

# Modelado para de la gestión del agua en la región hídrica Bogotá – Colombia

Andrés Chavarro Velandia PhD(c), Mónica Castañeda,  
PhD. Sebastián Zapata, PhD, Isaac Dyner, PhD.

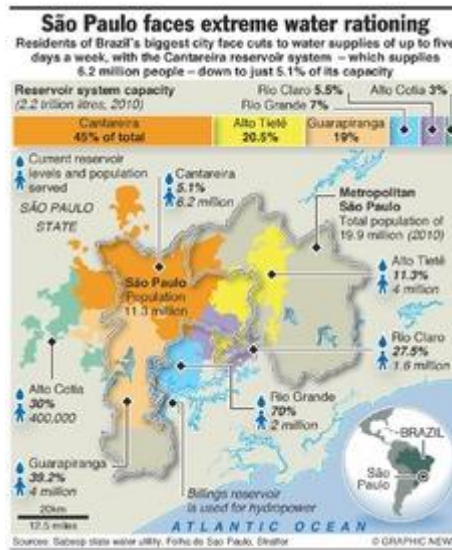
**Encuentro distrital CoSIAM**

Noviembre 2019

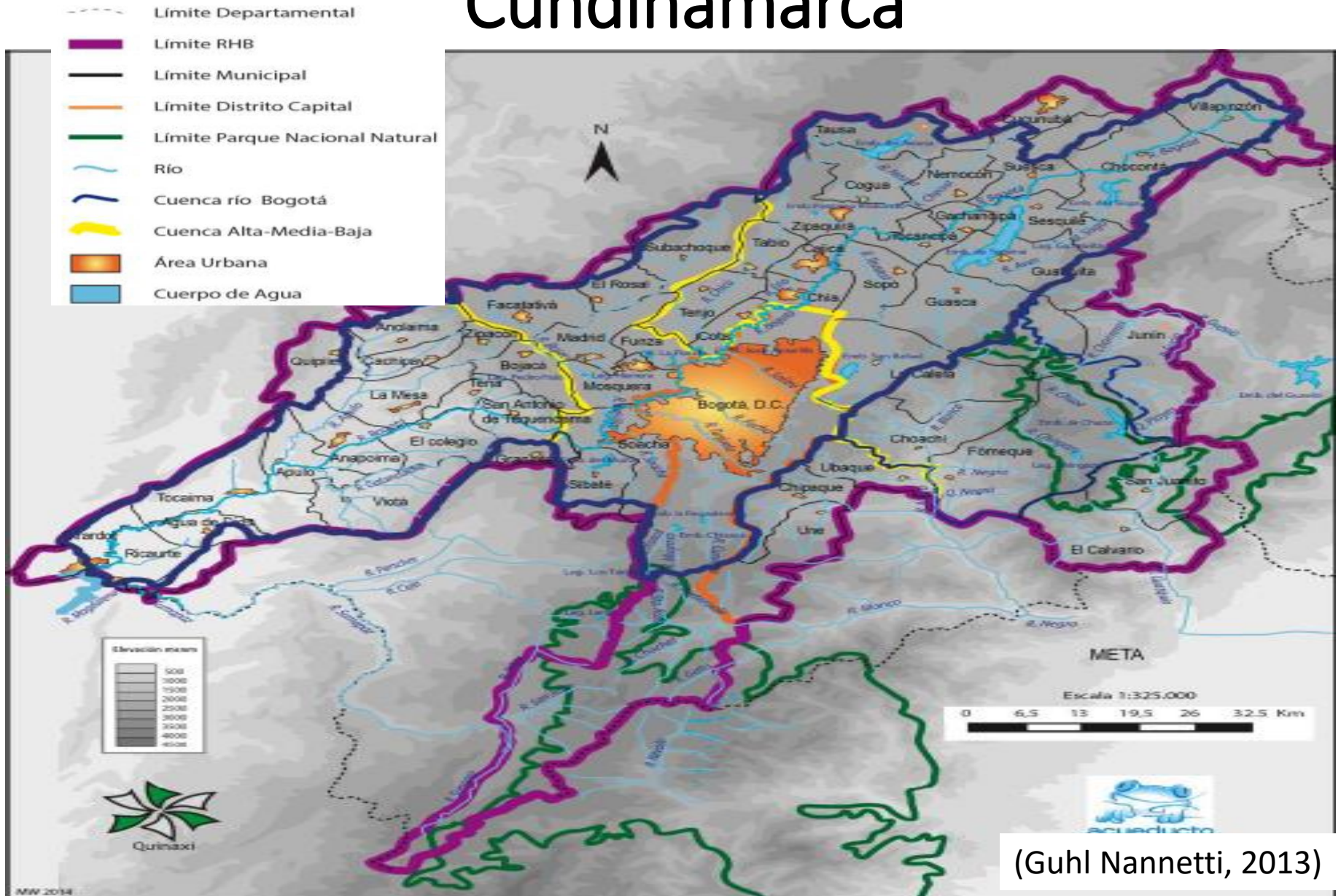
# Agenda

1. Problema de investigación
2. Estado del arte
3. Marco teórico
4. Modelo
5. Conclusiones preliminares
6. Artículos
7. Referencias

# El problema del desabastecimiento de agua ...



# Caso de estudio: región hídrica Bogotá-Cundinamarca



(Guhl Nannetti, 2013)



