



---

**thirsty energy**

una Iniciativa del Banco Mundial





# Interdependencia Agua - Energía

## La energía necesita agua

Los procesos de  
producción de energía  
requieren agua

- Energía hidroeléctrica
- Refrigeración termoeléctrica
- Operaciones de centrales eléctricas
- Extracción y refinamiento de combustible
- Producción de combustible

## El agua necesita energía

La producción, el tratamiento, la  
distribución y el uso final de  
agua requieren energía

- Extracción
- Tratamiento
- Transporte

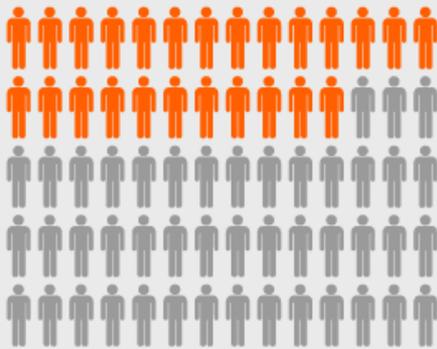


# Por que esta interdependencia es importante?

## en el mundo:

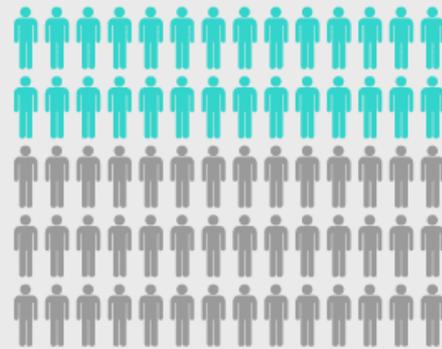
2500 millones  
tienen acceso nulo  
o no confiable a  
electricidad

Fuente: OIE, 2012



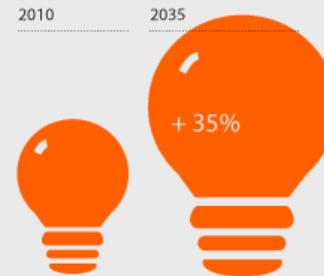
2800 millones  
viven en zonas  
con un elevado  
nivel de estrés hídrico

Fuente: WWAP, 2012



Para 2035,  
el consumo de  
energía aumentará un

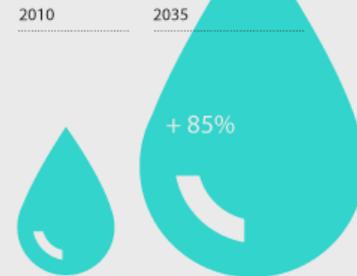
35%



Source: IEA, 2012

lo que  
incrementará  
el consumo de agua en un

85%



y aumentará la presión en  
los recursos hídricos finitos

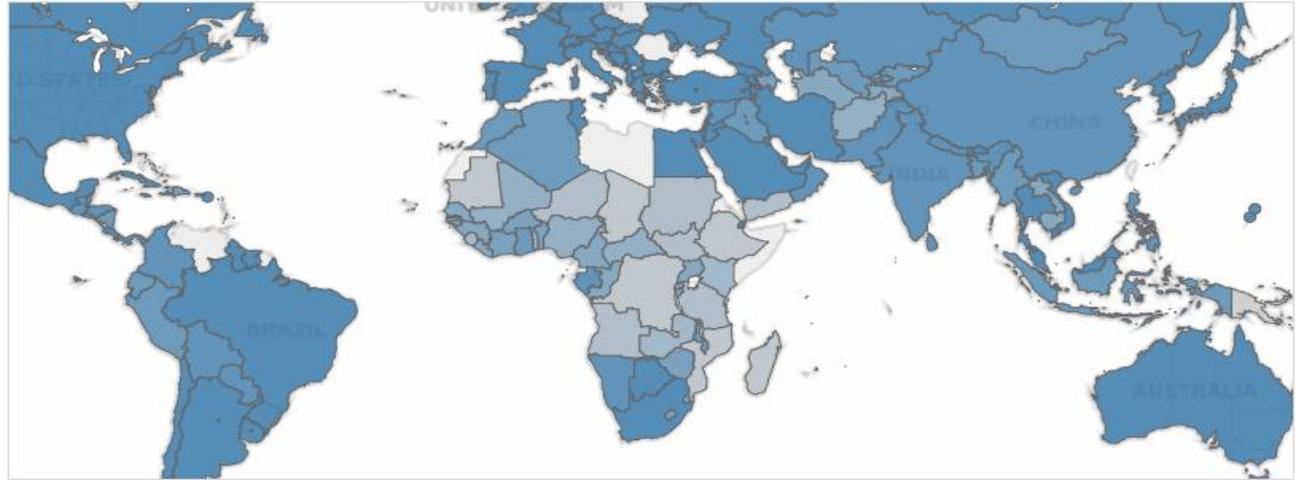
- La escasez de agua esta aumentando con el crecimiento económico y el crecimiento de la población, lo que supone también un incremento de la demanda de agua
- El Cambio climático esta exacerbando el problema

