



CUMBRE DE  
FONDOS DE  
AGUA

NO HAY AGUA QUE PERDER

**Managing uncertainty: Adaptive  
planning and non-regret  
decisions. Learnings from  
Monterrey's case**  
Rodrigo Crespo-Elizondo



## Contexto

- En enero de 2016, el nuevo gobernador de N.L. solicitó la opinión del FAMM acerca de la conveniencia de cancelar el proyecto Monterrey VI, y de la concesión de 15 m<sup>3</sup>/s del Pánuco.
- La respuesta del FAMM fue la necesidad de ampliar la visión a un tema de seguridad hídrica, en donde se aborden múltiples temas (gestión de riesgos por inundaciones y sequías, cultura del agua, conservación de cuencas, gestión de la demanda, etc.) y no solamente el incremento del abasto de agua.
- Así, se recomendó al Gobernador el desarrollo de un plan hídrico integral, con visión a 2050, basado en ciencia.
- El Gobernador aceptó la recomendación, y solicitó al FAMM el desarrollo del mismo.
- Sin embargo, el Gobernador solicitó al FAMM enfocar los esfuerzos iniciales a generar una recomendación puntual sobre el proyecto del Pánuco.



## Contexto

- Contexto social caracterizado por la desconfianza y confrontación; (“temperatura social” muy alta).
- Se tiende a sobre simplificar la situación. Todos tienen LA SOLUCIÓN óptima.
- Incertidumbre profunda en varios temas críticos (agua subterránea, demanda futura, cambio climático, etc.) y falta de análisis técnico
- Apertura por parte del gobierno del Estado y del operador de agua (SADM).



## Contexto

El desarrollo del PHNL2050 se elaboró en dos etapas:



### Primera etapa

Enfocada analizar las alternativas para aumentar el abasto de agua:

- ¿Se necesita el Pánuco?
- Recomendaciones iniciales

### Segunda etapa

Enfocada a analizar opciones de demanda de agua, riesgos por inundaciones y sequías, cultura de agua, conservación de cuencas, etc.

- Plan Hídrico N.L. 2050



## El desarrollo del Plan Hídrico N.L. 2050

Se trabajó de forma simultánea con el Tec de Monterrey, la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), el RAND Corporation, firmas de consultoría y consultores independientes.

Se realizaron más de 30 encuentros con expertos de SADM, CONAGUA, de la sociedad civil e interesados.

El abasto del sistema del operador de agua, y los riesgos por inundaciones concentraron la mayor parte de los esfuerzos, abarcando muchos otros temas con menor profundidad.

El plan adaptativo de expansión de la infraestructura del sistema de SADM se realizó en colaboración con el Tec de Monterrey, el RAND Corporation y el FAMM.





# El objetivo

## Un plan “a prueba de balas”

Que cumpliera con una serie de características como: basado en datos y ciencia; transparente; dinámico; metodologías que son estado del arte; exhaustivo; visión de largo plazo (2050); etc.



# Preguntas clave

## 1. ¿Cuánta agua tiene el sistema de SADM?

Calculamos la oferta sostenible de cada una de las fuentes de agua del sistema, tanto de fuentes subterráneas, como de superficiales

## 2. ¿Cuánta agua va a demandar a través del tiempo?

Utilizamos la base de datos de SADM (1,200,000 tomas, datos mensuales, período 2002 – 2015), así como las extracciones de las fuentes, desarrollamos modelos econométricos y generamos 25 mil escenarios de demanda futura de agua

## 3. ¿Cuáles alternativas técnica y financieramente factibles existen?

De un universo inicial de 32 alternativas de abasto, se filtraron, quedando 15 alternativas factibles.