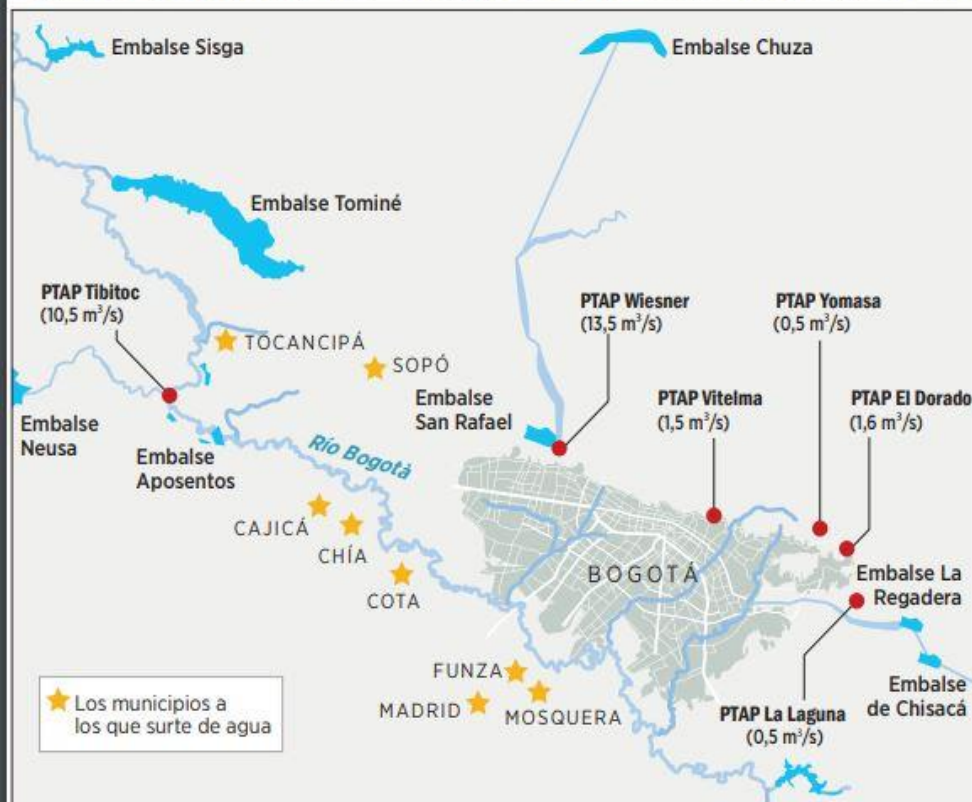
# Acueducto de Bogotá

## Plantas de tratamiento de agua potable que distribuyen a Bogotá

## Esquema de prestación de servicios domiciliarios



## Fuente de abastecimiento



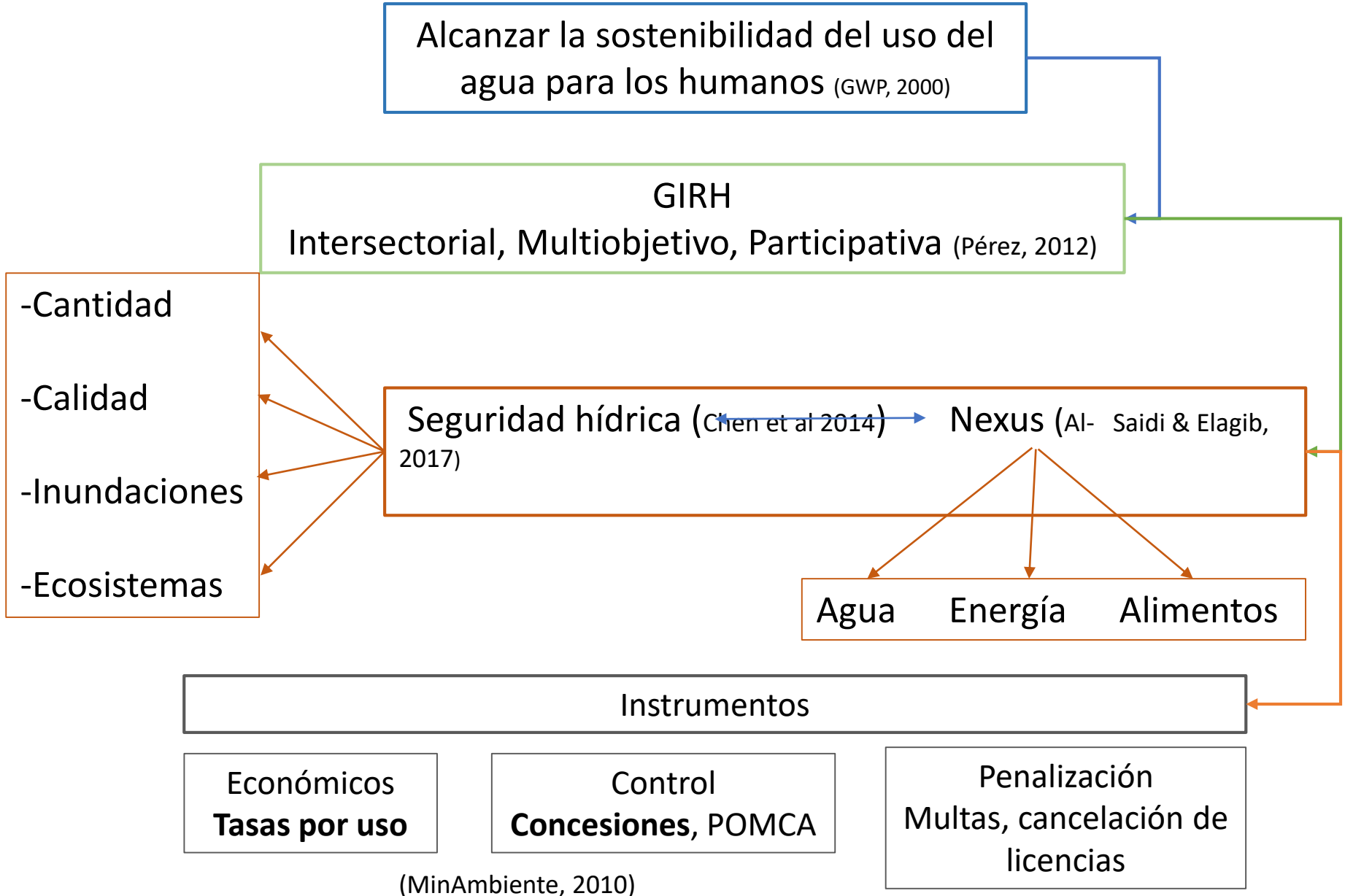
# Pertinencia de la investigación

- Cambio climático más crecimiento población aumenta la demanda de agua hasta en un 50% para Bogotá (Buytaert W. &., 2012).
