

Título de la obra:

**APLICACIÓN DEL MÉTODO DELPHI AL 2050 EN RECURSOS HÍDRICOS**

Roberto Aguilar Gómez

**Ministro de Educación**

Pedro Crespo Alvizuri

**Viceministro de Ciencia y Tecnología**

Roberto Sánchez Saravia

**Director General de Ciencia y Tecnología**

Rodrigo Hoz de Vila Barbero

**Jefe de Unidad de Ciencia y Tecnología**

**Autor**

Ministerio de Educación

**Coordinadores**

Diego Coca Valdez

Danny Reynoso Siles

**Fotografías**

Agua Sustentable

El número de la edición

Depósito Legal.

**Diseño e Impresión**

SiGraf

Servicio de Impresión Gráfica



# Contenido

	Pág.
<b>Prólogo</b>	
<b>Presentación</b>	
<b>Capítulo 1.</b> Estado de Situación del Agua en Bolivia: Paula Pacheco y Ana Lía Gonzales.	11
<b>Capítulo 2.</b> Forecasting y Prospectiva: Dos alternativas complementarias para adelantarnos al futuro: Francisco José Mojica.	21
<b>Capítulo 3.</b> Estudio Exploratorio del Futuro sobre los Recursos Hídricos al 2050.	45
<b>Capítulo 4.</b> Lineamientos para la construcción de una agenda de Investigación Científica y Tecnológica en Recursos Hídricos.	63
<b>ANEXOS</b>	
Anexo 1: Lista de expertos	70
Anexo 2: Encuesta	72



# Prólogo

Los estudios de futuro están avocados a contemplar sistemas socio económicos por naturaleza complejos y a abordar situaciones de baja, alta y muy alta complejidad y por lo tanto a afrontar situaciones de diferente complejidad.

A mi juicio, este razonamiento nos permite señalar los ámbitos del “forecasting” y de la “prospectiva”. Al analizar el futuro por medio del forecasting estamos asumiendo que tenemos información y por lo tanto buenas razones para servirnos de las leyes de probabilidad. Michel Godet, muy cauteloso, explica sin embargo que los resultados del forecasting solo nos autoriza a “reducir la incertidumbre”.

La prospectiva, por su parte, se siente muy tranquila en aguas de mayor incertidumbre y en ámbitos de alta turbulencia porque no pretende probabilizar los eventos del futuro sino entrar en él mediante “el arte de la conjetura” y construir la mejor opción que encuentre, después de examinar las más importantes.

El presente estudio, sobre tendencias y escenarios al 2050 en recursos hídricos, a mi juicio se constituye en un poderoso instrumento para mirar el futuro, logra identificar escenarios y tendencias, además de acciones para construir ese futuro deseado.

Metodológicamente considero que se hizo un excelente trabajo futurista sobre el agua, obviamente, esta mirada se puede enriquecer desde la óptica de la prospectiva “voluntarista” para abordar temas más específicos, de pronto el siguiente paso será realizar estudios más específicos, por ejemplo Prospectiva Tecnológica para el Tratamiento de Aguas Contaminadas.

*Dr. Francisco José Mojica*

Director del Centro de Pensamiento Estratégico y Prospectiva  
UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA



# Presentación

El Ministerio de Educación, a través el Viceministerio de Ciencia y Tecnología en coordinación con el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, la Red Nacional de Investigadores en Recursos Hídricos y científicos independientes, desarrollaron el presente estudio sobre el futuro del Agua al 2050, cuyo objetivo fue identificar escenarios y tendencias al 2050 sobre recursos hídricos en Bolivia, para establecer acciones en el corto, mediano y largo plazo, con énfasis en la investigación científica y tecnológica. El estudio combina las actividades de investigación, establecidas mediante un diálogo entre científicos y responsables de las políticas, incorpora una difusión sistemática de ideas entre los panelistas, tal como lo establece el método Delphi.

En ese entendido, examinar el futuro se ha convertido en una actividad rutinaria en muchos países, ya no se trata solamente de ciencia ficción, sino se constituye en una herramienta estratégica que permite adelantarnos al futuro. Existen muchos futuros probables, que dependen de las acciones y decisiones del presente. Gracias a los estudio prospectivos en el mundo, los científicos han avanzado en indagar el futuro, visualizando cambios principalmente en el área de la tecnología, como los vehículos de "células de combustión"; la modificación genética de las especies vivas, para el 2020; los robots inteligentes, en 2022; la terapia genética en 2024; y los órganos artificiales vinculados al sistema nervioso.

En el caso particular de este estudio, referido al futuro de los recursos hídricos en Bolivia, se muestran resultados muy importantes que deben ser tomados en cuenta para la implementación de proyectos de investigación estratégica en Bolivia. Un tema fundamental es sin duda el fortalecimiento de la investigación científica y tecnológica, mediante la implementación de postgrados a nivel nacional en recursos hídricos, la recuperación e incorporación de saberes locales y ancestrales en las estrategias de lucha contra el cambio climático y la conformación de una adecuada base de datos.

Finalmente, agradecer a los investigadores que fueron parte del Panel de Expertos por su aporte a este estudio.

Roberto Aguilar Gómez  
MINISTRO DE EDUCACIÓN  
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



# ***Es posible construir escenarios de futuro para el Agua?***

Cómo vernos en el futuro?... La vida del planeta está destinada por las acciones de los últimos años, generando una visión "apocalíptica".

Los tratados globalizantes respecto a los cambios climáticos, no han sido un paliativo para la arremetida de la producción irracional como paradigma de la modernidad.

Proponer escenarios de futuro para varios temas a partir del pensamiento experto de científicos y dedicados a dichos temas, usando el método DELPHY, esta constituyéndose desde varios años en una medida para proponer políticas.

El agua más que un recurso es un derecho humano: su acceso, su preservación, su cuidado, su uso racional... es la mejor herencia que debemos dejar a las siguientes generaciones.

El retroceso de los glaciares y la calidad del agua están ligados a esta gran problemática que debe seguir siendo estudiada con seriedad e investigada por más centros de investigación.

Si bien el retroceso de los glaciares parece irreversible, su cinética podría aminorarse, cambiando culturalmente el método civilizatorio impuesto.

Acompañando al problema, está la falta de un mayor número de Talentos Humanos en estos temas, valorando el trabajo de los dedicados a esta titánica labor.

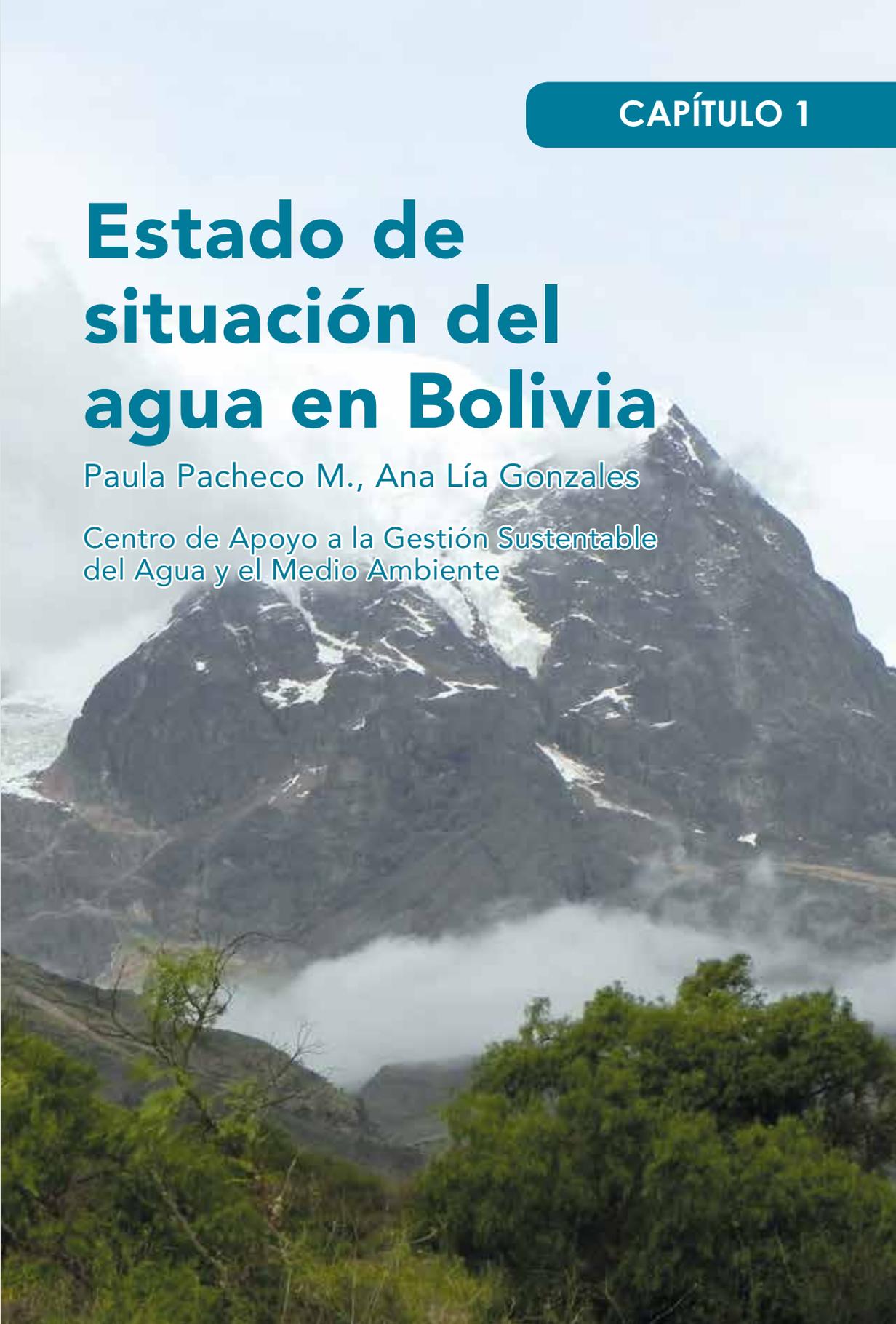
Pedro Crespo Alvizuri  
VICEMINISTRO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



# Estado de situación del agua en Bolivia

Paula Pacheco M., Ana Lía Gonzales

Centro de Apoyo a la Gestión Sustentable  
del Agua y el Medio Ambiente





## Marco legal, normativa y políticas.

La Constitución Política del Estado Plurinacional incluye un capítulo relacionado específicamente al recurso agua, considerado como un recurso fundamental para la vida. Se valora además al agua como un recurso finito, vulnerable y estratégico, especialmente glaciares, humedales y aguas fósiles como prioritarios para su protección.

El año 2012, se promulga la Ley Marco de La Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir bien cuyo objeto es establecer la visión y los fundamentos del desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra para Vivir Bien. Esta ley también contiene un artículo específico que promueve la garantía del derecho al agua para la vida y protege al recurso de la mercantilización y el aprovechamiento no sustentable. Así mismo, la ley establece la creación de tres Mecanismos para la gestión de la adaptación y la mitigación climática: 1. Mecanismo Conjunto de Mitigación y Adaptación para el Manejo Integral de los Bosques y la Madre Tierra, 2. Mecanismo de Mitigación para Vivir Bien y el 3. Mecanismo de Adaptación para Vivir Bien. Precisamente este último mecanismo prioriza acciones en los recursos hídricos, la seguridad alimentaria, la gestión del riesgo, la educación y salud.

Actualmente, se encuentra en proceso de construcción la Política Plurinacional de cambio climático para vivir bien bajo la necesidad de que acciones concretas de los órganos públicos y de las comunidades ante el cambio climático, las mismas que podrían desarrollarse en el marco de políticas y planes (APMT, 2014).

A nivel Departamental, en su mayoría, los planes de desarrollo departamentales consideran al agua como un recurso primordial, varios de los departamentos además tienen construido un plan de cuencas que define acciones prioritarias para la conservación del recurso. Por su parte, el Gobierno Departamental de La Paz, bajo el documento llamado "Pacto por La Paz", incluye dentro de sus 14 puntos el lograr el acceso y disponibilidad sustentable de los recursos hídricos.

A futuro, la agenda Patriótica 2025, define 13 pilares de la Bolivia Digna y Soberana, en la cual, en varios de los puntos establece la importancia de la garantía del acceso al agua para todos, eficiencia en su manejo para el riego y la seguridad alimentaria.

En el marco de las metas trazadas a nivel gobierno central, se crean varios programas relacionados al recurso hídrico entre ellos: a) Programa Más inversión para el agua (Mi Agua), tiene como fin garantizar la soberanía alimentaria, incrementar la producción y productividad y mejorar las condiciones de vida de la población. b) El programa "Mi Riego" permite consolidar proyectos de acceso al agua para mejorar las condiciones productivas en el campo. c) El Plan Nacional de cuencas, se encarga de promover y fortalecer la GIRH (Gestión Integrada de Recursos Hídricos) y el Manejo Integral de Cuencas promoviendo el desarrollo de conocimientos, estructuras organizativas y

APMT (Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra)

sociales de gestión del agua, entre otros programas nacionales del sector.

### **Estado y problemática del agua en la región y Bolivia.**

Situada en la posición 20 entre los países con mayor disponibilidad de agua en el mundo, Bolivia tiene una gran disponibilidad de agua dulce. Sin embargo, su potencial hídrico en sus cuatro macrocuencas, tanto superficial como subterráneo, no ha sido completamente determinado ni explorado. La distribución espacial y temporal de este importante recurso no es homogénea en todo el territorio nacional. Existen zonas donde se halla una mayor disponibilidad de agua, con altas precipitaciones anuales, pero en casi la mitad del territorio este recurso es escaso.

Bolivia es simultáneamente un país de aguas arriba y de aguas abajo. Como país aguas arriba, sus aguas escurren hacia los países vecinos a través de las macrocuencas del río Amazonas (Brasil), del Río de la Plata (Argentina y Paraguay) y del Océano Pacífico (Chile). También recibe aguas abajo en la macrocuenca del Altiplano o endorreica, específicamente en el lago Titicaca (Perú) y los ríos Mauri (Maure en Perú) y Lauca (Chile), y en la macrocuenca amazónica, a través del río Madre de Dios (Perú). Por eso, lo que se decida sobre aguas arriba tendrá una incidencia directa en el momento que se negocie aguas abajo. Además, el continuo incremento de la demanda del recurso hídrico, especialmente en la industria minera, la agricultura e hidroenergética de los países vecinos, está causando conflictos hídricos transfronterizos (Urquidi, 2013).

### **Disponibilidad de agua en Bolivia.**

La disponibilidad de agua en Bolivia está directamente relacionada con su posición geográfica en la zona ecuatorial septentrional y con las condiciones climáticas existentes en las diferentes unidades hidrográficas. La distribución de la precipitación no es homogénea en todo el país, siendo este factor el determinante para la disponibilidad de agua. La Cuenca amazónica recibe el doble de precipitación (1.814 mm/año) que la del Río De La Plata (854 mm/año) y cuatro veces más que la del Altiplano (421 mm/año) (Balance Hídrico de Bolivia, 1990).

Los caudales anuales de los principales ríos tienen importantes variaciones que dependen también de los cambios de los parámetros del clima. Los datos de evapotranspiración son un indicador de aridez de las distintas regiones del país, así las regiones de la Cordillera Occidental y el Altiplano Boliviano son las más áridas del país y los llanos orientales cubiertos con un contenido alto de vegetación son las zonas más húmedas con los valores más altos de evapotranspiración.

