

# Plan de Expansión de Referencia Generación-Transmisión 2015-2029

Subdirección de Energía Eléctrica  
**Unidad de Planeación Minero Energética**

Bogotá, Marzo 2016

# Agenda

- **Supuestos básicos Plan de Expansión**
- **Plan de Expansión en Generación**
  - ✓ Optimización del recurso hidroenergético
  - ✓ Escenarios Largo Plazo
  - ✓ Cambio Climático y Sedimentación
  - ✓ Índices de desempeño
  - ✓ Planificación integral Generación-Transmisión
- **Plan de Expansión en Transmisión**
  - ✓ Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales
  - ✓ Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN
  - ✓ Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR
  - ✓ Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS

# Agenda

- **Supuestos básicos Plan de Expansión**
- **Plan de Expansión en Generación**
  - ✓ Optimización del recurso hidroenergético
  - ✓ Escenarios Largo Plazo
  - ✓ Cambio Climático y Sedimentación
  - ✓ Índices de desempeño
  - ✓ Planificación integral Generación-Transmisión
- **Plan de Expansión en Transmisión**
  - ✓ Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales
  - ✓ Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN
  - ✓ Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR
  - ✓ Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS

# Supuestos básicos Plan de Expansión

- ✓ Sistema de generación colombiano existente.
- ✓ Índices de indisponibilidad considerados en el cálculo del Cargo por Confiabilidad de cada agente.
- ✓ Consideración de algunos proyectos inscritos en el registro de la UPME a junio de 2015, y otros que cuentan con estudio de conexión radicado y/o aprobado.
- ✓ Proyecciones de demanda de energía y potencia, nacional y regional, escenarios medio y alto de la revisión de julio de 2015.
- ✓ Características de plantas hidráulicas y térmicas a marzo de 2015.
- ✓ Características de los embalses asociados a las plantas de generación y su topología correspondiente.
- ✓ Proyecciones de precios de gas natural, combustibles líquidos y carbón mineral, revisión primer semestre 2015, en dólares constantes de diciembre de 2014.
- ✓ Mínimos operativos vigentes a marzo de 2015.
- ✓ No se consideran limitaciones en el suministro de gas natural.
- ✓ Para los ejercicios de planificación integrada Generación & Transmisión, límites de intercambio actuales y proyectados entre las principales áreas del Sistema Interconectado Nacional-SIN.
- ✓ Costos indicativos de generación, así como costos fijos y variables determinados por la UPME.
- ✓ Series históricas de velocidad del viento medidas in situ, asociadas a 19 parques eólicos.

## Supuestos básicos Plan de Expansión

- ✓ Inicialmente, se utilizan 200 series sintéticas de caudales generadas con el modelo ARP, lo anterior a partir de datos históricos del periodo 1937 - 2015. ***Esta hidrología contiene los períodos secos de los horizontes 1991-1992, 1997-1998, 2009-2010, 2013-2014 y parte del 2015.***
- ✓ Parámetros reportados por los Operadores de Red y Transportadores en relación a las características de los elementos de red del SIN.
- ✓ Obras de expansión aprobadas por la UPME a los Operadores de Red al igual que los proyectos de transmisión definidos en Planes anteriores.

# Supuestos básicos Plan de Expansión

- ✓ Respecto a los proyectos definidos por el mecanismo del Cargo por Confiabilidad, se consideran las fechas presentadas en las siguientes tablas, según corresponda el escenario:

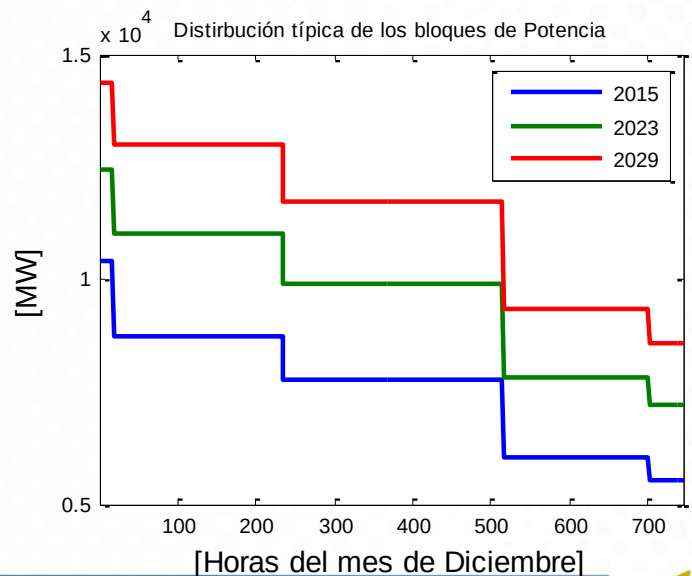
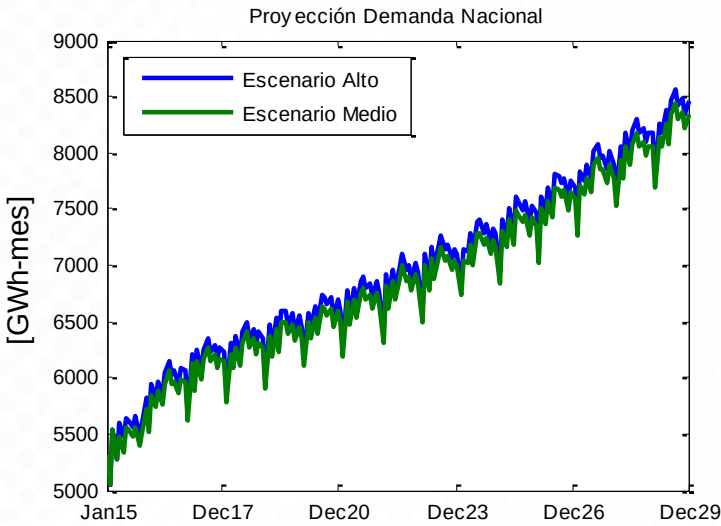
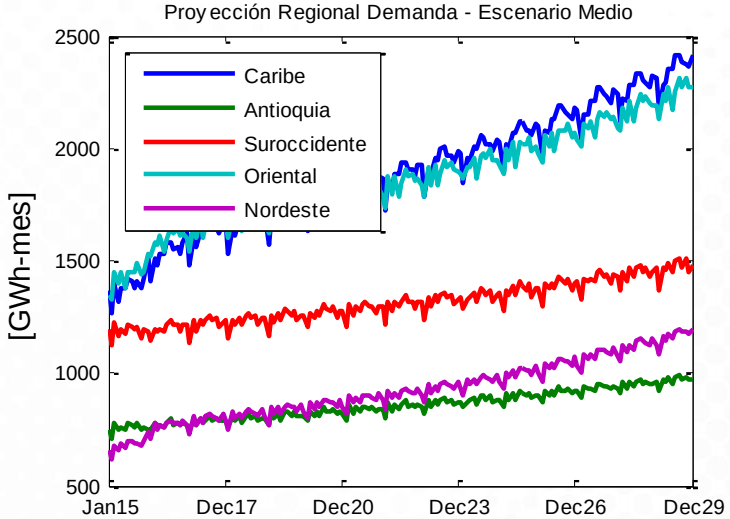
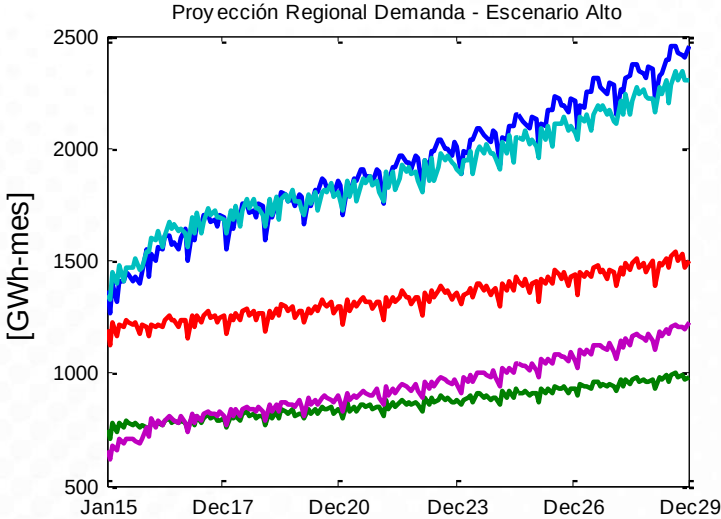
**Escenarios 1,2,5,6,7,8,9,10,11 y 12**

| Central                | Fecha de entrada | Capacidad | Recurso    |
|------------------------|------------------|-----------|------------|
| Quimbo                 | ago-15           | 198.0     | Hidráulico |
|                        | sep-15           | 396.0     | Hidráulico |
| Cucuana                | ago-15           | 55.0      | Hidráulico |
| Carlos Lleras Restrepo | dic-15           | 78.1      | Hidráulico |
| San Miguel             | dic-15           | 42.0      | Hidráulico |
| Gecelca 3              | dic-15           | 164.0     | Carbón     |
| Tasajero II            | dic-15           | 160.0     | Carbón     |
| Gecelca 3.2            | jul-16           | 250.0     | Carbón     |
| Termonorte             | dic-17           | 88.3      | Líquidos   |
|                        | nov-18           | 300.0     | Hidráulico |
|                        | feb-19           | 600.0     | Hidráulico |
| Ituango                | may-19           | 900.0     | Hidráulico |
|                        | ago-19           | 1,200.0   | Hidráulico |

**Escenarios 3 y 4**

| Central                | Fecha de entrada | Capacidad | Recurso    |
|------------------------|------------------|-----------|------------|
| Quimbo                 | ago-16           | 198.0     | Hidráulico |
|                        | sep-16           | 396.0     | Hidráulico |
| Cucuana                | ago-15           | 55.0      | Hidráulico |
| Carlos Lleras Restrepo | dic-16           | 78.1      | Hidráulico |
| San Miguel             | dic-16           | 42.0      | Hidráulico |
| Gecelca 3              | dic-16           | 164.0     | Carbón     |
| Tasajero II            | dic-16           | 160.0     | Carbón     |
| Gecelca 3.2            | jul-17           | 250.0     | Carbón     |
| Termonorte             | dic-18           | 88.3      | Líquidos   |
|                        | nov-19           | 300.0     | Hidráulico |
|                        | feb-20           | 600.0     | Hidráulico |
| Ituango                | may-20           | 900.0     | Hidráulico |
|                        | ago-20           | 1,200.0   | Hidráulico |

# Supuestos básicos Plan de Expansión



# Agenda

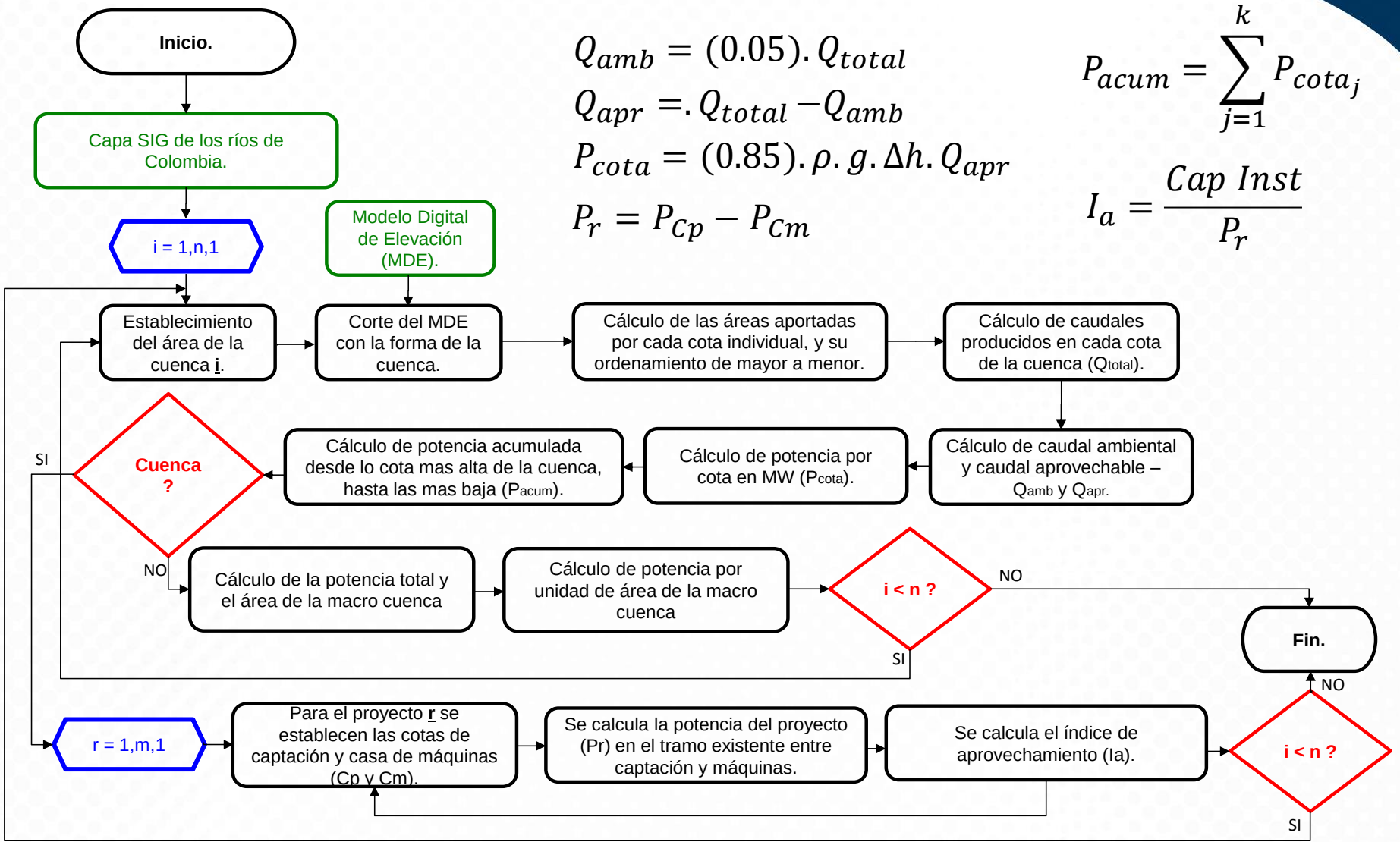
- Supuestos básicos Plan de Expansión
- **Plan de Expansión en Generación**
  - ✓ Optimización del recurso hidroenergético
  - ✓ Escenarios Largo Plazo
  - ✓ Cambio Climático y Sedimentación
  - ✓ Índices de desempeño
  - ✓ Planificación integral Generación-Transmisión
- Plan de Expansión en Transmisión
  - ✓ Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales
  - ✓ Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN
  - ✓ Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR
  - ✓ Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS



# Agenda

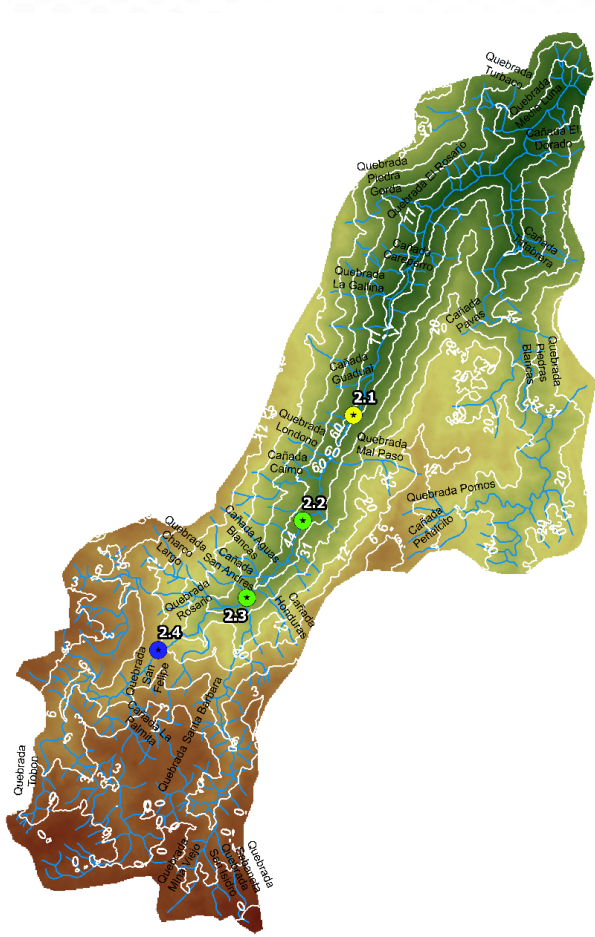
- Supuestos básicos Plan de Expansión
- **Plan de Expansión en Generación**
  - ✓ Optimización del recurso hidroenergético
  - ✓ Escenarios Largo Plazo
  - ✓ Cambio Climático y Sedimentación
  - ✓ Índices de desempeño
  - ✓ Planificación integral Generación-Transmisión
- Plan de Expansión en Transmisión
  - ✓ Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales
  - ✓ Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN
  - ✓ Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR
  - ✓ Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS

# Optimización del Recurso Hidroenergético

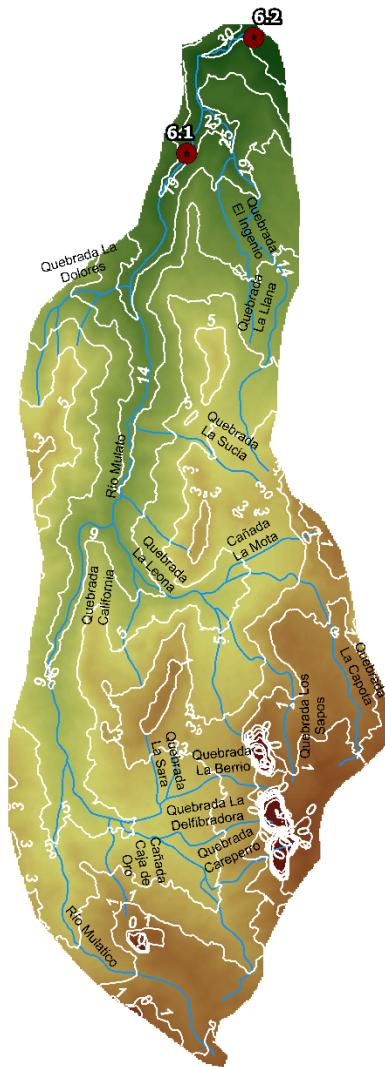


# Optimización del Recurso Hidroenergético

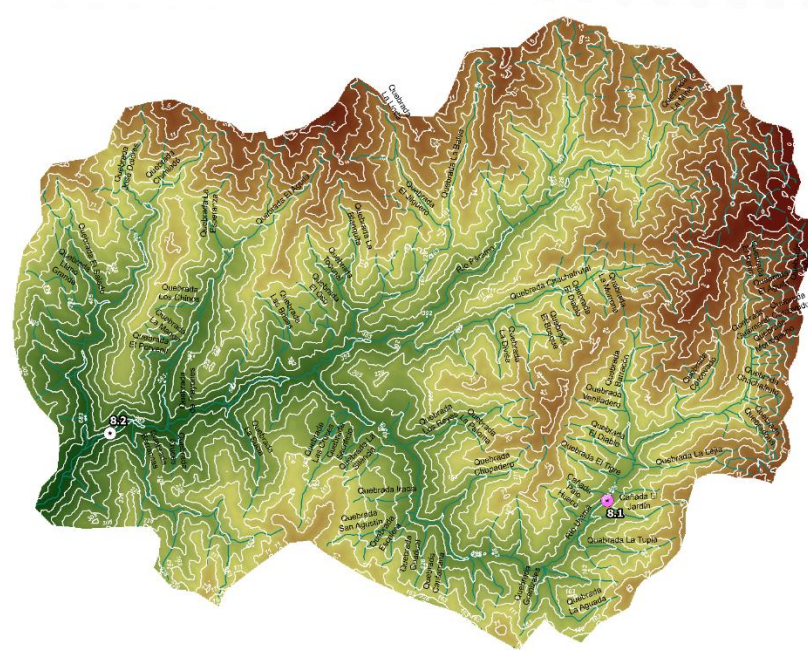
Micro-cuenca – Q. El Rosario



Micro-cuenca – Río Mulatos



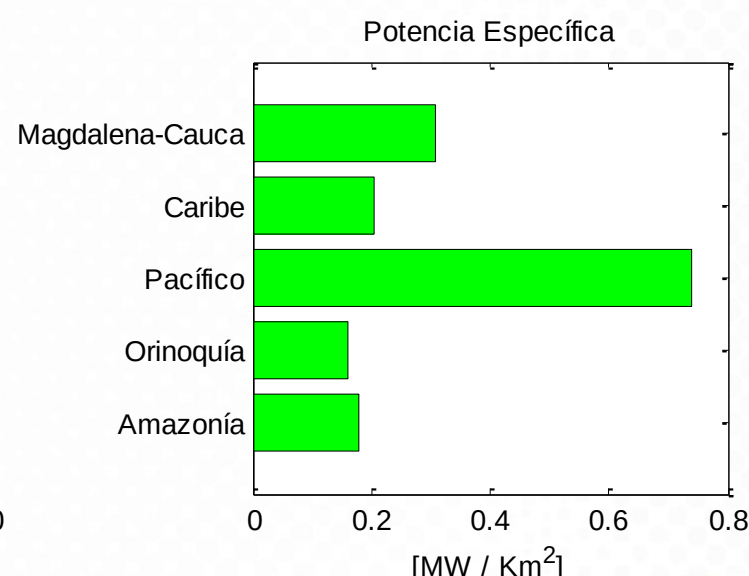
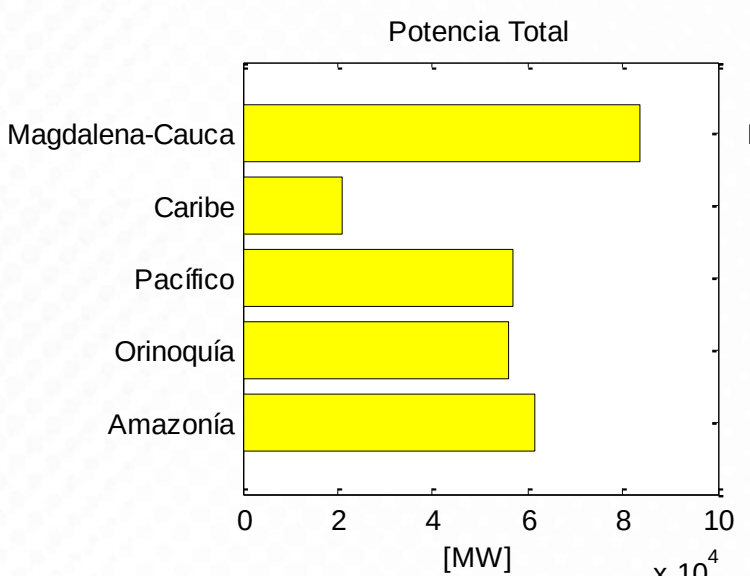
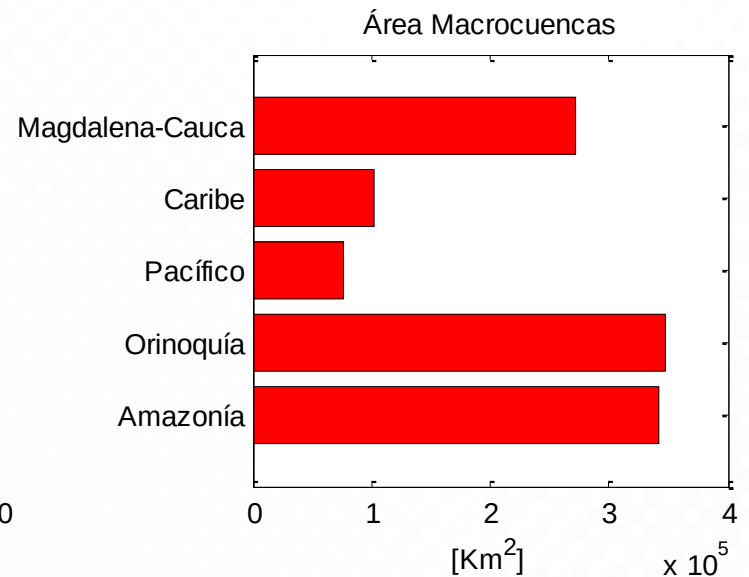
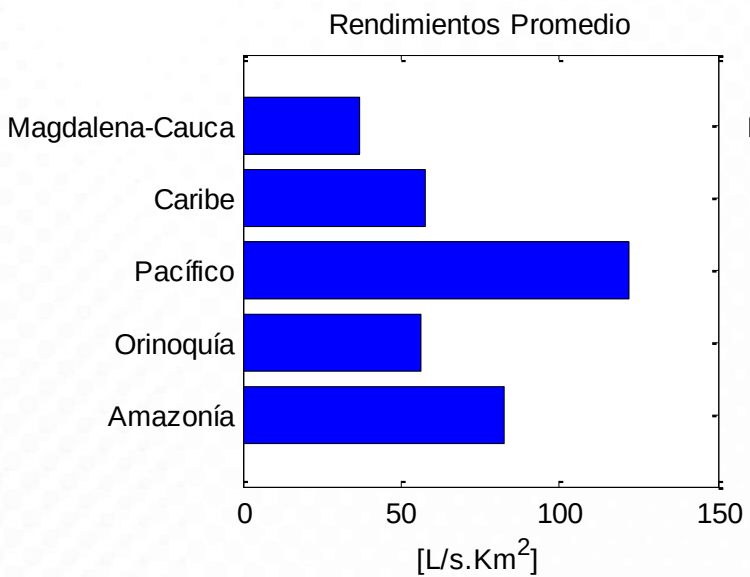
Micro-cuenca – Río Uramá