- El 80% del territorio de la cuenca hídrica del río Bogotá está en alto o muy alto riesgo de desabastecimiento (HUITCA-CAR, 2017)
- La región representa el 17% de la economía del país y el 20% de la población nacional (DANE,2017)

# Preguntas de investigación

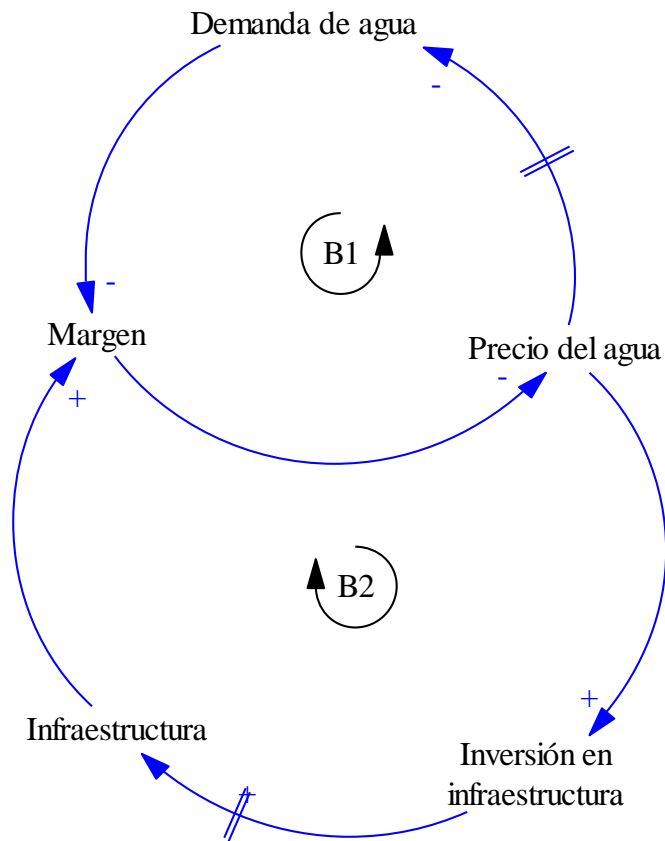
- ¿Cuáles son las condiciones en el largo plazo para garantizar el suministro adecuado de agua en la región hídrica de Bogotá?
- Para la región hídrica Bogotá Cundinamarca, en términos de usos del territorio y crecimiento poblacional, ¿Cuánto es necesario, cuánto es posible y a qué velocidad crecer?
- ¿Cuál es la influencia del cambio y variabilidad climática en el abastecimiento de agua?