A escala nacional, se estima la oferta de agua (agua azul) en más de 500.000 Mm<sup>3</sup>/año y la demanda actual es alrededor de 2.000 Mm<sup>3</sup>/año. Sin embargo, la variabilidad espacial y temporal de las condiciones climáticas, descritas anteriormente, es elevada y con frecuentes sucesos hidrológicos y meteorológicos extremos, como lluvias intensas, sequías, granizadas,

nevadas, heladas, etc.

Asimismo, los mayores asentamientos humanos y sus actividades productivas están concentrados en las regiones de menor precipitación pluvial del país, lo que, paradójicamente, genera escasez crónica de agua en varias áreas, problema que es agravado por la falta de obras de regulación plurianual. La cabecera de las cuatro macrocuencas del país está en la región occidental o andina (38% del territorio nacional), donde llueve menos y donde vive alrededor de 70% de la población nacional.

En cuanto a la disponibilidad de aguas superficiales, se estima que por la macrocuenca del Amazonas fluyen 180.000 millones de metros cúbicos al año ( $\text{Mm}^3/\text{año}$ ), por la macrocuenca del Plata 22,000  $\text{Mm}^3/\text{año}$ , y por la macrocuenca Cerrada o Endorreica cerca de 1.650  $\text{Mm}^3/\text{año}$  (Montes de Oca, 2005).

### **Usos y calidad de los Recursos Hídricos.**

El riego para la agricultura con canales y acequias abiertas es el mayor consumidor del agua en Bolivia, siendo alrededor de 94% de la demanda total. El agua para consumo humano ocupa el segundo lugar, con una demanda estimada de 104,5  $\text{Mm}^3/\text{año}$ . El mayor consumo de agua en las zonas urbanas es doméstico y sólo cinco de las nueve ciudades capitales de departamento cuentan con servicio de agua potable permanente las 24 horas del día. En el área rural se tienen muchas dificultades de abastecimiento de agua potable especialmente por la dispersión poblacional.

Por otro lado, los recursos hídricos no consuntivos están en 8.000 km de ríos navegables (vías fluviales o hidrovías), la mayoría ubicados en el sistema fluvial amazónico y la hidrovía Paraguay-Paraná.

La industria y la minería son los otros usuarios importantes de agua con 31,5  $\text{Mm}^3/\text{año}$ , lo que equivale a 1% de la demanda total del país.

En cuanto a la calidad del agua, la actividad minera, la industrial y la ciudadana en las grandes ciudades originan la contaminación de cursos de agua importantes, que luego son utilizados aguas abajo principalmente en actividades agrícolas. En estos ríos, la carga contaminante es extremadamente grande, y los valores de materia orgánica están por encima de 100 mg/l. La minería genera un drenaje de ácido de rocas (DAR) con metales pesados que es difícil de controlar en los sistemas hídricos superficiales y subterráneos.

En los cursos de agua mayores de la vertiente amazónica, el deterioro de la calidad del agua se manifiesta por la elevada concentración de sedimentos, originados por los procesos de erosión laminar y movimiento de masas en las cuencas altas, así como por los altos niveles de concentración de sustancias utilizadas en la explotación aurífera. La misma situación se presenta en los ríos de la vertiente De La Plata, donde la actividad minera es predominantemente por la explotación de estaño, zinc y plomo.

## **Disponibilidad de agua subterránea.**

El mayor porcentaje del abastecimiento de agua potable y agua de riego en las zonas rurales y urbanas proviene de acuíferos subterráneos. La disponibilidad de aguas subterráneas depende de varios factores, como la naturaleza de las rocas por donde fluyen los acuíferos, es decir, el tipo de roca, ya sean éstas sedimentarias o rocas ígneas efusivas altamente fracturadas. También depende de las condiciones hidrodinámicas y las condiciones de carga y recarga. La calidad de las aguas subterráneas tiene una relación directa con los volúmenes de precipitaciones de lluvia, así como con el tipo y la composición de las rocas donde se aloja o acumula el agua de lluvia o de deshielos luego de percolar hacia ellas. Se estima que los acuíferos con mayor potencial se encuentran en las provincias hidrogeológicas de la vertiente Amazonas, del Pantanal-Chaco Boreal y del Altiplano Norte.

## **Cambio Climático y su impacto sobre los Recursos Hídricos.**

El sistema de recursos hídricos es muy sensible al cambio y la variabilidad climática. El cambio climático tiene un gran impacto en la precipitación, inundaciones y la disponibilidad del agua en general, especialmente en los ríos. Además, este cambio afecta directa o indirectamente a la biodiversidad, la producción de alimentos, salud, etc. El análisis de estos impactos es muy importante para la planificación en cuanto a los recursos hídricos. Sin embargo, la falta de datos continuos y de periodos largos hace más difícil un buen análisis de los impactos del cambio climático en el agua.

### **i) Precipitación.**

Siendo Bolivia un país tan heterogéneo, es difícil mostrar una tendencia generalizada para la precipitación en el país, sin embargo, estudios en diferentes regiones nos dan un indicio de la situación.

En cuanto al Altiplano, investigaciones recientes realizadas por Agua Sustentable financiados por IDRC, Canadá-Ottawa, muestran una tendencia de retraso para el principio de las lluvias y un descenso de la precipitación; observada en la mayoría de las estaciones de la región. La mayor parte de la concentración de las lluvias especialmente en el altiplano se encuentra en los meses de diciembre a marzo, por tanto, el periodo restante se acrecentan las sequías.

Francou et al. citado en (PNUD, 2011) indica que el 50% de la precipitación anual en el Altiplano cae en tres meses (diciembre-Enero-Febrero). Es en esta época que los glaciares son acumulados por la precipitación en forma de nieve.

En la precipitación de la llanura Amazónica boliviana se resalta la poca evidencia de una tendencia de cambio a nivel anual durante el periodo 1946-2010. Sin embargo, se observa una moderada tendencia de incremento durante el pico de la estación húmeda que es más clara en las estaciones de la región centro y sur de la llanura, y una evidencia moderada a alta de

decremento de la precipitación en uno o más meses de la estación seca en el norte de la llanura amazónica boliviana a partir de finales de la década de 1970. Este comportamiento diferenciado entre las regiones norte y sur hacia una disminución de precipitación en el norte, ha sido observado en toda la cuenca Amazónica por otros autores, como Marengo (2004) y Nobre (2001) citados en Castel et al. 2013.

## **ii) Temperatura.**

La mayoría de los modelos climáticos tanto globales como regionales predicen un aumento de temperatura para el 2030 y el 2050. Los modelos escalados también llegan a la misma conclusión para toda Bolivia variando entre un rango de 0,5°C a 1,5°C para el 2030 (J. Molina, 2014).

## **iii) Impactos en la disponibilidad del agua.**

Es necesario mencionar que si bien el cambio climático es un fenómeno global, los impactos deben ser estimados a nivel local. De forma generalizada, el cambio climático cambiará significativamente la variabilidad inter-anual de los caudales de los ríos del país. Por ejemplo, en el estudio efectuado por Molina et al. 2014, señala que en el periodo 1965-1990 en comparación al 1991-2012 hubo una tendencia de disminución del caudal en el sistema TDPS debido a tres principales razones: disminución del aporte del lago Titicaca, disminución de la precipitación e incremento de la demanda del agua.

Por otro lado, la evapotranspiración aumentará en todo el territorio de Bolivia, debido al incremento de las temperaturas que afecta al requerimiento de agua en la agricultura.

## **iv) Impactos por inundaciones y sequías.**

El Agua es el medio por el cual se perciben eventos extremos con afectaciones en los medios de vida. Los eventos que más han afectado a la población boliviana durante la última década y a su vez están relacionados con el agua, según la mayor o menor cantidad de la misma, son las inundaciones y sequías.

En nuestro país se presentan inundaciones lentas o de tipo aluvial y las inundaciones súbitas o rápidas, este tipo de inundaciones se las conoce comúnmente con el nombre de Riada en las regiones de los valles y altiplano. A su vez, el aumento del caudal en un cauce de manera violenta en ríos de la amazonia se lo denomina como Turbión (Catálogo de las Principales Amenazas de Bolivia, 2013). Estos tipos de inundaciones se presentan con mayor frecuencia en la época de lluvias (meses de octubre a marzo de una siguiente gestión).

Por otro lado, entre los eventos de tipo climatológico se encuentran las sequías. El tipo de sequía que se tiene en los registros históricos es la socioeconómica, ya que ocurre cuando la demanda de agua de un grupo social, en un lugar determinado excede el suministro, es decir: es una combinación entre disminución de la precipitación y el crecimiento de las necesidades de la población o de las actividades productivas, de la eficiencia

en el uso del agua y de la tecnología disponible (OND, 2013).

En los últimos 10 años, se han presentado 1.799 episodios de inundaciones y 681 sequías (OND, 2013). Estos valores corresponden respectivamente al 38% y 14% del total de 4.770 eventos extremos reportados a nivel nacional.

Datos de las afectaciones de la ocurrencia de inundaciones y sequías en el periodo 2002 a 2012, evidencian que la sequía afecta principalmente al ganado camélido.

Éstos eventos ocasionan impactos económicos significativos para el país. Por ejemplo, las inundaciones causadas por El Niño 2007 y La Niña 2008 dejaron pérdidas económicas por US\$704 millones en la infraestructura pública (Arenas, 2014).

### **i) Impactos en la agricultura.**

La demanda de la agricultura, particularmente para riego, es considerablemente más sensible al cambio climático y se vuelve más crítica para los cultivos mientras las condiciones muestren una tendencia a mayor temperatura y sequedad (IPCC, 2001b). La variabilidad climática, directamente afecta a la producción agrícola, pequeños cambios en el clima inducen grandes cambios en riesgos agrícolas especialmente en la región andina.

Los agricultores de subsistencia, suelos a secano y los cultivos que ya se encuentran a su nivel máximo de tolerancia son los más vulnerables al cambio climático (IPCC, 2001b). En Bolivia, la mayoría de la población agrícola está compuesta por agricultura de subsistencia.

Los cambios en la precipitación y la temperatura y por lo tanto en la evapotranspiración tienen un efecto directo en el uso del agua para la producción. El nivel de rendimiento de los cultivos además es afectado por el incremento de plagas y enfermedades inducido por el aumento de la temperatura.

### **v) Impactos en los glaciares.**

Los resultados obtenidos en el inventario de glaciares realizado por Ramirez 2012, muestran que las pérdidas de superficie glaciar desde los años 80 son similares en toda la región: Cordillera Apolobamba (40.09%), Cordillera Tres Cruces (27.29%) y Cordillera Real (37.40%).

Los glaciares andinos Sajama, Mururata e Illimani presentan un acelerado derretimiento. El Mururata ha experimentado cambios en su extensión los últimos 50 años en aproximadamente 20%, siendo el retroceso más acelerado desde los años 70. En los últimos 46 años, el glaciar Illimani ha perdido aproximadamente el 21% de su superficie. Mientras el Sajama también se ha visto afectado con un pérdida de superficie de aproximadamente del 53% en los últimos 15 años (Agua Sustentable 2014).

El paulatino retroceso de los glaciares, provocado por el cambio climático, podría influir en la disponibilidad de agua en las cuencas que especialmente se alimentan de su deshielo, afectando a la población rural como urbana que usa estas aguas para la agricultura, ganadería y consumo humano.

La población más vulnerable, por su estrecha relación con el manejo del agua, han resultado ser las mujeres afectadas por la falta de agua para riego, preparación de alimentos, limpieza e higiene.

### **Potencialidades.**

Bajo la situación vulnerable de los recursos hídricos ante el cambio climático, es necesario fortalecer las capacidad de investigación sobre el tema de forma aplicada, no solo con el involucramiento de los investigadores si no participativamente con los actores de cada región, quienes pueden aportar con el conocimiento tradicional tanto del clima y su situación, así como de soluciones de adaptación frente al cambio climático. Cada vez se hace más notoria la necesidad de traducir los resultados de las investigaciones para el entendimiento especialmente de poblaciones rurales quienes son los más vulnerables ante la variabilidad y el cambio climático.

### **Referencias Bibliográficas.**

Agua Sustentable 2014. Investigación y desarrollo participativo de planes de inversión y adaptación al cambio climático (Altiplano Central Boliviano). IDRC Ottawa-Canadá.

Arenas, Juan C. 2014. La economía del cambio climático en Bolivia: impactos de eventos extremos sobre infraestructura y producción agropecuaria. Apoyado por BID, CEPAL.

Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra 2014. Política Plurinacional de Cambio Climático. La Paz, Bolivia.

Castel A., Molina J., 2013. Long-term climate variability and trends in the Bolivian Amazon plain. Agua Sustentable

IPCC, 2001b: Climate Change 2001: Synthesis Report. A contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson, R.T., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 398 pp.

Llosa, J. et al. (2009) Cambio climático, crisis del agua y adaptación en las montañas andinas. Reflexión, denuncia y propuesta desde los Andes. Lima: desco: Red Ambiental Peruana, 2009. 392 p.

Montes de Oca P., I. (2005). Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. Editorial Offset Boliviana Ltda. La Paz, Bolivia

OND Observatorio Nacional de Desastres. 2013. Análisis de ocurrencia de eventos adversos de Bolivia. Gestiones 2002-2012. Viceministerio de Defensa

Civil, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 125 pág.

PNUD 2012. Tras las Huellas del Cambio Climático. La Paz, Bolivia

Ramirez R. E. 2012. Elaboración del inventario de Bofedales, lagunas glaciares y delimitación de cuencas de la Cordillera Real de los Andes en Bolivia en base a imágenes multiespectrales ALOS. Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA)

Roche, M. A. et al. (1992). Balance Hídrico Superficial. Publicación PHICAB. La Paz, Bolivia

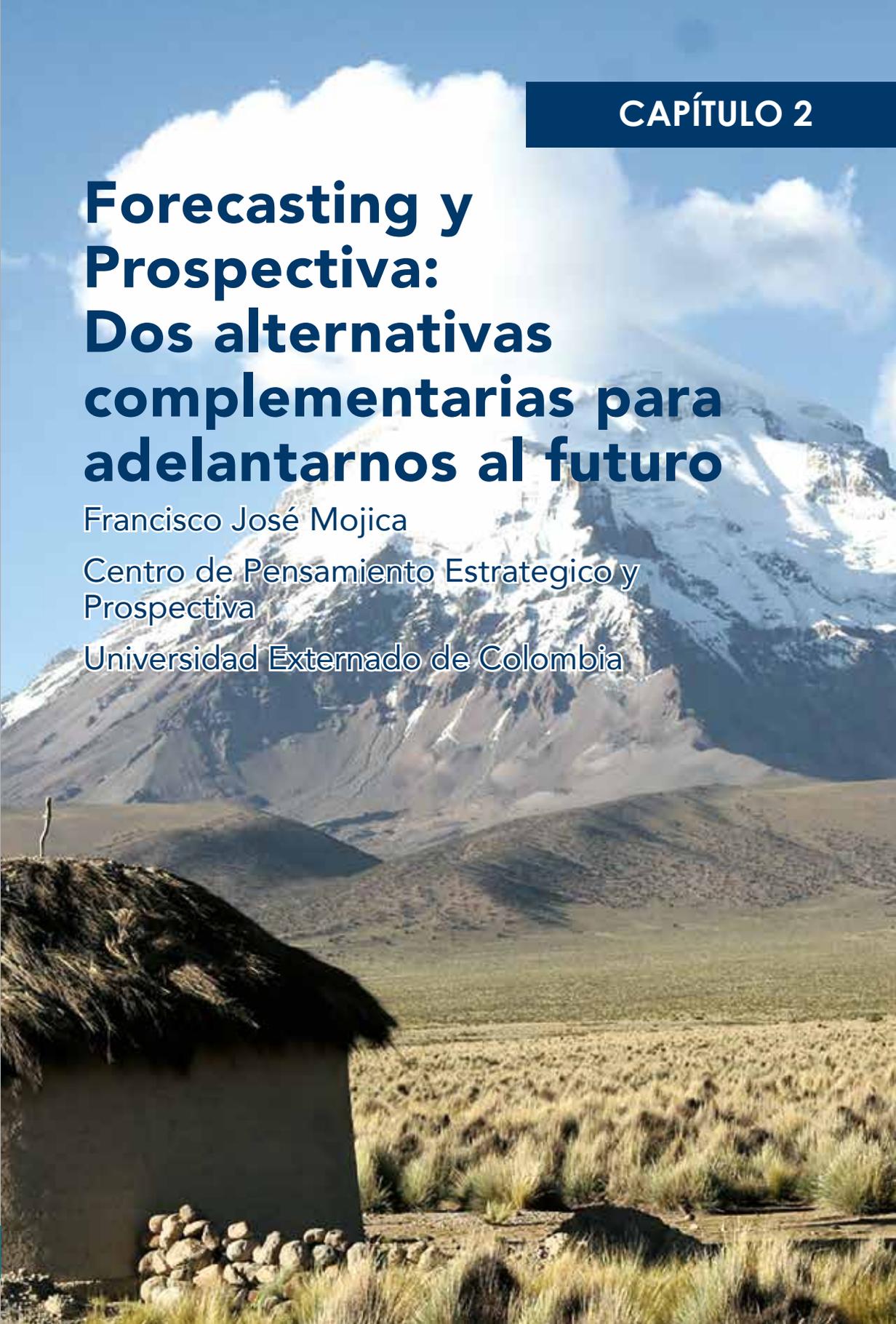
Urquidi F. 2013. Los recursos hídricos en Bolivia Un punto de vista estratégico sobre la problemática de las aguas transfronterizas

# Forecasting y Prospectiva: Dos alternativas complementarias para adelantarnos al futuro

Francisco José Mojica

Centro de Pensamiento Estratégico y  
Prospectiva

Universidad Externado de Colombia





## Forecasting y Prospectiva: Dos alternativas complementarias para adelantarnos al futuro

Actualmente, dos disciplinas estudian y analizan el futuro: el "forecasting" y la "prospectiva".