# Acceso a servicios básicos

Acceso a  
fuentes de  
agua mejorada  
(% de la población)

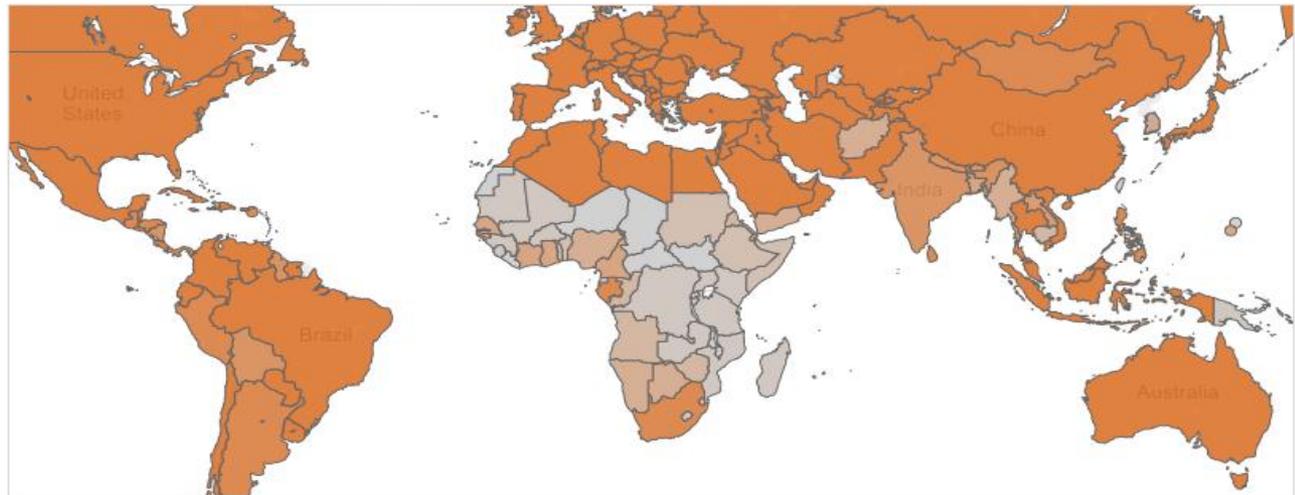
Acceso a  
electricidad  
(% de la población)

Access to an improved water source vs access to electricity



Improved water source (% of population with access)

39.70  100.00



Access to electricity (% of total population)

1.50  100.00

Source: World Bank Data. <http://bit.ly/improvedwatersource> and "Access to Electricity" from <http://bit.ly/SE4ALL>



# El sector energético requiere de agua y es vulnerable a su disponibilidad

## Riesgos para el sector energético

**Aumento de la temperatura del agua** puede evitar que las centrales eléctricas se refrigeren correctamente

**Disminución del agua disponible** puede afectar centrales térmicas, centrales hidroeléctricas, procesos de extracción de combustible debido a que todos necesitan gran cantidades de agua

### Incertidumbre normativa

**Aumento del nivel del mar** puede impactar infraestructura energética costera.

**Calidad del Agua** puede repercutir en los procesos energéticos si no se regula y se gestiona adecuadamente.



Cierre de centrales eléctricas o disminución de la generación de electricidad



Disminución de la capacidad de energía hidroeléctrica



Negación de permisos para instalar centrales eléctricas o instalaciones de extracción



Pérdidas financieras



Inestabilidad social y política





# Competición por el recurso hídrico

**Climate impact:** Major increases in climate variability expected, with increased frequency of droughts and floods. Heaviest impact will be borne by the poorest, who are already underinvested in adaptation to current climate