# Marco teórico

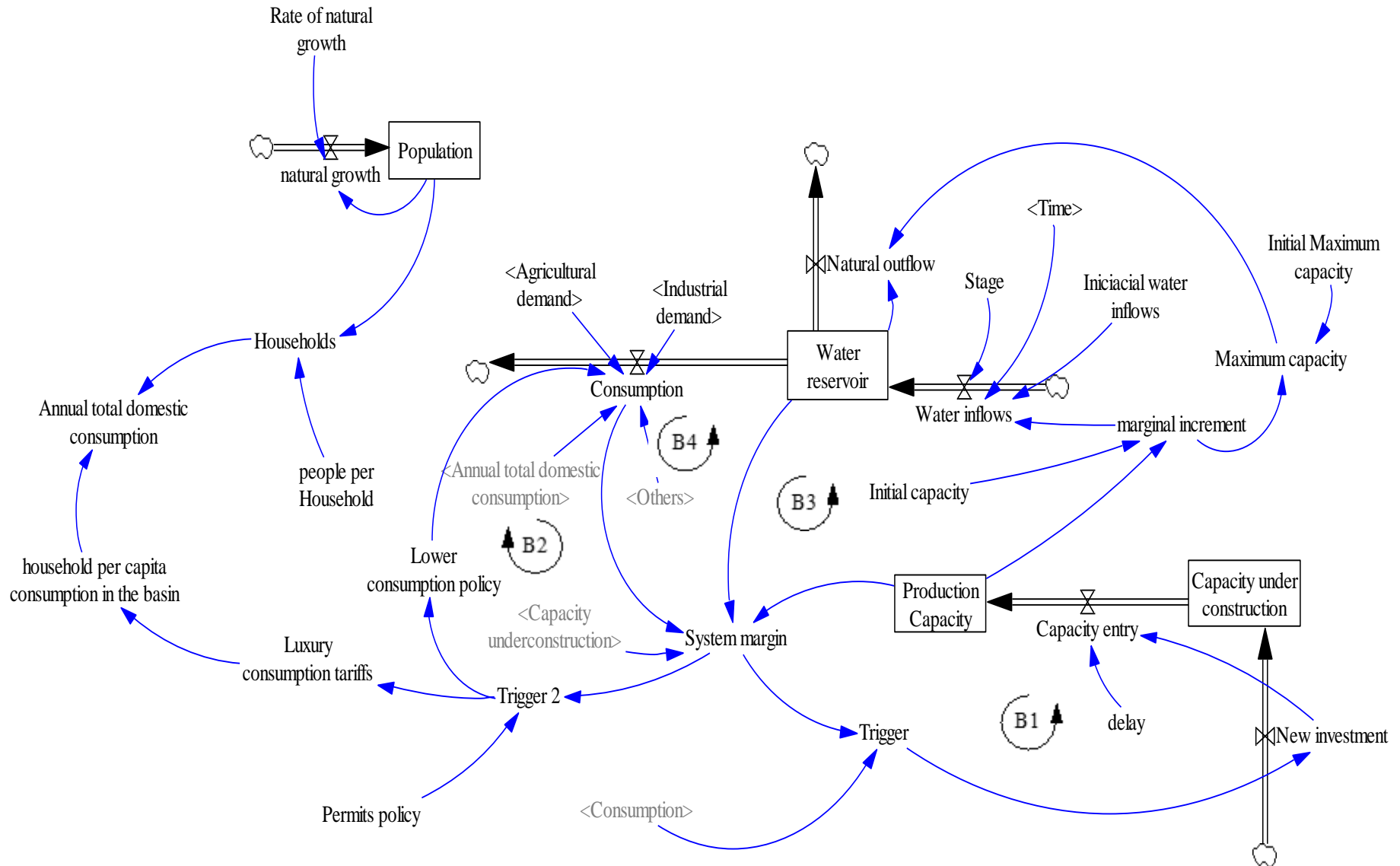




# Hipótesis dinámica



# Diagrama de flujos y niveles



# Ecuaciones del modelo

$$Population(t) = P_0 + \int Natural\ growth(t) dt$$

$$\begin{aligned} &Water\ reservoir(t) \\ &= Water\ reservoir_0 \\ &+ \int [Water\ inflows(t) - Consumption(t) - Natural\ outflow(t)] dt \end{aligned}$$

$$Production\ capacity(t) = Production\ capacity_0 + \int Capacity\ entry(t) dt$$

