.5	18.75	25	6.25	18.75	18.75				
33. El escenario considera:										
Actores	6.25	25	12.5	6.25	6.25	43.75				
Tendencias	31.25	37.5	12.5	6.25	6.25	6.25				
Sucesos que pueden cambiar las tendencias	0	6.25	37.5	6.25	18.75	31.25				
34. El escenario forma parte de:										
Política	18.75	12.5	12.5	6.25	31.25	18.75				
Programa	6.25	25	31.25	0	25	6.25				

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé		Ratifico mi respuesta	Cambio mi respuesta
Plan	6.25	12.5	37.5	12.5	12.5	18.75				
Proyecto	12.5	12.5	12.5	18.75	18.75	25				
Acción	12.5	6.25	25	6.25	25	25				
35. Para la construcción del escenario se emplearon técnicas para que los diferentes actores del sector participaran.	0	12.5	6.25	0	12.5	25	43.75			
36. El escenario establece objetivos										
Federales		18.75	25	12.5	12.5	31.25	0			
Estatales		6.25	25	12.5	18.75	37.5	0			
Cuenca		18.75	31.25	6.25	18.75	25	0			
Municipales		0	18.75	12.5	12.5	50	6.25			
37. Este escenario y otros son aceptados en La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	0	31.25	31.25	0	6.25	0	31.25			

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé		Ratifico mi respuesta	Cambio mi respuesta
38. El escenario es conocido por las diversas instancias dentro de la CONAGUA.	0	31.25	18.75	0	0	0	50			
39. La CONAGUA ejecuta los proyectos y acciones programadas en el escenario.	6.25	6.25	50	6.25	6.25	6.25	18.75			
40. Las secciones que conforman el escenario tienen una lógica coherente.	6.25	31.25	43.75	0	12.5	6.25	6.25			
20. La lectura del escenario es atractiva para los lectores.	6.25	25	31.25	6.25	18.75	12.5				
21. El escenario está escrito para ser leído por los diferentes involucrados en el tema del agua.	6.25	31.25	37.5	0	12.5	12.5				



Universidad Nacional Autónoma de México

Posgrado en Ingeniería

Ingeniería de Sistemas

Investigación doctoral titulada: “Una propuesta metodológica para la evaluación de escenarios: el caso del sector hídrico en México”

CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN 1 (RESPUESTAS PRIMERA FASE) Estadísticas del Agua 2013

Instrucciones de llenado

Este cuestionario en su primera parte, busca llegar a un acuerdo grupal en relación con aquellas preguntas que dada su naturaleza provocaron una amplia gama de opiniones por parte de los expertos.

Observaciones generales:

- El grado de acuerdo del primer cuestionario fue muy alto, esto quiere decir que la mayoría de expertos coincidió en las respuestas.

SECCION 1. Jerarquización

En la siguiente sección se le pide que jerarquice en orden de importancia (siendo 1 el más importante y 5 el menos importante) los siguientes elementos de un escenario: temáticas del agua, información, metodología, voluntad política y narrativa.

Aspecto	Jerarquización
Temática del agua (consideración de los aspectos cruciales de la gestión del agua en el escenario)	
Información (la variedad y confiabilidad de la información)	
Metodología (¿cómo se hizo el escenario?)	

Voluntad política (Las acciones de la CONAGUA para implementar el escenario)	
Narrativa (La forma de escribir el escenario)	

SECCION 2. COMPARACIÓN DE RESPUESTAS INDIVIDUALES CON GRUPALES

Esta sección señala su respuesta individual en color verde y muestra los porcentajes obtenidos por el grupo de expertos. Por favor analícela cuidadosamente y señale con una X si ratifica su respuesta o la cambia (en caso de cambiarla indicar a que categoría cambia su respuesta).

1. El escenario considera los siguientes aspectos:

Aspectos	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Ratifico mi respuesta	Cambio mi respuesta
Infraestructura	0	12.5	50	12.5	12.5	12.5		
Usos del agua	12.5	12.5	25	25	12.5	12.5		
Calidad del agua	0	25	25	25	12.5	12.5		
Cambio climático	12.5	0	25	12.5	12.5	37.5		
Salud	0	0	25	25	25	25		
El agua y su relación con otros procesos medio ambientales	0	0	25	12.5	25	37.5		
Seguridad Alimentaria	0	12.5	12.5	25	25	25		
Tecnología	0	12.5	37.5	0	25	25		
Crisis sociales	0	25	12.5	25	12.5	25		
Legislación	0	25	12.5	25	25	12.5		
Políticas Públicas	0	25	25	37.5	12.5	0		
Instituciones públicas	0	0	37.5	25	25	12.5		
Capacitación de recursos humanos	0	0	12.5	0	37.5	50		

Aspectos	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Ratifico mi respuesta	Cambio mi respuesta
Capacidad financiera	0	0	12.5	0	50	37.5		
El agua como elemento clave de la seguridad nacional	0	12.5	37.5	25	12.5	12.5		