Me atrevo a hacer esta clasificación, un poco dicotómica, en virtud de dos conceptos previos: complejidad e incertidumbre.

Concebir la realidad como un todo contextualizado donde se entremezclan los distintos fenómenos que lo conforman es el papel de la complejidad.

*"Se ha tornado fundamental conocer nuestro destino planetario, tratar de percibir y concebir el caos de eventos, interacciones y retroacciones donde se mezclan e interfieren procesos económicos, políticos, sociales, nacionales, étnicos, religiosos y mitológicos que tejen este destino. Es, por lo tanto, imprescindible, saber quiénes somos, qué nos está determinando, qué nos está amenazando, qué puede darnos luz para iluminar nuestro camino, qué podemos prever y, de esta manera, posiblemente, salvarnos"*

*Edgard Morin "La formación en la complejidad para la era planetaria"*

Pero en la medida en que tratamos de leer la realidad con el lente de la complejidad nos encontramos con otro fenómeno: la incertidumbre.

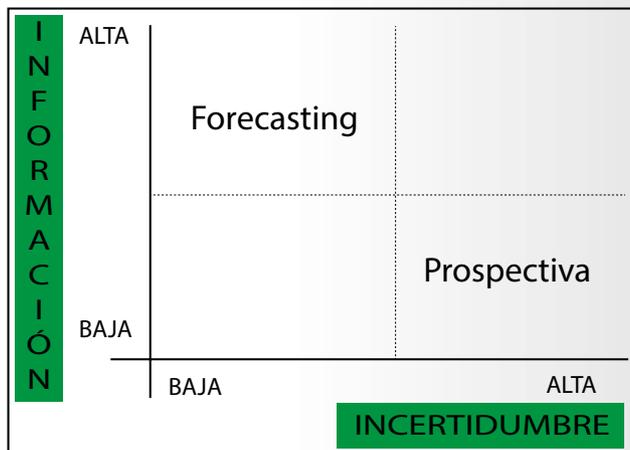
En términos de estudios de futuro se ha escrito más sobre la incertidumbre que sobre la complejidad.

Algunos estudiosos del tema como Martin Churchman sostienen que no es posible describir la complejidad de manera perfecta sino que debemos contentarnos con comprender solamente la interacción de las variables en la medida de nuestra capacidad cognoscitiva.

Pero otros analistas del tema como Donald Shon sugieren que en la interpretación de la realidad compleja pueden ocurrir dos situaciones. O conocemos las variables y este caso podemos atribuirles probabilidades de ocurrencia. O tal vez las conocemos e incluso conocemos sus consecuencias pero no podemos arriesgar probabilidades de ocurrencia. En el primer caso estamos ante una situación de riesgo. En el segundo, nos encontramos en la incertidumbre y nos hallamos nadando en las aguas de la "turbulencia".

Podríamos decir que existe una correlación negativa perfecta entre información e incertidumbre. A mayor información, menor incertidumbre y viceversa, como podemos observar en el gráfico a continuación.

### Relación entre Forecasting y Prospectiva



Fuente: elaboración propia

El corolario que de aquí se desprende es que los estudios de futuro están abocados a contemplar sistemas socio económicos por naturaleza complejos y a abordar situaciones de baja, alta y muy alta complejidad y por lo tanto a afrontar situaciones de diferente complejidad.

A mi juicio, este razonamiento nos permite señalar los ámbitos del "forecasting" y de la "prospectiva". Al analizar el futuro por medio del forecasting estamos asumiendo que tenemos información y por lo tanto buenas razones para servirnos de las leyes de probabilidad. Michel Godet, muy cauteloso, explica sin embargo que los resultados del forecasting solo nos autorizan a "reducir la incertidumbre".

La prospectiva, por su parte, se siente muy tranquila en aguas de mayor incertidumbre y en ámbitos de alta turbulencia porque no pretende predecir los eventos del futuro sino entrar en él mediante "el arte de la conjetura" y construir la mejor opción que encuentre, después de colocarlas sobre la mesa y examinar la más conveniente.

El "forecasting" es de origen norteamericano y data de los años cincuentas. La traducción en español sería "pronóstico", pero a lo largo del planeta ya está acuñada la expresión "forecasting". Existen

centros famosos de forecasting como el "Techcast" en Washington que, trabajando con expertos de alta calificación y utilizando el método "delphi", ha previsto cambios significativos en el ámbito de la tecnología, como los vehículos de "células de combustión" que estarían en el mercado en el año 2019; la biología sintética, para 2023; el "televiving", especie de televisión que haría ver la imagen virtual en tercera dimensión, 2019; los robots inteligentes, en 2026; la terapia genética en 2024; las energías alternativas (solar, eólica, geotérmica) en 2025 y los órganos artificiales vinculados al sistema nervioso en el año 2025.

La prospectiva es de origen francés, sus fundadores fueron los filósofos Gastón Berger y Bertrand de Jouvenel, también a finales de los años cincuenta. Esta corriente de los estudios de futuro está basada en la identificación de futuros posibles o "*futuribles*" para escoger el más conveniente y fabricarlo desde el presente. Para la prospectiva el futuro irá a ocurrir en la medida en que lo preparemos por medio de acciones precisas. Por esta razón, su eslogan es la frase de Maurice Blondel "el futuro no se predice sino se construye". Este concepto no es extraño al pensamiento y la literatura francesa, Anatole France, uno de los primeros premios Nobel de literatura decía "*el futuro está oculto detrás de los hombres que lo hacen*".

Ahora bien, articulada con la prospectiva y con el forecasting está la estrategia. Estrategia y Prospectiva son como "dos amantes inseparables", dice con una sonrisa Michel Godet, el tercer fundador de esta última disciplina.

El hecho es que, si la prospectiva nos muestra cuáles son las alternativas de futuro que puede tener una organización, la estrategia nos dice como construir el futuro que más conviene. La una sin la otra no tendría sentido.

La prospectiva consiste en la exploración de los futuros posibles, es decir, de *lo que puede acontecer*. La estrategia consiste en *lo que puede hacerse*. Ambas disciplinas son indispensables en el mundo actual y debemos familiarizarnos con ellas, si queremos estar en la frontera de la competitividad. La razón es la alta velocidad del cambio.

Los fenómenos económicos, sociales, tecnológicos, geopolíticos se modifican con vertiginosa rapidez. Y, mientras más veloz sea el cambio, más urgente es el análisis del futuro y la necesidad de la

estrategia. Gastón Berger ponía el símil de un automóvil que circulaba a alta velocidad. “mientras más rápido vaya, decía, más lejos deben alumbrar sus faros”. Por todas estas razones, la organización que se deja enmarañar en la urgencia del presente no está diseñada para ser triunfadora porque, en cualquier momento, se va a ver sorprendida por el futuro.

Con el cultivo y la enseñanza de estas disciplinas, los estudios de futuro responden a los retos del mundo moderno, señalando a las organizaciones que estudiar y construir el futuro, no es solamente factor de competitividad, sino también presagio de vitalidad, como lo declaraba la escritora Simone de Beauvoir: *“Optar por la vida es escoger el futuro. Sin este aliciente que nos impulsa hacia delante, seríamos menos que insignificantes sobre la superficie de la tierra”*.

### **Forecasting vs. Prospectiva.**

Entre el forecasting y la prospectiva puede y debe haber complementariedad aunque tanto el uno como la otra se hallen en esquinas opuestas del pensamiento, con respecto a la manera como cada uno lee la realidad del futuro.

La gran diferencia radica en que el forecasting asume que el futuro puede ser identificado y reconocido. La prospectiva rechaza esta aseveración y considera al futuro como un espacio que tiene vida solamente en la mente humana, pero que puede convertirse en realidad si lo identificamos plenamente y lo construimos. Basado en Aristóteles, Santo Tomás diría que el futuro solo existe en “potencia” pero que puede convertirse en “acto” en la medida en que siguiendo los planos de la situación potencial, lo llevemos a la realidad con la arena, los ladrillos y el cemento de nuestras acciones.

Los sabios de comienzos del siglo veinte estaban convencidos de que la naturaleza era una máquina cuyos engranajes y rodamientos se articulaban a la perfección. Así pensaba Pierre Simon Laplace. Newton y la física mecánica se encargaban de afianzar esta teoría. Había una lógica interna en el funcionamiento de esta gran máquina, lo cual hacía, que al conocerse las variables de entrada, fuera presumible imaginar los resultados de su evolución y asumir que estos serían válidos y por lo tanto veraces. Esta condición de consistencia en el comportamiento de la máquina nos permitía inferir que la ciencia evolucionaba de manera lineal y coherente. En otras palabras, si conocemos el

funcionamiento de la máquina podemos tenerle confianza y predecir su comportamiento.

El forecasting tecnológico estuvo inicialmente imbuido de estos supuestos de lectura lineal de la realidad.

Actualmente, ya no se le mira como portadores de “fuerza adivinatoria” como seguramente lo fueron al comienzo. Veámoslo con un ejemplo. Se llaman alimentos “orgánicos o biológicos” los que son producidos de manera natural, por oposición a los “genéticamente modificados” que suponen entrar al genoma de la planta y añadirle genes de otros vegetales para transformar así sus propiedades. Así se producirían plantas resistentes a los insectos y a los herbicidas o adaptables a las condiciones de calor y frío cambiante del clima. El estudio de forecasting de “Techcast” expresaba que en el año 2021 los alimentos genéticamente modificados tendrían reconocimiento mundial y los orgánicos o biológicos, un poco más tarde, en el año 2025. Sin embargo esta declaración equivale solamente a aseverar que estamos de cara a una tendencia importante en la transformación de los alimentos del futuro y que todo va a depender de factores económicos (precio), sociales, culturales (aceptación o rechazo), políticos, etc., que van a condicionar la presencia de los genéticamente modificados y de los orgánicos o biológicos en cada país y en cada comunidad.

De hecho, los estudios de forecasting que se realizan actualmente (OPTI y Techcast) tienen en cuenta tanto los factores que favorecen la aparición de las innovaciones tecnológicas como los que la retardan. En otras palabras, más que la “adivinación” del año en que el fenómeno irá a aparecer en el mercado, es significativo el hecho de reconocer que existe una tendencia tecnológica importante la cual puede fortalecerse en cada caso o debilitarse según el impacto que reciba de los factores económicos, sociales, culturales, ambientales, políticos, etc. que la rodean. En últimas, podemos sostener con Michel Godet que las respuestas del “forecasting” nos permiten solamente “reducir la incertidumbre del futuro”.

Pero, podríamos afirmar que ¿el forecasting pierde fuerza predictiva? Yo diría, más bien, que esta disciplina continúa facilitando el agenciamiento de una información importante acerca de las innovaciones tecnológicas las cuales se irán a cristalizar en la medida en podamos reducir las variables que las conforman.

En efecto, entre la tecnología y el entorno existe una permanente retroalimentación y una mutua dependencia. Las capacidades del país (científico tecnológicas, innovativas, de producción y de comercialización) equilibradas con limitaciones (de índole social, tecnológico, legislativo y ambiental) afectan el desarrollo de las tecnologías esperadas para el futuro.

Pero, a su vez, éstas van a contribuir a perfeccionar las capacidades nacionales. Asimismo, las tecnologías (puestas a punto a partir de su año de ingreso al país y estimando la importancia que tienen para el desarrollo nacional) irán a afectar la producción industrial, el empleo y, por ende, la calidad de vida nacional. Obviamente, que es necesario tomar medidas para que estas circunstancias ocurran. Tales medidas son las estrategias que se aconseja poner en práctica, como: colaboración con empresas internacionales, incorporación de científicos, cooperación con los centros de desarrollo tecnológico y los centros de investigación, apoyo del estado y difusión de resultados.

Del discurso anterior se puede colegir que si bien el papel de la tecnología es fundamental en el desarrollo y en la competitividad del país y de sus sectores productivos y sociales, es imposible perder de vista la visión holística del desarrollo y traer a cuento otras variables intrínsecamente relacionadas con el comportamiento tecnológico.

Esta visión de conjunto, armónica y compleja del desarrollo nos la proporciona con mayor precisión la "prospectiva". A nuestro juicio, el papel más importante del "forecasting" tecnológico radica en que nos suministra una información valiosísima para entrar con ella al terreno de la escuela "voluntarista" de los estudios de futuro, que es la prospectiva propiamente dicha, la cual nos va a permitir señalar el tipo de desarrollo científico tecnológico que queremos construir. Y para esto será necesario diseñar varias situaciones que permitan compararlas entre si y escoger la más conveniente.

Igualmente, la prospectiva nos puede ayudar a contextualizar el entorno donde jugaría su papel el desarrollo tecnológico. Es decir, existe una complementariedad muy importante entre la una y la otra.

El forecasting es, pues, un importante apoyo para la prospectiva, pues si no indagáramos la evolución futura de la tecnología con sus variables en pro y en contra, no tendríamos información para diseñar las diferentes situaciones del mañana de donde elegiremos una, que

sería aquella que iremos a construir.

El cambio en la percepción del futuro, de una visión lineal y pronosticadora de la realidad, hasta la lectura de situaciones alternas y posibles para compararlas y escoger una para ser construida, obedece a la evolución que se presentó en la concepción de la ciencia, la cual en los albores del siglo xx hacía parte de una "racionalidad lineal y perfecta" como creía Laplace. Hoy en día la ciencia es vista con una "racionalidad limitada". Por ello, a comienzos de siglo, se esperaba que todo mundo reconociera la realidad científica de la misma manera. Actualmente, se aceptan y se respetan varias lecturas de la misma realidad a condición de que cada discurso sea internamente coherente.