Aprovechamiento de Potencia

- |          |           |
|----------|-----------|
| ★ 0-10%  | ★ 60-70%  |
| ★ 10-20% | ★ 70-80%  |
| ★ 20-30% | ★ 80-90%  |
| ★ 30-40% | ★ 90-100% |
| ★ 40-50% | ★ >100%   |
| ★ 50-60% |           |

# Optimización del Recurso Hidroenergético

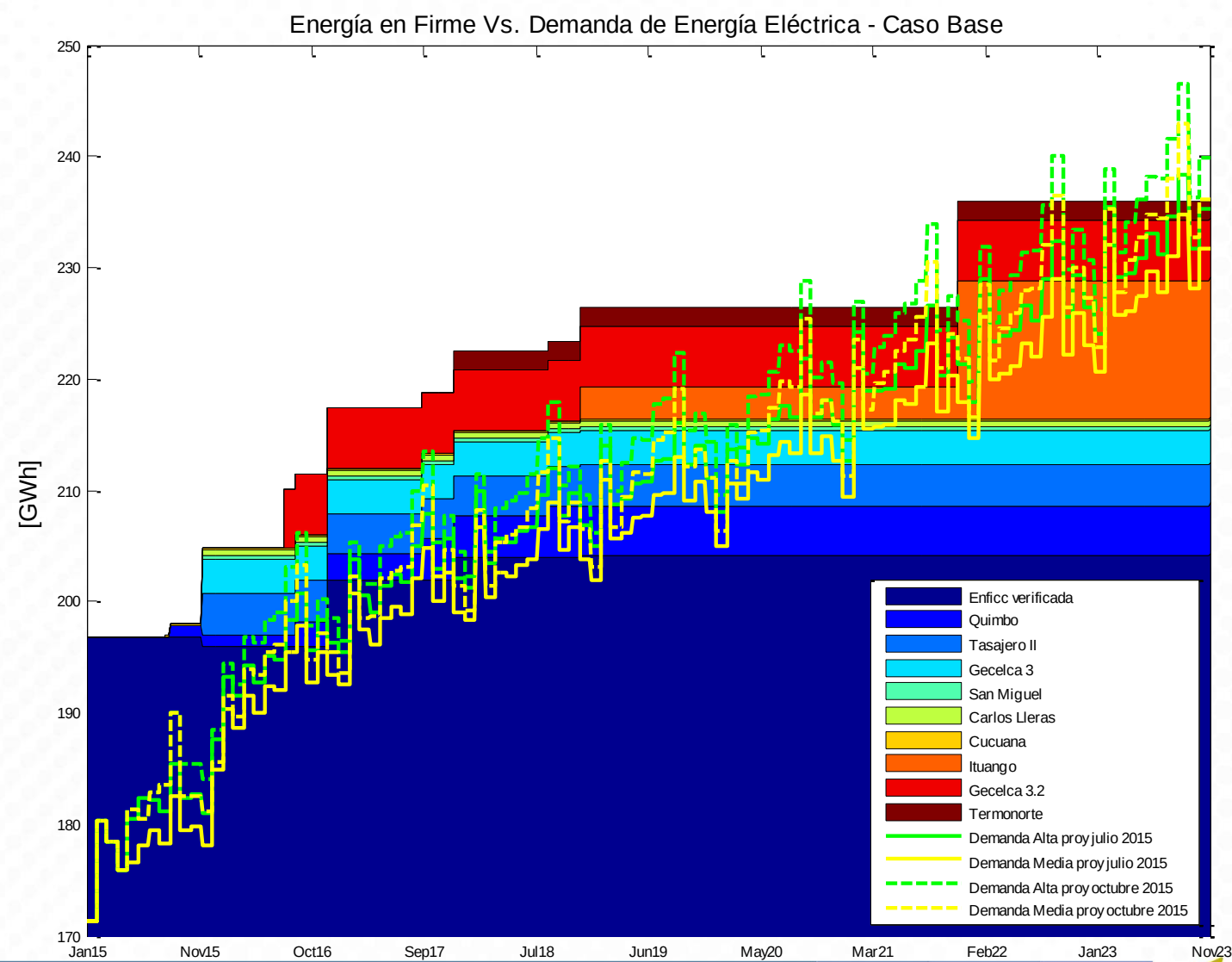


# Agenda

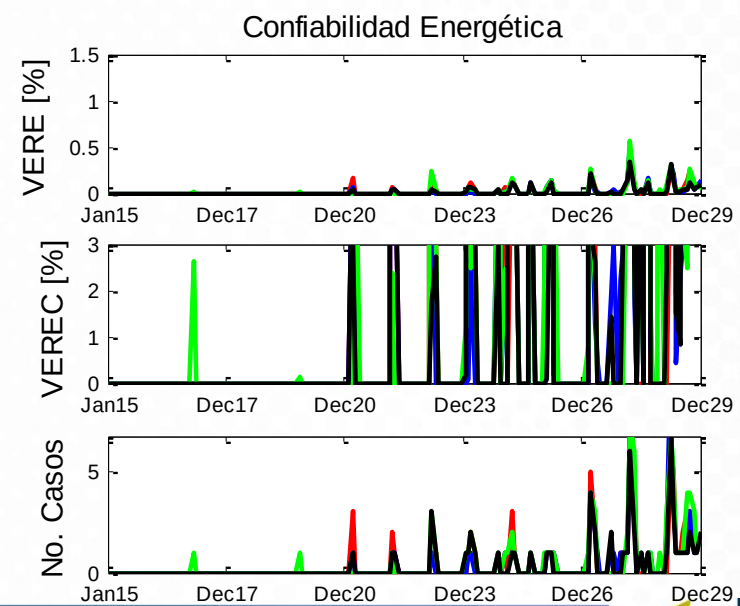
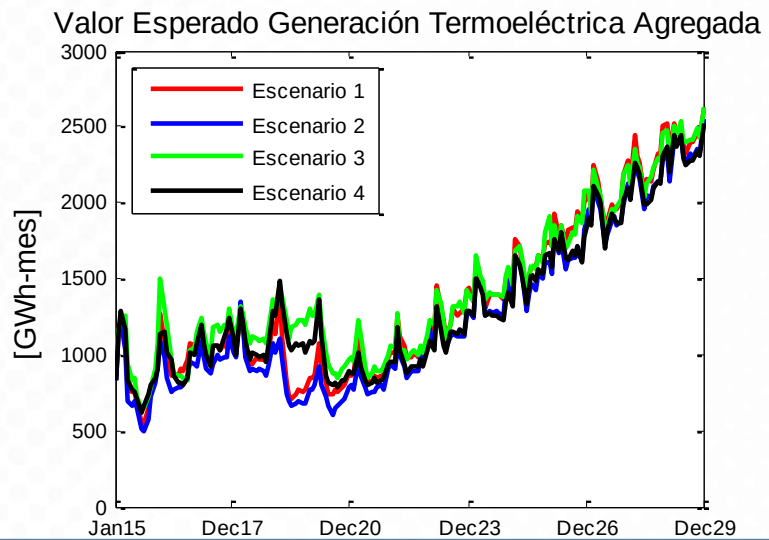
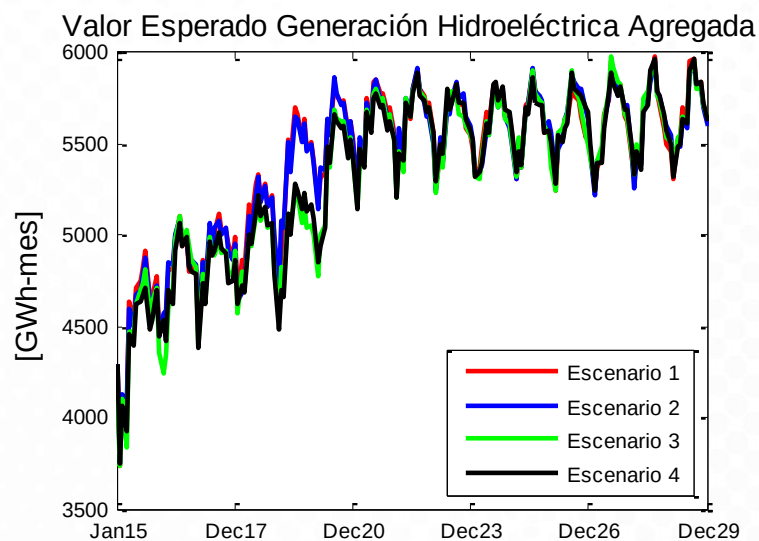
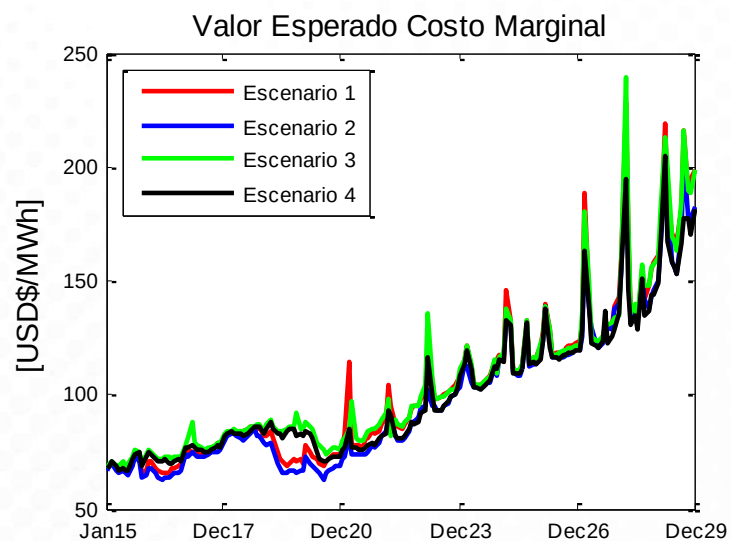
- Supuestos básicos Plan de Expansión
- **Plan de Expansión en Generación**
  - ✓ Optimización del recurso hidroenergético
  - ✓ **Escenarios Largo Plazo**
  - ✓ Cambio Climático y Sedimentación
  - ✓ Índices de desempeño
  - ✓ Planificación integral Generación-Transmisión
- Plan de Expansión en Transmisión
  - ✓ Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales
  - ✓ Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN
  - ✓ Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR
  - ✓ Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS



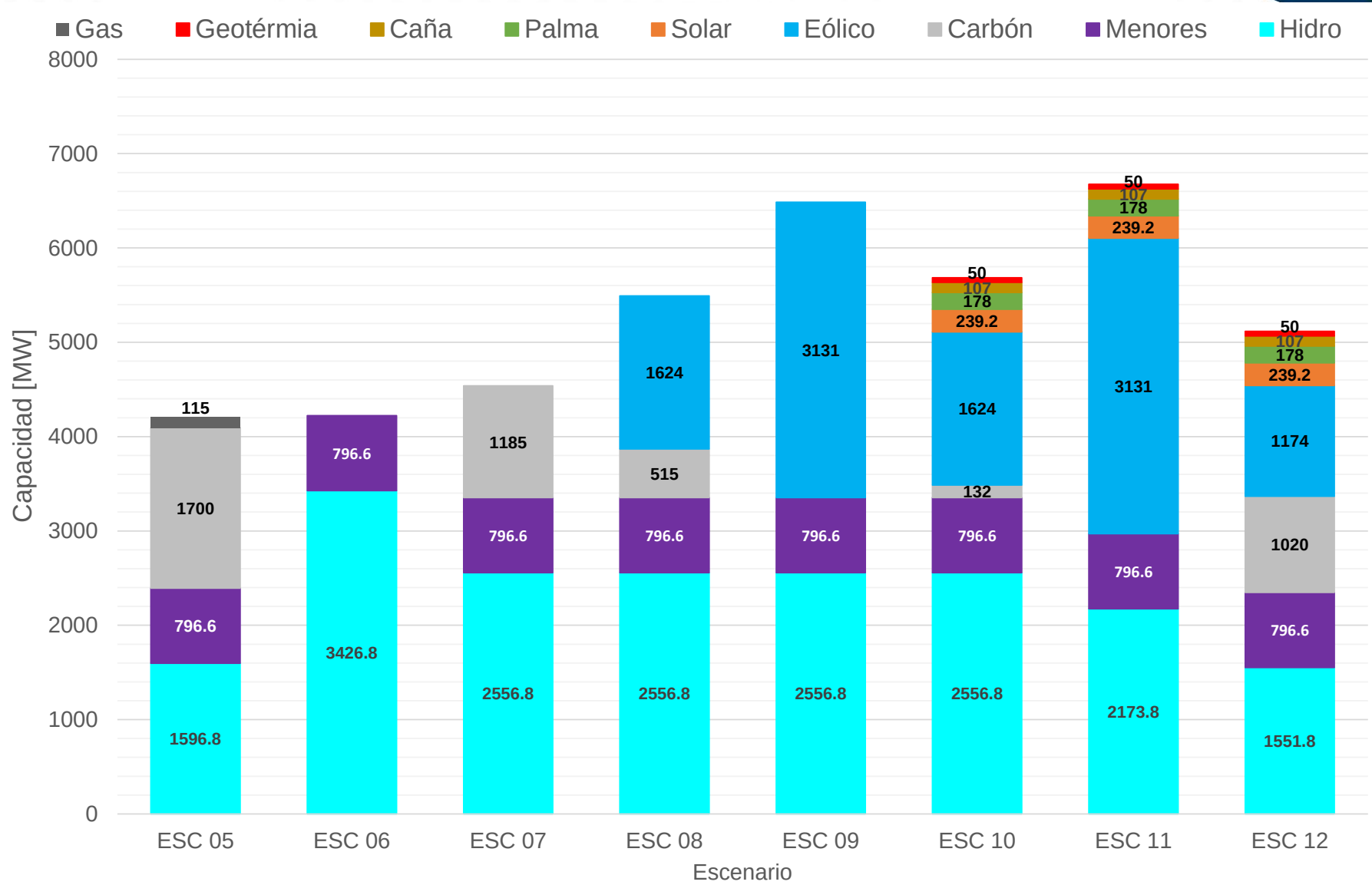
# Señales de Expansión-comparación Energía en Firme Vs. proyección crecimiento demanda de energía