## Health and human settlements



- Changing settlement patterns, with a 2004-15 to see 40% increase in urban population without basic WSS access
- 80% of all people lacking WSS access in rural areas
- Half of urban water supplies are from groundwater with very little knowledge of hydrology
- Rapid urbanization

**Lack of sanitation access can cost countries up to 6% of GDP**

## Food and agriculture



- 70% increase in food production will be required in 40 years (with it already 70% of withdrawals)
- Half the world's food is grown on groundwater, much of which is unsustainable
- Use of crops for biofuels affecting food prices

**Unreliable water supply and farm-to-market access can deprive farmers of 2/3rd of their potential income**

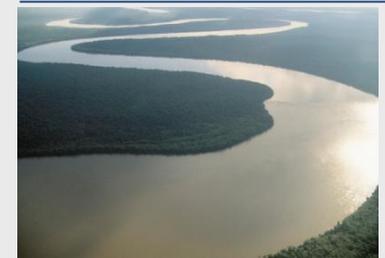
## Energy and industry



- Global energy consumption expected to increase by ~50% from 2007-2035
- Water-intensive thermal and hydro account for 90% of current power generation
- Power outages caused by lack of cooling water already seen in many countries

**Energy security is threatened by water challenges; 3% of Kenya's GDP from lost hydro production over 1998 - 2000**

## Environment



- Ecosystem damage largely coincides with high water stress (e.g., Indo-Gangetic Plain, North China Plain) and fertilizer runoff (dead zones)
- Over-consumption of water, water pollution and inadequate pricing of the resource results in loss of massive ecosystem benefits

**Losses of biodiversity and ecosystem services with increasingly visible economic cost (e.g., China losing 5% GDP to pollution)**

Competition for water allocation

Impaired water quality affecting all uses

Major demand increases...

...with the potential to derail growth

# Necesitamos entender y cuantificar los compromisos entre costes y beneficios



## Refrigeración por aire vs coste de electricidad

Los sistemas de refrigeración por aire no requieren agua para su funcionamiento, pero disminuyen la eficiencia de la central eléctrica:

- incrementando los costes de capital y O&M
- aumentando las emisiones de CO2 por kwh

## Agua vs gases de efecto invernadero

Algunas políticas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero pueden incrementar el consumo de agua del sector energético si no se diseñan adecuadamente.

- biocombustibles, captura y almacenamiento de carbono...

## Energía Hidroeléctrica

Hay que entender los impactos ambientales, los costes y los beneficios, explorar el uso de presas multipropósito, para que el desarrollo de la energía hidroeléctrica sea sostenible

## Agua para energía vs. Agua para agricultura

El valor del agua para fines energéticos puede ser mayor que para agricultura en términos de producción económica, sin embargo, la agricultura es necesaria por

- temas de seguridad nacional (comida)
- razones sociales (personas trabajando en el sector agrícola)



# El desafío: como planificar y diseñar nuestras inversiones para una infraestructura sostenible

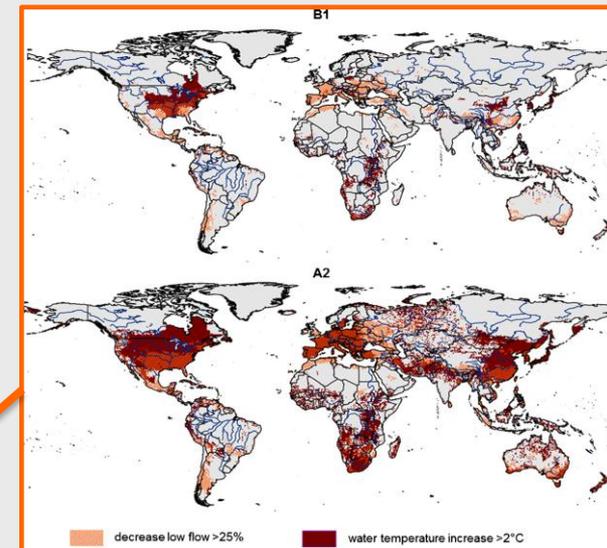
La configuración a nivel político y organizacional impide una planificación eficaz :

- Los dos sectores (agua y energía) se gestionan separadamente
- La planificación energética actual a menudo se hace sin tener en cuenta los cambios en la disponibilidad y calidad del agua, conflictos con otros sectores o los impactos del cambio climático.