¿Qué pudo haber ocurrido para que la ciencia evolucionara de ser percibida con una linealidad y racionalidad perfectas hasta ser concebida dentro de una multiplicidad y racionalidad limitadas?. En mi opinión tres cosas: En primer lugar, antes de la segunda guerra, Einstein ya hablaba de "relatividad". En segundo lugar, en los años treinta nació la física cuántica que, décadas más tarde, iría a desplazar a la física mecánica de Newton por medio de la microelectrónica. Sin embargo, la razón más fuerte la aportó la "teoría del caos" de Edward Lorenz al demostrar que la evolución de cualquier fenómeno, incluso social, era solo perceptible en el corto plazo, pero que en el mediano y largo plazo daba lugar a una serie de bifurcaciones que hacían imposible determinar sus posibles modificaciones.

El nombre de "teoría del caos" es paradójico. Lorenz lo acuñó por alusión a las transformaciones inusitadas de los fenómenos, pero no queriendo dar a entender que la naturaleza vivía en el desorden. Al contrario. La teoría del caos prueba que el mundo está ordenado de manera sublimemente perfecta aunque no lineal.

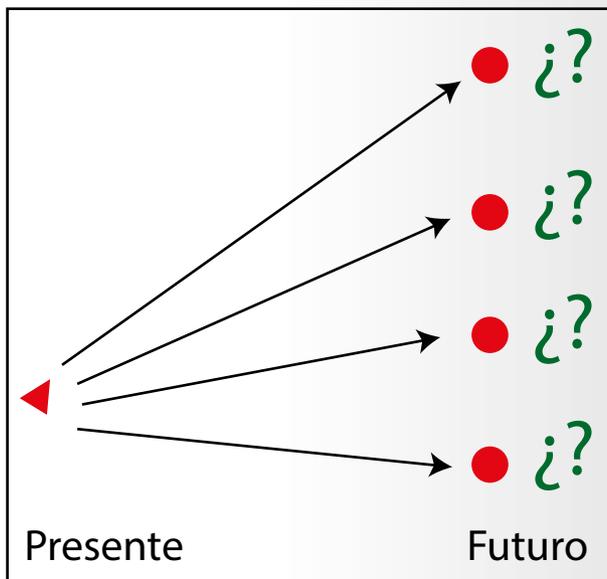
Nos encontramos, pues, ante una disciplina cuyo objeto de estudio es el futuro o "tiempo al que no hemos llegado todavía", como lo define el Diccionario de la Real Academia de la Lengua.

### **El futuro es múltiple.**

Los seres contingentes tienen la capacidad de elegir entre diversos futuros: buenos regulares o malos. De esta manera se hace meritorio el logro y el éxito. Bertrand de Jouvenel en *"El Arte de la Conjetura"* denomina los diferentes futuros posibles como "futuribles" teoría que a su vez coincide con lo expresado por Santo Tomás de Aquino, ocho

siglos antes, quien mencionaba las alternativas de futuros posibles como “*futuribilia*”. Para la prospectiva dichos futuros existen en el mundo de lo imaginario pero permiten analizarlos y encontrar el más conveniente para ser construido estratégicamente desde el presente.

### “Futuribles” o futuros posibles.



*Existen múltiples futuros posibles*

*Fuente: construcción propia*

### **El futuro se construye.**

La construcción del futuro es el punto central de la escuela voluntarista de prospectiva, la cual a su vez se apoya en la “*filosofía de la acción*” cuyo exponente destacado fue Maurice Blondel.

Esta vertiente de los estudios de futuro es la corriente “voluntarista”, conocida como la “escuela francesa” porque sus padres fundadores fueron franceses. Desde Gastón Berger quien la bautizó como “prospectiva”, pasando por Bertrand de Jouvenel quien aportó el concepto de los futuros posibles o “futuribles”, hasta Michel Godet quien le dio un modelo, un método y una base matemática. Hoy en día, estos conceptos han dado pasos adelante con los trabajos de la profesora Eleonora Mansini y su enfoque de “previsión humana y social”, en la Universidad Gregoriana de Roma; los desarrollos del “foresight” británico.

Quiero detenerme un instante analizando el pensamiento de Bertrand de Jouvenel en su obra maestra *“El arte de la conjetura”*, cuyo solo título constituye la mejor definición de “prospectiva”. A diferencia de los norteamericanos partidarios del “forecasting” y el manejo de las leyes de probabilidad, a Jouvenel no le interesaba el futuro “probable”, sino los “futuros posibles”, para los cuales acuñó una sola palabra *“futuribles”*.

Para el “forecasting” existe un solo futuro que puede ser detectado mediante los páneces de expertos y la extrapolación de las tendencias. El futuro es visto, en consecuencia, como una realidad lineal que proviene del pasado y nos da indicios de su paso por el presente. Para la prospectiva, no existe uno sino muchos futuros. Por lo tanto, este planteamiento desconoce la linearidad como criterio para leer la realidad y adopta una percepción múltiple de ésta. Y al no privilegiar la percepción del futuro como una realidad única, necesariamente acepta la posibilidad de que allí ocurran múltiples situaciones, ya sea como evolución del presente, o ya sea como ruptura de éste.

De hecho, la exploración de los *“futuribles”* aporta un aire nuevo a la lectura de la realidad porque presenta alternativas múltiples a la situación del presente. Lo más importante es que estas visiones de lo posible no necesariamente deben ser continuaciones o variaciones del presente sino, en muchos casos, fenómenos que constituyen discontinuidades y rupturas de las condiciones presentes.

Así por ejemplo, si tuviéramos que diseñar los escenarios del “automóvil del futuro”, los *“futuribles”* no serían solamente las soluciones de optimizar y reducir el uso del combustible tradicional, como el automóvil híbrido, donde la presencia del combustible es menor que el existente actualmente, sino que será necesario pensar en situaciones de ruptura como el automóvil eléctrico y el vehículo de “células de combustión” que generaría movimiento por medio de un proceso electroquímico entre el hidrógeno y el oxígeno. De hecho el movimiento *“laprospective”* que lidera Michel Godet tiene como lema *“pensar y obrar de manera diferente”*.

El *“arte de la conjetura”* podría ser visto, entonces, como un proceso intelectual a través del cual tratamos de representar lo que puede suceder, vale decir los *“futuros posibles”* pero también lo que nos gustaría que sucediera, es decir nuestros propios proyectos. Los primeros corresponden a percibir la realidad de manera objetiva

tratando de leer las posibles alternativas del futuro. Los segundos hacen parte de la percepción subjetiva es decir que en ella involucramos nuestros anhelos y nuestros intereses.

Al analizar el futuro, es necesario tener en cuenta los conceptos de presente y de pasado. Para la "Real Academia de la Lengua" el futuro es un tiempo "que está por venir". La realidad es que vivimos en el presente, tenemos memoria del pasado y esperamos que ocurra el futuro. Sobre los hechos del pasado ya no podemos hacer nada. No tenemos ninguna gobernabilidad, pero si conocimiento. Es el lugar de los hechos conocibles y de la memoria.

No podemos obrar sobre ellos pero, en cambio, conservamos de ellos la información de lo acaecido, la cual nos sirve para explicar el presente. De hecho el presente se explica por el pasado. Lo que somos como país, como organización o como persona se explica por decisiones afortunadas o desafortunadas que tomamos en el pasado. El presente es, por lo tanto, tributario del pasado. Podríamos decir que el presente es el "pasado" del futuro.

Pero, a su vez, el futuro depende del presente, porque las acciones que realizamos actualmente van a permitir moldear y acuñar determinado tipo de futuro. En consecuencia, la realización del futuro depende solamente de nuestra decisión y ésta de un acto de la voluntad.

Por esta razón, Jouvenel, explica que el futuro es del dominio de la voluntad y para que este acto sea exitoso se requiere el ejercicio de la libertad y necesariamente la luz del intelecto. Maurice Blondel, el filósofo de la acción, decía con acertada razón una frase que posteriormente fue tomada como el slogan de la prospectiva "el futuro no se prevé sino se construye", concepto en el que coincide con Peter Drucker quien explicaba con cierta dosis de ironía que la mejor manera de predecir el futuro era construyéndolo.

Lo grave es que así como podemos construir un futuro conveniente, podemos también estar poniendo los ladrillos de un futuro equivocado, pues el hombre tiene la libertad necesaria para hacer tanto lo uno como lo otro. Todo dependerá de que el acto de la voluntad esté iluminado por la luz del intelecto el cual no nos dejaría equivocarnos si el punto de referencia fuera el bien común y no necesariamente, el bien individual. Sin embargo, como veremos más adelante, los hombres que son los constructores naturales de su futuro están inclinados a obrar

en defensa de sus propios intereses. Ahora bien, existe una paradoja muy interesante entre el pasado y el futuro. Con referencia al pasado, el hombre tenía la claridad de los hechos que le podía asegurar la memoria, pero no tenía dominio sobre ellos, no podía ejercer su voluntad, porque estos simplemente ya habían acontecido. Con respecto al futuro, el hombre tiene mayor dominio sobre los hechos y puede ejercer la voluntad pero no posee total claridad y tiene que conformarse con cierta forma de incertidumbre porque estos hechos todavía no se han cumplido.

### **Los "actores sociales".**

La escuela "voluntarista" es, por lo tanto la corriente de la elección de nuestro futuro, llamada así porque la elección es un acto de la voluntad.

Pero ¿quién es el que elige el futuro? Podríamos responder: el hombre que es necesariamente el sujeto de la construcción del futuro. Al igual que en el análisis gramatical, aquí también estamos en presencia de un sujeto y de un objeto.

El sujeto, tanto de la exploración como de la construcción del futuro, es el hombre entendido como "actor social", con limitaciones en esta tarea las cuales determinan el grado de poder con que se cuenta. El objeto es el futuro. Explorable o construible. Pero también dominable en la medida en que lo permita el poder que puede ejercer el hombre como "actor social".

Dentro de la teoría prospectiva, no nos interesa el hombre particular sino los seres humanos agrupados en colectivos que podríamos llamar "actores sociales". Teóricamente los actores sociales se pueden agrupar en cuatro familias:

el estado

o los medios de producción de bienes y de servicios

o la academia

o la sociedad civil

Cada uno de ellos obra siempre en defensa de sus intereses y para ello se sirve del grado de poder con que cada uno cuenta.

### **El futuro puede ser explorable o construible.**

El futuro explorable está conformado por los futuros posibles o “futuribles”. Es el terreno de la anticipación, es decir de aquello que podría ocurrir dentro del ámbito de la conjetura que es el mundo de lo imaginario que excluye la fantasía porque esta última nos aleja de la realidad. Es, en consecuencia, el territorio de la verosimilitud en donde se puede contemplar aquello que no ha ocurrido pero que podría ocurrir.

El futuro construible es el territorio de la acción. Supone la gobernabilidad que tenemos para que uno de los “futuros posibles” se convierta en realidad. Por lo tanto, no es suficiente que los futuros que identifiquemos puedan ocurrir, sino que además es necesario que los actores sociales involucrados estén en capacidad de convertir en realidad a, por lo menos, uno de ellos, porque tienen los medios para hacerlo.

Bertrand de Jouvenel relaciona lo explicable y lo construible con los conceptos de futuro dominante y futuro dominable y con el poder de los actores sociales.

El futuro explorable, que como dijimos es el campo de los futuribles, está relacionado con el territorio propio de los “actores sociales”, es decir con lo que podríamos llamar su entorno estratégico. Por ejemplo: en el estudio de Boyacá, que es un departamento de Colombia situado en la zona andina. “*Boyacá 2020*” este entorno estratégico son las condiciones económicas, sociales, culturales, ambientales, tecnológicas y políticas de la región de Boyacá, y a este entorno están circunscritos los actores sociales pertenecientes al estado, la producción, la academia y la sociedad civil.

Pero el futuro dominable no es el mismo para cada actor social, sino que depende del grado de poder de cada uno. Así, la economía de Boyacá debería ser dominable para el estado y los medios de producción, porque, al menos teóricamente, debería tener poder sobre ella. Pero podría ser menos dominable por la academia y la sociedad civil porque en este campo el poder de estos dos actores sociales se podría considerar inferior.

En síntesis el futuro explorable que es el ámbito donde los actores sociales realizan el ejercicio de la anticipación mediante la identificación de los futuribles, supone un determinado entorno estratégico pertinente por igual para todos ellos. Pero, si nos preguntamos hasta

qué punto tales actores sociales pueden actuar, es decir, hasta qué punto tienen el poder suficiente para realizar uno de esos futuros, entonces podemos observar que cada actor social ejerce determinado grado de dominabilidad.

El ejercicio del dominio que cada actor posee dependerá de la necesidad que tengan de defender sus intereses. Se podrán, entonces, presentar dos situaciones. Si los intereses de determinado actor coinciden con los de otro u otros se establecerán entre ellos alianzas, implícitas o explícitas. Pero si entre ellos hay divergencia de intereses, habrá entonces conflictos. En este panorama de alianzas y de conflictos será importante el poder que cada uno maneje.

Émile-Auguste Chartier, filósofo francés que vivió entre los siglos xix y xx, definió el "poder" como "la capacidad que tiene alguien de doblegar la voluntad de otro". Sin embargo, en el juego de alianzas y conflictos de los actores sociales no solo será necesario poseer esta capacidad de "doblegar la voluntad de los demás", sino saberla esgrimir inteligentemente. Es una situación muy parecida a la del ajedrez, donde las piezas (que equivaldrían a los actores sociales) están divididas en dos campos.

El poder de cada pieza corresponde a su definición. La reina es la ficha con mayor poder, seguida de las torres, los alfiles, los caballos y los peones. En el ajedrez, lo mismo que en la realidad, cada actor social tiene diferentes jugadas que no siempre es fácil identificar. El triunfador será aquel que no solo conozca sus jugadas sino que pueda identificar las posibles maniobras de su contendor.

Uno de los retos más importantes de la prospectiva moderna consiste en involucrar a los diferentes actores sociales en la construcción colectiva del futuro. Para el "foresight" este propósito es su mayor ideal, especialmente si es la sociedad civil el actor social que toma la determinación de convocar a los otros. Este liderazgo de la sociedad civil es muy significativo porque tradicionalmente este actor social, que ocupa una función clave en los procesos de desarrollo, había sido relegado a un papel de poca importancia.

Recordemos que históricamente el estado es un logro de la sociedad civil y que el bienestar, a donde confluye el accionar de los medios de producción y la academia, se concreta y se centra en la calidad de vida de la sociedad civil. Pero en las decisiones que se tomaban, la

sociedad civil no desempeña papel protagónico.

Por esta razón, las nuevas modalidades de la prospectiva desean lograr que la sociedad civil juegue el liderazgo que le corresponde, convocando a los restantes actores para explorar en compañía de ellos los futuros posibles y construir conjuntamente el futuro más conveniente.

La actitud de empoderamiento de la sociedad civil es coherente con la fuerza que este actor social está tomando en el orden mundial. Basta con verificar la importancia cada vez mayor de organizaciones como las ONGs, los grupos verdes y las asociaciones de derechos humanos. Son movimientos que se han fortalecido en la medida en que el mundo consolida su condición de planeta globalizado.

De esta manera, la prospectiva se constituye en una poderosa herramienta que permite a los actores sociales construir su propio futuro, por lo tanto es fundamental tener claridad sobre sus fuerzas y debilidades.

Pero ¿están en capacidad, los actores sociales, de definir su propio destino?