# Señales de Expansión-simulación escenarios corto plazo (SDDP)

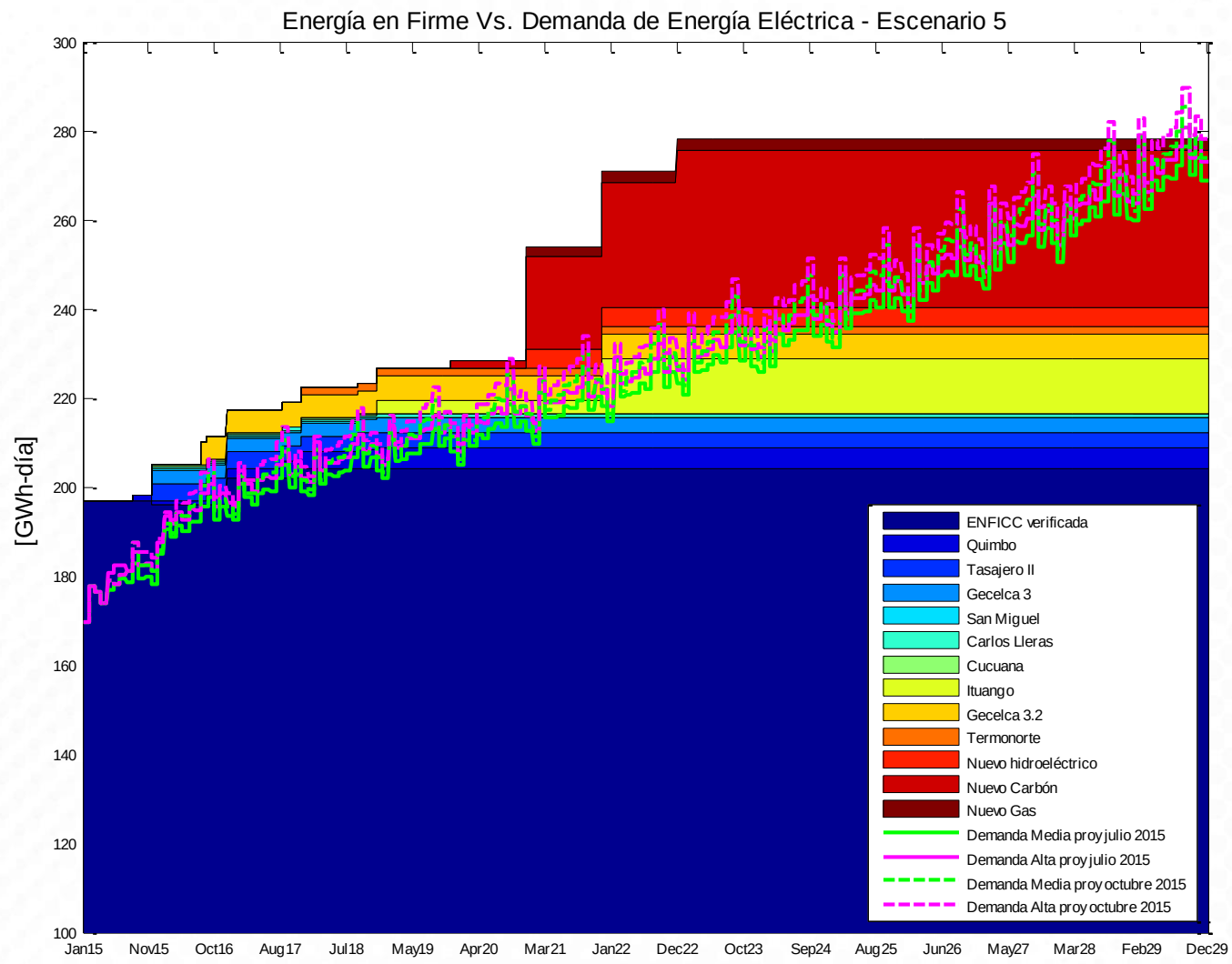


# Resumen escenarios

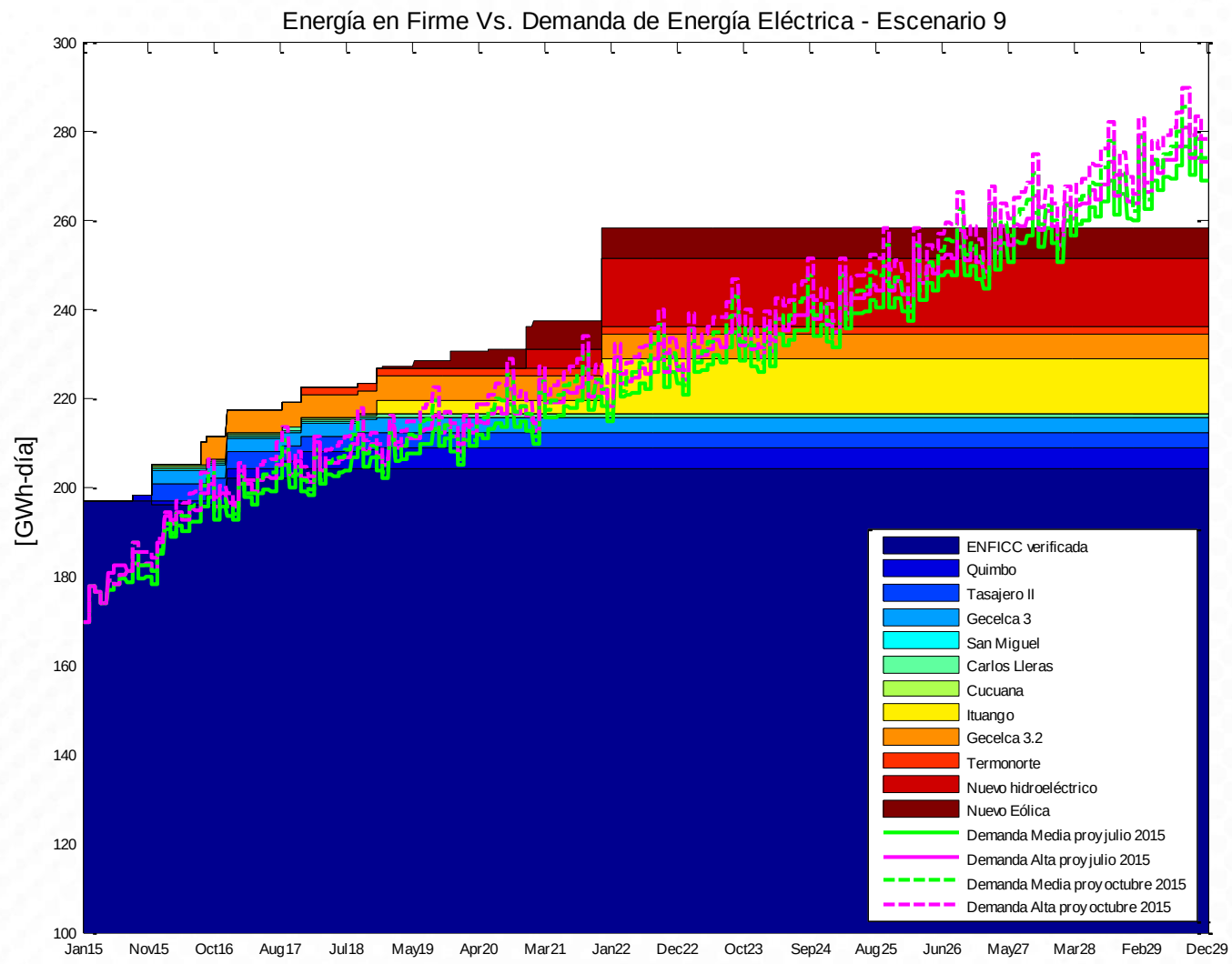




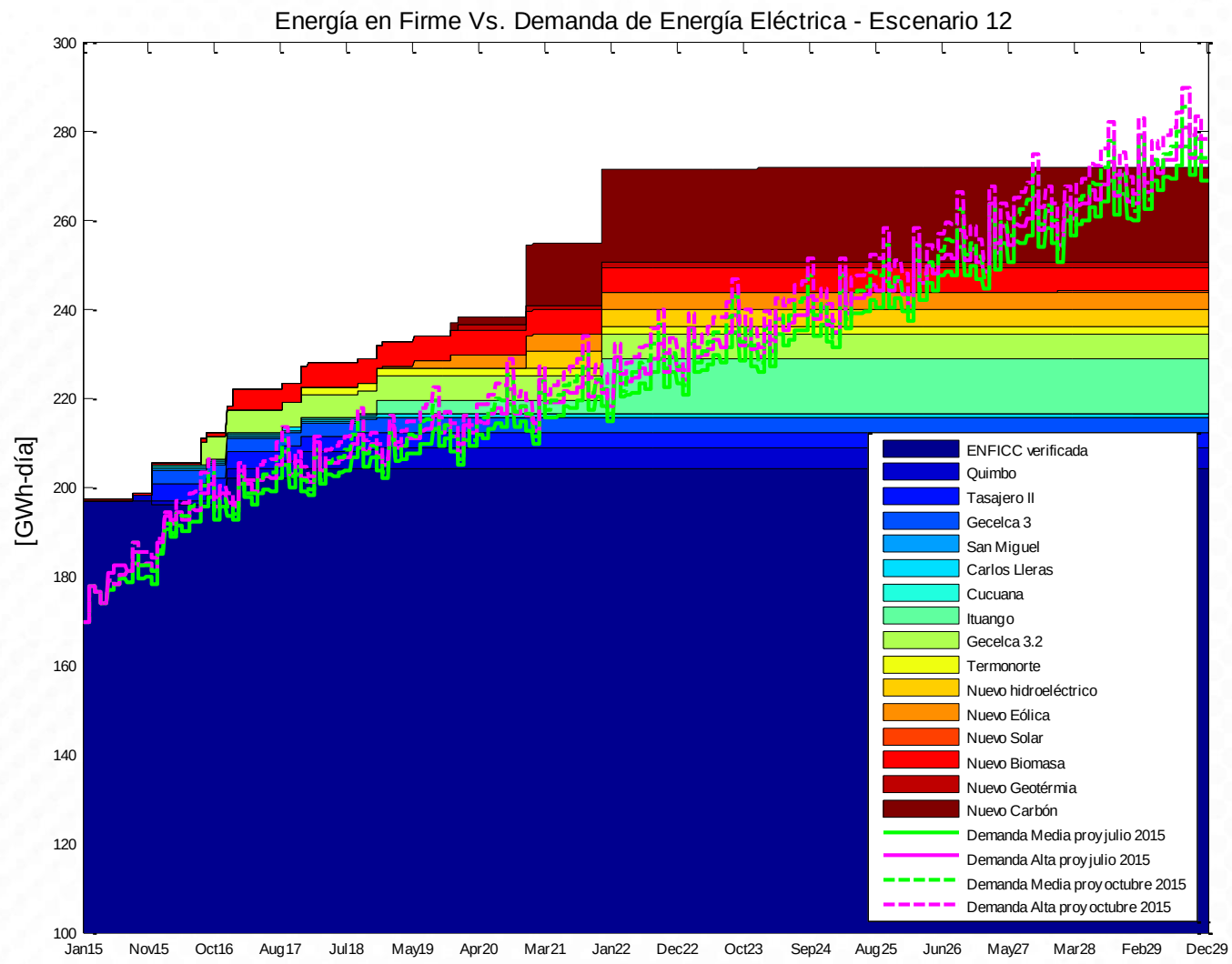
# Energía Firme–Escenario 5



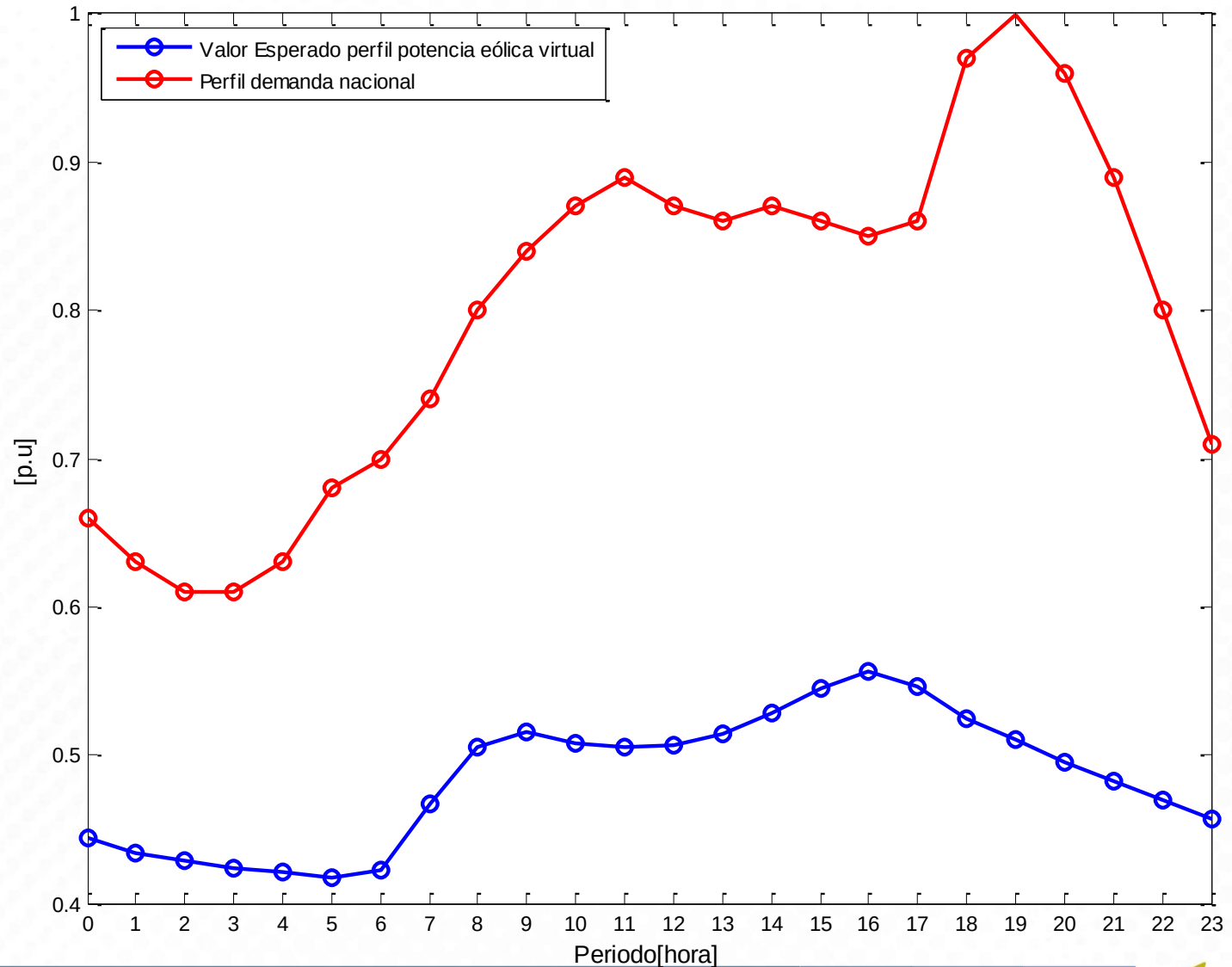
# Energía Firme–Escenario 9



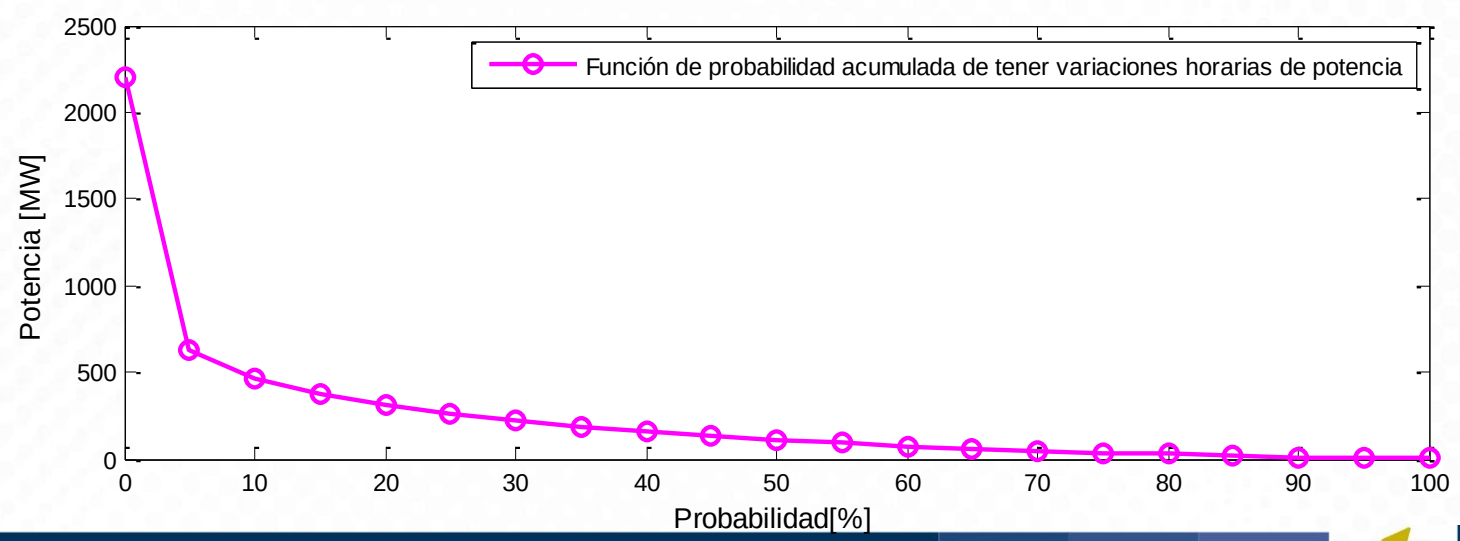
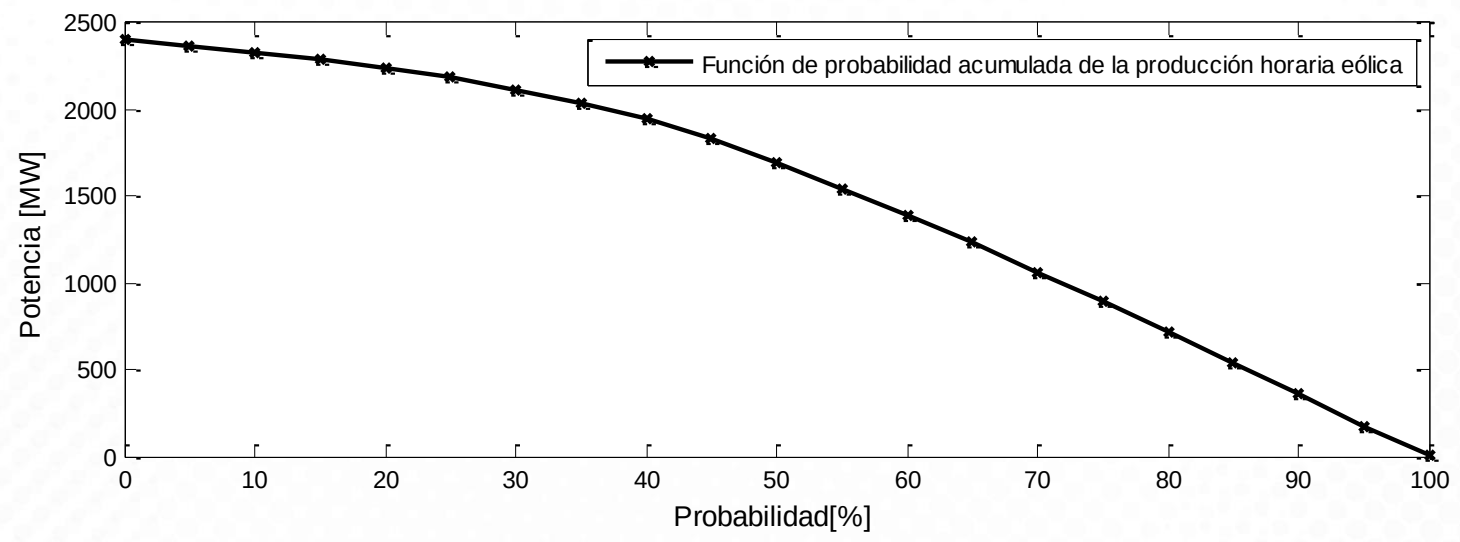
# Energía Firme–Escenario 12



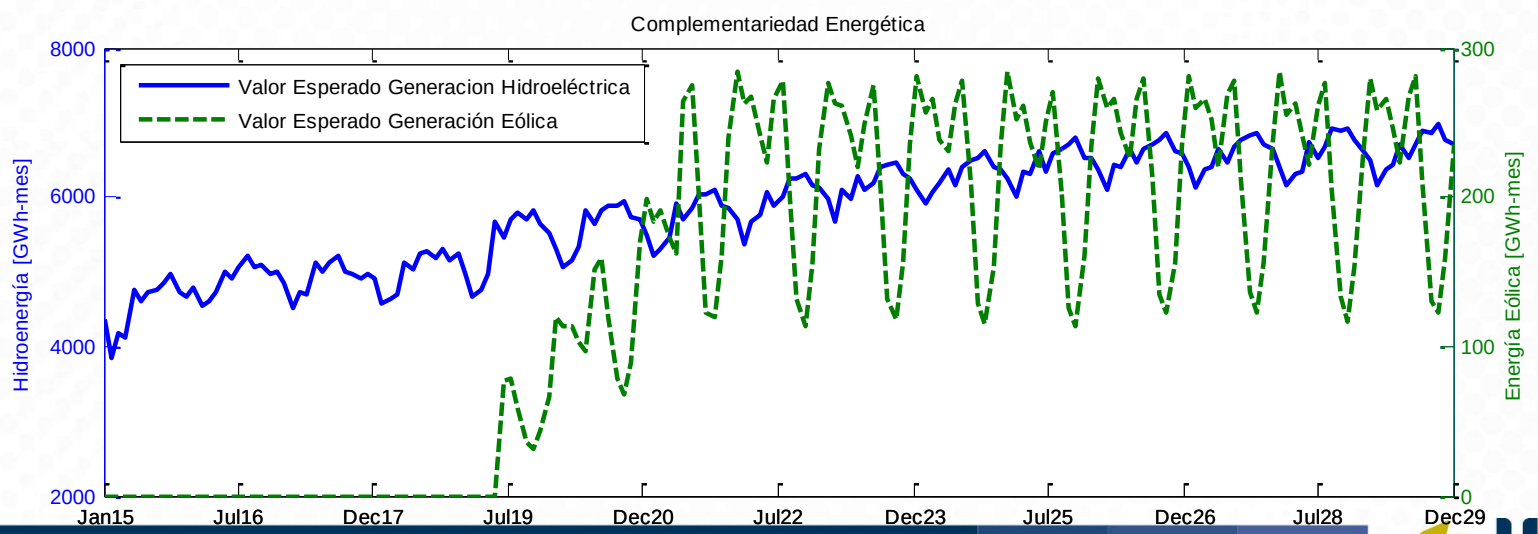
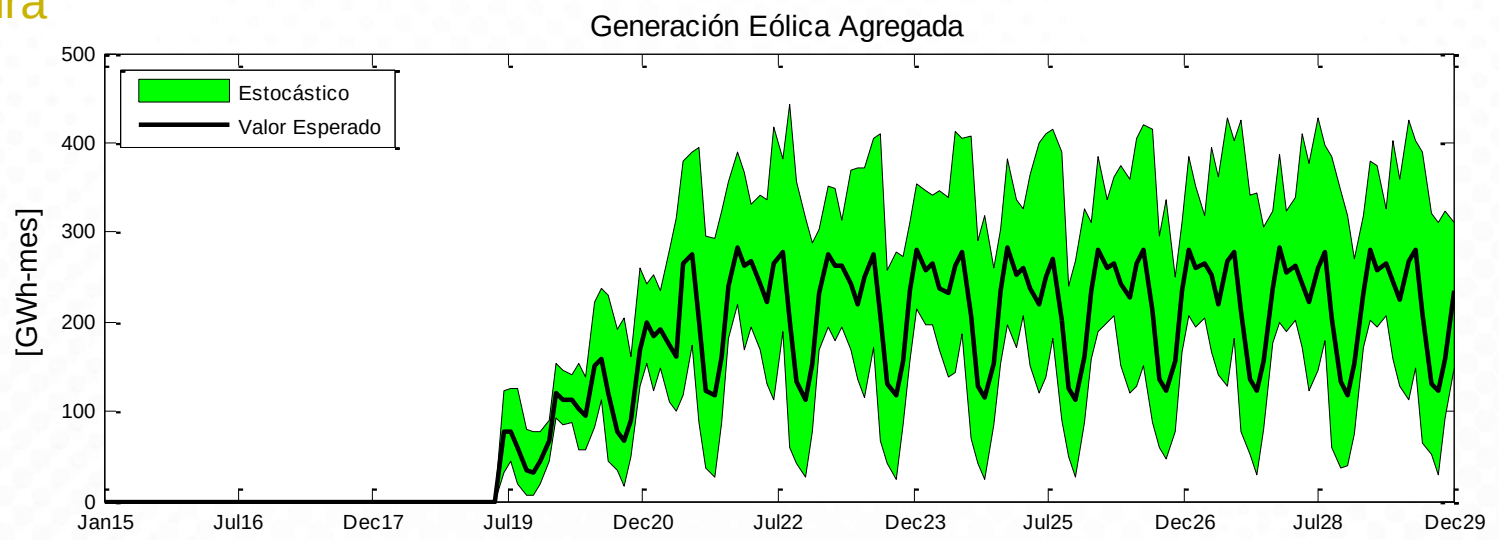
# Escenarios de Largo Plazo- Caracterización del recurso eólico en la Guajira



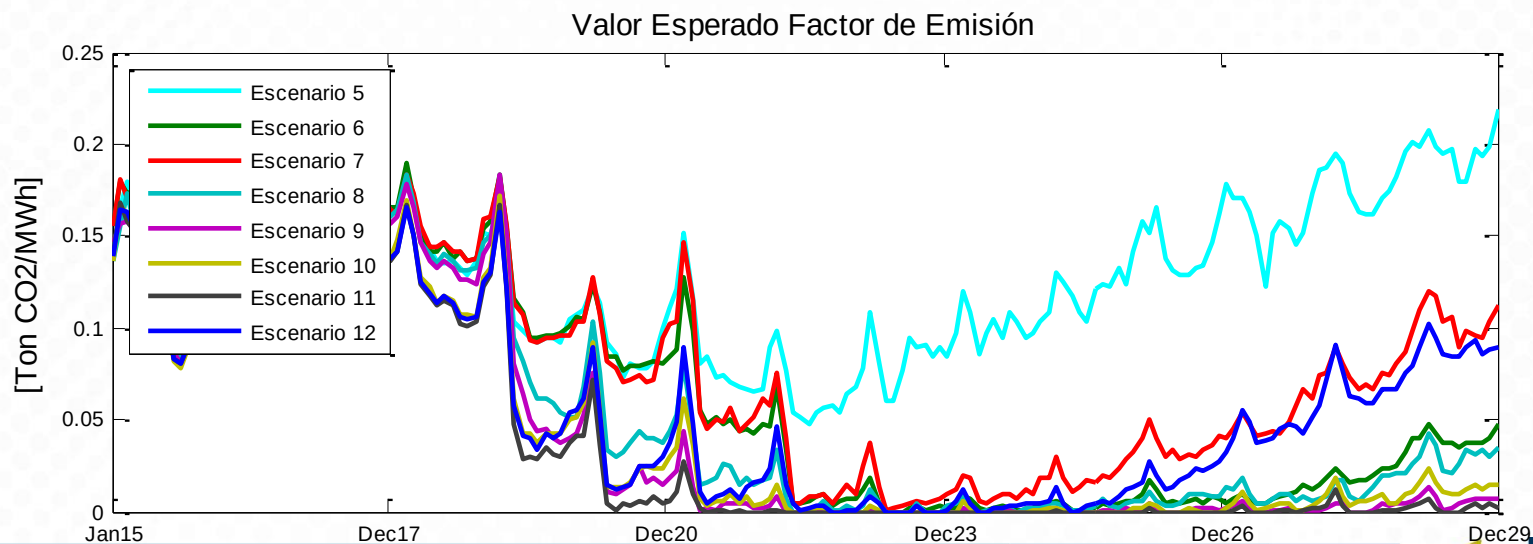
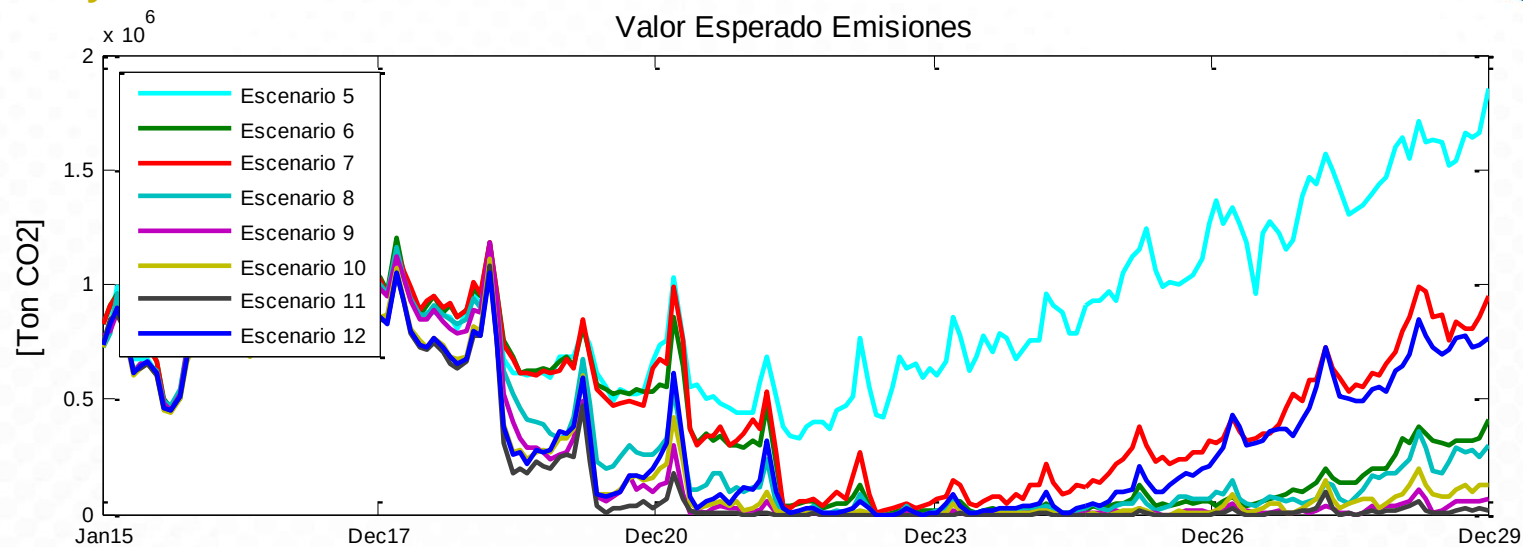
# Escenarios de Largo Plazo- Caracterización del recurso eólico en la Guajira