Los desafíos para la obtención de suficiente agua para el sector energético y energía para el sector del agua se incrementarán con el crecimiento de la población, el crecimiento económico y el cambio climático

Una buena **planificación integrada** es necesaria para evaluar los tradeoffs, encontrar sinergias y garantizar un desarrollo sostenible

Hot Spots – áreas con disminución de caudal y aumentos de temperatura del agua



FUENTE: VULNERABILITY OF US AND EUROPEAN ELECTRICITY SUPPLY TO CLIMATE CHANGE. VAN VLIET ET AL, 2012

# Existen muchas soluciones, tenemos que actuar ya



## Soluciones



Integrar la planificación de la energía y el agua



Analizar el uso de represas multipropósito



Incorporar las restricciones en materia de agua en la planificación de la energía



Integrar la infraestructura de energía y agua



Fortalecer la gestión conjunta de la energía y el agua y promover la reforma política



Usar sistemas de refrigeración alternativos en las centrales termoeléctricas



Implementar tecnologías de energía renovable



Reducir la dependencia del agua



Reciclar y reutilizar el agua usada en las operaciones



Analizar las opciones de agua salobre y salina



Conservar el agua y la energía



Aumentar el valor económico del agua



Aumentar la eficiencia



Reemplazar las centrales eléctricas antiguas e ineficientes



Aumentar la eficiencia de las centrales eléctricas



Aumentar la eficiencia de la producción de biocombustibles



# Mejorar la eficiencia energética

---

## ■ En el sector energético:

Reemplazar plantas antiguas e ineficientes por nuevas; consiguiendo así generar la misma cantidad de electricidad con menos combustible, menos agua y menos emisiones GHGs.

## ■ En el sector del agua:

En plantas de tratamiento de agua potable y agua residual:

- Los costes de electricidad suponen entre **el 5% y el 30% del total** de los costes de operación (en países en desarrollo puede llegar hasta a 40%)
- Inversiones en medidas para mejorar la eficiencia suelen tener un tiempo de recuperación de **menos de 5 años** (ESMAP, 2013)
- Mejorar la eficiencia energética mejora también la salud financiera de las plantas
- Un ejemplo de mejora de eficiencia energética es la reparación de fugas



# Detección y reparación de fugas para ahorrar agua y energía

## ■ Proyecto financiado por el Banco Mundial en Vietnam:

- ✓ Contrato por resultados en función de reducción de pérdidas
- ✓ Reducción de pérdidas: del 54% al 29%
- ✓ **Ahorro de agua: 92.000 metros cúbicos al día**  
(equivalente a 36 piscinas olímpicas)
- ✓ **Ahorro de energía: 23,000 kwh al día**  
(suficiente electricidad para un pueblo rural de Vietnam de 27.000 habitante)





## BENEFICIOS PARA LA CENTRAL ELECTRICA

El agua residual es 33% más barata y mas sostenible que el agua subterránea que la central usaba anteriormente. La central ha ahorrado \$18M en 6 años.

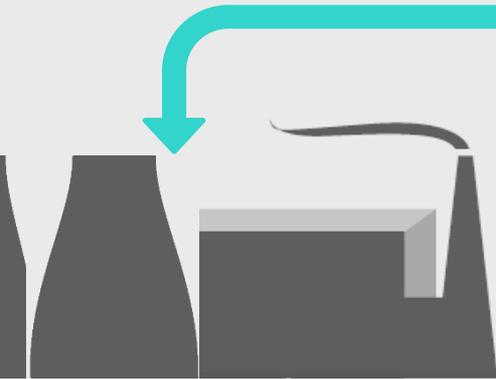
# REUSO DE AGUAS RESIDUALES

## PROYECTO TENORIO\* MEXICO

AGUAS RESIDUALES TRATADAS se usan en las torres de enfriamiento en vez de agua subterránea

Aguas residuales tratadas

AGUAS RESIDUALES TRADADAS se envían a la central eléctrica



CENTRAL ELÉCTRICA

Reducción neta de extracción de agua subterránea: 48 millones de m3 en 6 años

PLANTA de TRATAMIENTO de AGUAS RESIDUALES\*\*



AGUAS RESIDUALES de la ciudad

\$

## BENEFICIOS PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Estos ingresos extra cubren casi todos los costes de operación y manutención de la planta.