Esta teoría ha tenido una evolución importante. Comencemos afirmando que la sociología francesa de los últimos años ha tenido como especial inquietud revelar el funcionamiento global de la sociedad y construir una teoría de lo social, tarea en la cual han descollado cuatro personalidades contemporáneas: Raymond Boudon, Alain Tourraine y Michel Crozier.

Según la concepción de Raymond Boudon, la acción humana se caracteriza porque cada cual busca proteger sus intereses particulares. De modo que si aceptamos que el hombre actúa racionalmente, es necesario convenir que el ser humano tiene razones para obrar de determinada manera y que no se puede interpretar su actuación como un simple hábito o tradición ni menos asumir que procede en contra de sus propios intereses.

La teoría de Boudon se ha denominado el "individualismo metodológico", idea que importa de la economía, y que tiene que ver con la analogía que puede existir entre el ser individual y el ser colectivo, pues si el ser humano individual está dotado de un "instinto de conservación" que le impide natural y espontáneamente obrar

en contra de sí mismo, de la misma manera el “ser colectivo” tratará de realizar todo aquello que lo favorezca y se abstendrá de llevar a cabo acciones que vayan en detrimento de la colectividad a la cual pertenece. Para la segunda escuela de pensamiento, el sistema es mucho más fuerte que el actor. El entorno socioeconómico -dice Lucien Golmann- “es una máquina infernal que aspira y excluye, controla y reproduce”. El papel del sociólogo debe reducirse a descubrir las leyes del juego y a ponerlas en evidencia. A esta escuela pertenece Pierre Bourdieu para quien el medio social es tan fuerte y determinante que genera una serie de hábitos en los individuos, inculcados mediante un entrenamiento social consciente o inconsciente. Es un capital cultural que le permite obrar de manera coherente con su educación social, en la medida en que las circunstancias se lo exijan.

En uno de sus primeros análisis, Bourdieu demuestra que los estudiantes del nivel de enseñanza superior pertenecen a las clases privilegiadas de la sociedad y que han llegado allí, no por ser más inteligentes que los estudiantes pobres y pertenecientes a clases desfavorecidas, sino porque han recibido desde la cuna y a través de la familia un “capital cultural” constituido en informaciones y conocimientos que no poseen los demás.

Si nos atuviéramos a esta teoría tendríamos que limitarnos a percibir las oposiciones y conflictos de la sociedad desde un punto de vista sincrónico, en oposición a la tercera teoría -que veremos enseguida la cual permite analizar más profundamente las condiciones que modifican a la sociedad, porque la estudia diacrónicamente.

Los conceptos de sincronía y diacronía aparecen, por primera vez en Ferdinand de Saussure. La sincronía se refiere a la percepción del fenómeno en un momento del tiempo. La diacronía a la apreciación del mismo durante su evolución.

De modo que si la evaluación de la realidad según la teoría de Bourdieu es sincrónica, quiere decir que es estática, porque los actores tienen poca libertad de obrar ya que son víctimas de las leyes del sistema social. En contraposición a lo anterior, Alain Touraine propone un enfoque más dinámico y diacrónico, en su obra: “La sociología de la acción”.

Para Touraine lo que caracteriza nuestras sociedades no es tanto el hecho de ser postmodernas sino de ser postindustriales y por lo tanto

subsumidas en una ideología técnica y burocrática monopolizada por las clases dirigentes, las cuales a través de ella privilegian sus intereses y sus modelos culturales sobre los del conjunto de la sociedad. Esta situación solo puede ser cuestionada por movimientos sociales que manifiestan situaciones alternas a las que provee el establecimiento.

Si bien el entorno puede condicionar la acción humana, es importante constatar que, en este panorama ocurren conflictos y aparecen grupos sociales cuestionadores del statu quo.

Pensemos por ejemplo, en los movimientos obreros, antinucleares, ecologistas, pro liberación de la mujer, etc. Estos "actores sociales", por medio de su actuar impulsan los cambios y hacen evolucionar la realidad.

La cuarta escuela de pensamiento está representada en la filosofía de Michel Crozier, magistralmente expuesta en su libro "El actor y el sistema". Crozier cuestiona sobre todo el concepto sincrónico, estructuralista no genético, que él define como el de la "racionalidad perfecta", en donde parece no existir espacio para la libertad ni para el azar. En ese grupo cabría la teoría de Bourdieu. Esto quiere decir que Crozier concibe el sistema social dentro de una "racionalidad limitada" que permitiría la identificación de zonas de incertidumbre y que permitiría el uso de la libertad, porque dejaría margen para que los diferentes "actores sociales" se posicionen frente a los retos provenientes de la defensa de sus propios intereses y luchen en los "campos de batalla" caracterizados por el uso de las diferentes formas de poder presentes en cada uno de ellos.

Finalmente, tanto Boudon, como Bourdieu, Touraine y Crozier llevaron agua al molino para justificar a los actores sociales como constructores de su futuro. De Boudon queda la justificación de los actores en la salvaguardia de sus intereses. De Bourdieu conservamos la importancia que tiene el entorno en la conducta de los actores sociales.

Touraine nos recuerda que la realidad no es estática y sincrónica sino diacrónica y dinámica.

Crozier nos muestra que no todo está dicho y preestablecido sino que existe un espacio importante para el azar y campo indefinido para la innovación y la creatividad.

Si atamos todos los cabos anteriores, tendremos bases suficientes y

justificación adecuada para llegar a un modelo prospectivo, es decir para encontrar un camino que nos permite pasar a la teoría a la práctica.

En este camino juega papel estelar Michel Godet con dos importantes obras: “De la anticipación a la acción” y “Prospectiva Estratégica para las empresas y los territorios”. Con sobrada razón se ha dicho que la prospectiva habría estado condenada a permanecer en el ámbito especulativo si Michel Godet la hubiera provisto de un modelo y no hubiera consolidado el modelo con una sólida base matemática.

Entremos entonces al campo del método y de las herramientas.

En todo análisis prospectivo puede señalarse cuatro etapas fundamentales a partir de las cuales se plantean cuatro preguntas esenciales.

VARIABLES	¿Cuáles son los aspectos clave del tema que estamos estudiando?	¿En dónde estamos?
PAPEL DE LOS ACTORES SOCIALES	¿Cuál es el comportamiento de los actores sociales?	¿Cómo están operando los actores sociales?
ESCENARIOS	¿Qué puede pasar en el futuro?	¿Para dónde vamos? ¿Hacia qué otros sitios podemos encaminarnos? ¿Cuál es nuestra opción más conveniente?
ESTRATEGIAS	¿Qué debemos hacer desde el presente para construir nuestra mejor opción de futuro?	¿Qué objetivos y metas debemos alcanzar y a través de qué acciones?

**Variables.** El ejercicio prospectivo se aborda por el conocimiento de las variables del tema que se está estudiando. Generalmente se realizan exploraciones de los fenómenos que definen el tema, hasta llegar a precisar las variables estratégicas o aspectos fundamentales del tópico que se está analizando.

**Actores Sociales.** Supone la identificación del ajedrez de los actores sociales, sus alianzas, sus conflictos y sus posibles jugadas.

**Escenarios.** Un escenario es una imagen de futuro. Generalmente

identificamos varios tipos de imágenes o escenarios de futuro.

a. Escenario Probable, Tendencial o Referencial. Este escenario nos muestra el camino por donde estaremos transitando si las cosas no cambian y para identificarlo se emplea las leyes de probabilidades. Por esta razón se denomina escenario probable. También se puede llamar escenario tendencial, porque las probabilidades indican tendencias. Pero, igualmente, recibe el nombre de referencial porque nos sirve como punto de referencia para hallar otras alternativas de futuro.

b. Escenarios alternos. Son otras alternativas posibles de situaciones futuras entre las cuales puede encontrarse el “escenario apuesta”. El escenario probable nos muestra para dónde vamos. Si vamos por el camino acertado, lo que debemos hacer es fortalecerlo. Pero, si vamos por el camino equivocado, podemos buscar el norte más acertado entre los escenarios alternos.

Estrategias. Son objetivos, metas y acciones por medio de las cuales podemos construir el escenario por el cual apostamos.

Estas etapas se cumplen con talleres de expertos utilizando diferentes técnicas obtenidas en la “caja de herramientas”. Estas son las principales.

Etapas	Finalidad de la técnica	Técnica
VARIABLES	Hacer una aproximación de las posibles variables	a. Árboles de competencia de Marc Giget b. Matriz DOFA
	Hallar las variables estratégicas	a. Igo “Importancia y Gobernabilidad” b. Ábaco de François Régnier c. Análisis Estructural
ACTORES	Precisar el poder y las jugadas de los actores sociales	Actores y Objetivos
ESCENARIOS	Estimar el « escenario probable » (“forecasting”)	a. Delphi b. Ábaco de François Régnier c. Sistema de Matrices de Impacto Cruzado
	Determinar escenarios alternos	a. Ejes de Peter Schwartz b. Análisis Morfológico c. Sistema de Matrices de Impacto Cruzado
ESTRATEGIAS	Determinar objetivos, metas y priorizar las acciones con las que se lograrían.	a. Igo “Importancia y Gobernabilidad” b. Ábaco de François Régnier c. Análisis multicriterios d. Árboles de pertinencia

## Conclusiones.

Históricamente el “forecasting” es anterior a la “prospectiva”. Difieren en su conceptualización y en su finalidad. Para el primero la realidad es lineal, mientras que para la prospectiva la realidad puede ser leída como un sistema de alta complejidad, donde los elementos del todo guardan relaciones de interdependencia y solidaridad.

El forecasting fue diseñado para pronosticar y la prospectiva para construir, pero, no obstante las diferencias que las separan, ambas son complementarias y necesarias..

El hecho de que la una trate de avizorar el futuro y la otra se encause hacia reconocer las alternativas de futuro y colocar los medios necesarios para construirlo, ha llevado a denominarlas metafóricamente, al forecasting “ciencia del futuro” y a la prospectiva “ciencia de la esperanza”.

Algunos también la denominaron “disciplina del cambio”. Esta última definición, aun cuando es igualmente metafórica, señala una de las funciones más difíciles pero más atractivas de la prospectiva, cual es, el ser generadora de cambios.

Alguien decía que lo único constante de la vida era el cambio y quien lo afirmaba estaba mirando la vida con realismo y objetividad, porque la mayoría de los seres humanos no siempre somos conscientes de esta verdad y vivimos aprisionados dentro de los límites del corto plazo. Con mucha ironía pero con enorme objetividad, Jean Le Rond d’Alembert – el célebre filósofo, matemático y enciclopedista del siglo xviii – afirmaba que *“disfrutar el presente e inquietarse poco del futuro era la lógica común, lógica mitad buena y mitad mala, de la cual no había que esperar que los hombres se corrigieran”*.

La prospectiva desea ayudarnos a salir de las cuatro paredes del corto plazo y, de esta manera hacer del futuro una ventaja competitiva que nos lleve a ser exitosos, como persona, como organización y como país. Una organización o un territorio que se atreve a visualizar su futuro y a construirlo estratégicamente, sabe para dónde va lo cual es absolutamente indispensable, porque solamente querer triunfar y tener la mejor voluntad de hacerlo no es suficiente, siempre estarán repicando las palabras del prospectivista japonés Kenichi Ohmae

*“remar fuerte no sirve si el barco va por el camino equivocado”*.

## Biografía.

**Francisco José Mojica** es Doctor en “Ciencias Humanas” de la Universidad de París V “René Descartes” (Sorbona) y “post doctorado” en el LIPSOR bajo la dirección del profesor Michel Godet, en París.

Ha cumplido más treinta años como prospectivista, habiendo dirigido medio centenar de estudios prospectivos en Colombia, Venezuela, Ecuador, México y Perú en desarrollo empresarial, territorial, sectorial, educativo y organizacional.

Entre sus libros sobresalen: *“La Prospectiva, técnicas para visualizar el futuro”* (1991), *“Algunos elementos de planeación estratégica aplicados a la educación superior”* (1991), *“Estadística sin lágrimas”* (1994) *“Análisis del siglo XXI”* (1998) y, recientemente, *“La Construcción del Futuro”* (2005).

Fue condecorado por el Gobierno de Francia con la orden de las *“Palmas Académicas”* en el grado de *“Caballero”*. Ha recibido, igualmente, otras condecoraciones de las universidades: Equinoccial del Ecuador, ESPE de las fuerzas militares del Ecuador, Nacional de Costa Rica, Instituto Tecnológico de Monterrey (México), Nacional de Trujillo (Trujillo, Perú) y de organizaciones como: Gobernación del Estado de Veracruz (México), Instituto de Altos Estudios de la Defensa Nacional de Venezuela, Ministerio de la Defensa Nacional de Colombia.

Actualmente es Director del *“Centro de Pensamiento Estratégico y Prospectiva”* de la Universidad Externado de Colombia (Bogotá), de la *Maestría en Pensamiento Estratégico y Prospectiva* y del *Doctorado en Administración* de esta Universidad y del *“Nodo Colombia”* del *Millennium Project*

## Referencias Bibliografía.

CHURCHMAN, Martin *"The science and praxis of complexity"*, citado por BARBIERI MASINI,

Eleonora en *"La Previsión Humana y Social"*, Centro de Estudios Prospectivos de la Fundación Javier

Barrios Sierra, Fondo de Cultura Económica, México, 1993., p.34.

SHON, Donald. *"Beyond the stable State"* Temple Smith, 1971, citado por BARBIERI MASINI,

Eleonora en *"La Previsión Humana y Social"*, Centro de Estudios Prospectivos de la Fundación Javier

Barrios Sierra, Fondo de Cultura Económica, México, 1993., p.35.

GODET, Michel

1985 *"Prospective et Planification Stratégique"*, Paris, CPE Economica,

1990 *"La Caja de Herramientas"* [www.lapropective.com](http://www.lapropective.com)

1991 *"L'Avenir Autrement"*, Armand Colin, Paris,

1991. *"De la anticipación a la acción"*, Paris, Dunod,

2007 *"Manuel de Prospective Stratégique"* Tome 2, L'art et la méthode, 3ème édition, Dunod, Paris,

JOUVENEL, Bertrand (de).

1964 *"L'Art de la Conjecture"* Monaco, éditions du Rocher,

JOUVENEL, Hugues (de).

2004, *"Invitation à la Prosepective"*, Futuribles, Paris

MOJICA, Francisco José

2005 *"La Construcción del Futuro"*, U Externado, Convenio Andrés Bello,

BERGER, Gaston.

1957. en *"Revue de deux mondes"*. n° 3, Paris, 1957.

Sitios web corporativos

Tecchcast, [www.techcast.org](http://www.techcast.org)



# Estudio Exploratorio del Futuro sobre los Recursos Hídricos al 2050





# Estudio exploratorio del futuro sobre los Recursos Hídricos al 2050

## **Objetivo.**

Identificar escenarios y tendencias al 2050 sobre la situación de los glaciares, calidad de agua e investigación científica y tecnológica, para establecer acciones en el corto, mediano y largo plazo que coadyuven a la adaptación y lucha contra el cambio climático.

## **Metodología.**

El método Delphi<sup>1</sup>, cuyo nombre se inspira en el antiguo oráculo de Delphos, parece que fue ideado originalmente a comienzos de los años 50 en el seno del Centro de Investigación Estadounidense RAND Corporation por Olaf Helmer y Theodore J. Gordon, como un instrumento para realizar predicciones sobre un caso de catástrofe nuclear. Desde entonces, ha sido utilizado frecuentemente como sistema para obtener información sobre el futuro.

Linston y Turoff<sup>2</sup> definen la técnica Delphi como un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo.