## Oferta sostenible

Fuente	Oferta sostenible			Concesiones (m3/s)
	95%	97%	99%	
Pozos del AMM*	0.88	0.88	0.88	0.97
Campo Mina*	0.43	0.43	0.43	0.84
Campo Buenos Aires*	1.80	1.80	1.80	1.99
Huajuco (Santiago)*	0.81	0.81	0.81	1.10
La Estanzuela**	0.20	0.20	0.20	0.20
Elizondo**	0.06	0.06	0.06	0.06
Presa La Boca*	0.81	0.73	0.66	0.92
Presa Cerro Prieto*	3.78	3.63	3.43	5.33
Presa El Cuchillo <sup>1</sup>	4.78	4.78	3.47	4.78
<b>Total</b>	<b>13.55</b>	<b>13.32</b>	<b>11.74</b>	<b>16.19</b>

### Confiabilidad del sistema:

Fracción del tiempo en que la demanda de agua potable es satisfecha completamente.



Limitado por la recarga natural



Limitado por la asignación de CONAGUA



### Para el caso del Cuchillo

Está limitado por el volumen asignado por CONAGUA. Al 97% de confianza puede aportar 5.74 m3/s

Nota 1: Los cálculos toman en cuenta los compromisos actuales relacionados a los derechos de otros usuarios (incluyendo distritos de riego) y los compromisos derivados del acuerdo entre N.L. y Tamaulipas.

Nota 2: Los cálculos oficiales publicados en 2010 estimaban una oferta firme de 12.2 m3/s al 99% de confiabilidad.

### Oferta firme sustentable:

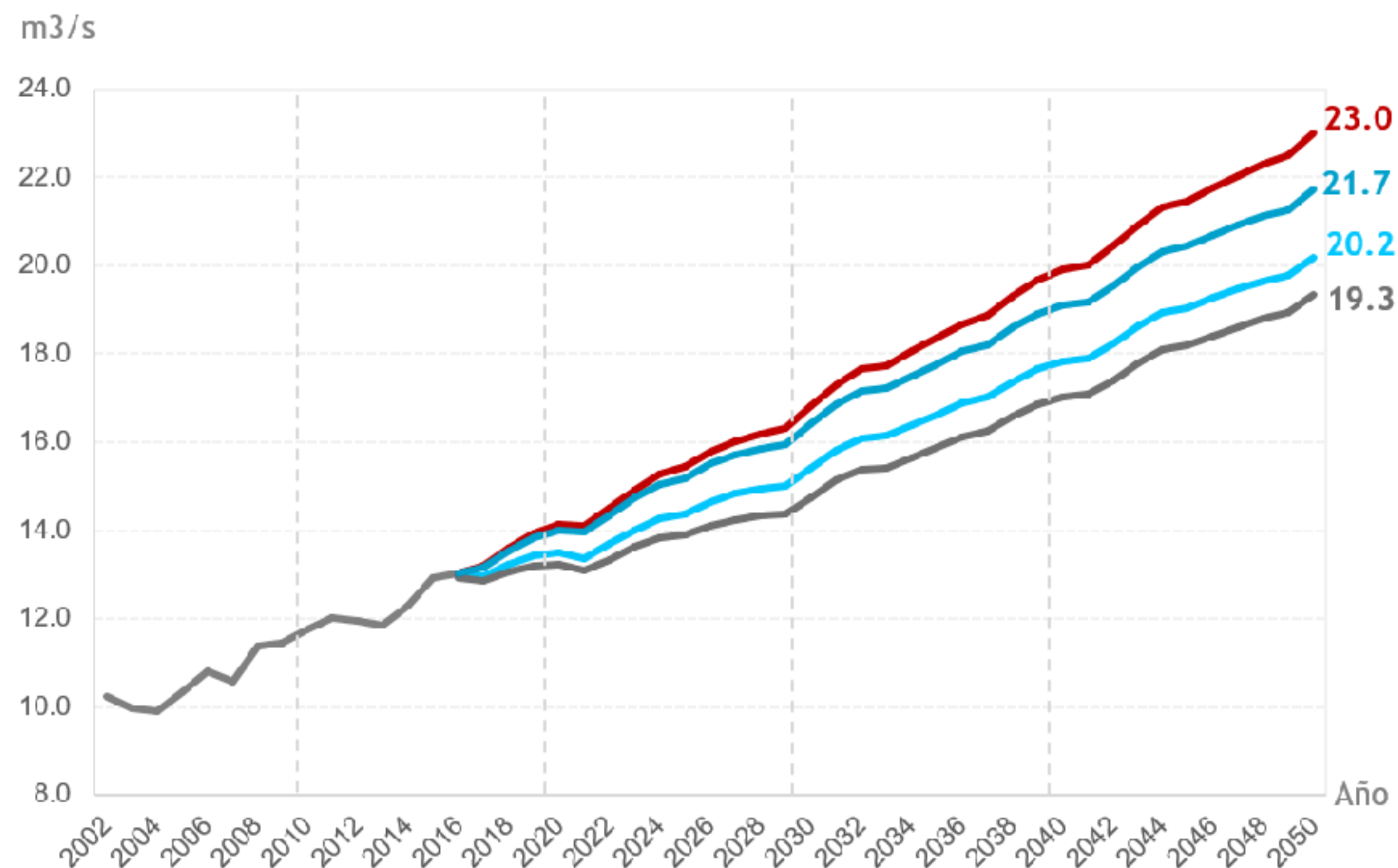
Volumen explotable de las fuentes a ciertos niveles de confiabilidad, sin afectar a las propias fuentes.