\* Para mas informacion ir a: <http://www.reclaimedwater.net/data/files/240.pdf>

\*\*Wastewater treatment plant picture is by Tracey Saxby, Integration and Application Network, University of Maryland Center for Environmental Science



# Biogas en tratamiento de aguas residuales: Santa Cruz de la Sierra

- Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, cuenta con 1.5 millones de habitantes y tiene un crecimiento económico alto
- El operador SAGUAPAC provee servicios a 2/3 de la población y opera cuatro plantas de tratamiento con lagunas cubiertas seguidas por lagunas de maduración a cielo abierto.





# Biogas en tratamiento de aguas residuales: Santa Cruz de la Sierra

El gas de las lagunas anaeróbicas cubiertas es enviado a torres de captura

De las torres el biogas se envía a una estación de monitoreo y quema bajo condiciones de control

Quema de biogas reduce emisiones de gases invernadero ya que transforma metano en CO<sub>2</sub>

El proyecto recibe 'bonos verdes' por esta captura y los recursos son invertidos en mejorar la infraestructura y servicios sanitarios



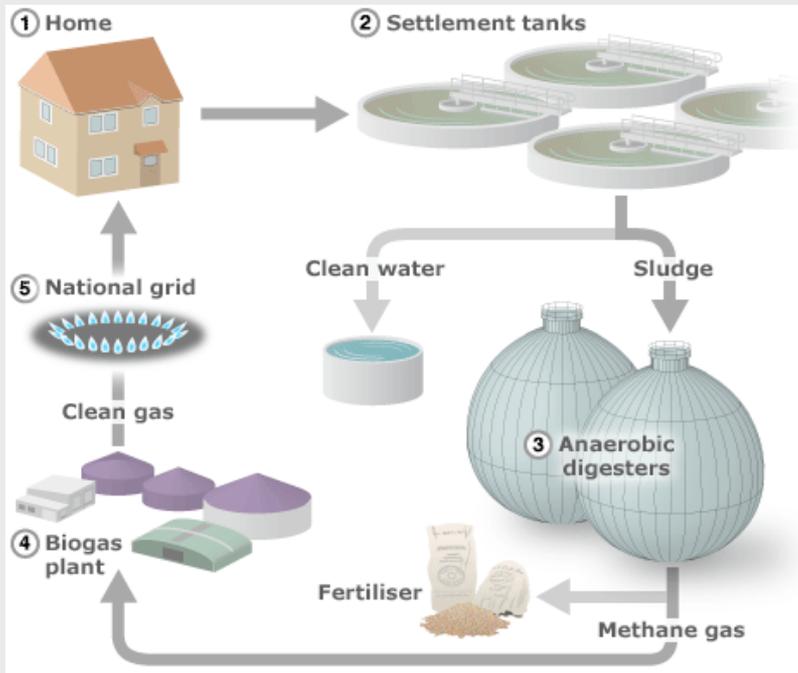
En una segunda etapa, se pretende generar energía para abastecer a SAGUAPAC  
Ahorros esperados del 70% - USD 1 millón



# Recuperación energética de aguas residuales



## ■ Generación de Biogás en plantas de tratamiento de aguas residuales



Por ejemplo, la planta La Farfana en Santiago de Chile:

- ✓ Trata aguas residuales del 50% de la población de Santiago (**3.7 millones**)
- ✓ Produce 24 millones de m<sup>3</sup> al año de biogás
- ✓ El biogás se vende a la compañía de gas (Metrogas) y abastece a 100.000 personas
- ✓ Reduciendo la emisión de GHGs, puesto que reemplaza al gas natural

- El biogás también se puede usar para producir electricidad en la planta de tratamiento y así reducir los costes de electricidad (sobre todo en regiones donde el precio de la electricidad es alto)
- En Estados Unidos, por ejemplo, hay 104 plantas de aguas residuales que utilizan biogás para generar electricidad (190 MW de capacidad)

# Co-generación de electricidad y agua (desalinización)



## ■ Ejemplo: planta Jebel Ali en Dubai

- ✓ La planta tiene una capacidad de generar 2.060 MW y 530 millones de litros de agua al día
- ✓ Tiene 6 turbinas a gas que generan electricidad. La alta temperatura del gas de escape se utiliza para alimentar a las calderas que calientan el agua salada para producir vapor
- ✓ El vapor es dirigido o hacia las turbinas de vapor y así producir electricidad o hacia el sistema de desalinización y así producir agua potable
- ✓ Este diseño flexible permite ajustar el output dependiendo de la demanda que fluctúa normalmente según la época del año)