## **Fase preparatoria.**

### **Selección de expertos.**

En relación con el número óptimo de miembros del panel, estudios realizados por la Rand Corporation señalan que a partir de un mínimo de siete expertos el error disminuye notablemente por cada experto añadido, pero que no es aconsejable recurrir a más de 30. Para este caso en particular se conformó un Panel de Expertos de 35 especialistas a objeto de garantizar el número mínimo de participantes, considerando que uno o varios de ellos podrían declinar en el proceso.

Los criterios adoptados fueron los siguientes: Trayectoria académica destacada en cualquier rama asociada a los recursos hídricos; Interés demostrado por el conocimiento; Investigación; Docencia universitaria;

<sup>1</sup> Para una buena descripción del método Delphi, ver Landeta, Jon. (1999) El método Delphi. Una Técnica de previsión para la incertidumbre. Ariel. Barcelona y Godet, Michel. (1996) Manuel de Prospective Strategique. Dunod. Paris.

<sup>2</sup> instone, H., Turoff, M. : « The Delphi Method. Techniques and Applications », Addison-Wesley, 1975, p.3

Artículos científicos y publicaciones que avalan su grado de conocimiento del tema en cuestión; experiencia y la toma de decisiones (Decanos, Vicedecanos de las facultades de ciencias); pensamiento integrador y con proyección social o comunitaria, finalmente la obtención del consentimiento del experto para participar en la valoración.

### **Preparación del cuestionario.**

Se aplicó el Método "Delphi", donde se seleccionó 3 capítulos fundamentales, luego de un debate de un grupo pequeño de expertos, los temas fueron: Retroceso de glaciares, calidad de agua e investigación científica y tecnológica en recursos hídricos. En base a ello, se procedió a plantear las preguntas "clave" para el cuestionario. Esta primera tarea se la realizó con pocos investigadores a objeto de garantizar la consistencia y coherencia a las preguntas.

El cuestionario tuvo una combinación de preguntas "cerradas" y "abierta" donde el experto podía agregar complementaciones o sustentación a sus respuestas.

### **Fase de consulta.**

#### **Realización de las rondas de consulta.**

Se han efectuó dos rondas de preguntas, llegándose en varios casos a consensos del 75% tal como recomienda la metodología Delphi.

Los cuestionarios fueron entregados a cada uno de los miembros del "Panel de Expertos" utilizando para ello el correo electrónico<sup>3</sup>, y de esa manera se pudo mejorar la eficiencia en términos de tiempo y recursos, iniciando así la primera ronda de preguntas (Anexo 2).

Para la segunda ronda, cada experto recibió nuevamente el cuestionario acompañado de sus "propias" respuestas y de los resultados del análisis estadístico de las respuestas grupales de la primera ronda. A partir de ahí se le pidió al experto evaluar sus valoraciones teniendo en cuenta las opiniones del resto.

### **Procesamiento estadístico.**

Al final de la primera ronda de preguntas, se procesó la información utilizando estadísticos como son las medidas de tendencia central y de dispersión: media, mediana, moda, máximo, mínimo y cuartiles.

---

<sup>3</sup> vcyt.prospectiva2050@gmail.com

## **Fase de Consenso.**

Se entiende por consenso la existencia de un acuerdo general grupal obtenido por el procesamiento estadístico, fue importante precisar el valor numérico a partir del cual se consideró el consenso. Este nivel de acuerdo varió entre el 75% al 85%.

## **Escenarios.**

De acuerdo con Medina y Ortegón (2006), los escenarios son una síntesis de los distintos caminos hipotéticos que llevan de una situación presente a una situación futura y comprenden la relación entre eventos, actores y estrategias que se requieren para construirlos.

“Los escenarios son descripciones consistentes y coherentes de futuros hipotéticos alternativos que reflejan perspectivas sobre desarrollos pasados, presentes y futuros, que pueden servir como base de acción” (Van Notten, 2005).

De acuerdo con Jay Ogilvy (2006) fundador de Global Business Network junto con Peter Schwartz, uno de los principales beneficios de emplear el método de escenarios radica en que entre los participantes se suscita un diálogo sobre el futuro y una discusión previa a las elecciones estratégicas.

En virtud de ello, los escenarios no obligan a la convergencia, en principio, posibilitan diferentes perspectivas y miradas sobre el desarrollo futuro de una situación u organización en particular.

- Escenario sin intervención

Un escenario es la descripción sintética de un futuro que tiene una posibilidad de ocurrir y al que se llegará lógicamente si no se hacen acciones para cambiar el destino.

Normalmente este escenario ocurre cuando existe una oposición a cambios estructurales por temor a lo desconocido, o por la comodidad que da el seguir actuando con lo establecido por las normas y la tradición, en síntesis haciendo más de lo mismo.

El formato para el escenario sin intervención fue el siguiente:

## Escenario

Sin intervención

	(marque con X)
Aumentaría	
Se mantendría estable	
Disminuiría	

- Escenario con intervención

Es una descripción sintética de lo que parece reflejar el conjunto de los deseos prospectivos de quienes participan en la configuración futura, sin considerar los obstáculos de la confrontación con la realidad, donde todas las condiciones son favorables y los recursos aparentemente ilimitados.

La construcción de los escenarios, se constituye en una reflexión colectiva, decisores, expertos y actores ligados al Sistema Estatal de Ciencia y Tecnología, mismo que pusieron a debate sus visiones de futuro, tanto desde una perspectiva optimista como una pesimista.

Los escenarios se plantearon tomando en cuenta los siguientes aspectos: Sin intervención y Con intervención, y en cada una de ellas las valoraciones correspondientes como que el fenómeno estudiado aumentaría, se mantendría o disminuiría.

Lo propio, para la construcción de escenarios, pero esta vez con intervención el formato fue el siguiente:

## Escenario

Con intervención

	(marque con X)
Aumentaría	
Se mantendría estable	
Disminuiría	

- **Efectos del Cambio en el retroceso de glaciares**

El retroceso de glaciares implica una reducción en la disponibilidad y acceso de agua, esto significa una amenaza para la salud de la población en general, y comunidades que utilizan el recurso para la preparación de sus alimentos, higiene y la limpieza de sus hogares.

Pero también la disponibilidad de agua para riego, la industria y otras actividades productivas.

La pregunta guía a objeto de indagar sobre el futuro como consecuencia del Cambio Climático en el retroceso de los Glaciares fue la siguiente:

“De acuerdo a su criterio ¿Cómo y en qué medida afectará el Cambio Climático en el Retroceso de Glaciares al 2050?”.

**Tabla 1**  
**Escenario: Sin intervención**

	N° expertos	Porcentaje (%)
Aumentaría	32	91
Se mantendría estable	3	9
Disminuiría	0	0

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados obtenidos de las encuestas, 2014

El 91% de los panelistas creen que el Cambio Climático en un escenario “sin intervención” afectará negativamente a los glaciares, produciendo cada vez más su retroceso.

## Tabla 2

### Escenario: Con intervención

	N° expertos	Porcentaje (%)
Aumentaría	19	54
Se mantendría estable	11	31
Disminuiría	5	14

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados obtenidos de las encuestas, 2014

En un escenario donde podría existir intervención, el 54% de los panelista afirman que de igual manera, como en el primer escenario, habrá retroceso de glaciares. En ambos casos, con y sin intervención, se observa que el fenómeno es casi un hecho, aunque la cantidad de expertos que opina de esa manera es menor para el segundo escenario (91 % al 54%).

Estos datos coinciden plenamente con el informe número 5 del IPCC<sup>4</sup>, indicando que incluso en los escenarios más optimistas de desarrollo económico, la temperatura tendrá un aumento para el año 2050, por tanto, los glaciares seguirán retrocediendo incluso si en este momento se empezarán a cumplir compromisos de mitigación a nivel global.

A juicio del "Panel de Expertos", para mitigar el retroceso de glaciares, se debe mejorar los procesos de integración regional, principalmente en el diseño de políticas de lucha conjunta contra el incremento de la temperatura y el retroceso de glaciares, por tratarse de un problema de carácter regional, más allá de lo local que resulta ser un tema fundamental para la mitigación.

Es evidente las externalidades de otros países sobre el nuestro, por más acciones que hagamos en lo local, el incremento de la temperatura es un hecho y por lo tanto el retroceso de glaciares.

Entre las acciones que se debe tomar en cuenta, el 75% del "Panel de Expertos" considera imprescindible *incrementar la disponibilidad y acceso a tecnologías para la realización de monitoreo en el retroceso de glaciares*. Cada Glaciar es diferente en su estructura y dinámica.

Se llegó a consensos resaltando la importancia del fortalecimiento

4.- IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch))

de la base científica mediante la formación de talentos científicos, más del 75% indican que es imprescindible la formación de nuevos talentos científicos altamente calificados. Como se verá más adelante se requieren talentos científicos en áreas como Gestión Integral de Cuencas, y/o Manejo Integral de Cuencas.

Por otra parte, la articulación de investigadores pertenecientes a Universidades, empresas y otras entidades públicas privadas, facilitaría el desarrollo de postgrados conjuntos respondiendo a la demanda actual, así como la ejecución de proyectos de investigación en diferentes niveles territoriales, de esa manera mejorar la “transferencia” e “implementación” de nuevas tecnologías, propias o adaptadas, previa adaptación a situaciones particulares de cada país.

Un tema que está vinculado a los dos anteriores es poder contar con información científica y una base de datos que permita diseñar acciones y estrategias para la lucha contra el cambio climático.

El Panel de Expertos valora como imprescindible contar con una base de datos, donde la información sea precisa, clara, y con formato uniforme, de acceso y disponibilidad permanente.

Analizando en global de las respuestas del Panel de Expertos, las tres recomendaciones (Anexos 2) son en general imprescindibles y muy importantes, en la formación de talentos, una base de datos consistente e información científica, de acceso y disponibilidad permanente.

#### Incentivos para mitigar el retroceso de glaciares.

El diseño de políticas y normativa, se constituye en instrumentos que pueden promover incentivos para una adecuada gestión de los recursos hídricos, incluyendo fomento a la investigación científica y tecnológica, más del 75% de los expertos, valoran como “muy importante” el desarrollar incentivos.

Se constituye fundamental la formulación de la Ley de Aguas que debe ser el marco referencial para la gestión del agua, deben incluirse aspectos de innovación tecnológica vinculadas a la eficiencia en el aprovechamiento del recurso, así como el fortalecimiento de las capacidades locales, la protección de cuencas hidrográficas, promoción de la eficiencia tecnológica y uso sostenible del recurso, así como incentivos para fomentar la conservación de glaciares.

La adaptación al inevitable retroceso glacial y la garantía de fuentes

seguras de agua en el futuro, pasa por un mejor uso del agua superficial, subsuperficial y subterránea y la paulatina migración de fuentes de agua glacial a fuentes de agua meteórica.

También se llegó a consensos sobre el tema de fortalecimiento de las alianzas estratégicas, más del 75% de los encuestados indican que es muy importante.

### Fortalecimiento de las Organizaciones Locales para la gestión eficiente del agua.

Con relación al fortalecimiento de las organizaciones locales para la gestión de los recursos hídricos, más del 75% de los panelistas indican que es muy importante y solo 5 de los entrevistados (menos del 25%) creen que solo es importante fortalecer las organizaciones locales, entre estas se tiene a los Comités de Agua, Subcentrales Originarias, Organismo de Gestor de Cuenca (OGC) y otras agrupaciones y organizaciones.

Haciendo un análisis global de este primer capítulo, las respuestas del “Panel de Expertos” indican que con intervención se podrá mitigar de alguna manera el efecto del Cambio Climático en el Retroceso de Glaciares al 2050 y que todas las recomendaciones son imprescindibles y los incentivos para una mejor gestión han sido calificados como muy importantes.

Finalmente, el “Panel de Expertos” indica que debería considerarse una estrategia nacional, en coordinación con el Servicio Meteorológico (SENAMHI), para garantizar la sostenibilidad de las redes de monitoreo de glaciares.

Las actuales redes de monitoreo operan en función de algunos fondos de investigación temporales, llevados a cabo principalmente por las Universidades.

Varios especialistas indican que el monitoreo hoy en día se han visto rebasado en sus capacidades frente a la urgente necesidad de estudiar y evaluar varios otros sitios con cobertura glacial que pueden estar afectados seriamente pero que no se tiene información al respecto.

El “Panel de Expertos” indica que se debe tomar en cuenta aspectos como captación y almacenamiento del agua “excedentaria” generada por el derretimiento de los glaciares, agua “excedentaria” que eventualmente se acabará, es decir el agua de derretimiento glacial es

una fuente de agua finita a mediano plazo.

Se considera muy importante el monitoreo permanente de los Recursos Hídricos (RRHH) y Cambio Climático. Asimismo crear mecanismos para el cumplimiento de las normas y las sanciones respectivas, a nivel nacional, regional y municipal (subcuencas).

- **Efectos del Cambio Climático en la Calidad de Agua**

Para la construcción de los escenarios, la pregunta guía realizada a los expertos fue la siguiente:

“De acuerdo a su criterio ¿Cómo y en qué medida afectará el Cambio Climático en la Calidad del Agua al 2050?”.

**Tabla 3**

**Escenario 1: Sin intervención**

	N° expertos	Porcentaje (%)
Aumentaría	14	40
Se mantendría estable	2	6
Disminuiría	19	54

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados obtenidos de las encuestas, 2014

El 54% del panel de expertos indican que la calidad de agua al 2050 disminuiría, sin intervención. Pero el 40% del Panel de Expertos afirman que aumentaría, sin llegar a consensos.

**Tabla 4**

**Escenario 2: Con intervención**

	N° expertos	Porcentaje (%)
Aumentaría	5	14
Se mantendría estable	18	51
Disminuiría	12	34

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados obtenidos de las encuestas, 2014

Con intervención, el 51% de los especialistas han establecido que para el año 2050 la calidad de agua se mantiene estable, es decir que no mejorará, por el contrario se muestra una tendencia a que podría disminuir al 2050 (34%).

En ambos escenarios, se observa una tendencia al 2050, en el que no mejorará la calidad de agua, a lo sumo se mantendrá en las condiciones actuales.

Más del 90% de los investigadores creen que es imprescindible el uso de tecnologías adecuadas para la descontaminación de aguas superficiales y subterráneas. De la misma forma las medidas de tendencias centrales ratifican los valores de los cuantiles, donde existen consenso en la importancia de contar con tecnologías que permitan la descontaminación de aguas.

El 75% de los miembros del “Panel de Expertos” indican que es imprescindible incrementar la formación de talentos científicos y consolidar una base de datos de información científica tecnológica.

### **Incentivos para alcanzar mejor calidad de agua al 2050.**

La normativa y políticas estatales son muy importantes debido al aporte económico y apoyo institucional que se puede brindar para poder mitigar el efecto del Cambio Climático en la Calidad del Agua al 2050.

**Tabla 5**

#### **Fortalecer las organizaciones locales para la Gestión integral de Cuencas**

<b>Cuartiles</b>	Q0	1
	Q1 (25%)	3
	Q2 (50%)	3
	Q3 (75%)	3
	Q4	3
<b>Medidas de tendencia central</b>	Media	3
	Moda (N q mas se repite)	3
	Mediana	3

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados obtenidos de las encuestas, 2014

Todos los incentivos colocados en la encuesta muestran aceptación y consenso (más del 75% está de acuerdo).

- **Investigación Científica, Tecnológica y Talentos.**

Se espera que la producción científica gradualmente produzca la apropiación social, comunidades y redes científicas, comunicación y/o divulgación, muy importante para la transformación social y humana.

En el primer escenario, el 73% de los encuestados indican que sin intervención, no incrementaría la producción científica, sino se mantendría estable la cantidad de producción científica al 2050, en el marco de las Redes de Investigación en Bolivia.