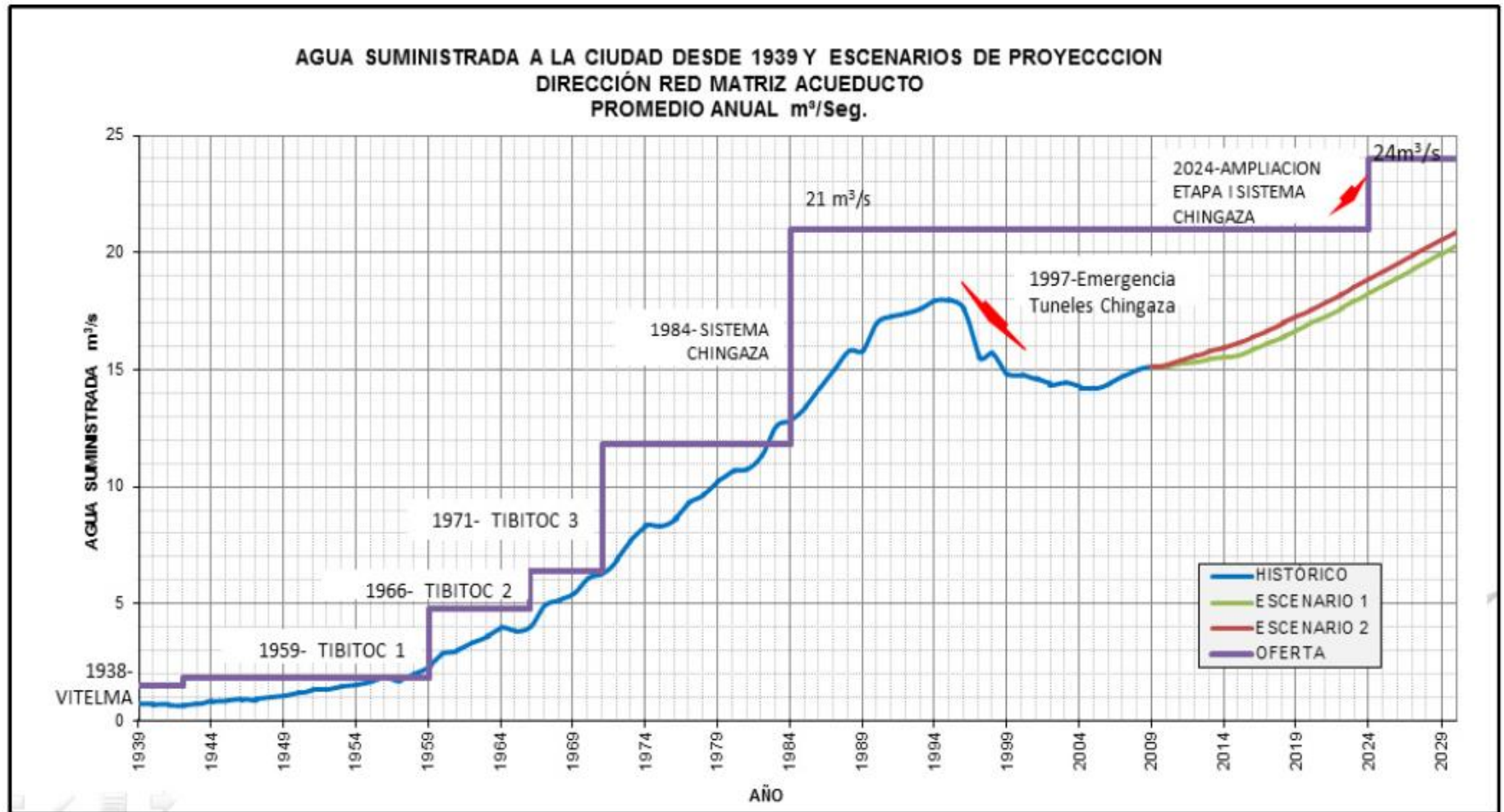
$$Consumption = Agriculture + Domestic + Industrial + Others$$