# Thirsty Energy (energía sedienta)

---

**OBJETIVO:** contribuir a una gestión y desarrollo sostenible de los sectores del agua y de la energía mediante la planificación integrada de los recursos y las inversiones en energía y agua evaluando los costes y beneficios, e identificando las sinergias entre los dos sectores



# Enfoque metodológico

---

- **Responde a la demanda de los países clientes**
- El punto principal de entrada es **Sector Energético**
- **Colaboración con las partes interesadas desde el primer día**, involucrando a los sectores de energía y agua locales para identificar las posibles sinergias
- **Utilizando los modelos y el conocimiento existente en el país** siempre que sea posible para asegurar la continuidad y sostenibilidad de la iniciativa
- **Modelos flexibles** para facilitar el análisis en diferentes regiones con diferentes desafíos
- **Modelos económicos para evaluar los compromisos** , costes y beneficios y así informar a las decisiones políticas
- **Tratamiento robusto del riesgo y la incertidumbre**, incorporando los efectos del cambio climático a largo plazo
- **Diferentes casos para ilustrar los diferentes retos y desafíos** más relevantes para los países en los que trabajamos .



## Contexto:

- Las empresas públicas de agua y energía se han unido recientemente (ONEE) → oportunidad para explorar sinergias y fomentar la planificación integrada
- la demanda de agua entre los distintos sectores está aumentando (especialmente riego); objetivos ambiciosos en renovables para 2020 para satisfacer el crecimiento anual del 7% en el consumo de electricidad; vulnerabilidad al cambio climático

## Apoyo en:

- **Plan integrado de largo plazo de agua y energía**
- **Estudios específicos de el rol de renovables en desalinización, uso de agua residual para enfriamiento de plantas energéticas, generación de energía de plantas de desalinización y de plantas de tratamiento de aguas residuales**