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé		Ratifico mi respuesta	Cambio mi respuesta
2. El escenario hace énfasis en desarrollo de nuevas tecnologías para la solución los problemas futuros del agua.	0	0	25	12.5	37.5	25				
3. El escenario toma en cuenta la contaminación y los riesgos potenciales a la salud que causan fármacos, hormonas, productos de aseo personal y otros.	0	0	0	12.5	50	37.5				

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé		Ratifico mi respuesta	Cambio mi respuesta
4. El escenario considera la participación de la mujer en la gestión del agua.	0	0	0	12.5	62.5	25				
5. El escenario considera el efecto del cambio climático en la gestión del agua.	12.5	0	0	12.5	37.5	37.5				
6. El escenario considera las recomendaciones de los organismos internacionales respecto al futuro del agua.	0	0	37.5	12.5	37.5	12.5				
7. El escenario impulsa el establecimiento de tarifas de agua.	0	0	25	12.5	50	12.5				

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé		Ratifico mi respuesta	Cambio mi respuesta
Actores	0	12.5	37.5	0	37.5	12.5				
Tendencias	12.5	62.5	25	0	0	0				
Sucesos que pueden cambiar las tendencias	0	12.5	0	25	37.5	25				
13. El escenario forma parte de:										
Política	37.5	0	37.5	0	12.5	12.5				
Programa	12.5	0	37.5	12.5	12.5	25				
Plan	25	25	12.5	0	12.5	25				
Proyecto	0	25	25	12.5	12.5	25				
Acción	0	12.5	37.5	12.5	0	37.5				
14. Para la construcción del escenario se emplearon técnicas para que los diferentes actores del sector participaran.	0	0	12.5	25	12.5	25	25			
15. El escenario establece objetivos										
Federales	0	25	25	12.5	12.5	0	25			
Estatales	0	0	12.5	37.5	25	0	25			
Cuenca	0	0	25	37.5	12.5	0	25			

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé		Ratifico mi respuesta	Cambio mi respuesta
Municipales	0	0	0	37.5	37.5	0	25			
16. Este escenario y otros son aceptados en La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	25	12.5	50	0	0	0	12.5			
17. El escenario es conocido por las diversas instancias dentro de la CONAGUA.	0	12.5	62.5	0	0	0	25			
18. La CONAGUA ejecuta los proyectos y acciones programadas en el escenario.	0	12.5	25	12.5	0	12.5	37.5			
19. Las secciones que conforman el escenario tienen una lógica coherente.	0	25	62.5	0	0	12.5	0			
20. La lectura del escenario es atractiva para los lectores.	0	37.5	37.5	0	12.5	12.5	0			

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé		Ratifico mi respuesta	Cambio mi respuesta
21. El escenario está escrito para ser leído por los diferentes involucrados en el tema del agua.	0	37.5	37.5	0	12.5	12.5	0			

SECCION 2. COMENTARIOS CLAVES COMPARTIDOS POR OTROS EXPERTOS

Esta sección está compuesta de 4 afirmaciones dadas por los expertos. Afirmaciones que fueron seleccionadas porque contradicen la tendencia general en las respuestas del grupo. Por favor seleccione una sola respuesta.

Comentarios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé
1. El documento de Estadísticas del Agua 2013, específicamente en su capítulo 7 de escenarios futuros parte de un análisis histórico muy simplista, al dividir la política de sustentabilidad hídrica en tres etapas: oferta, demanda y sustentabilidad.							
2. El escenario 2030 que se plantea en el documento solo incorpora acciones para reducir la demanda de agua.							

Comentarios	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Parcialmente en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	No lo sé
<p>3. Las cuestiones sociales y de salubridad no se establecen de un modo claro en los escenarios propuestos.</p>							
<p>4. Estos escenarios se construyen bajo un enfoque cuantitativo; el análisis cualitativo, en la mayoría de las veces se discute en foros o reuniones de expertos, en donde se discuten y consensuan temas como la participación de la mujer, la política hídrica, la participación de la sociedad, factores sociales, toma de decisiones, entre otros.</p>							

Anexo 3

Esta sección presenta los resultados de las matrices de evaluación.

Respuestas por experto: Estadísticas del agua 2013

Stakeholder	Temática	Información	Metodología	Voluntad política	Narrativa
A1	(3.06,5.57,7.95)	(7.5,10.0,11.66)	(7.34,9.84,11.72)	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)
A2	(0.34,2.84,5.34)	(1.67,4.17,6.67)	(1.15,3.46,5.77)	(3.33,5.0,6.67)	(2.5,5,7.5)
A3	(2.14,2.32,3.81)	(4.16,6.67,9.17)	(4.80,5.0,8.65)	(3.75,6.25,8.75)	(5,7.5,10)
A4	(3.81,6.07,8.09)	(3.33,5.83,8.33)	(2.77,3.88,4.45)	(5,7.5,10)	(5.83,8.33,10.83)
A5	(2.5,4.32,6.14)	(5.83,8.33,10.83)	(5.83,8.33,10.42)	(8.33,10.83,12.5)	(5.83,8.33,10.83)
A6	(3.81,5.71,8.21)	(3.33,5.83,8.33)	(3.07,5.58,8.07)	(5,7.5,10)	(7.5,10,12.5)
A7	(1.93,4.21,6.48)	(4.17,6.67,9.17)	(5.38,7.69,9.61)	(7.5,10,12.5)	(7.5,10,12.5)
A8	(0.22,0.34,0.46)	(2.5,5,7.5)	(0,1.25,1.56)	(10,12.5,12.5)	(0,0,0)