**Tabla 6**

**Número de Respuestas - Escenario 1: Sin intervención**

	N° expertos	Porcentaje (%)
Aumentaría	6	18
Se mantendría estable	24	73
Disminuiría	5	15

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados obtenidos de las encuestas, 2014

**Tabla 7**

**Número de Respuestas - Escenario 2: Con intervención**

	N° expertos	Porcentaje (%)
Aumentaría	32	97
Se mantendría estable	3	9
Disminuiría	0	0

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados obtenidos de las encuestas, 2014

A diferencia del escenario 1, en el escenario 2 se observa que el 97% de las respuestas, indican que con algún tipo de intervención, aumentaría la cantidad de producción científica al 2050.

Para tal efecto las redes de investigadores, la inversión en equipamiento

e infraestructura constituyen en fundamental para motivar una mayor producción intelectual y científica.

El panel considera que es muy importante la creación de incentivos para el incremento de la producción científica.

El panel coincide en indicar que la producción científica requiere ser más valorizada en la evaluación del personal universitario.

También indican que el Estado debería canalizar fondos de investigación, priorizando temas de interés nacional. Principalmente fomentar la investigación para resolver problemas actuales relacionados al cambio climático. (Ej. Inundaciones, sequías, desabastecimiento de agua para consumo humano, etc.).

El panel sostiene que el aporte de las Universidades es muy importante, debería valorizarse mejor la producción intelectual, principalmente en el caso de las publicaciones en revistas indexadas con revisión de pares académicos.

Bajo la actual modalidad de evaluación académica, una publicación en revista de alto impacto tiene el mismo puntaje que una publicación en revistas de difusión sin revisión de expertos. Debería existir algún tipo de incentivo para los investigadores con alta producción científica.

Con relación a la difusión de información científica y tecnológica:

- Difusión de los temas en los que se requiere mayor información científica y tecnológica.
- Fortalecimiento de mecanismos de difusión de la producción científica en Universidades, Academias e Institutos de Investigación.
- Crear un “bono a la publicación científica” en coordinación con las instituciones públicas y Universidades.
- Finalmente los panelistas creen que se debe definir y priorizar temas de relevancia para la investigación y que aborden los problemas reales sobre los Recursos Humano en el país.

### **Centros Estatales de Investigación.**

Con el objetivo de indagar la posibilidad de creación de Centros Estatales de Investigación al 2050 las respuestas fueron las siguientes:

**Tabla 8**

**Número de Respuestas - Escenario 1: Sin intervención**

	N° expertos	Porcentaje (%)
Aumentaría	3	9
Se mantendría estable	24	71
Disminuiría	7	21

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados obtenidos de las encuestas, 2014

La Tabla 8 muestra que hay un consenso del 71 % en señalar que la cantidad de Centros Estatales de Investigación se mantendrá estable al 2050, es decir muy pocos, sin la intervención de ningún tipo.

**Tabla 9**

**Número de Respuestas - Escenario 2: Con intervención**

	N° expertos	Porcentaje (%)
Aumentaría	30	88
Se mantendría estable	4	12
Disminuiría	0	12

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados obtenidos de las encuestas, 2014

Mientras que la Tabla 9, el 88% de los miembros del Panel de Expertos indica que con una adecuada intervención Estatal podría incrementarse la cantidad de Centros Estatales de Investigación en Recursos Hídricos, esto significa establecer las reglas de juego para la formación de talentos, repatriación de profesionales y la posibilidad de que estos profesionales puedan insertarse en el ámbito laboral.

A continuación se presenta un punteo de otros aspectos que fueron considerados por el Panel de Expertos:

- El panel expresa la necesidad de potenciar los Centros Estatales de Investigación, por ejemplo el Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN). Indican que varios de ellos están quedando obsoletos por falta de equipamiento, lo que hace

que baje la calidad de la investigación.

- Fomentar a que los investigadores de los Centros Estatales de Investigación tengan una actualización permanentemente en nuevas técnicas, metodologías u otros aspectos relacionados a la investigación científica y tecnológica.
- Se debería fomentar y fortalecer las redes de investigación regionales bajo las modalidades de cooperación Sur-Sur. (Ej. Programas, Proyectos y Grupos de Trabajo del Programa Hidrológico Internacional PHI-UNESCO).

### **Estudios priorizados en Recursos Hídricos.**

A objeto de identificar y priorizar los estudios necesarios en el tema de recursos hídricos, el 90% del Panel de Expertos, indica por orden de importancia los siguientes:

- Disponibilidad de agua a nivel de cuenca (Balances Hídricos);
- Variabilidad y Cambio Climático;
- Tecnologías eficientes en procesos productivos (pecuaria, industria, manufacturera, etc.)”.

Las opciones restantes son solo de carácter relevante, es decir los estudios sobre Sistemas de desalinización y neutralización de aguas y sobre los Sistemas ecológicos de extracción de agua subterránea.

En un nivel intermedio tendríamos la necesidad de realizar uno varios estudios sobre los Sistemas de pronóstico y alerta hidrológica y los SAT (Sistemas de Alerta Temprana).

### **Perfiles profesionales requeridos en Recursos Hídricos.**

A objeto de establecer los requerimientos de recursos humanos al 2050, y así identificar el perfil profesional en el corto y mediano plazo, el “Panel de Expertos”.

De acuerdo al análisis estadístico y mediante el cálculo de los cuartiles, más del 90% indica que es imprescindible la formación de recursos humanos en: Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) y Gestión Integral de Cuencas, la primera ayuda a administrar y desarrollar los recursos hídricos en forma sostenible y equilibrada, teniendo en cuenta los intereses sociales, económicos y ambientales. Reconoce

los diferentes grupos de interés que compiten entre sí, los sectores que usan y abusan del agua, y las necesidades del medio ambiente<sup>5</sup>. Mientras que en la gestión integral de cuencas<sup>6</sup>, los gobiernos nacionales establecen las políticas para el uso y protección de los recursos hídricos en un país. Si bien la implementación de dichas políticas es eficaz en muchas escalas, allí donde se implementan políticas a escala de cuenca, existe la oportunidad de generar soluciones para “toda la cuenca” y resolver controversias aguas arriba, aguas abajo (para un río) y de región a región (para un lago o el agua subterránea).

En otras palabras, las políticas nacionales, así como también los acuerdos internacionales y los convenios regionales para aguas transfronterizas, se aplican en cuencas naturales. La relación que existe entre la gestión de los recursos hídricos dentro de un país y la gestión del agua en cuencas se vuelve, de esta manera, dinámica y más sensible a las circunstancias cambiantes, sean estas ambientales, sociales o económicas.

Los análisis de cuartiles, muestra que la formación podría darse en temas relacionados a la Hidrogeología, como la tercera en importancia pero muy cerca de las anteriores dos opciones, Según Mijailov. L<sup>7</sup>, la hidrogeología es la ciencia que estudia el origen y la formación de las aguas subterráneas, las formas de yacimiento, su difusión, movimiento, régimen y reservas, su interacción con los suelos y rocas, su estado (líquido, sólido y gaseoso) y propiedades (físicas, químicas, bacteriológicas y radiactivas); así como las condiciones que determinan las medidas de su aprovechamiento, regulación y evacuación.

En un rango inferior pero con el mismo grado de importancia (más del 50%) se encuentran Hidrología y Calidad de Aguas, como perfiles profesionales relevantes o importantes, muchas veces consideradas como materias complementarias pero de vital importancia por los conceptos y resultados que proporcionan.

Menos del 50% de los especialistas cree que la opción de Climatología es importante pero no muy relevante, esto debido a que es la ciencia que engloba todos los conceptos generales del clima y sus variaciones a largo del tiempo cronológico.

Un dato satisfactorio de carácter general es que la mayor parte de estos

---

5.- Asociación Mundial para el agua (Global Water Partnership, GWP).

6.- Red Internacional de Organismos de Cuenca.

7.- Mijailov, L. 1985. Hidrogeología. Editorial Mir. Moscú, Rusia. 285 p

perfiles profesionales es considerada irrelevante o poco importante por los encuestados, salvo algunas excepciones expuestas anteriormente que son menos del 25%.

Algunos especialistas encuestados hacen énfasis en nuevas disciplinas como ser: Hidroinformática, Ecología de sistemas acuáticos, Reciclaje del agua, Hidrocuenca Social, etc.

Finalmente, como un aspecto de apoyo al diseño e implementación de políticas para una adecuada gestión de los recursos hídricos, se planteó al Panel de Expertos, identificar recomendaciones vinculadas a otros instrumentos de Planificación Territorial. Los resultados fueron los siguientes:

Los resultados indican que para más del 90% de los encuestados, creen que todas las políticas son muy relevantes o importantes, como por ejemplo el Ordenamiento Territorial tomando en cuenta la cuenca como unidad de evaluación. El panel también recomienda el diseño de políticas enfatizando la protección de los recursos hídricos relacionados con explotaciones mineras, industriales y agropecuarias.

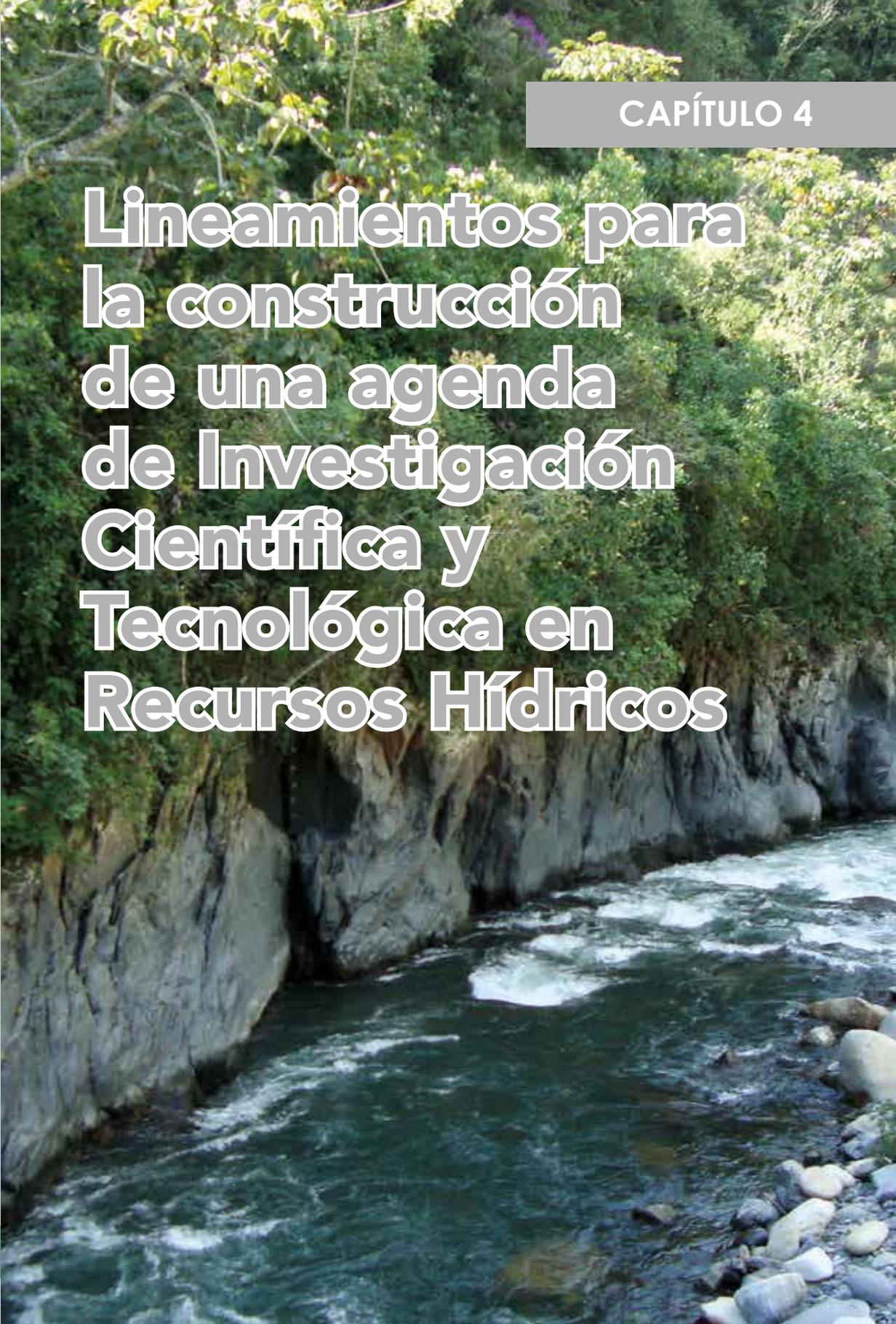
## **Referencias Bibliografía.**

Medina y Ortegón 2006 "Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe". Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social. Santiago de Chile 2006.

### **Sitios web**

Jay Ogilvy 2006 "Education in the Information Age: Scenarios, Equity and Equality", <http://www.oecd.org/site/schoolingfortomorrowknowledgebase/futuresthinking/scenarios/37863178.pdf>

# Lineamientos para la construcción de una agenda de Investigación Científica y Tecnológica en Recursos Hídricos





# Lineamientos para la construcción de una agenda de Investigación Científica y Tecnológica en Recursos Hídricos

Temáticas	Estrategias			Investigación		Actores
	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	Líneas de investigación	Programas de investigación	Identificación de actores
<b>TEMÁTICA 1</b>						
Generar Investigación Climática	<p>Reforzar las asociaciones relacionadas con el tema hídrico con los actores nacionales, regionales y mundiales que toman decisiones clave que influyen en el tema.</p> <p>Apoyar a las Asociaciones Regionales para el Agua en la mejora de sus capacidades para encargarse de la gobernabilidad, las comunicaciones, la recaudación de fondos, el desarrollo y ejecución de programas.</p>	<p>Fortalecer la Red de investigación en Recursos Hídricos.</p> <p>Generar y difundir conocimiento empírico y científico de alta calidad.</p> <p>Fortalecer las asociaciones nacionales y regionales para el Agua que brindan conocimiento, brindan apoyo técnico y político.</p>	<p>Fortalecer las alianzas estratégicas para promover el mejoramiento de la calidad de profesionales destinados a la investigación científica y recursos hídricos.</p>	L1: Generar y difundir información científica y tecnológica en recursos hídricos.	<p>P1. Fortalecer la capacidad de la red de investigación en RRHH.</p> <p>P2. Generar información sobre la Dinámica de ecosistemas y cambio climático.</p> <p>P3: Generar investigación en procesos de deterioros y contaminación.</p> <p>P4: Difundir información ambiental.</p>	<p>Ministerio de Medio Ambiente y Agua.</p> <p>Universidades Públicas y Privadas.</p> <p>Institutos y Centros de Investigación.</p> <p>ONG's.</p> <p>Instituciones Públicas y Unidades descentralizadas: SENAMHI, ADEMAF, etc.</p> <p>Instituciones Privadas.</p> <p>Gobiernos Autónomos (Municipales, Gobernaciones, Indígenas Originario Campesinos.</p> <p>Asociaciones de regantes y otros.</p> <p>Organizaciones sociales y sindicatos de agua</p> <p>OGC's</p>

## TEMÁTICA 2

Complementariedad entre el saber ancestral y el conocimiento Universal "moderno"	Divulgar y difundir la cultura del agua.  Sensibilización y educación en el uso eficiente del agua	Generar y transmitir conocimiento en cultura hídrica.	Incorporar metodologías en base a la cultura ancestral y las nuevas tecnologías.	L2: Generar Cultura hídrica	<p>P1: Contribuir a la agenda global de desarrollo y gestión de Recursos Hídricos.</p> <p>P2: Incorporar metodologías de innovación de conocimientos locales en el tema hídricos.</p> <p>P3: Innovar metodologías para la gestión sustentable de los RRNN en especial los Recursos Hídricos.</p>	idem
--	--	---	--	-----------------------------	--	------