# Pronósticos de demanda

Año	Escenarios de agua no contabilizada			
	ANC = 18%	22%	29%	35%
2020	13.20	13.50	14.00	14.10
2025	13.90	14.40	15.20	15.40
2030	14.80	15.40	16.40	16.80
2035	15.90	16.60	17.80	18.40
2040	17.00	17.80	19.10	19.90
2045	18.20	19.00	20.40	21.50
2050	19.30	20.20	21.70	23.00



El agua no contabilizada es un aspecto crítico para el sistema de SADM.

Su reducción se traduciría de forma directa en una reducción significativa de costos de inversión y operación

\* Agua no contabilizada: fugas, clandestinaje, errores de medición



# Alternativas de abasto

ALTERNATIVA	Gasto (m3/s)	Robustez
1. Presa Vicente Guerrero	5.0	Mediana
2. Pánuco - Mty	5.0	Alta
3. Desaladora	5.0	Muy alta
4. Cuchillo II	5.0	Baja
5. Pozos Ballesteros	0.5	Baja
6. Pozo Obispado	0.1	Baja
7. Pozos Pajonal	0.3	Baja
8. Subálveo la Unión	0.5	Baja
9. Subálveo río Conchos	0.5	Baja
10. Subálveo río Pilon Chapotal	0.3	Baja
11. Túnel San Francisco II	0.3	Baja
12. Pozos Mty - Contry	0.1	Baja
13. Presa la Libertad	1.5	Baja
14. Reducción de ANC	1.0	Muy Alta
15. Inyección inducida	1.0	Muy Alta



# Robust Decision Making

Generamos un número significativo de escenarios, que al combinarlos sumaron más de 800 millones de escenarios futuros; y a través de algoritmos de “*machine learning*” se obtuvieron los portafolios, que garantizaran el 97% de confiabilidad del sistema de SADM, minimizando costos, en la mayor cantidad de futuros posibles. No buscamos estimar el “portafolio óptimo”, sino minimizar el arrepentimiento futuro.

INCERTIDUMBRES	# ESCENARIOS	NOTAS
ESCENARIOS DE DEMANDA	25,000	Crecimiento económico, poblacional y densificación
ESCENARIOS HIDROLÓGICOS	70	Cambios hidrológicas en diferentes fuentes
ESCENARIOS DE AGUA SUBTERRÁNEA	648	Rango de -30% a 30% de disponibilidad
ESCENARIOS DE COSTOS DE DESALACIÓN	648	Rango de -30% a 0% de costos



## Algunos retos

**Simplificar los mensajes técnicos para los tomadores de decisión, sin perder los elementos técnicos más relevantes.**







## Algunos retos

### Transparencia, participación – solidez técnica y rapidez

Nos dieron tres meses para definir nuestra postura respecto a la fuente de abasto del río Pánuco. En función de ello, diseñamos un proceso controlado de participación, enfocado en un inicio exclusivamente al tema de abasto de agua (sistema de SADM).