Fuente: elaboración propia

Plausibilidad por experto: Integración de escenarios a largo plazo de los usos del Agua

Stakeholder	Temática	Información	Metodología	Voluntad política	Narrativa
S1	(3.98,6.36,8.52)	(5.83,8.33,10.83)	(4.5,6.34,9.04)	(6.67,9.17,11.67)	(5,7.5,10)
S2	(4.54,7.04,9.43)	(5.54,7.04,9.43)	(4.42,6.93,9.24)	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)
S3	(2.85,4.28,5.48)	(6.67,9.17,10.83)	(6.67,9.17,10.83)	(5,7.5,10)	(5,7.5,10)
S4	(0.34,0.91,1.48)	(0,0.83,1.67)	(0, 0.192, 0.385)	(5,7.5,10)	(4.17,5.83,5.83)
S5	(3.07,5.57,8.07)	(5.83,8.33,10.83)	(5.83,8.33,10.83)	(5,7.5,10)	(6.67,9.16,11.67)
S6	(5.48,7.02,7.38)	(4.17,5.83,6.67)	(1.93,3.65,5.19)	(8.75,11.25,12.5)	(6.67,8.33,8.33)
S7	(2.04,3.29,4.43)	(1.67,4.17,6.67)	(1.46,3.33,5.21)	(1.25,2.5,3.75)	(0,2.5,5)
S8	(2.5,2.5,2.5)	(7.5,10,12.5)	(4.75,7.25,9.75)	(5,7.5,10)	(7.5,10,12.5)
S9	(7.39,9.89,11.93)	(7.5,10,12.5)	(6.73,9.23,11.53)	(7.5,10,12.5)	(7.5,10,12.5)
S10	(1.25,3.06,4.89)	(2.5,5,7.5)	(2.12,4.42,6.73)		(5,7.5,10)
S11	(5.56,7.95,10.11)	(6.67,9.17,11.67)	(6.15,7.30,8.46)	(6.67,9.17,11.67)	(6.67,9.17,11.67)
S12	(0.56,1.02,1.36)	(7.5,10,11.66)	(3.125,5.03,7.083)	(5,7.5,10)	(0,0.83,1.67)
S13	(0.91,2.27,3.63)	(3.33,5,6.67)	(1.34,4.23,6.93)	(5,7.5,10)	(3.33,5.83,8.33)
S14	(4.77,5.45,6.14)	(7.5,10,11.67)	(7.5,10,11)	(6.25,8.75,11.25)	(7.5,10,12.5)
S15	(3.52,5.34,7.16)	(0,2.5,5)	(5.39,7.12,8.27)	(4.16,6.67,9.17)	(2.5,4.17,5.83)
S16	(3.04,5.34,7.62)	(4.17,6.67,9.17)	(3.75,6.25,8.75)		(5,7.5,10)

Fuente: elaboración propia

Anexo 4

Esta sección presenta los resultados del análisis matemático.

Resumen análisis del ajuste de curva: estadísticas del agua 2013

Nombre	Logística
Tipo	Regresión
Familia	Sigmoidal
Ecuación	$y = a/(1 + b*e^{-cx})$
# Indep. Vars	1
Standard Error	0.265318
Correlación Coeff. (r)	0.991394
Coeff. De determinación (r^2)	0.982862
DOF	5
AICC	-18.589248

Parámetros

	Valor	Estd Err	Rango (95% confianza)
a	8.488318	0.387169	7.493067 to 9.483569
b	2.431340	0.328865	1.585967 to 3.276714
c	0.491145	0.079416	0.286999 to 0.695292

Matriz de covarianza

	a	b	c
a	2.129457	-0.538878	-0.377665
b	-0.538878	1.536390	0.250844
c	-0.377665	0.250844	0.089596

Resumen función de Hoerl: plausibilidad de escenarios largo plazo

Nombre	Hoerl
Tipo	Regression
Familia	Power Law Family
Ecuación	$y = a * b^x * x^c$
# of Indep. Var	1
Error Estándar	0.381165
Correlación Coeff. (r)	0.984766
Coeff. de Determinación (r^2)	0.969764
DOF	13
AICC	-29.263893

Parámetros

	Valor	Estd Err	Rango (95% confianza)
a	2.809203	0.246830	2.275959 to 3.342447
b	1.017693	0.011090	0.993736 to 1.041651
c	0.338799	0.083340	0.158754 to 0.518843

Matriz de covarianza

	a	b	c
a	0.419344	0.013209	-0.125561
b	0.013209	0.000846	-0.006026
c	-0.125561	-0.006026	0.047806