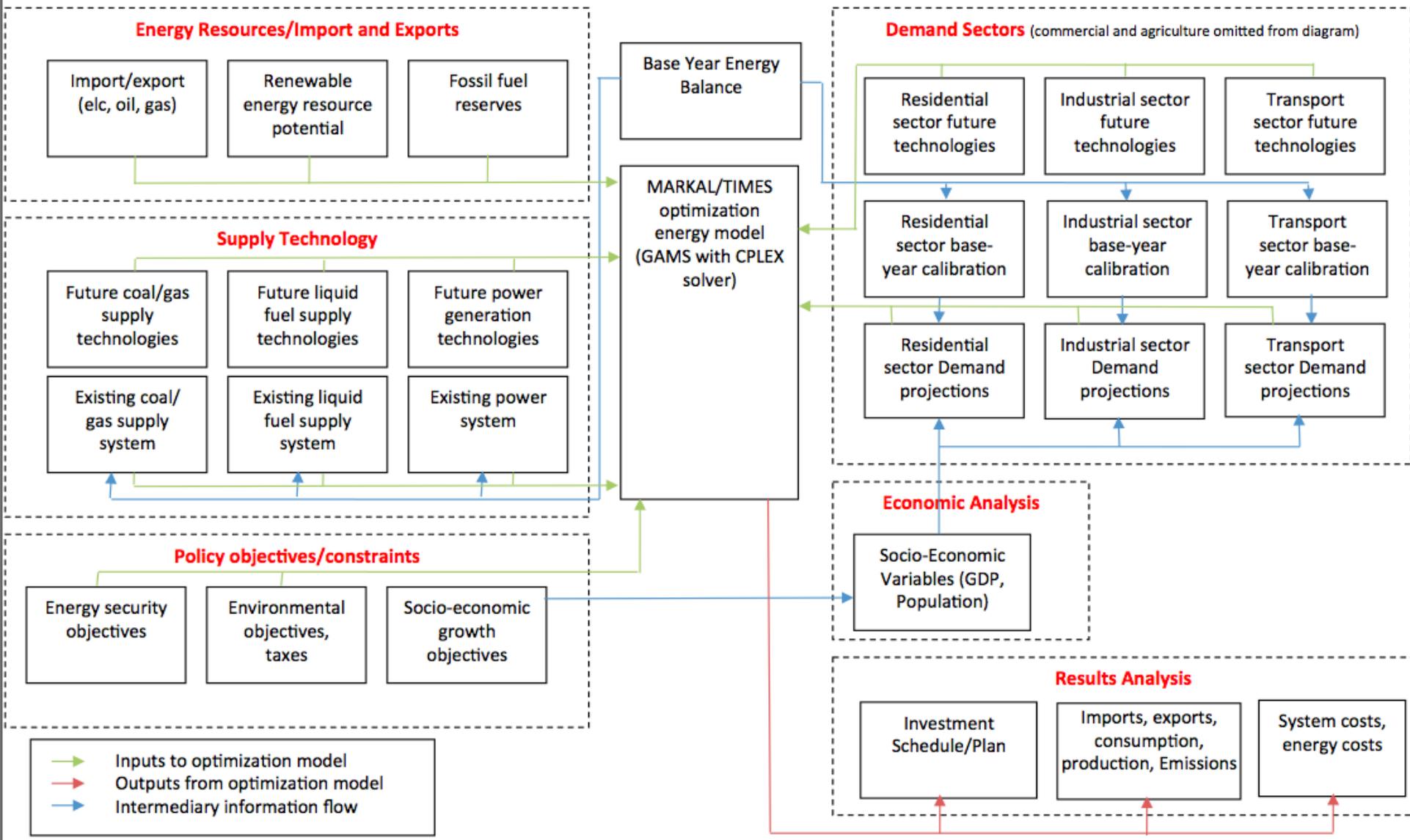


- **Sudáfrica es un país con escasez de agua** , con cuencas sobreexplotadas y con un sistema de asignación de los recursos hídricos muy estricto y sofisticado
- **La demanda del agua esta incrementando para todos los sectores**– pero las centrales eléctricas tienen prioridad por encima de otros sectores como agricultura.
- 90% de la capacidad eléctrica instalada son centrales eléctricas a carbón .
- Se está estudiando la posibilidad de extraer gas mediante fractura hidráulica (fracking), lo que puede causar una presión adicional sobre los recursos hídricos

## Status

- **Trabajando con el Energy Research Center** para incorporar recursos hídricos en su modelo energético : modelo TIMES:
  - desarrollo de costos marginales de suministro de agua por cuenca
  - desarrollo del “water-smart” TIMES
  - Analizar diferentes escenarios para evaluar cómo las estrategias de desarrollo del sector de la energía cambian en relación con el escenario de referencia: con el agua como factor limitante, si el agua tiene precio, expansión del carbón, fracking, etc
- **Modelo CGE para entender trade-offs y analizar los impactos en la economía del país**

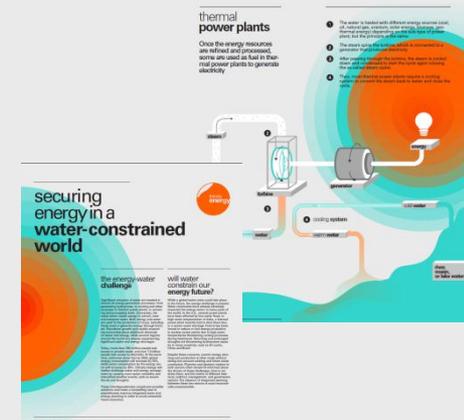
# Esquema del modelo SATIM



# Difusión del conocimiento y estrategia de comunicación



- Estrategia implementada desde el primer día
- Paquete de comunicación :
  - Infográficos
  - Documento Thirsty Energy publicado
  - Blogs
  - Folleto
  - Twitter
  - Colaborando con otras organizaciones para los mensajes clave. UN World Water Day: Water and Energy
- Énfasis en crear conocimiento y formación en el tema en los países donde trabajamos
- Intercambio de conocimiento de Sur a Sur



# Quién forma parte de la iniciativa?



El desafío presentado por el nexo es demasiado grande para cualquier país, región, institución financiera de desarrollo o organización . Por eso necesitamos formar alianzas para encontrar las mejores soluciones:

## Funding Partners:

- Water Partnership Program
- ESMAP
- Korea Trust Fund for Green Growth

## Private Sector Reference Group

- Abengoa
- Électricité de France (EDF)
- Alstom
- Veolia

## Other collaborating partners

- International Energy Agency (IEA)
- Stockholm International Water Institute
- World Resources Institute (WRI)
- UN Water / Sustainable Energy For All
- GIZ
- Others



---

# A World Bank Initiative



thirsty  
energy

## Gracias!

**Diego J. Rodriguez** , Senior Economist, Global Water Practice  
drodriguez1@worldbank.org

[www.worldbank.org/thirstyenergy](http://www.worldbank.org/thirstyenergy)



**WORLD BANK GROUP**