## TEMÁTICA 3

Generar estudios estratégicos				<p>P1: Generar estudios estratégicos en cambio, riesgo climático y monitoreo de glaciares, calidad y cantidad de agua superficial y subterránea.</p> <p>P2: Determinar nuevos enfoques innovadores para el tema de gestión hídrica:</p>	<p>L1: Monitorear y evaluar la gestión del manejo del agua y la adaptación al retroceso de glaciares por acción del cambio climático.</p> <p>L2: Monitorear la calidad y cantidad del agua en proyectos a nivel de cuenca.</p> <p>L1: Resiliencia al cambio climático y seguridad hídrica.</p> <p>L2: Seguridad hídrica transfronteriza</p> <p>L3: Alimentos y seguridad hídrica.</p> <p>L4: Energía y seguridad hídrica.</p> <p>L5: Urbanización y seguridad hídrica.</p> <p>L6: Ecosistemas y seguridad hídrica.</p> <p>L7: Reciclaje del agua (depuración de aguas residuales).</p>	idem
-------------------------------	--	--	--	---	--	------

TEMÁTICA 4						
Construcción de instrumentos y herramientas de gestión pública.	Promover una gobernabilidad eficaz, basada en políticas, instituciones, asociaciones y procesos integrales de apoyo mutuo, en el intercambio de información	Generar programas de Políticas de protección del recurso hídricos relacionadas con explotaciones mineras, industriales, agropecuaria y monitoreo de calidad de aguas.	Transferencia intercuenca (aportaciones de recursos externos a un precio asequible, lo que implica garantizar la existencia de trasvases intercuenca.)	P1: Generar instrumentos para la correcta gestión de los recursos hídricos.  P2: Gobernabilidad hídrica	L1: Establecer políticas estatales para fortalecer las organizaciones locales para la gestión de RRHH:  L1: Igualdad de género y participación de los jóvenes.	idem

TEMÁTICA 5						
Instrumentos financieros para la gestión del cambio climático.	Alcanzar un gran Pacto Nacional del Agua que garantice el suministro de agua en calidad y cantidad suficiente, de forma integral y solidaria, en todo el territorio nacional.	Crear fondos para el incentivo a la mejor gestión e innovación de tecnologías sustentables	Promover la innovación tecnológica en recursos hídricos.	P1: Obtención de recursos financieros.	L1: Captar oportunidades de financiación fuera del presupuesto regional o nacional.  L2: Generar convenios nacionales e internacionales con instituciones como la Asociación Mundial para el Agua.	idem

## Conclusiones

### Con relación al retroceso de glaciares al 2050

Con respecto al retroceso de glaciares, en ambos escenarios (optimista y pesimista), el Panel de Expertos indica que el fenómeno de retroceso es casi un hecho, aunque se tomen acciones de forma inmediata, el retroceso continuará. Estos datos coinciden plenamente con el informe número 5 del IPCC, indicando que incluso en los escenarios más optimistas de desarrollo económico, la temperatura tendrá un aumento para el año 2050, por tanto, los glaciares seguirán retrocediendo incluso si en este momento se empezarían a cumplir compromisos de mitigación a nivel global.”

A juicio del “Panel de Expertos”, para mitigar el retroceso de glaciares, se debe mejorar los procesos de integración regional, principalmente en el diseño de políticas de lucha conjunta contra el retroceso de glaciares, ya que se trata de un problema de carácter regional, se puede observar las externalidades de otros países sobre el nuestro, por mas

acciones que hagamos en lo local, el incremento de la temperatura es un hecho y por lo tanto el retroceso de glaciares.

Entre las acciones más relevantes, el 75% del “Panel de Expertos” considera imprescindible incrementar la disponibilidad y acceso a tecnologías para la realización de monitoreo en el retroceso de glaciares.

El Panel de Expertos valora como imprescindible contar con una base de datos, donde la información debe ser precisa, clara, y con formato uniforme, formato de acceso y disponibilidad permanente.

El consenso también se dio en el tema de fortalecimiento de talentos científicos, más del 75% indican que es imprescindible la formación de nuevos talentos científicos altamente calificados.

Se constituye fundamental la formulación de la Ley de Aguas que debe ser el marco referencial para la gestión y administración del agua, deben incluirse aspectos de innovación tecnológica vinculadas a la eficiencia en el aprovechamiento del recurso, así como el fortalecimiento de las capacidades locales, la protección de cuencas hidrográficas, promoción de la eficiencia tecnológica y uso sostenible del recurso. Incentivos para la conservación de glaciares.

También se llegó a consensos sobre el tema de fortalecimiento de las alianzas estratégicas, más del 75% de los encuestados indican que es **muy importante**, y para el 25% es solo **importante**, lo que llama la atención es la media aritmética, despliega un dato “2” equivalente a “**importante**”, debido a que para 12 de los expertos encuestados solo es importante.

Panel de Expertos sostiene que debería considerarse una estrategia nacional, en coordinación con el Servicio Meteorológico (SENAMHI), para garantizar la sostenibilidad de las redes de monitoreo de glaciares. Las actuales redes de monitoreo operan en función a algunos fondos de investigación temporales, llevados a cabo principalmente por la universidad.

Panel de Expertos resalta que se debe tomar en cuenta aspectos como **captación y almacenamiento** del agua “excedentaria” generada por el derretimiento de los glaciares, agua “excedentaria” que eventualmente se acabará, es decir el agua de derretimiento glacial es una fuente de agua finita a mediano plazo.

## Con relación a la calidad de agua al 2050

En ambos escenarios, existe una ligera tendencia al 2050 a que no mejorará la calidad de agua, a lo sumo se mantendrá.

A pesar de esa ligera tendencia al 2050 sobre la calidad de agua, el "Panel" cree que para mitigar el impacto del cambio climático en la calidad de agua, se deben tomar acciones.

Más del 90% de los investigadores cree que es imprescindible el uso de tecnologías adecuadas para la descontaminación de aguas superficiales y subterráneos.

En cuanto a la producción científica, el 97% de las respuestas, indican que con algún tipo de intervención Estatal, aumentaría la cantidad de producción científica al 2050.

El 75% de los miembros del "Panel de Expertos" indican que es imprescindible incrementar la formación de talentos científicos y consolidar una base de datos de información científica tecnológica.

En cuanto a la formación de recursos humanos e investigación

Más del 90% indica que es imprescindible la formación de recursos humanos en : Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) y Gestión Integral de Cuencas.

El panel sostiene que el aporte de las Universidades es muy importante, debería valorizarse mejor la producción intelectual, principalmente en el caso de las publicaciones en revistas indexadas con revisión de pares académicos (peer review).

El 90% del Panel de Expertos, indica por orden de importancia la necesidad de contar con los siguientes estudios: Disponibilidad de agua a nivel de cuenca (Balances Hídricos); Variabilidad y Cambio Climático.

# Anexo 1

## LISTA DE PANEL DE EXPERTOS.

Nombre	Institución	Cargo	Especialidad
1.- Zepita Quispe Claudia	Particular	Investigadora	Hidrobiología
2.- Jean Emmanuel Sicard	IRD Francia	Investigador	Recursos Naturales
3.- Edson Ramírez	UMSA – Hidrología	Investigador	Glaciares
4.- Rafael Cortez	UMSA	Investigador	Aguas Subterráneas
5.- Melina Campero	UMSA	Investigadora	Hidrología
6.- Vladimir Orzag	UMSA	Docente – Investigador	Suelos
7.- María de las Mercedes Iriarte	UMSS	Investigadora	Microbiología
8.- Juan Cayola Llama	Independiente	Consultor Experto	Agua y RRNN
9.- Guillermina Miranda	UMSA	Docente – Investigadora	Cuencas
10.- Elena Villarroel	Agua Sostenible	Investigadora	Aguas
11.- Cinthya Ramallo	UMSA – Hidrología	Investigadora	Recursos Hídricos
12.- Antonio Salas	Independiente	Investigador	Agua y RRNN
13.- Raúl Ayala	UMSA – Geografía	Docente – Investigador	Conservación y RRNN
14.- Rubén Mendoza	EMI	Docente	SIG y RRNN
15.- Jhonny Antezana	Independiente	Consultor	Agua y RRNN
16.- Rogel Mattos	Cancillería	Director Gral de Límites,	Agua y RRNN
17.- Martha Mamani	Independiente	Consultor	Gestión del agua

18.- Ramiro Escalera	UPB (Privada)	Investigador	Calidad de aguas
19.- Julio Delgado	Independiente	Consultor	Gestión del agua
20.- Iván Ramírez	Independiente	Consultor	Hidrogeología
21.- Paula Pacheco	Agua Sostenible	Investigadora	Agua y RRNN
22.- Enrique Ayarde Farfán	Cooperativa Agua Pot.	Investigador	Tratamiento de
23.- Marco Flores	GEF Chaco	Coordinador Regional	Cuencas
24.- Analía Gonzales	Agua Sostenible	Investigadora	Agua y RRNN
25.- Alfredo Durán	UMSS	Director	Gestión del Agua.
26.- Mauricio Romero	UMSS	Investigador	Agua y RRNN
27.- Fernando Pérez	UMSS	Investigador	Riegos
28.- Jessica Porres	Universidad de Sídney	Investigadora	Desarrollo Sostenible
29.- Danny Reynoso	UMSA	Docente – Investigador	Recursos Hídricos
30.- Fernando Cáceres	Independiente	Consultor	Gestión del agua
31.- Jorge Pascuali	Ministerio de Educación	Coordinador	Agua y RRNN
32.- Jorge Vásquez	UMSA	Docente - Investigador	Calidad de Agua
33.- Miguel Ontiveros	EMI	Consultor	Agua y RRNN
34.- Gonzalo Lima	UMSA	Docente - Investigador	Calidad de Agua
35.- Erwin Galoppo	UMSA – Geografía	Director	RRNN y Geografía.

# Anexo 2

## CUESTIONARIO DELPHI

### CAPITULO 1

#### CAMBIO CLIMÁTICO Y SU EFECTO EN EL RETROCESO DE GLACIARES

1.1 De acuerdo a su criterio ¿Cómo y en qué medida afectará el Cambio Climático en el Retroceso de Glaciares al 2050, presentaría el siguiente panorama:

Escenario 1: Sin intervención/ Escenario 2: Con intervención

	(marque con X)
Aumentaría	
Se mantendría estable	
Disminuiría	

1.2 Para alcanzar un Escenario deseable, ¿Qué grado de importancia le asignaría Ud. a las siguientes recomendaciones

	<b>Recomendación</b>	<b>Seleccione aquí (1-3)</b>
<b>P1</b>	Incrementar la disponibilidad y acceso a tecnologías adecuadas para un manejo y aprovechamiento sustentable del recurso hídrico.	
<b>P2</b>	Incrementar la formación de talentos científicos	
<b>P3</b>	Consolidar una Base de Datos de información científica y tecnológica en la temática	

1=recomendación irrelevante, 2=recomendación relevante y 3=recomendación imprescindible

1.3 Para alcanzar un Escenario deseable, ¿Qué grado de importancia le asignaría Ud. a los siguientes incentivos

	<b>Incentivos</b>	<b>Seleccione aquí (1-3)</b>
<b>P1</b>	Normativa y políticas estatales.	
<b>P2</b>	Consolidar alianzas estratégicas	
<b>P3</b>	Fortalecer las organizaciones locales para la gestión integral de cuencas	

(1=poco importante, 2=importante y 3=muy importante)

## CAPITULO 2

### CAMBIO CLIMÁTICO Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DEL AGUA

2.1 De acuerdo a su criterio ¿Cómo y en qué medida afectará el Cambio Climático en la Calidad del Agua al 2050:

Escenario 1: Sin intervención/ Escenario "": Con intervención

2.2, Para alcanzar un Escenario deseable, ¿Qué grado de importancia le asignaría Ud. a las siguientes recomendaciones

	(marque con X)
Aumentaría	
Se mantendría estable	
Disminuiría	

1=recomendación irrelevante, 2=recomendación relevante y 3=recomendación imprescindible

2.3 Para alcanzar un Escenario deseable, ¿Qué grado de importancia le asignaría Ud. a los siguientes incentivos

	<b>Recomendación</b>	<b>Seleccione aquí (1-3)</b>
<b>P1</b>	Incrementar la disponibilidad y acceso a tecnologías adecuadas para un manejo de manejo y aprovechamiento sustentable del recurso hídrico.	
<b>P2</b>	Incrementar la formación de talentos científicos	
<b>P3</b>	Consolidar una Base de Datos de información científica y tecnológica en la temática	

(1=poco importante, 2=importante y 3=muy importante)

	<b>Incentivos</b>	<b>Seleccione aquí (1-3)</b>
<b>P1</b>	Normativa y políticas estatales.	
<b>P2</b>	Consolidar alianzas estratégicas	
<b>P3</b>	Fortalecer las organizaciones locales para la gestión integral de cuencas	

(1=poco importante, 2=importante y 3=muy importante)

## CAPITULO 3

### INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

3.1 Pensando en Bolivia, la cantidad de producción científica al 2050 en el marco de las Redes de Investigadores en Bolivia, presentaría el siguiente panorama

Escenario 1: Sin intervención/ Escenario 2: Con intervención

	(marque con X)
Aumentaría	
Se mantendría estable	
Disminuiría	

3.2 Pensando en Bolivia al 2050, los Centros Estatales de Investigación en recursos hídricos, presentarían el siguiente panorama:

Escenario 1: Sin intervención/ Escenario 2: Con intervención

Aumentaría	
Se mantendría estable	
Disminuiría	

3.3 Qué grado de importancia le asignaría Ud. a los siguientes Estudios en Recursos Hídricos?

		Seleccione aquí (1-3)
<b>P1</b>	Variabilidad y cambio climático	
<b>P2</b>	Sistemas de desalinización y de reutilización de aguas	
<b>P3</b>	Sistemas de pronóstico y alerta hidrológica	
<b>P4</b>	Sistemas ecológicos de extracción de agua subterránea	
<b>P5</b>	Disponibilidad de agua a nivel de cuenca (Balance Hídrico)	
<b>P6</b>	Tecnologías eficientes en procesos productivos (Pecuaria, industria manufacturera, etc.).	

1=precindible, 2= imprescindible, 3=muy imprescindible

3.4 ¿Qué grado de relevancia le asignaría Ud. a la formación de los siguientes perfiles profesionales en Recursos Hídricos?

		<b>Seleccione aquí (1-3)</b>
<b>P1</b>	Hidrología	
<b>P2</b>	Hidrogeología	
<b>P3</b>	Calidad de Aguas	
<b>P4</b>	Gestión Integral de Recursos Hídricos	
<b>P5</b>	Gestión Integral de Cuencas	
<b>P6</b>	Climatología	

(1= irrelevante, 2=relevante y 3= muy imprescindible)

Otros: .....

3.5 ¿Qué grado de relevancia le asignaría Ud. a las siguientes recomendaciones en Política y Planificación del Territorio?

		<b>Seleccione aquí (1-3)</b>
<b>P1</b>	Planificación Territorial en base a cuencas	
<b>P2</b>	Políticas de protección del recurso hídrico relacionadas con explotaciones mineras, industriales y agropecuaria	
<b>P3</b>	Programas de enseñanza, información y concientización en la educación primaria y secundaria	
<b>P4</b>	Programas de monitoreo de calidad de agua y de control de aportes residuales puntuales y dispersos	

(1= irrelevante, 2= relevante y 3= muy relevante)

Otros: \_\_\_\_\_