Algunos actores querían más interacción, protagonismo, etc., sin embargo, la escases de tiempo definió en gran medida los espacios de participación, que por otro lado, ayudaron a mantener un orden en los diálogos, y considerar todas las opiniones.

La fortaleza técnica es indispensable, pero no suficiente. Cómo se lleve a cabo el proceso es igualmente importante.



## Algunas consideraciones

- Los análisis realizados constituyen un proceso de toma de decisión, no documento de investigación *per se*.
- El portafolio robusto no es estático o escrito en piedra; es un proceso dinámico que se debe de revisar y actualizar de forma periódica (ej. cada 5 años).
- La identificación de nuevas alternativas, cambios en las disponibilidades de las distintas fuentes, o cambios en los costos relativos pueden modificar los resultados de forma significativa.
- Ante diferentes datos, o dudas respecto a ciertas variables, siempre proceder de forma conservadora.



## Algunas consideraciones

- La riqueza del análisis no solo está en función del número de escenarios, sino de la forma en que fueron desarrollados dichos escenarios.
- El proceso de socialización de los resultados, también enriqueció el análisis técnico (ej. % de agua no contabilizada).
- Es fundamental dejar claramente establecidos cuáles son los supuestos de los análisis.
- La inclusión de millones de escenarios ayuda a reducir las críticas y los argumentos de tipo: “y por qué no consideraron...”
- El capital “reputacional” es fundamental. Aliarnos con instituciones como el Tec de Monterrey, RAND Corporation y la UANL, sin duda robustecen la credibilidad de los análisis.

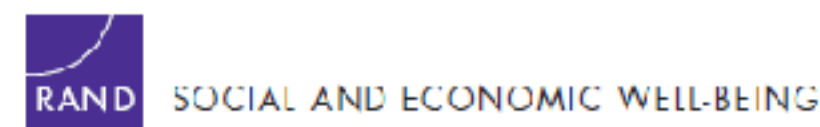




# Mayores detalles en



Monterrey, Mexico's third largest metropolitan area, faces future water security challenges as the region grows. Fondo de Agua Metropolitano de Monterrey (FAMM) commissioned staff from Tecnológico de Monterrey in partnership with the RAND Corporation to conduct an analysis of the long term trends and vulnerabilities to water management in Monterrey and to help design a long term robust water strategy for City of Monterrey. The study documented in this report uses the Robust Decision Making (RDM) framework to organize the analysis and was carried out in close collaboration with Monterrey's water planning community. The results of the initial assessment of vulnerabilities showed that the current capacity of Monterrey's water system is not sufficient to sustain current reliability levels in the short, medium, or long term. Increases in water demand will reduce the reliability of the system below current levels (i.e., 97 percent); the same is true for declines in water availability across current source basins and groundwater sources. These results confirm the intuition and previous analysis of local stakeholders regarding the need for expanding the supply capacities of the current system. If nothing is done to expand the capacities of the system—or to make it more efficient—the reliability of Monterrey's water system is likely to progressively erode in the coming years.



[www.rand.org](http://www.rand.org)

\$29.00



RR30173AMM

Developing a Robust Water Strategy for Monterrey, Mexico

Molina-Perez et al.

RAND



## Developing a Robust Water Strategy for Monterrey, Mexico

Diversification and Adaptation for Coping with Climate, Economic, and Technological Uncertainties

Edmundo Molina-Perez, David G. Groves, Steven W. Popper, Aldo I. Ramirez, Rodrigo Crespo-Elizondo







- Dr. Strange: I went forward in time to view alternate futures. To see all the possible outcomes of the coming conflict.
- Peter Quill: How many did you see?
- Sr. Strange: 14,000,605
- Tony Stark: How many did we win?
- Dr. Strange: One.







CUMBRE DE  
FONDOS DE  
AGUA

NO HAY AGUA QUE PERDER

**¡Gracias!**

Rodrigo Crespo Elizondo  
rodrigo.crespo@famm.mx  
famm.mx