$$System\ margin = \frac{Production\ capacity - Consumption}{Consumption}$$

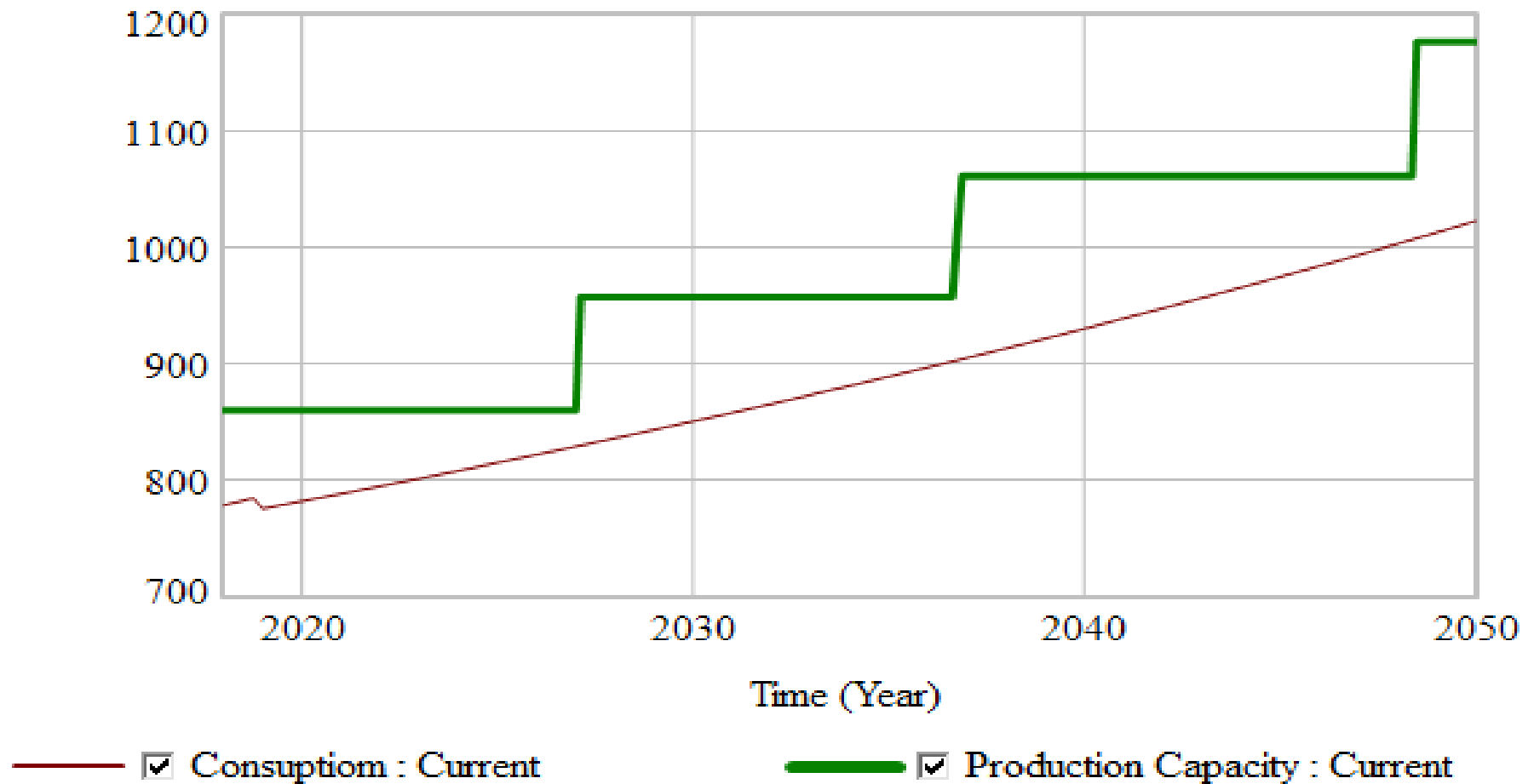
# Supuestos

- La ampliación de capacidad toma entre 5 y 9 años cada obra
- La demanda de agua de cada sector (domiciliaria, industrial, agrícola y otros), crece según la tasa promedio anual de los últimos 10 años.
- El crecimiento de la demanda de agua para el sector agrícola e industrial no depende del crecimiento de la economía
- Los hogares o suscriptores domésticos están conformados por cuatro personas cada uno (DANE, 2010)
- Es posible accionar dos políticas sobre el recurso hídrico al mismo tiempo.

# Modo de referencia



# Resultados de simulación BAU





# Conclusiones preliminares

- En un primer escenario, se observa que la relación dinámica entre consumo y la oferta no presenta inminencia de desabastecimiento
- La evolución del sistema de abastecimiento – uso muestra un comportamiento similar a las predicciones de los ejercicios de EAB.
- Cuando se introducen años secos ( y sin todas las consideraciones que habría que tener) las se pueden presentar situaciones de desabastecimiento si la política pública no se hace más estricta en el consumo o la ampliación de la capacidad crece como históricamente se ha venido presentando

# Referencias (1/2)

- Buytaert, W., & De Bièvre, B. (2012). Water for cities: The impact of climate change and demographic growth in the tropical Andes. *WATER RESOURCES RESEARCH*, VOL. 48, 1-13.
- Díaz, C. (2011). *METABOLISMO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.: UNA HERRAMIENTA PARA EL ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL URBANA*. Bogotá: Tesis elaborada como requisito académico para optar al título de: Magister en Medio Ambiente y Desarrollo.
- GONZÁLEZ-MORENO, L. V., ARAGÓN-PINZÓN, A. M., & MORENO-GARCÍA, R. (2015). *DETERMINAR LA VULNERABILIDAD AL DESABASTECIMIENTO HÍDRICO DEL PARAMO GUERRERO Y ESTABLECER LAS POSIBLES MEDIDAS DE ADAPTACION Y MITIGACIÓN*. Bogotá: Tesis de especialización en recursos hídricos.
- Guhl-Naneitti, E. (2013). *La región hídrica de Cundinamarca-Bogotá. Una propuesta conceptual*. Bogotá: Acueducto de Bogotá - Quinaxi.
- Huitaca consorcio - CAR. (2017). *AJUSTE DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ*. Bogotá: CAR.
- IDEAM. (2015). *Estudio Nacional del Agua 2014*. Bogotá: IDEAM.
- Ivanova, Y. (2013). *EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ COMO UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN EL ÁREA URBANA*. Bogotá: Tesis de Maestría en Gestión Ambiental.
- Instituto Alexander von Humboldt. (2016). *Recomendación para la delimitación, por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, del Complejo: Complejo de Páramos de Cruz Verde-Sumapaz / de Páramos de Chingaza a escala 1:25.000*. Bogotá: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humbolt y Fondo de Adaptación.

# Referencias (2/2)

- IDEAM. (2000). *Estudio Nacional del agua*. Bogotá: IDEAM.
- IDEAM. (2010). *Estudio Nacional del Agua 2010*. Bogotá: IDEAM.
- 11 de las grandes urbes con más probabilidad de quedarse sin agua potable. <http://www.mientrastantoenmexico.mx/las-11-ciudades-estan-riesgo-quedarse-sin-agua-potable/>
- Pérez-Hernández, E. (1998). La crisis del agua en Bogotá. *Bitácora Urbano Regional*. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Artes, Departamento de Urbanismo, 55-59.
- Pérez-Preciado, A. (2000). El problema del Río Bogotá. En A. Pérez-Preciado, *Bogotá y Cundinamarca : expansión urbana y sostenibilidad* (págs. 21-60). Bogotá.
- Uribe, E. (2005-6). The allocation of water resources in the Bogotá Savanna region: case study. *Documento CEDE*, 1-30.