# Escenarios de Largo Plazo- Caracterización del recurso eólico en la Guajira



# Emisiones y Factor de Emisión

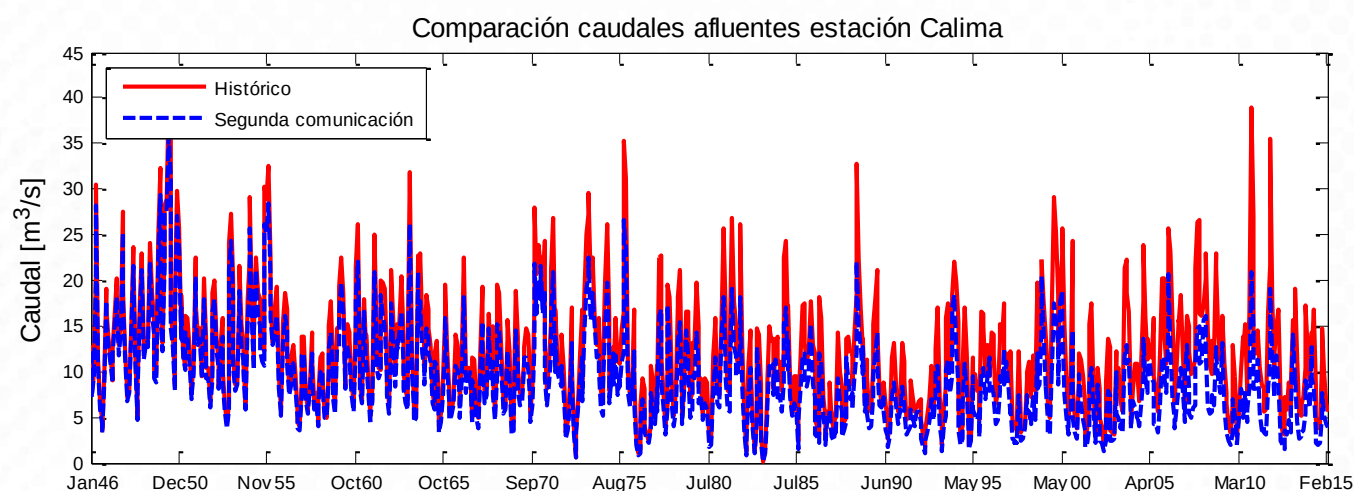
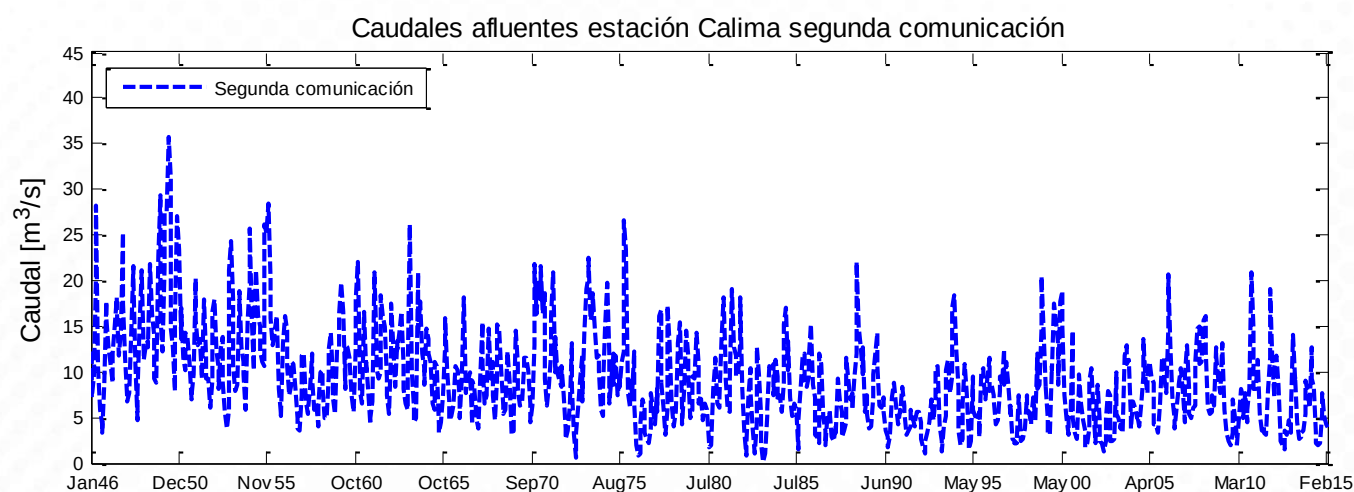




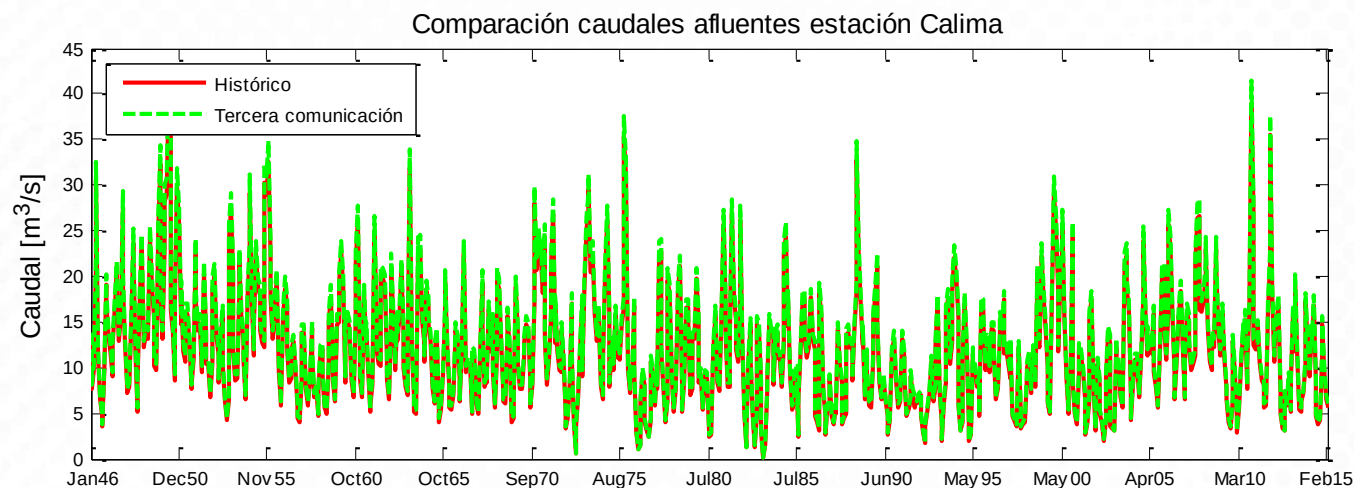
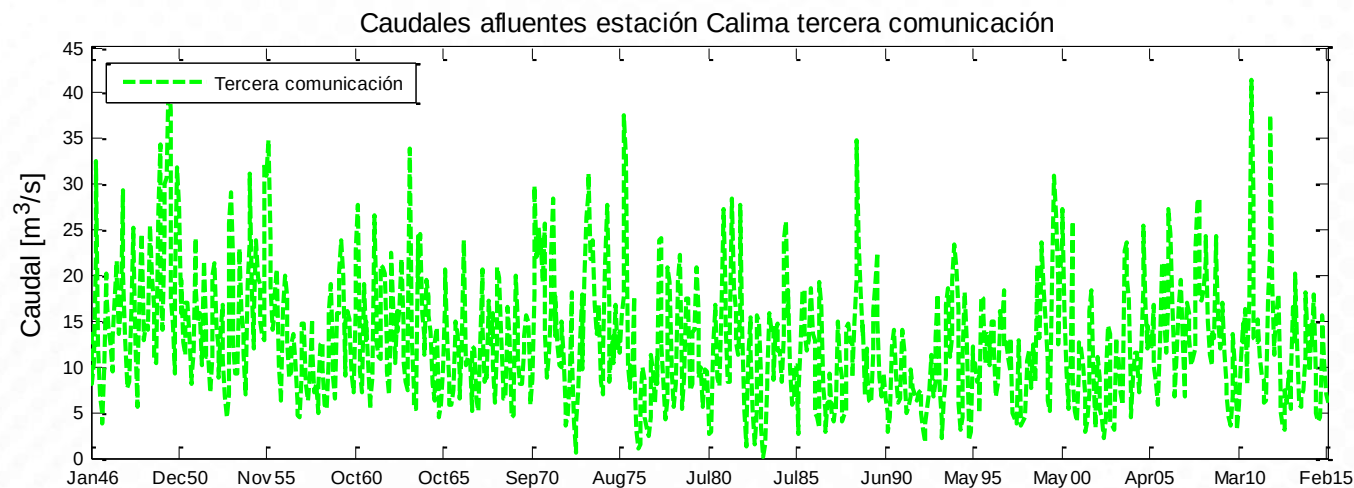
# Agenda

- Supuestos básicos Plan de Expansión
- **Plan de Expansión en Generación**
  - ✓ Optimización del recurso hidroenergético
  - ✓ Escenarios Largo Plazo
  - ✓ **Cambio Climático y Sedimentación**
  - ✓ Índices de desempeño
  - ✓ Planificación integral Generación-Transmisión
- Plan de Expansión en Transmisión
  - ✓ Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales
  - ✓ Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN
  - ✓ Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR
  - ✓ Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS

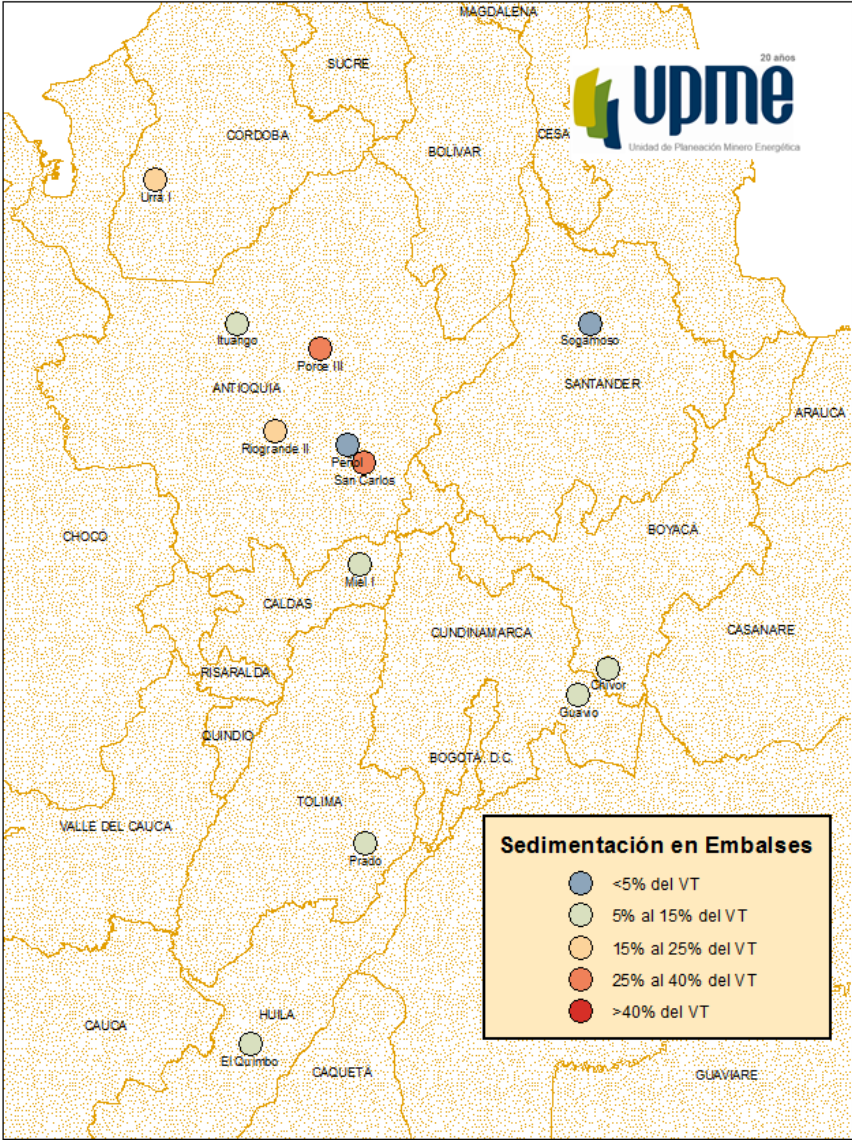
# Cambio Climático y Sedimentación



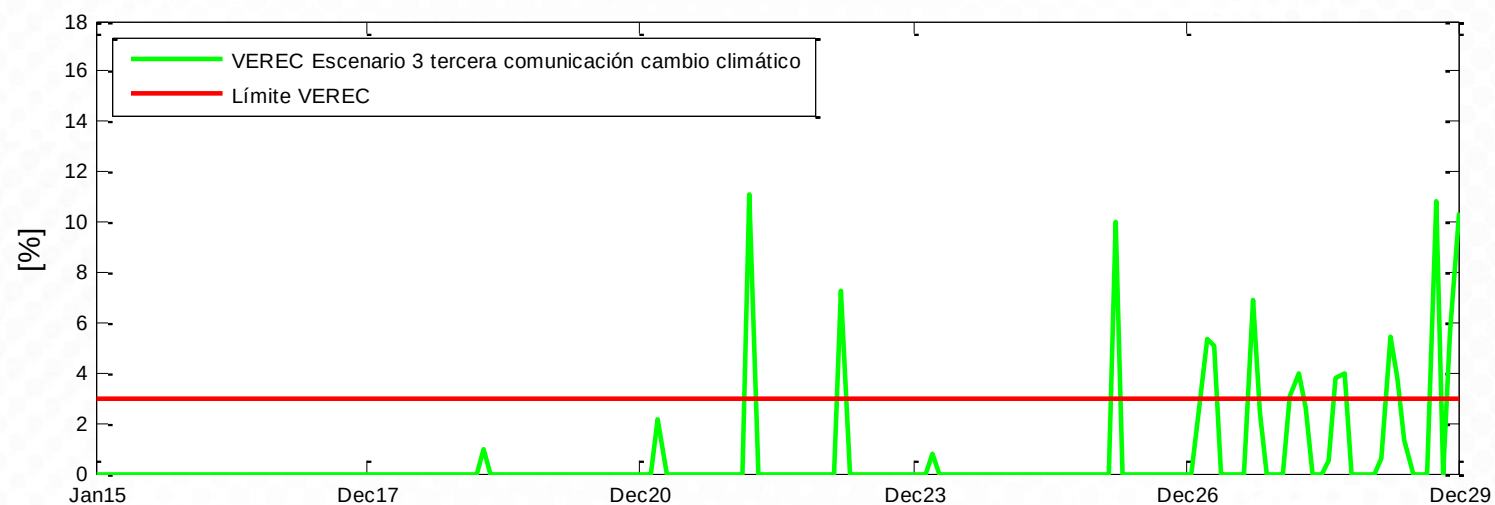
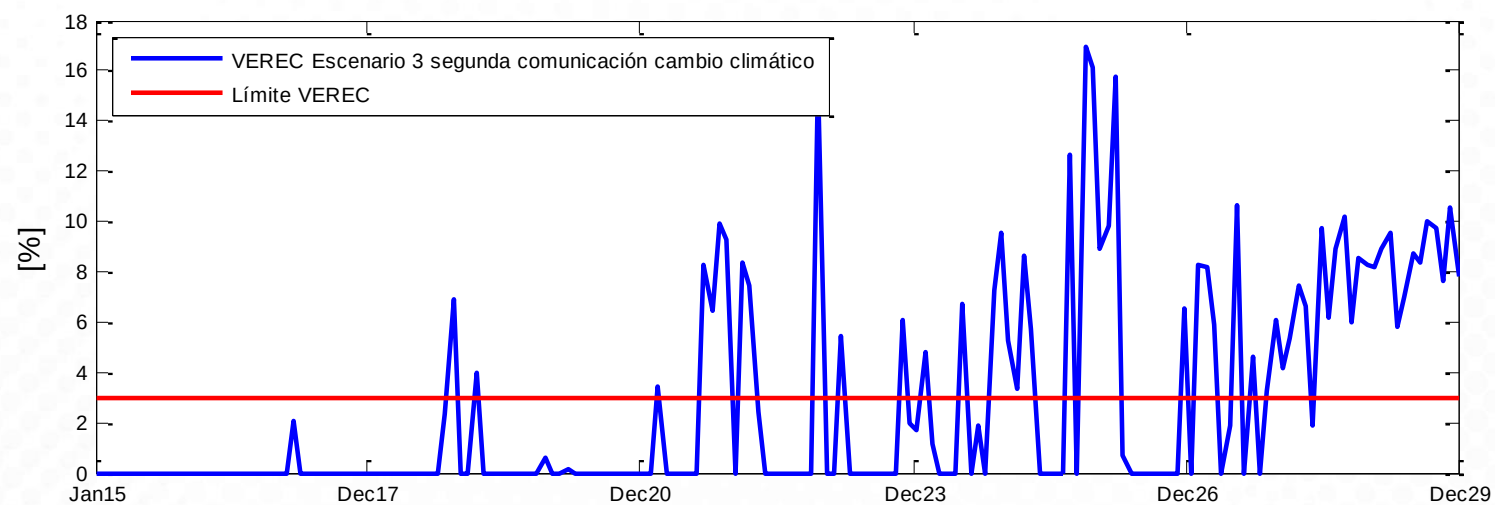
# Cambio Climático y Sedimentación



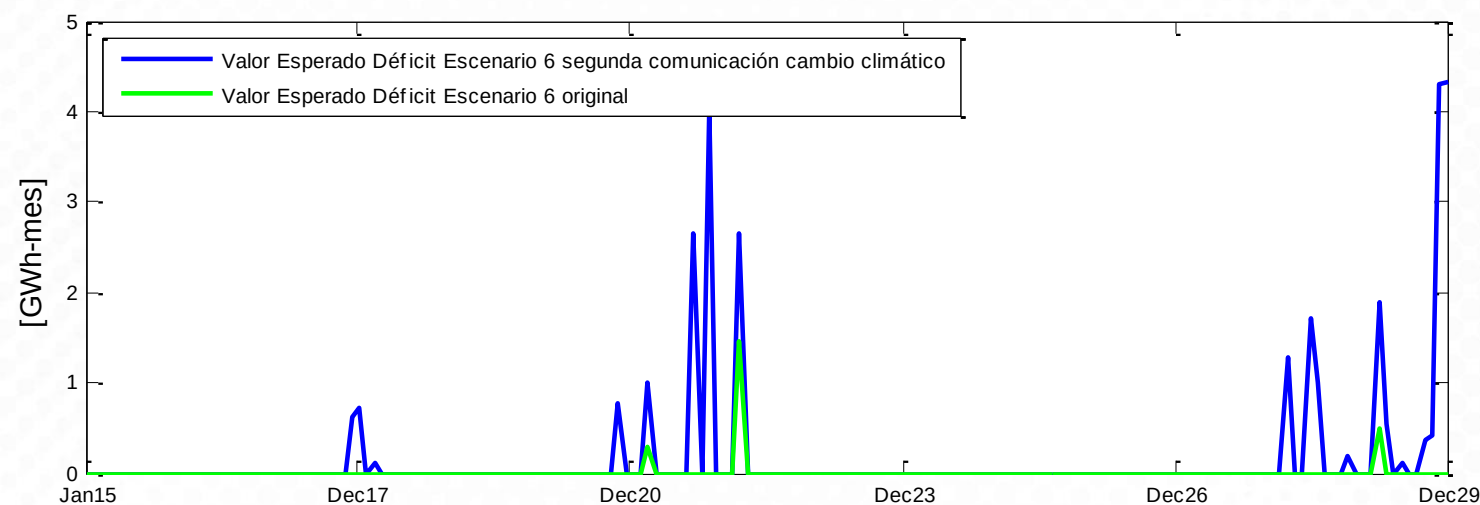
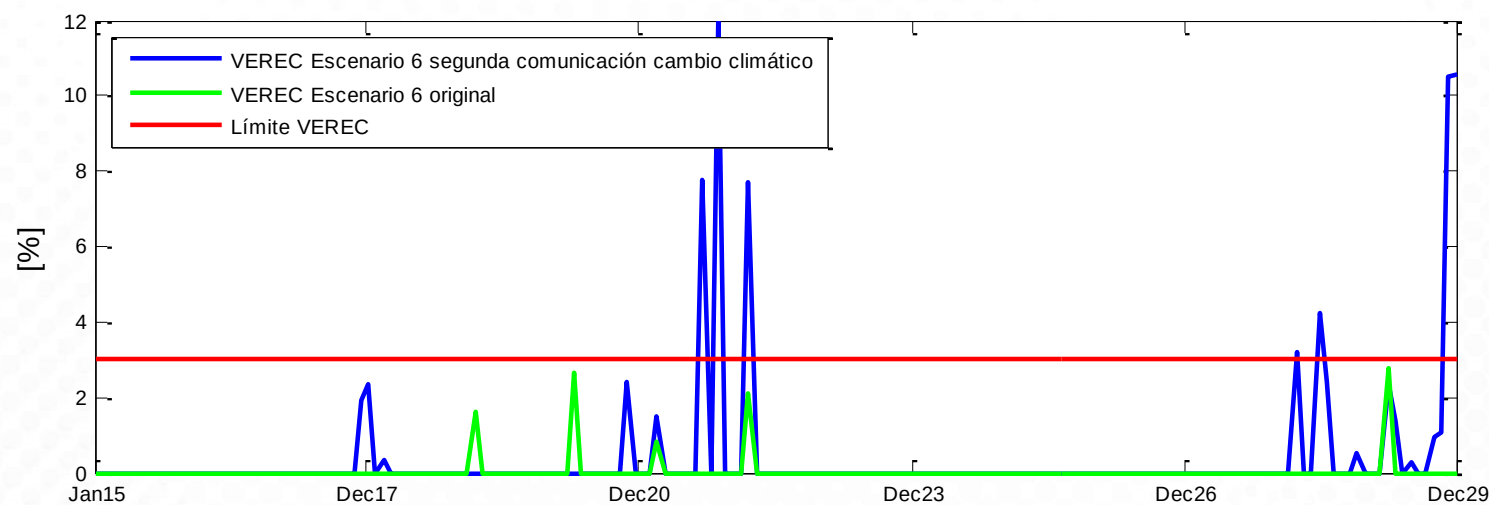
# Cambio Climático y Sedimentación



# Cambio Climático y Sedimentación



# Cambio Climático y Sedimentación





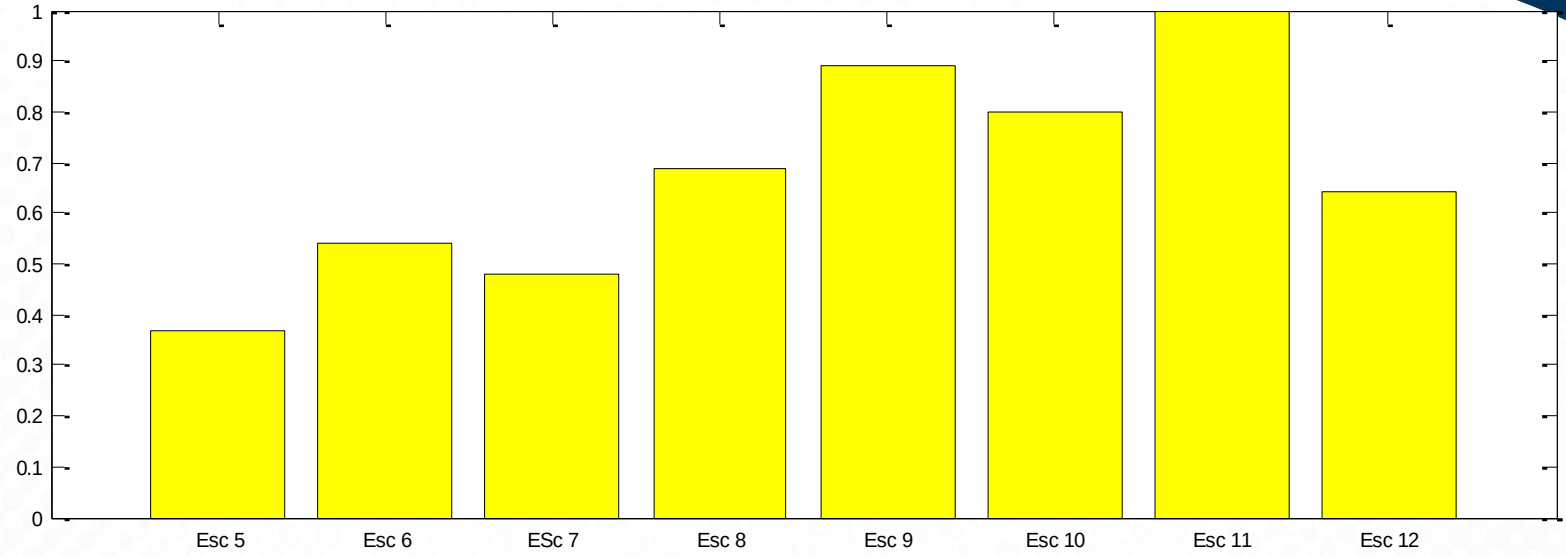
# Agenda

- Supuestos básicos Plan de Expansión
- **Plan de Expansión en Generación**
  - ✓ Optimización del recurso hidroenergético
  - ✓ Escenarios Largo Plazo
  - ✓ Cambio Climático y Sedimentación
  - ✓ **Índices de desempeño**
  - ✓ Planificación integral Generación-Transmisión
- Plan de Expansión en Transmisión
  - ✓ Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales
  - ✓ Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN
  - ✓ Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR
  - ✓ Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS

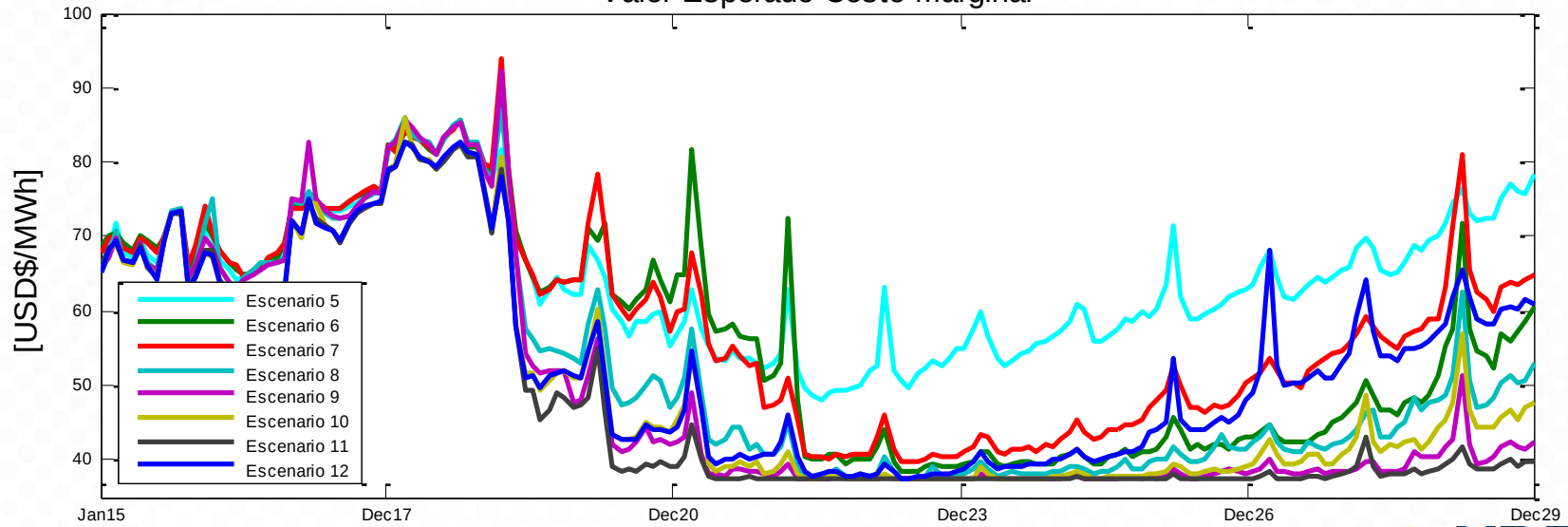


# Índices de desempeño

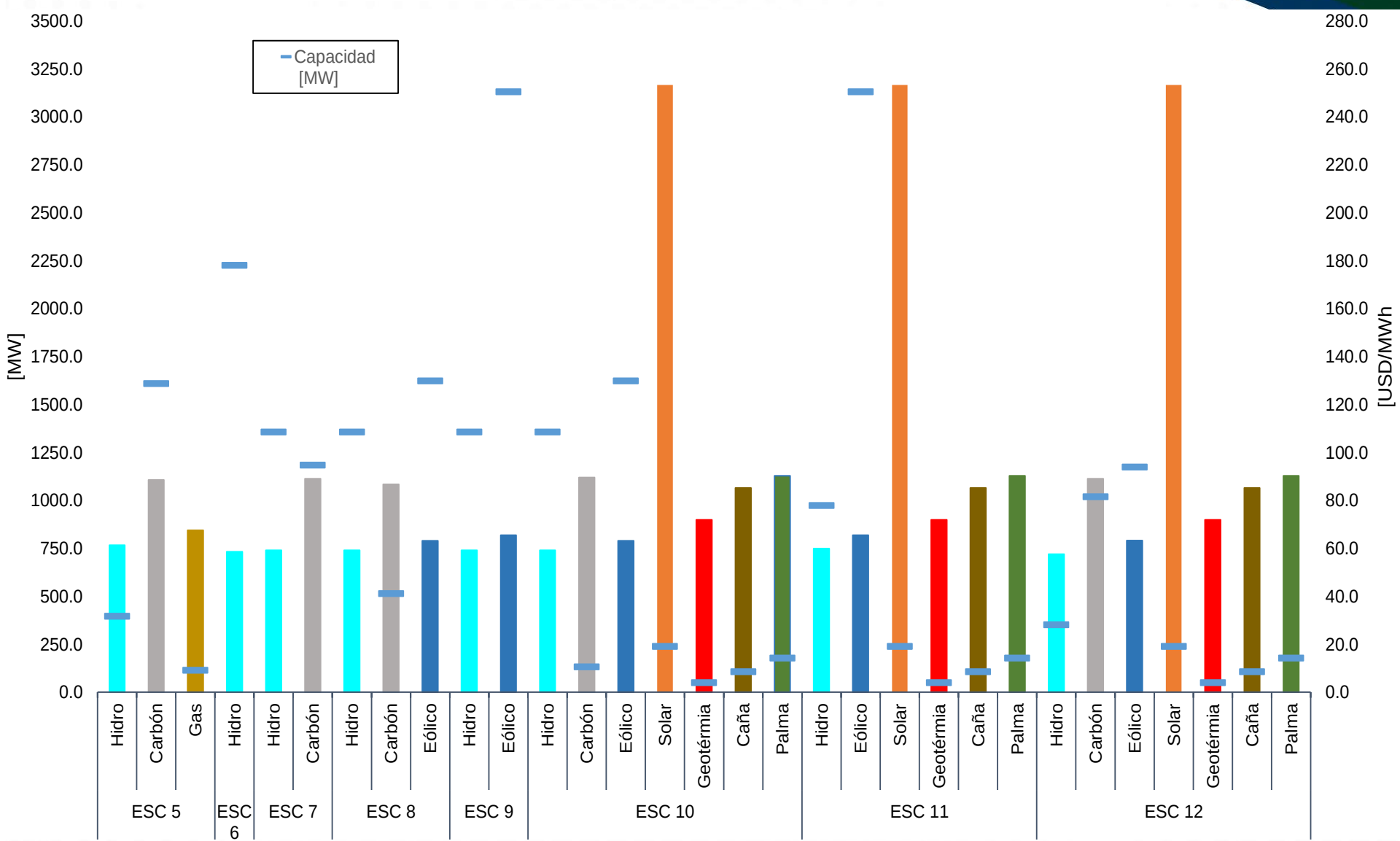
Costos de instalación Normalizados



Valor Esperado Costo Marginal



# Índices de desempeño



# Índices de desempeño

Resiliencia hidráulica

$$R_{hj} = \left(\frac{\alpha}{n}\right) \cdot \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{E_i}{D_{ei}}\right) + \left(\frac{1-\alpha}{n}\right) \cdot \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{P_i}{D_{pi}}\right)$$

Costo marginal

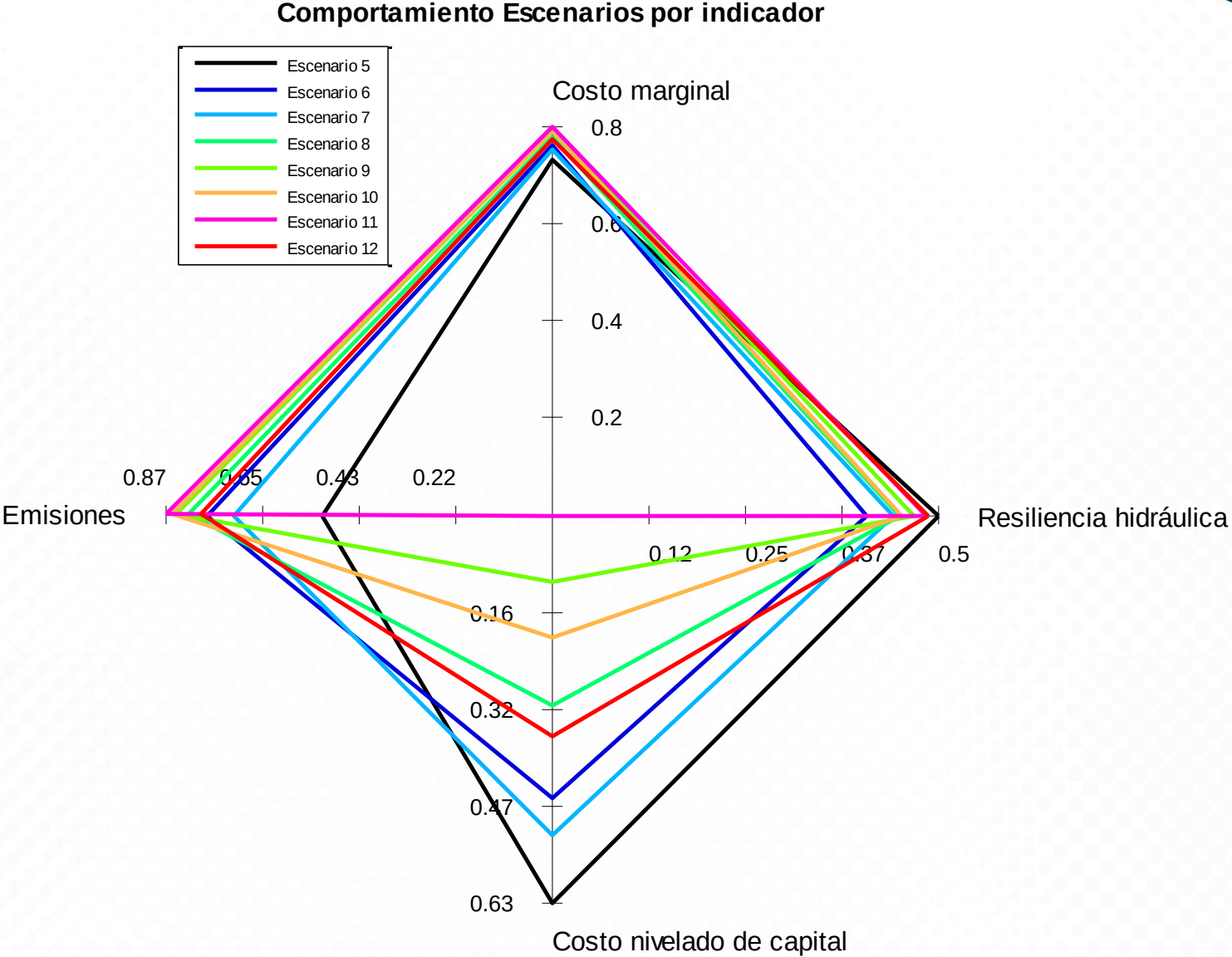
$$I_{Cj} = \left(\frac{1}{n}\right) \cdot \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{E[C_{mgi}]}{\max(E[C_{mg_{esc\ 3}}])}\right)$$

Emisiones

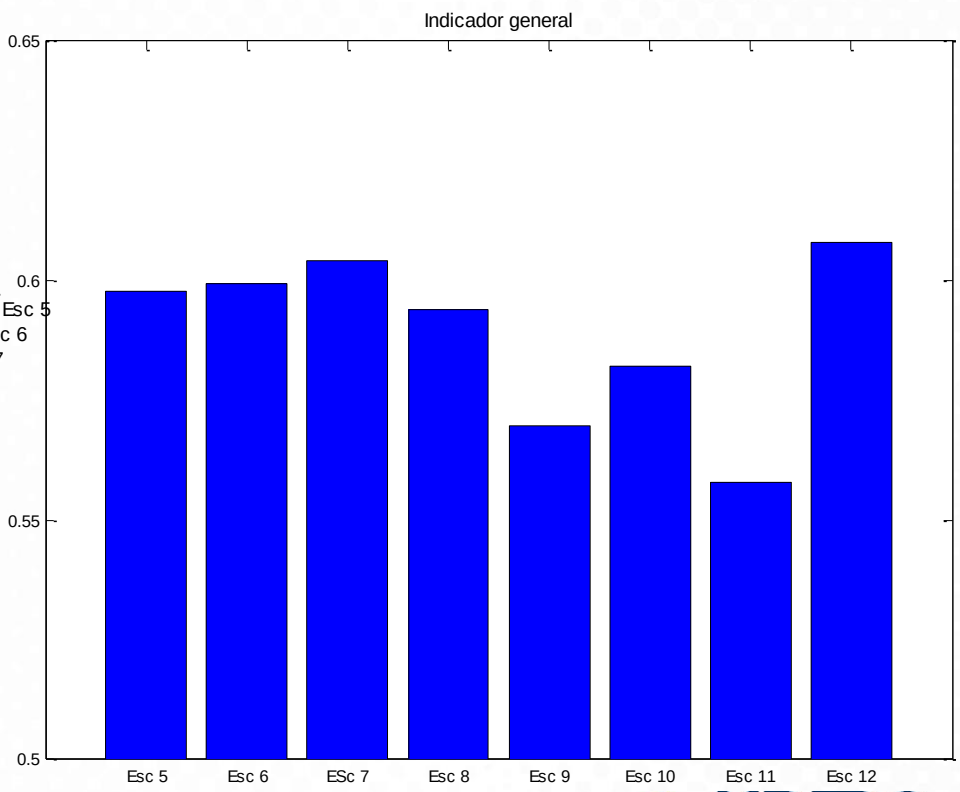
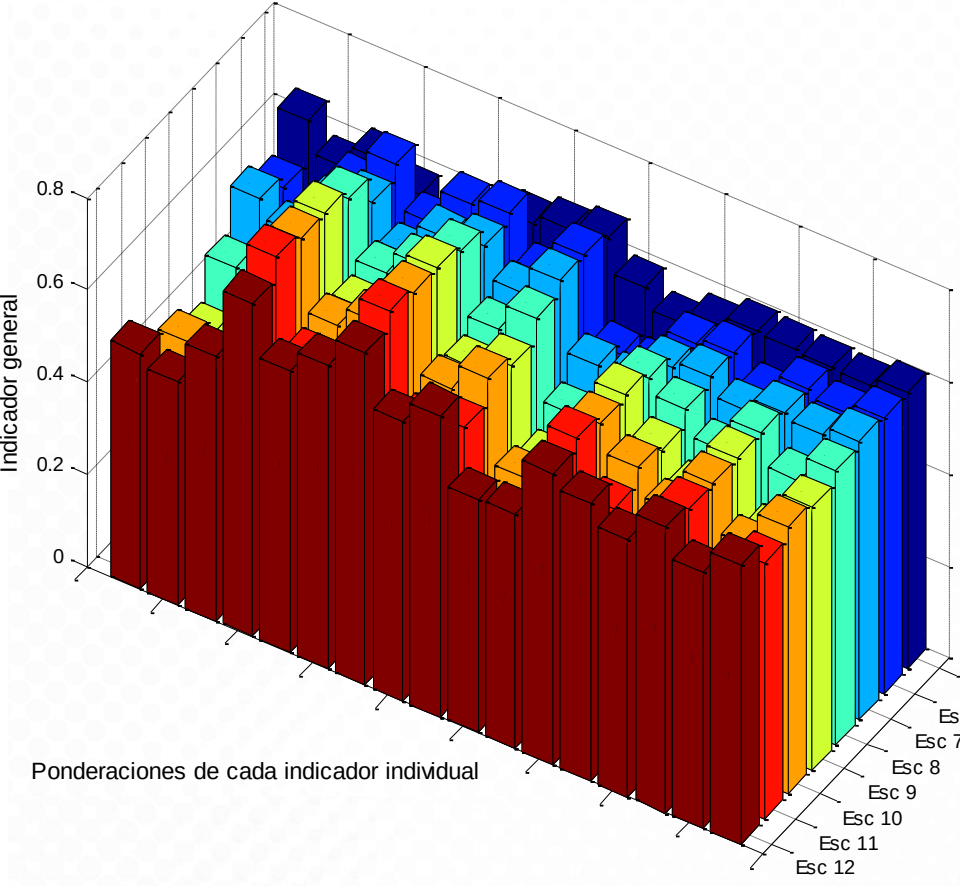
$$I_{Emj} = \left(\frac{1}{n}\right) \cdot \sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{E[M_i]}{\max(E[M_{esc\ 5}])}\right)$$

Costo nivelado de capital

$$I_{C_{capital\ j}} = 1 - \left(\frac{Costo_j}{\max(Costo_5, Costo_6, \dots, Costo_{12})}\right)$$



# Índices de desempeño



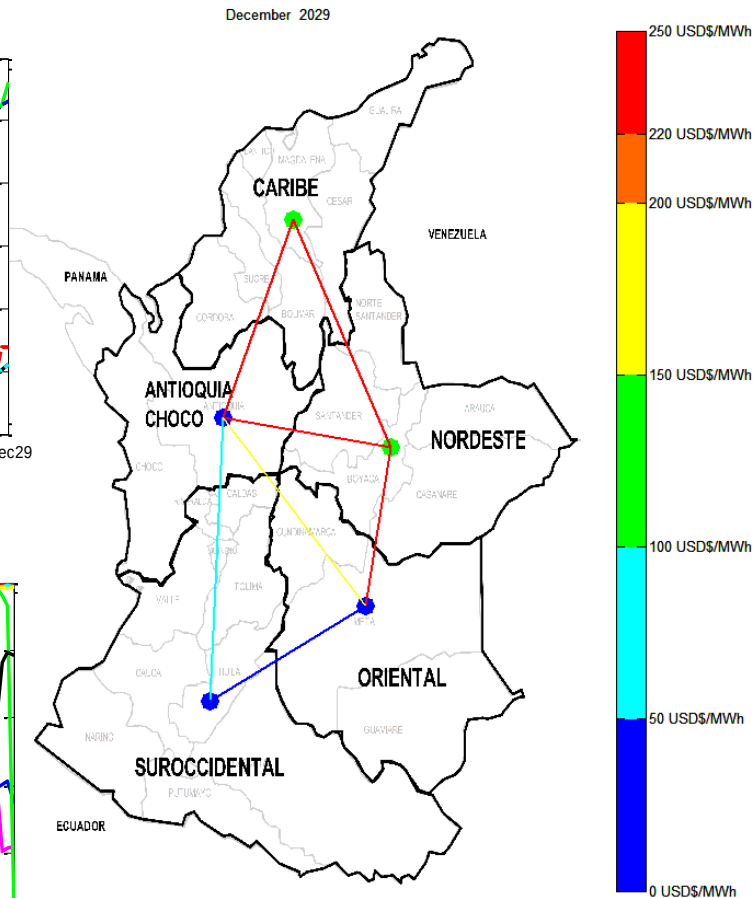
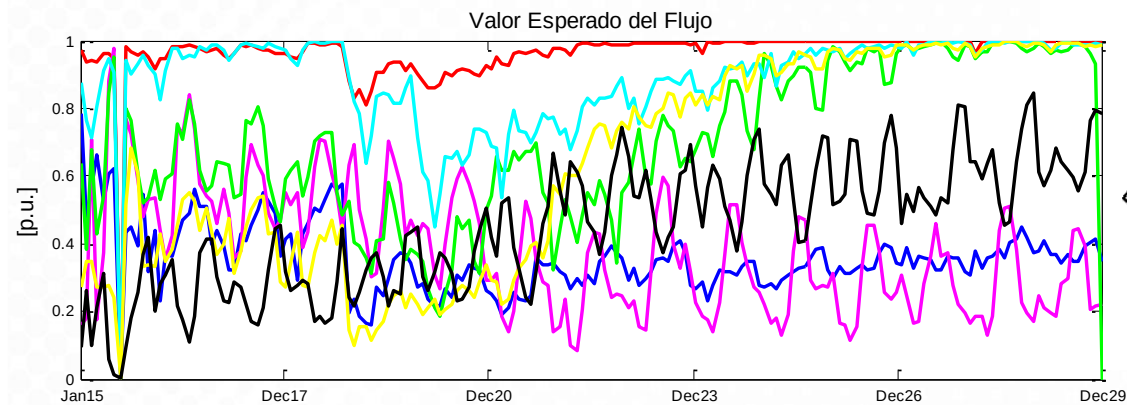
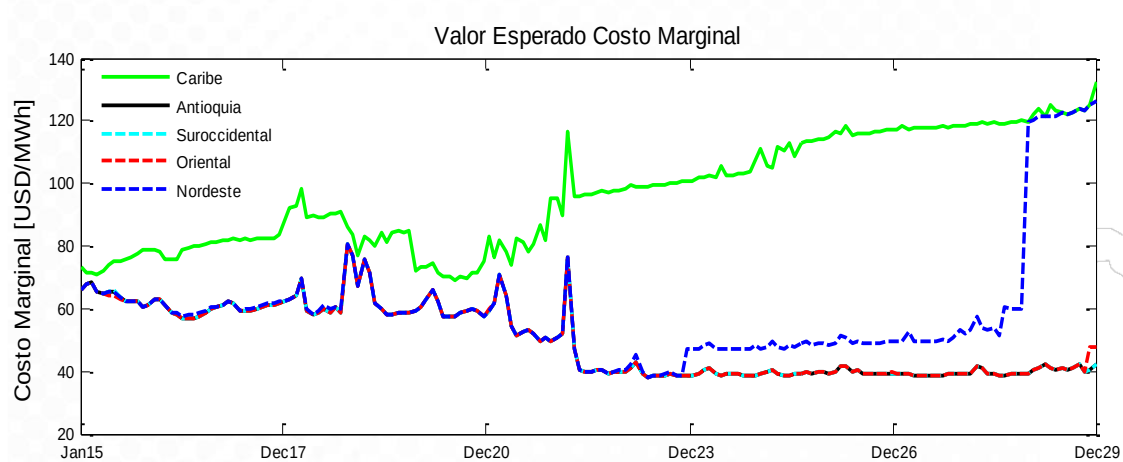
# Agenda

- Supuestos básicos Plan de Expansión
- **Plan de Expansión en Generación**
  - ✓ Optimización del recurso hidroenergético
  - ✓ Escenarios Largo Plazo
  - ✓ Cambio Climático y Sedimentación
  - ✓ Índices de desempeño
  - ✓ **Planificación integral Generación-Transmisión**
- Plan de Expansión en Transmisión
  - ✓ Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales
  - ✓ Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN
  - ✓ Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR
  - ✓ Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS

# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada

### Escenario 6

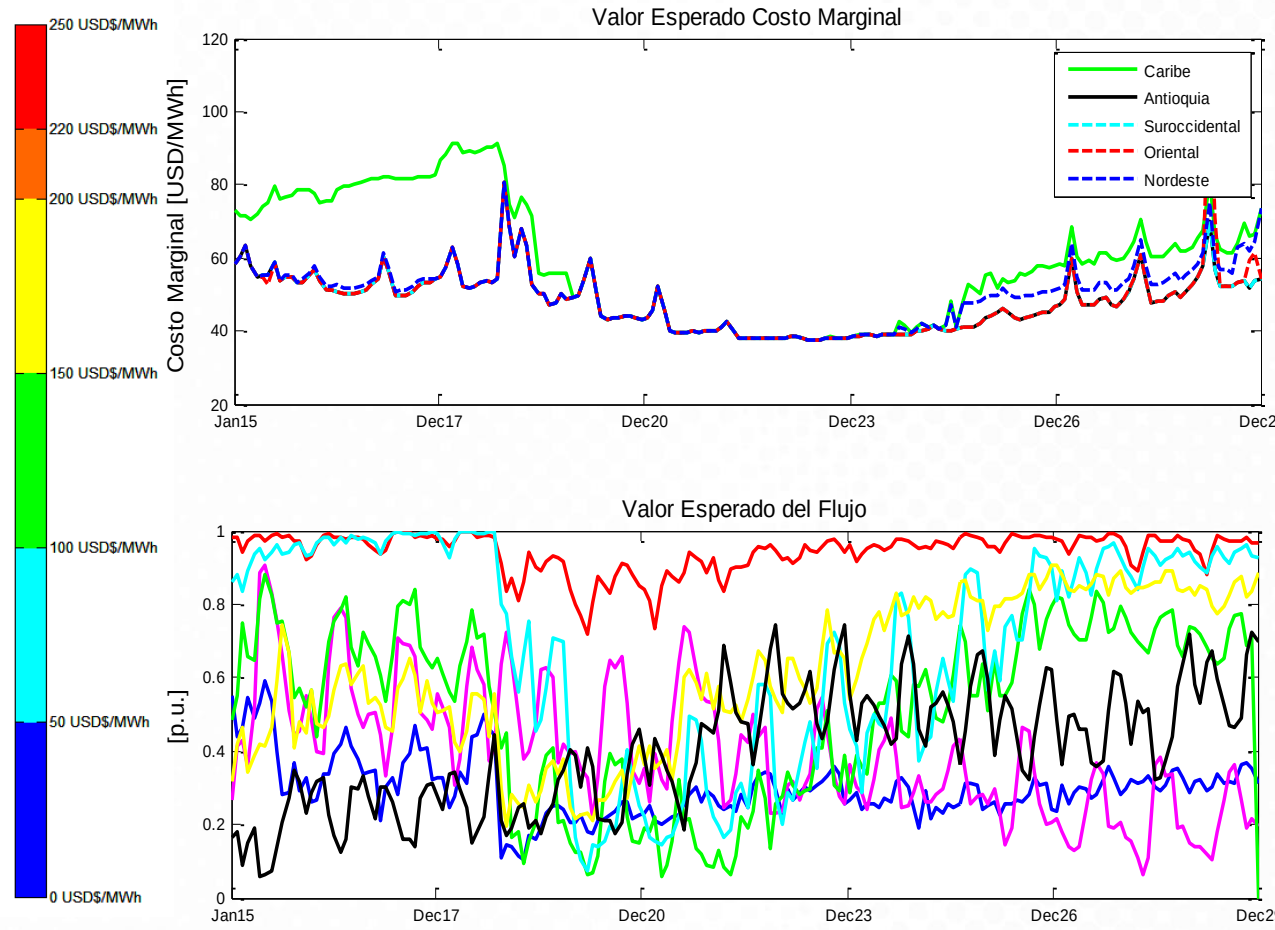
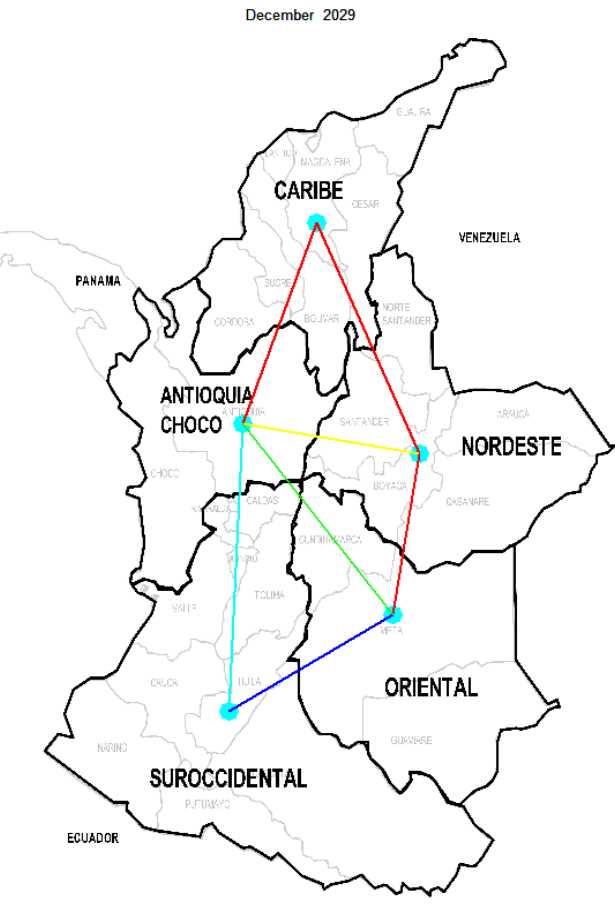




# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

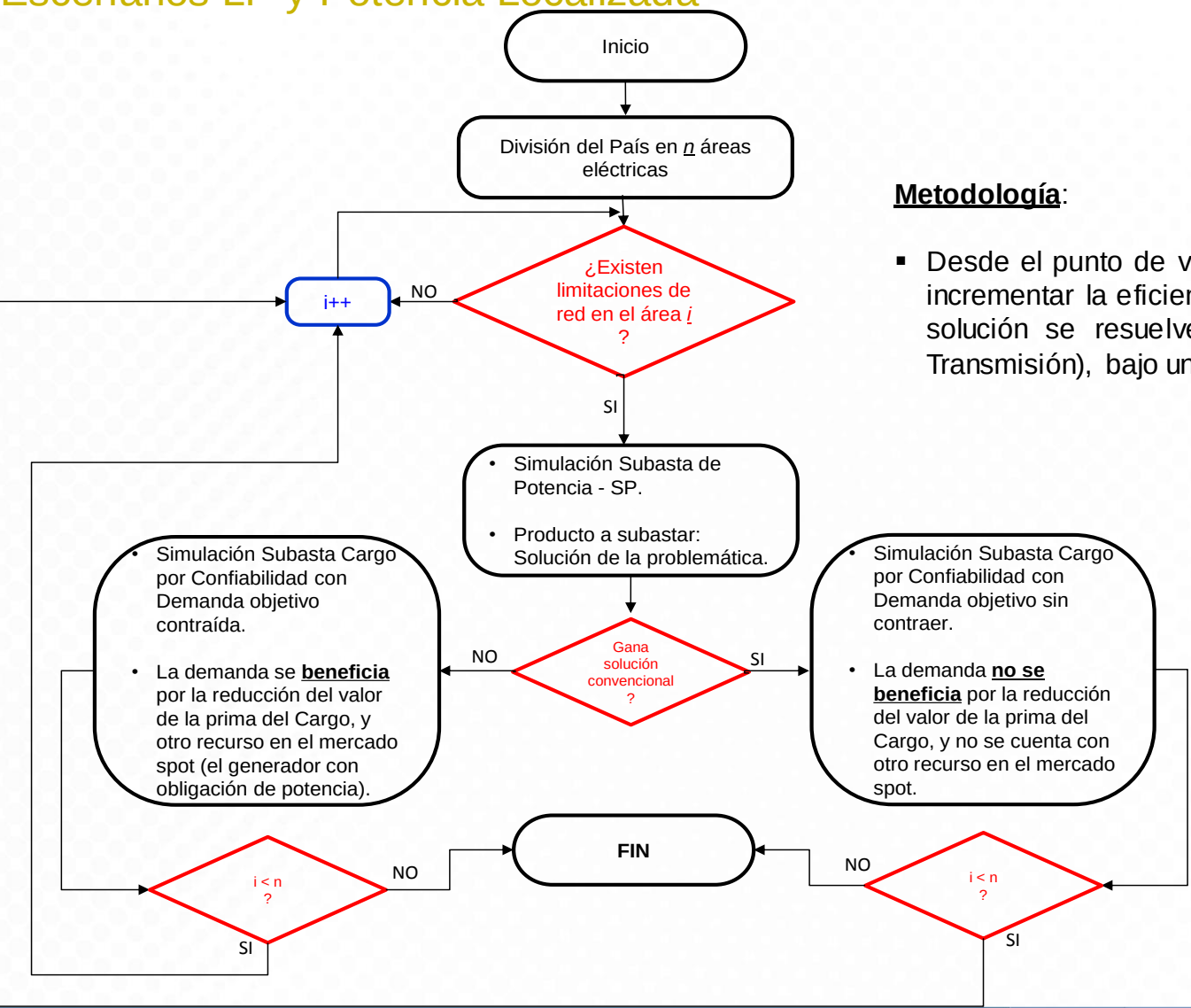
## Escenarios LP y Potencia Localizada

### Escenario 12



# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada



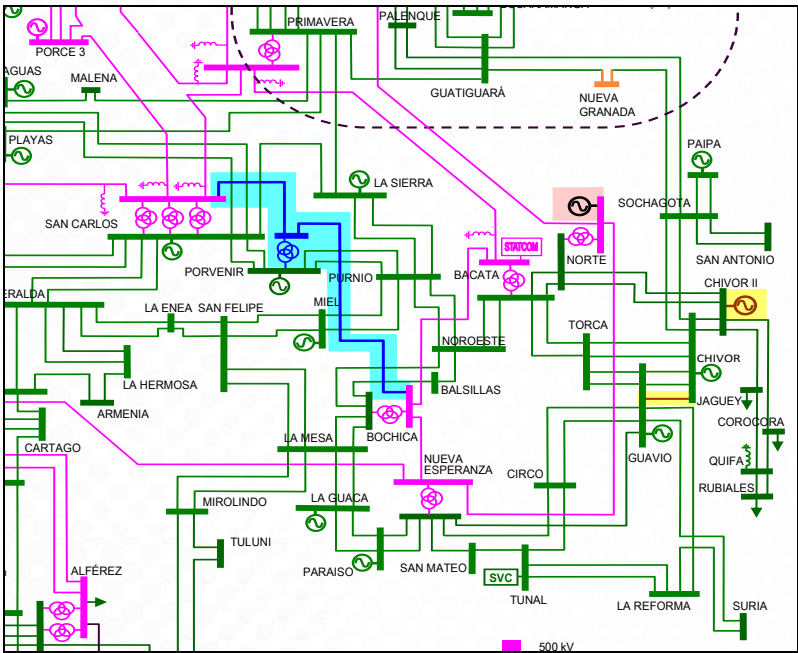
### Metodología:

- Desde el punto de vista económico, la probabilidad de incrementar la eficiencia aumenta cuando con una sola solución se resuelven dos problemas (Generación y Transmisión), bajo un criterio de mínimo costo.

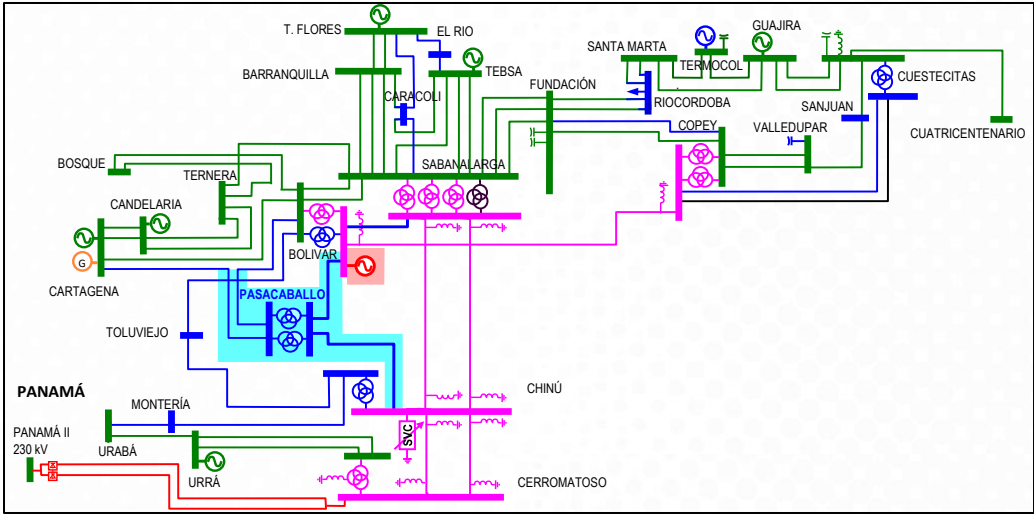
# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada

Área Oriental



Área Caribe

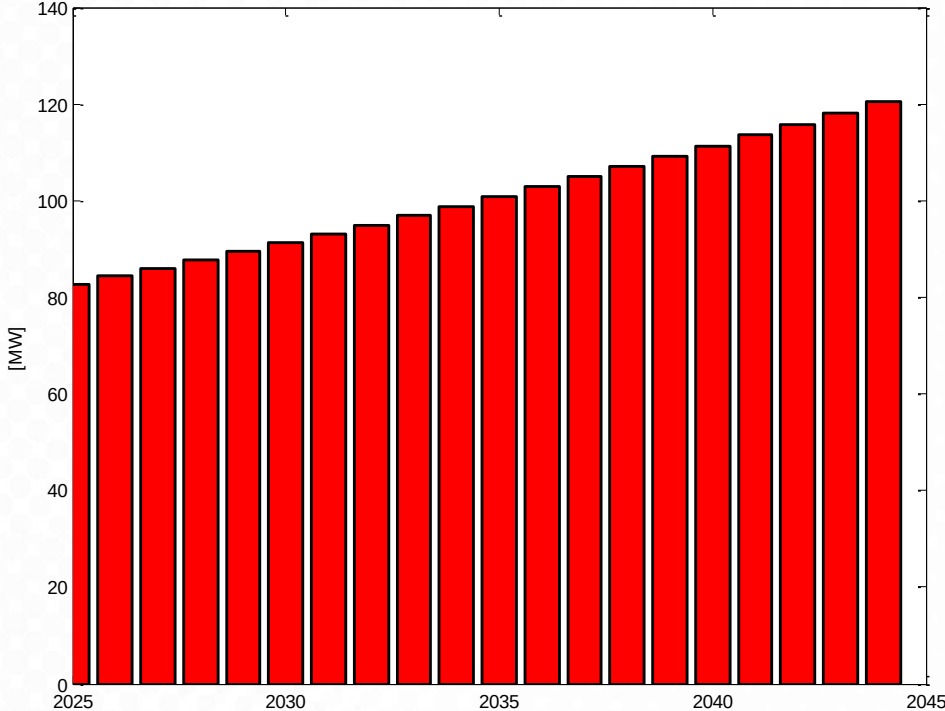


# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada

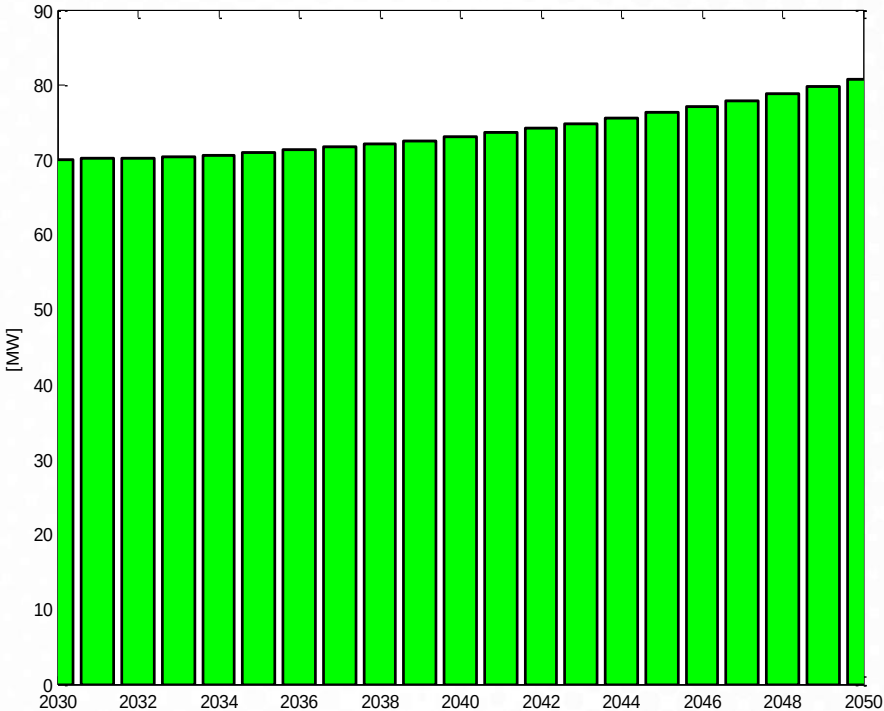
### Área Oriental

Potencia asociada a la limitación de red (DNA o Restricciones)



### Área Caribe

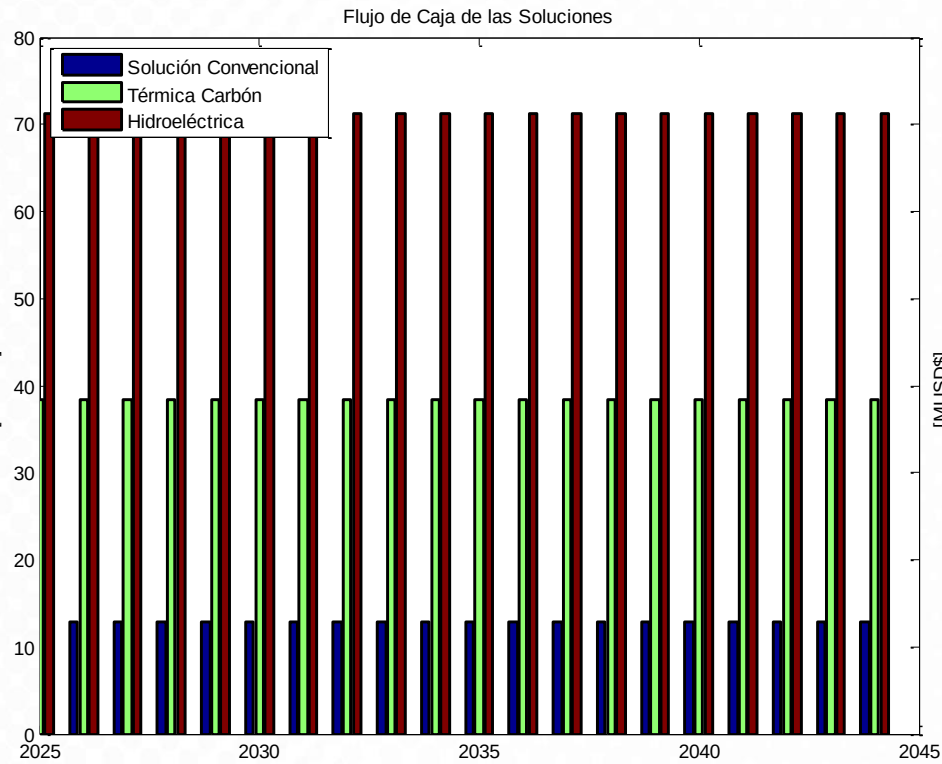
Potencia asociada a la limitación de red (DNA o Restricciones)



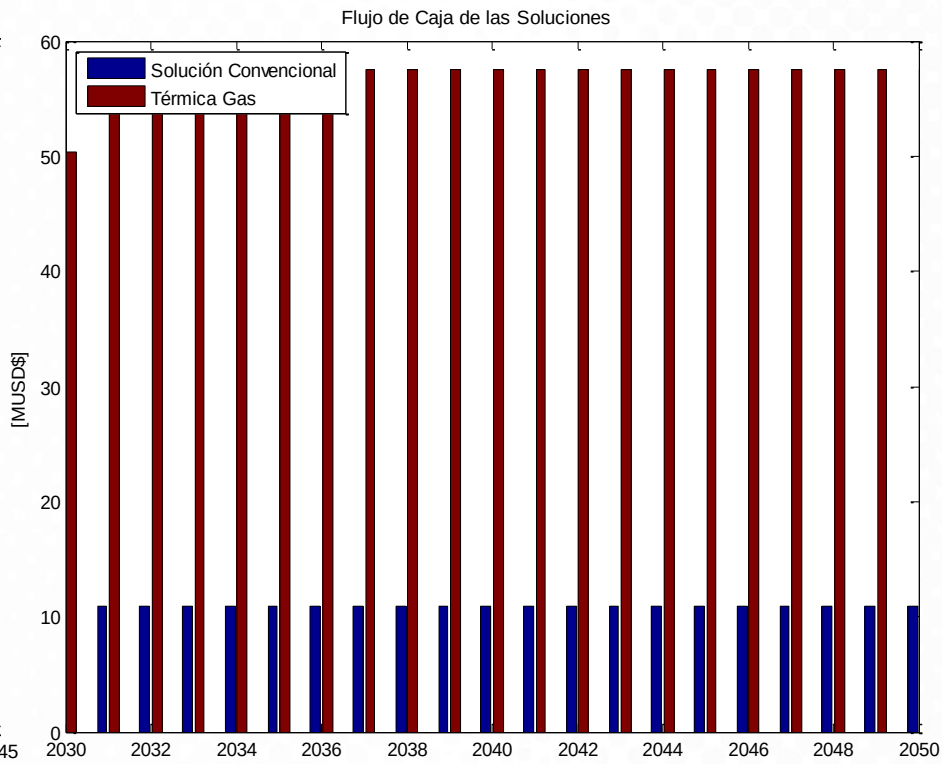
# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada

Área Oriental



Área Caribe



# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada

### Área Oriental

| Tecnología | Capacidad [MW] | VPN [USD]     | Promedio Potencia del problema [MW] | LCOC [USD/MW] *<br>"Levelized cost of Capital" | Valoracion de cada tecnologia [USD/MW-mes] |
|------------|----------------|---------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Linea      | NA             | 98,567,587.6  | 100.5                               | NA                                             | 981,068.5                                  |
| Carbon     | 200            | 296,019,104.9 | 100.5                               | 1,480,095.5                                    | 2,946,354.3                                |
| Hidro      | 294            | 548,838,891.5 | 100.5                               | 1,866,799.0                                    | 5,462,734.6                                |

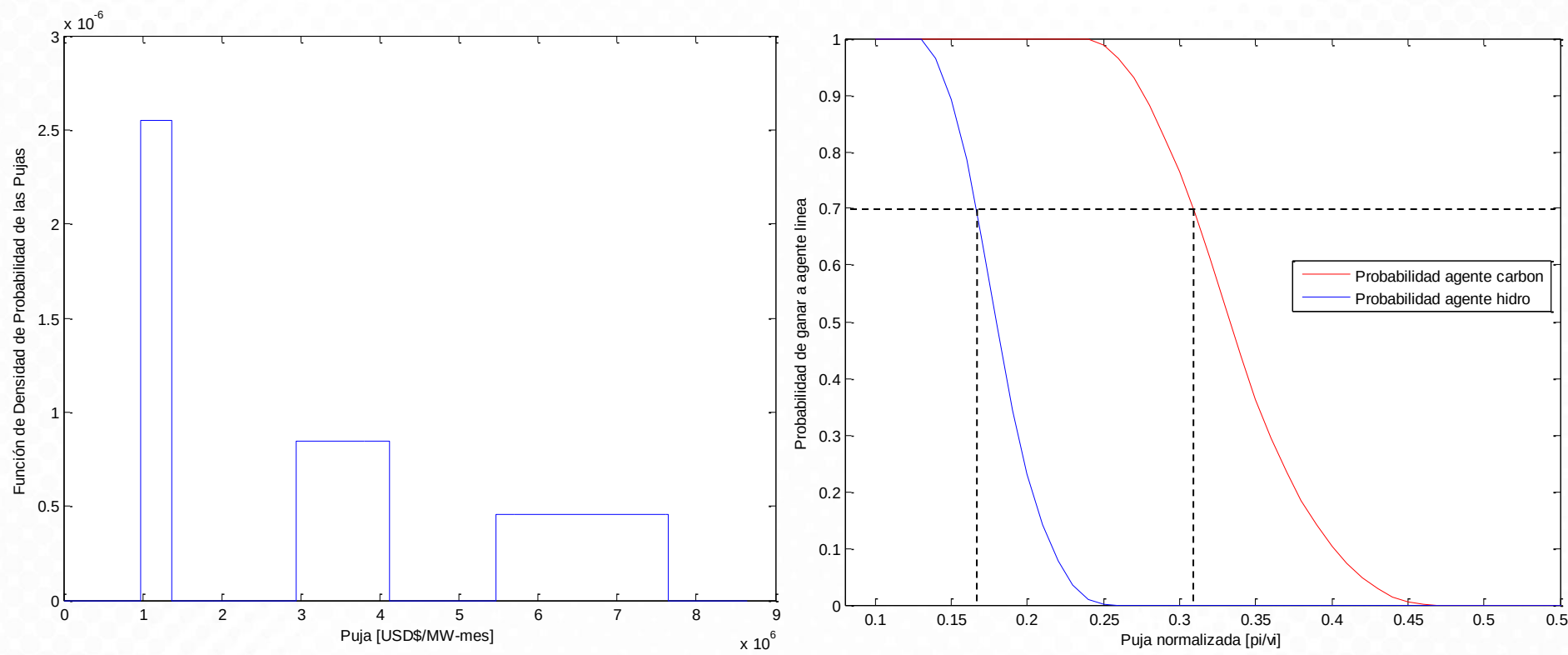
### Área Caribe

| Tecnología  | Capacidad [MW] | LCOC [USD/MW]<br>"Levelized cost of Capital" | VPN [USD]    | Promedio Potencia del problema [MW] | Valoración de cada tecnología [USD/MW-mes] |
|-------------|----------------|----------------------------------------------|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| Línea       | NA             | NA                                           | 94'049,666.9 | 83.23                               | 1'129,961.15                               |
| Térmica-Gas | 500            | 1'115,360                                    | 576'800,000  | 83.23                               | 6'930,193.44                               |

# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada

### Área Oriental

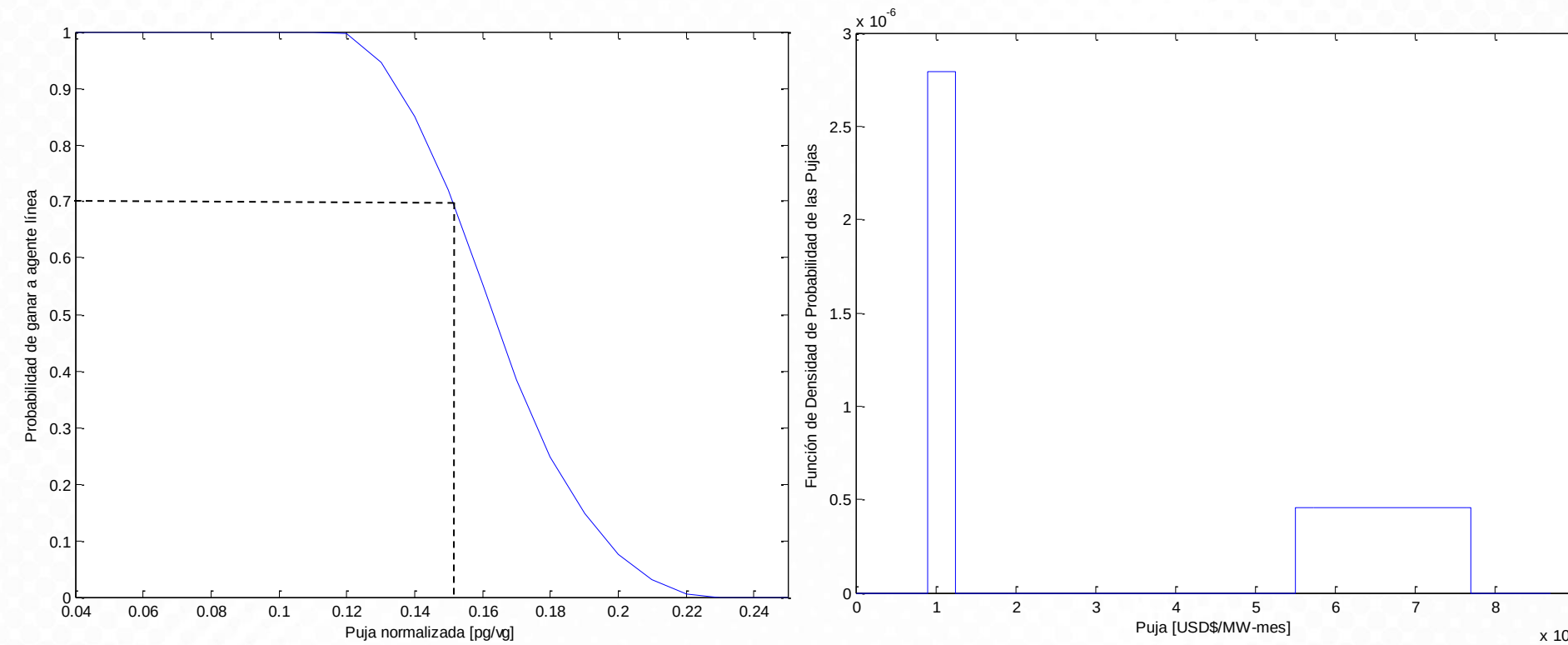




# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada

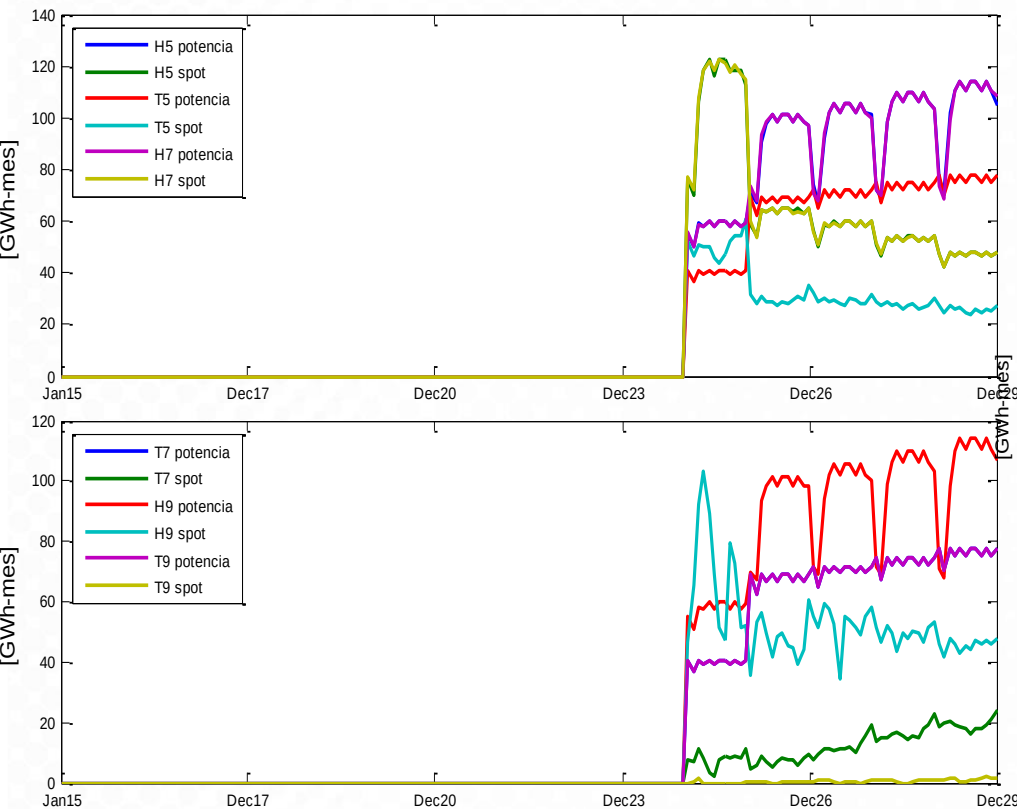
### Área Caribe



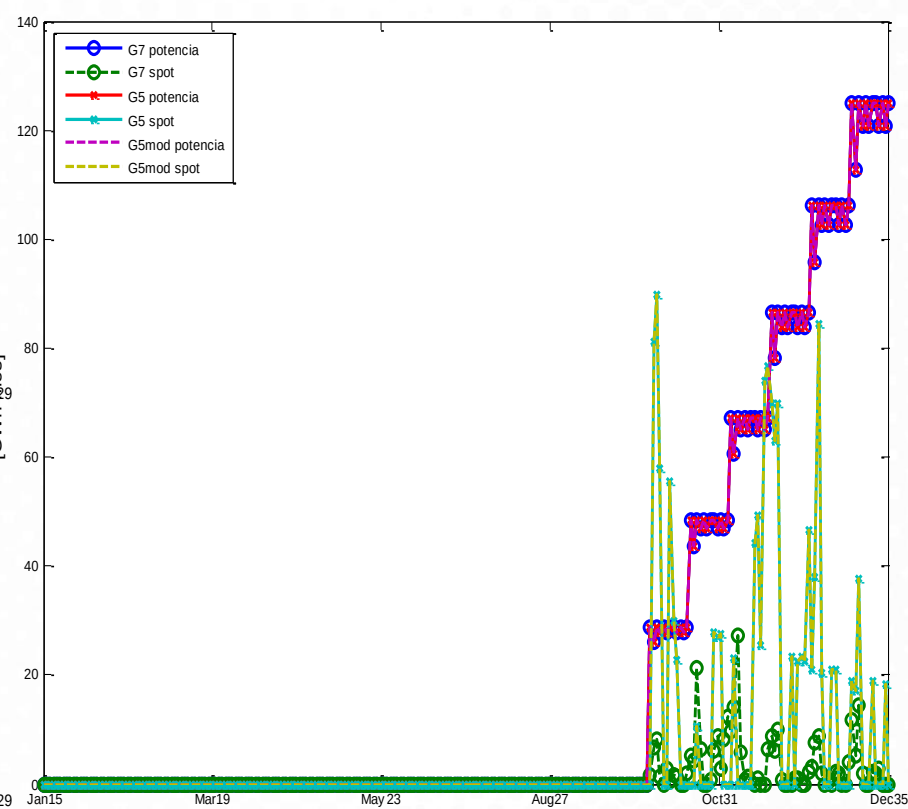
# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada

Área Oriental

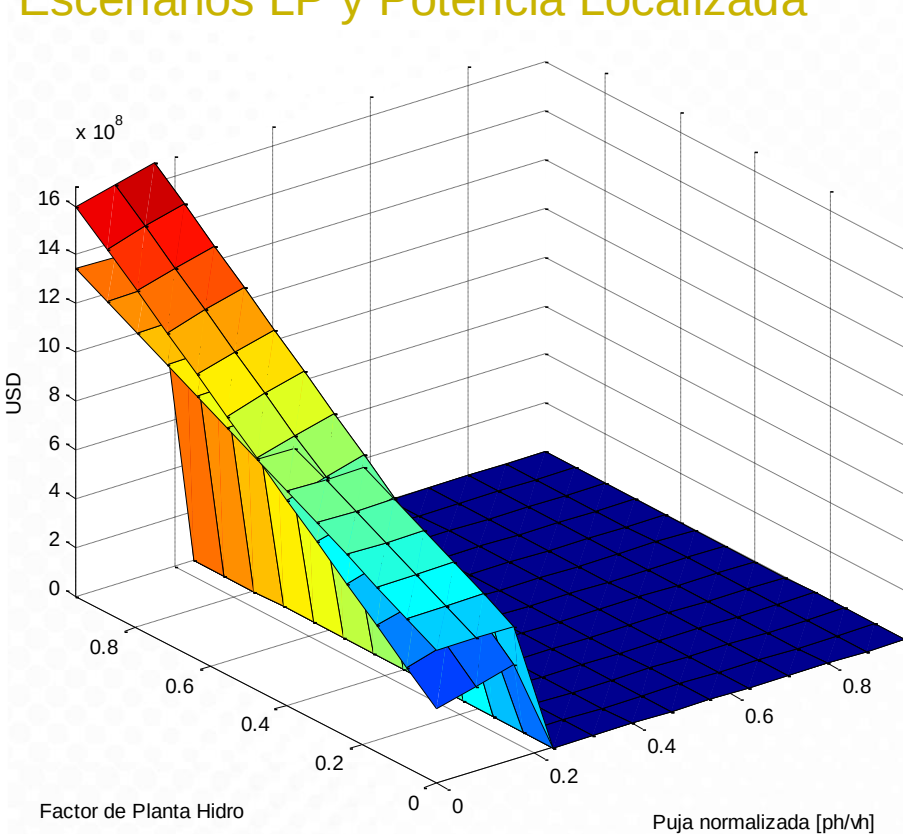


Área Caribe

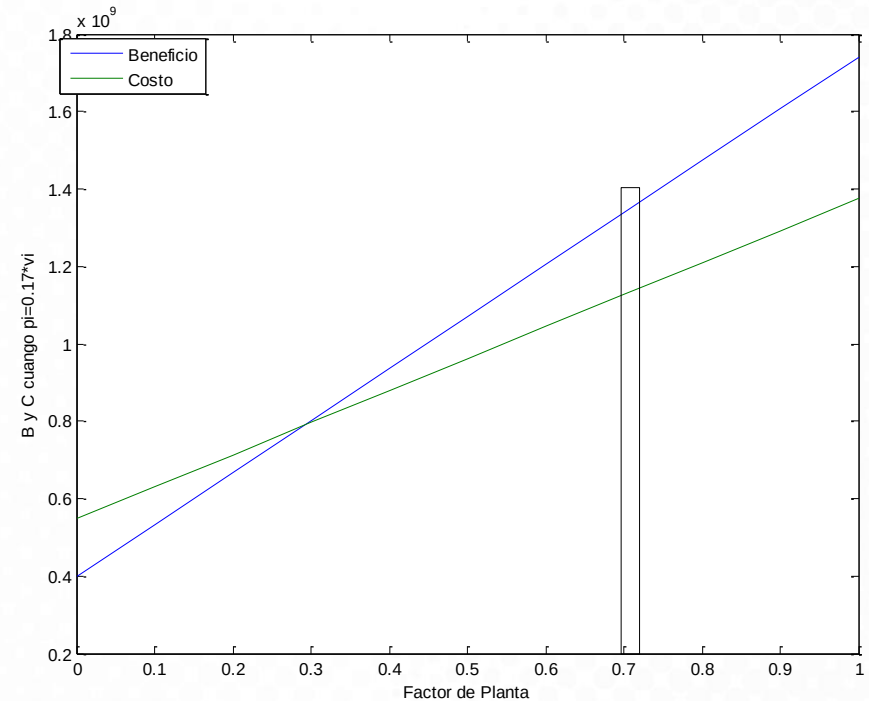


# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada



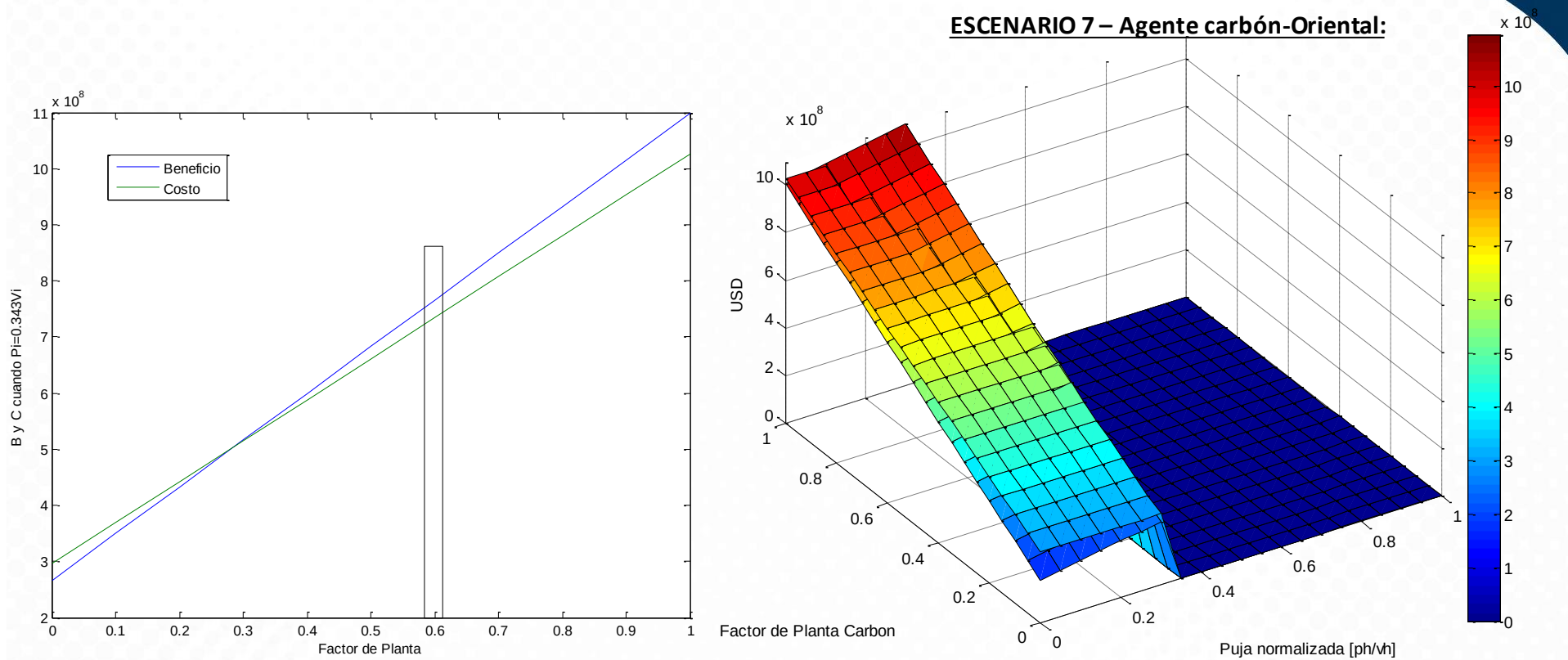
### ESCENARIO 7 – Agente hidroeléctrico-Oriental:



- Si el generador hidroeléctrico gana la subasta de potencia, también capta ingresos por el CXC y eventuales por la venta de energía en el spot. Se observa que el valor esperado del factor de planta de la hidroeléctrica según el SDDP es del orden de 0.71, lo cual implica que bajo los supuestos considerados, la relación beneficio/costo desde el punto de vista del Agente Generador es de 1.29.
- Considerando el escenario 7, el generador hidroeléctrico tiene incentivos suficientes para participar en la SP.

# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

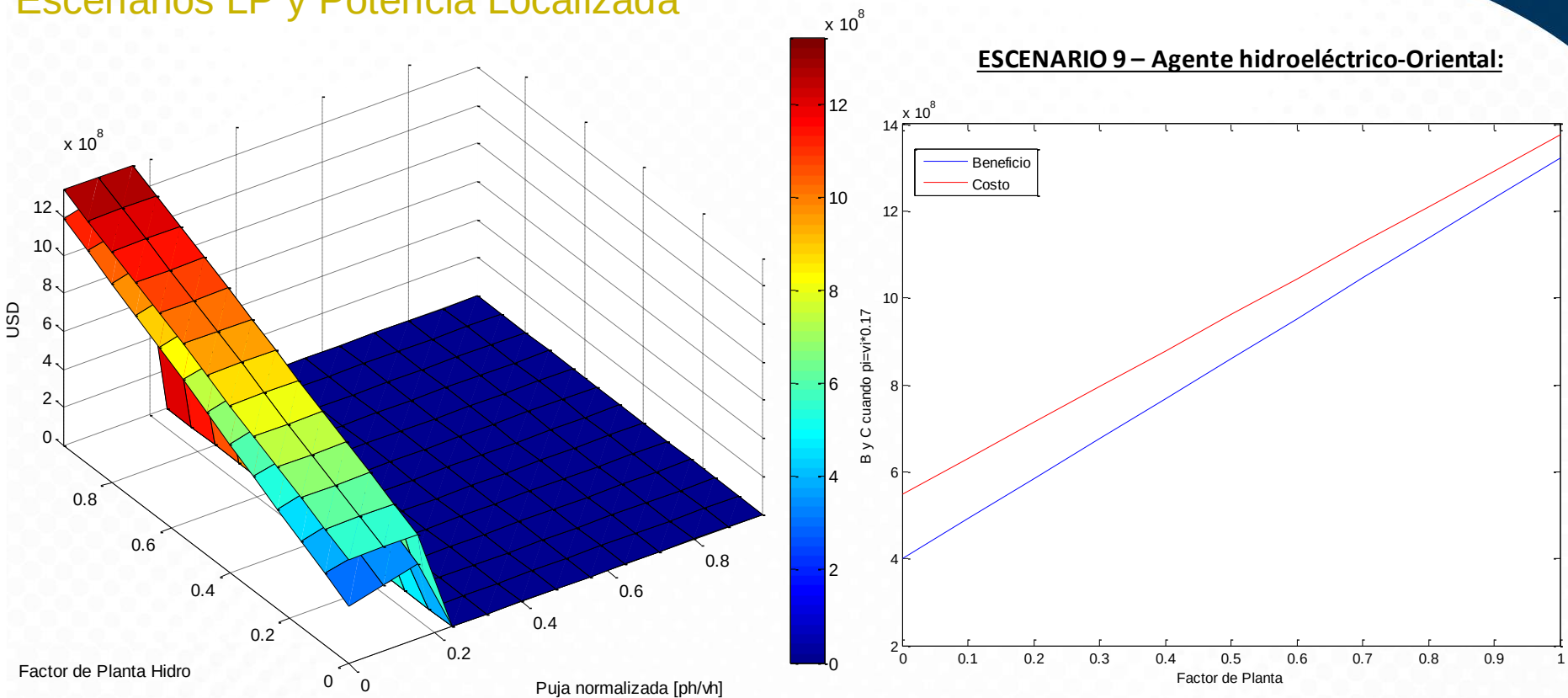
## Escenarios LP y Potencia Localizada



- Si el generador térmico gana la subaste de potencia, también capta ingresos por el CXC y eventuales por la venta de energía en el spot. Se observa que el valor esperado del factor de planta de la térmica según el SDDP es del orden de 0.62, lo cual implica que bajo los supuestos considerados, la relación beneficio/costo desde el punto de vista del Agente Generador es de 1.1.
- Considerando el escenario 7, el generador térmico tiene incentivos suficientes para participar en la SP.

# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada

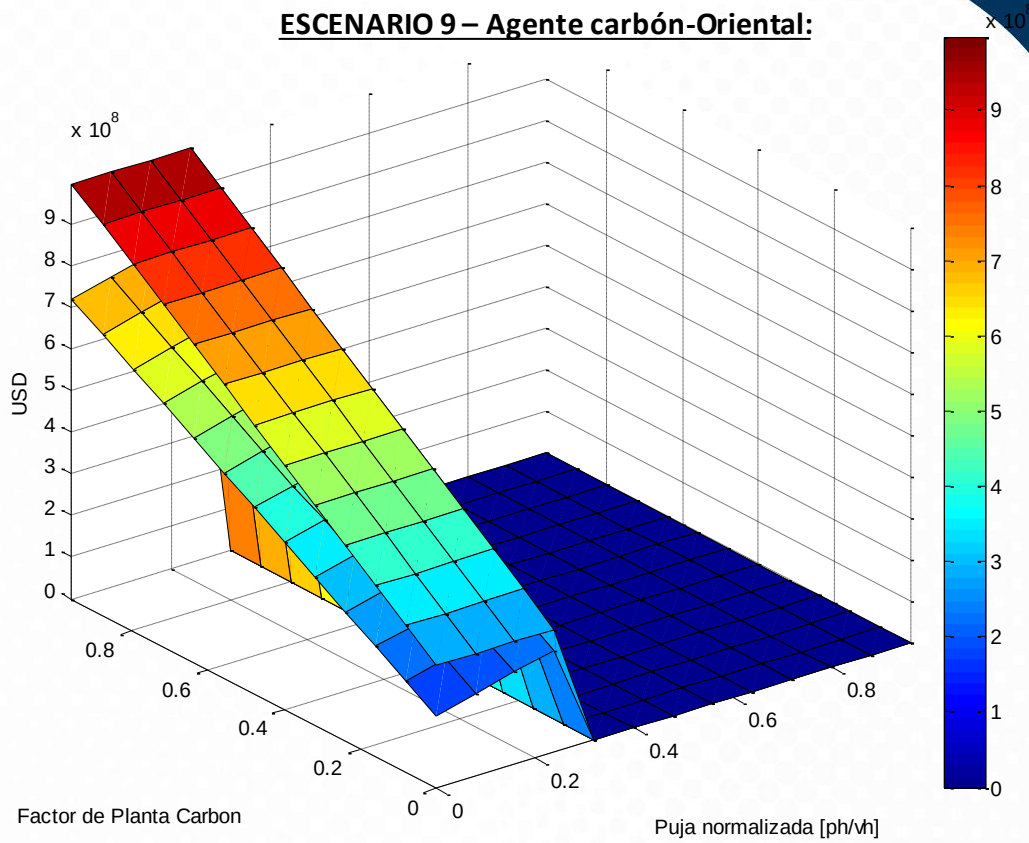
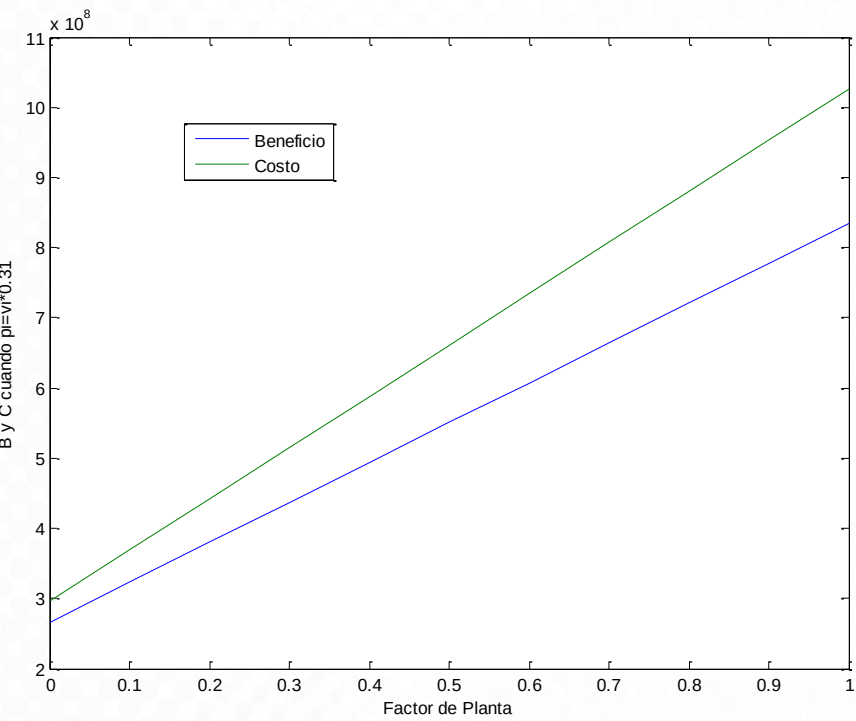


- Para cualquiera que fuese el factor de planta de la hidroeléctrica, el plano de beneficio siempre esta por debajo del plano de costo. Considerando el escenario 9, el generador hidroeléctrico NO tiene incentivos suficientes para participar en la SP.

# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada

**ESCENARIO 9 – Agente carbón-Oriental:**



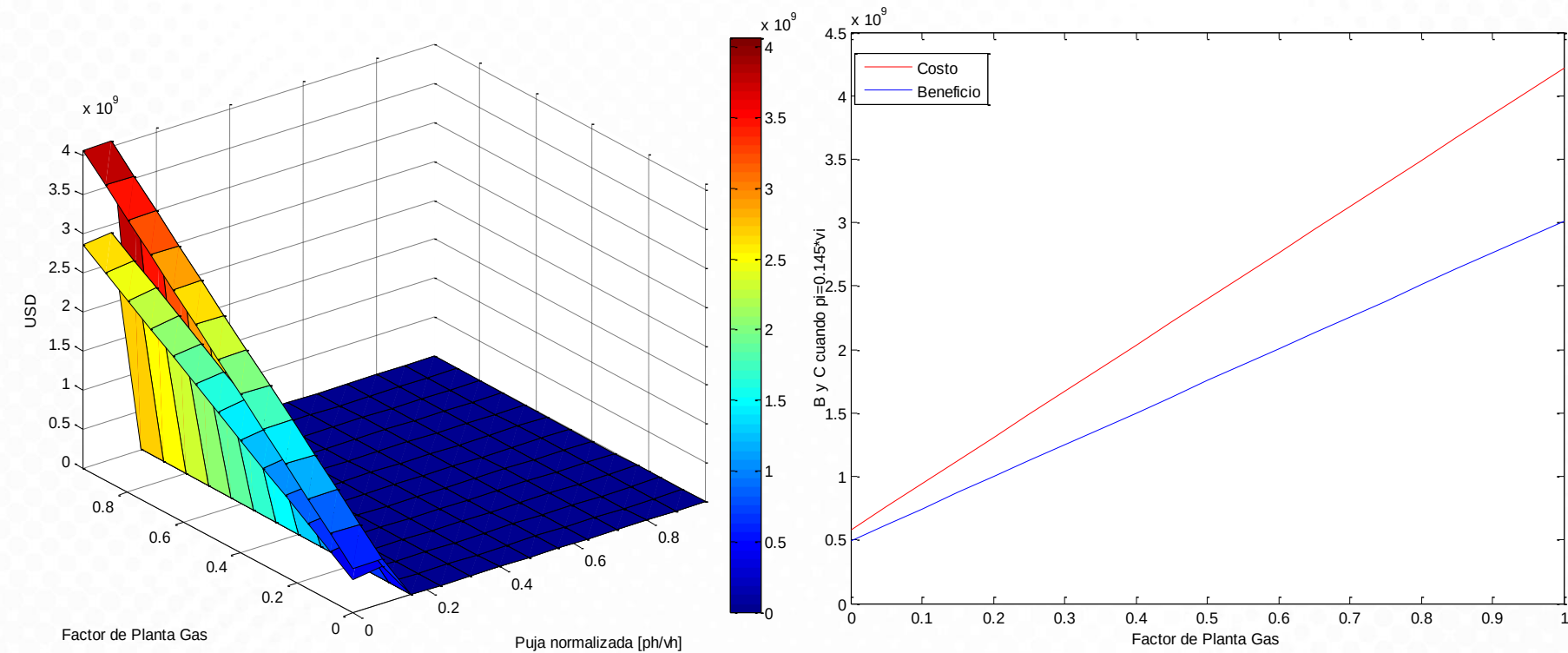
- Para cualquiera que fuese el factor de planta de la térmica, el plano de beneficio siempre esta por debajo del plano de costo. Considerando el escenario 9, el generador térmico NO tiene incentivos suficientes para participar en la SP.



# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada

**ESCENARIO 7 – Térmica GAS-Caribe:**



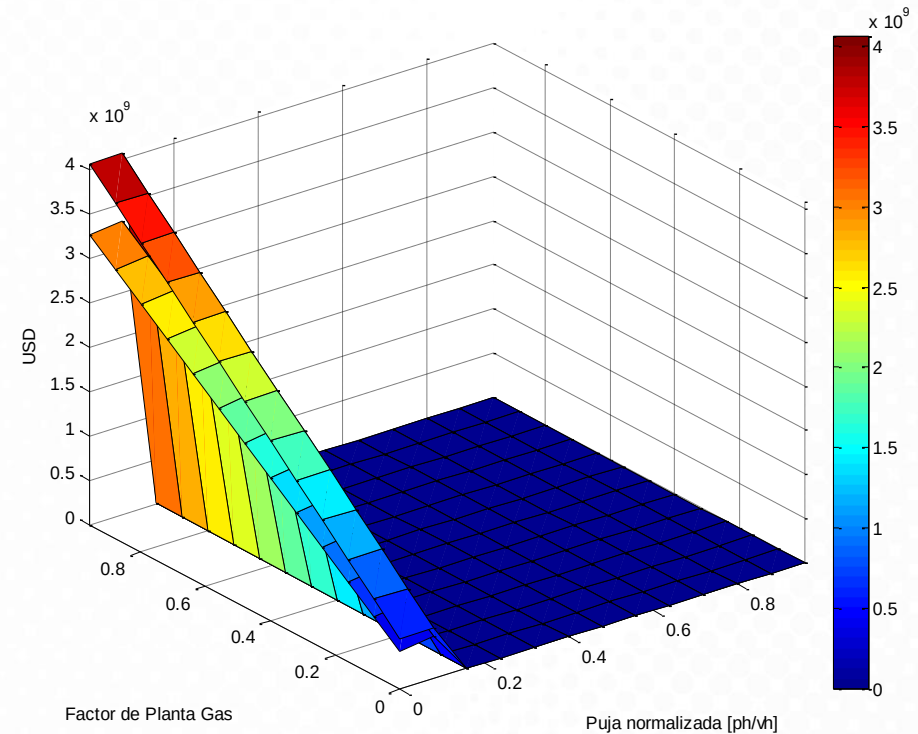
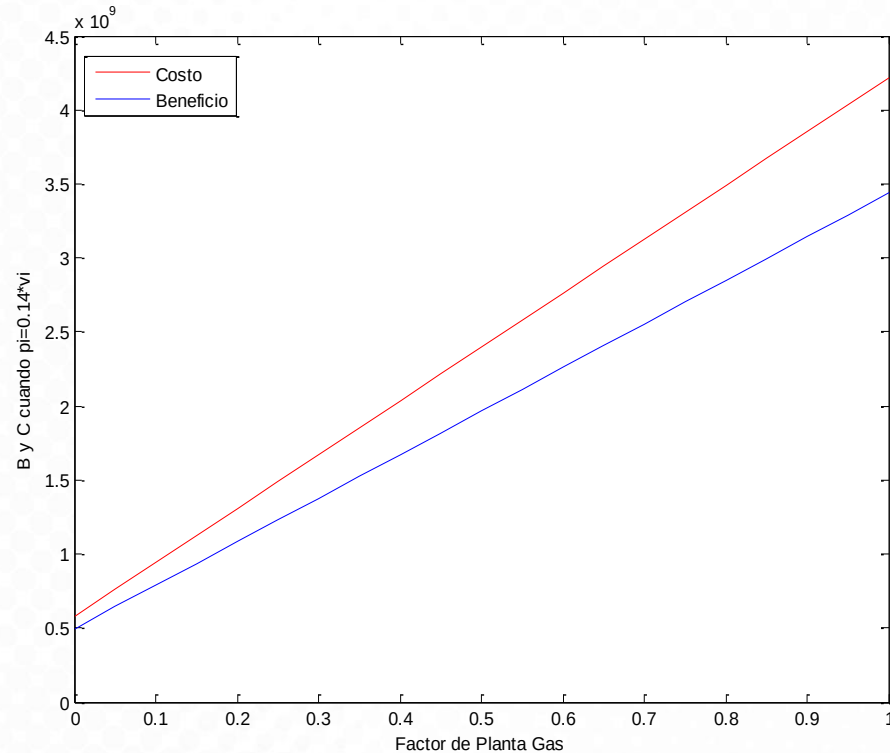
- Para cualquiera que fuese el factor de planta de la central térmica, el plano de beneficio siempre está por debajo del plano de costo. Considerando el escenario 7, el generador térmico que utiliza el gas natural importado no tiene incentivos suficientes para participar en la subasta de potencia-SP.



# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada

### ESCENARIO 5 – Térmica GAS-Caribe:



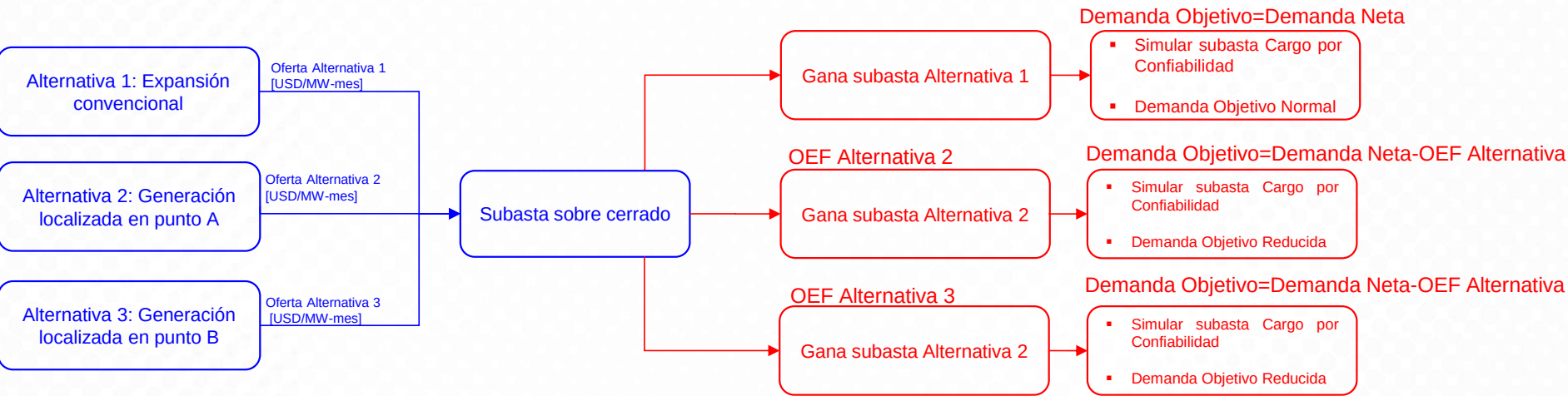
- Para cualquiera que fuese el factor de planta de la central térmica, el plano de beneficio siempre está por debajo del plano de costo. En otras palabras, bajo el escenario 5 el generador térmico que utiliza el gas natural importado, no tiene incentivos suficientes para participar en la subasta de potencia-SP.

# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada

- Para los escenarios 5 y 7 se mostró que un generador hidroeléctrico o térmico a base de carbón, en el área Oriental, tienen los incentivos suficientes para participar en la SP.
- Se debe hacer una aproximación que evidencie los beneficios desde el punto de vista de la demanda de realizar la SP.

Benef transmisión Alt1 = Benef transmisión Alt2 = Benef transmisión Alt3  
**Potencia localizada**



Costo transmisión Alt1=Oferta Alt 1  
Costo transmisión Alt2=Oferta Alt 2  
Costo transmisión Alt3=Oferta Alt 3

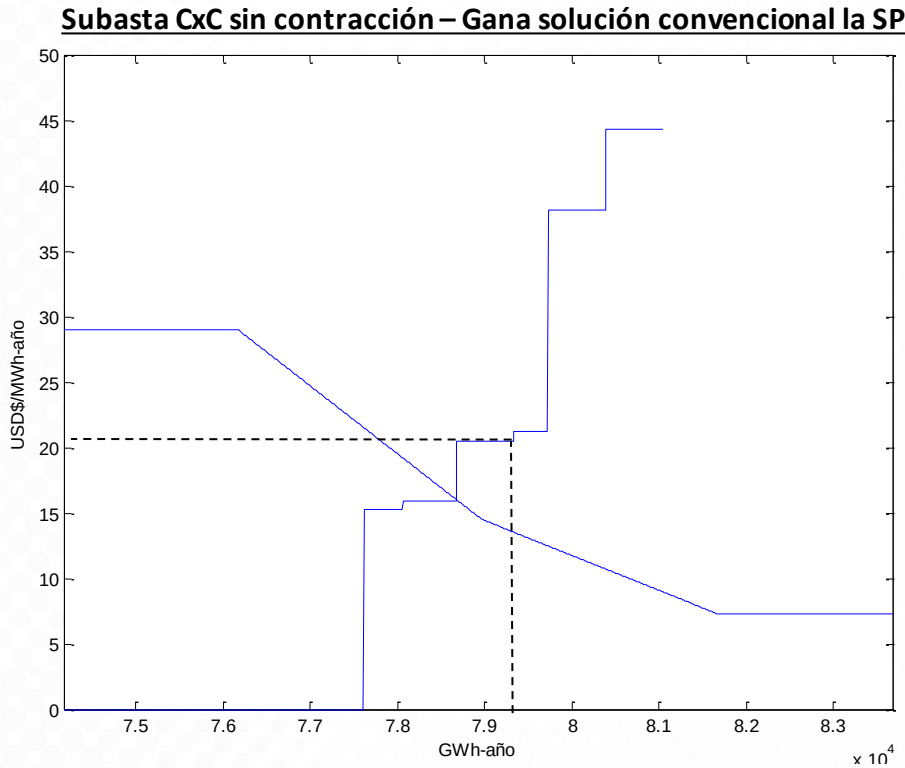
**Costo total Alternativa 1** = (Demanda Neta).(Prima CxC Alt 1) +(Oferta Alt 1)

**Costo total Alternativa 2** = (Demanda Neta – OEF Alt 2).(Prima CxC Alt 2) + (OEF Alt 2).(Prima CxC subasta anterior) + (Oferta Alt 2)

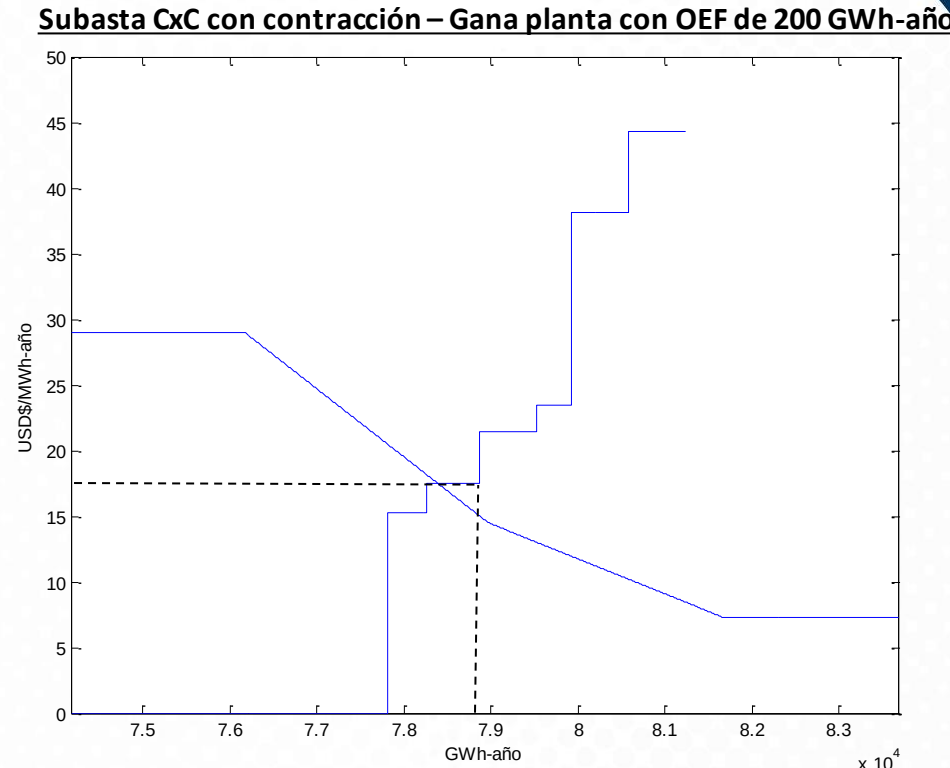
**Costo total Alternativa 3** = (Demanda Neta – OEF Alt 3).(Prima CxC Alt 3) + (OEF Alt 3).(Prima CxC subasta anterior) + (Oferta Alt 3)

# Planificación integrada Generación & Transmisión-Simulación

## Escenarios LP y Potencia Localizada



▪  $P.Q = 35.1 \text{ MUSD\$/año}$



▪  $(P.Q) + (15.7).OEF = 21.8 \text{ MUSD\$/año}$

Para las dos opciones el costo de la prima por potencia localizada es la misma.

# Agenda

- Supuestos básicos Plan de Expansión
- Plan de Expansión en Generación
  - ✓ Optimización del recurso hidroenergético
  - ✓ Escenarios Largo Plazo
  - ✓ Cambio Climático y Sedimentación
  - ✓ Índices de desempeño
  - ✓ Planificación integral Generación-Transmisión
- **Plan de Expansión en Transmisión**
  - ✓ Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales
  - ✓ Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN
  - ✓ Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR
  - ✓ Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS

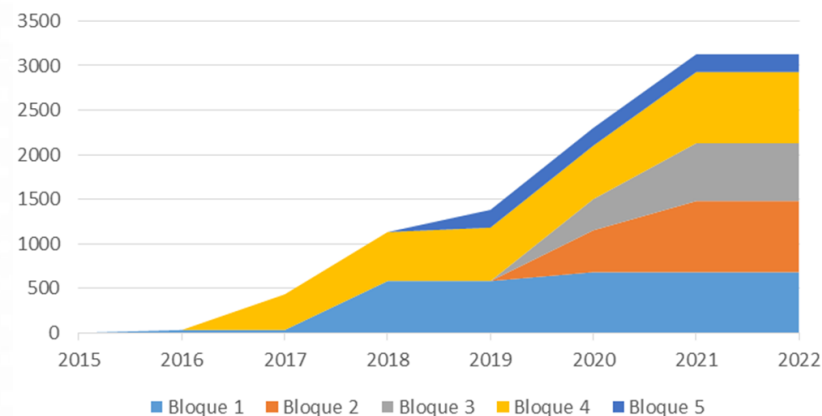
# Agenda

- Supuestos básicos Plan de Expansión
- Plan de Expansión en Generación
  - ✓ Optimización del recurso hidroenergético
  - ✓ Escenarios Largo Plazo
  - ✓ Cambio Climático y Sedimentación
  - ✓ Índices de desempeño
  - ✓ Planificación integral Generación-Transmisión
- Plan de Expansión en Transmisión
  - ✓ **Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales**
  - ✓ Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN
  - ✓ Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR
  - ✓ Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS

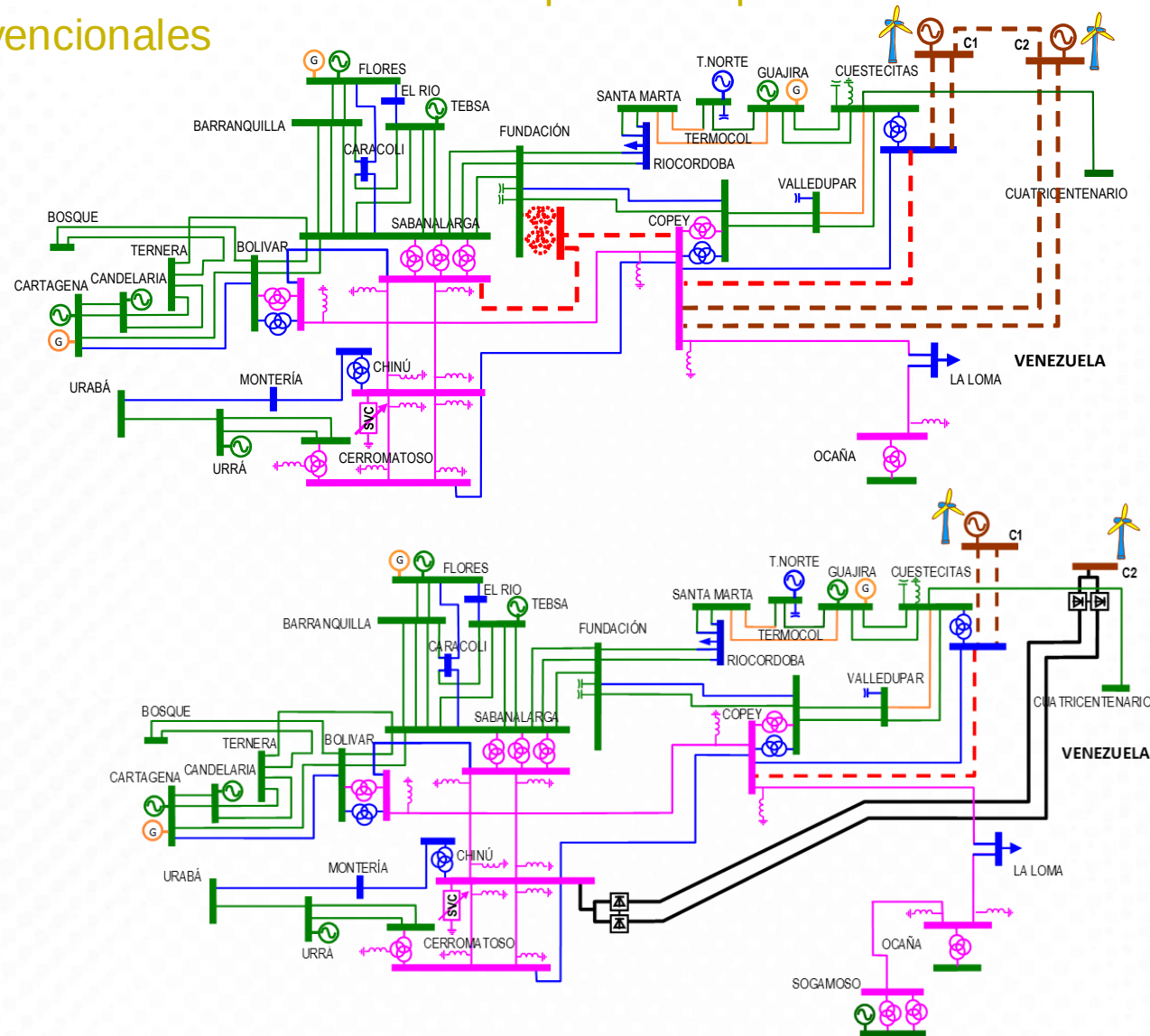
## Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales



Cronograma entrada proyectos



# Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales

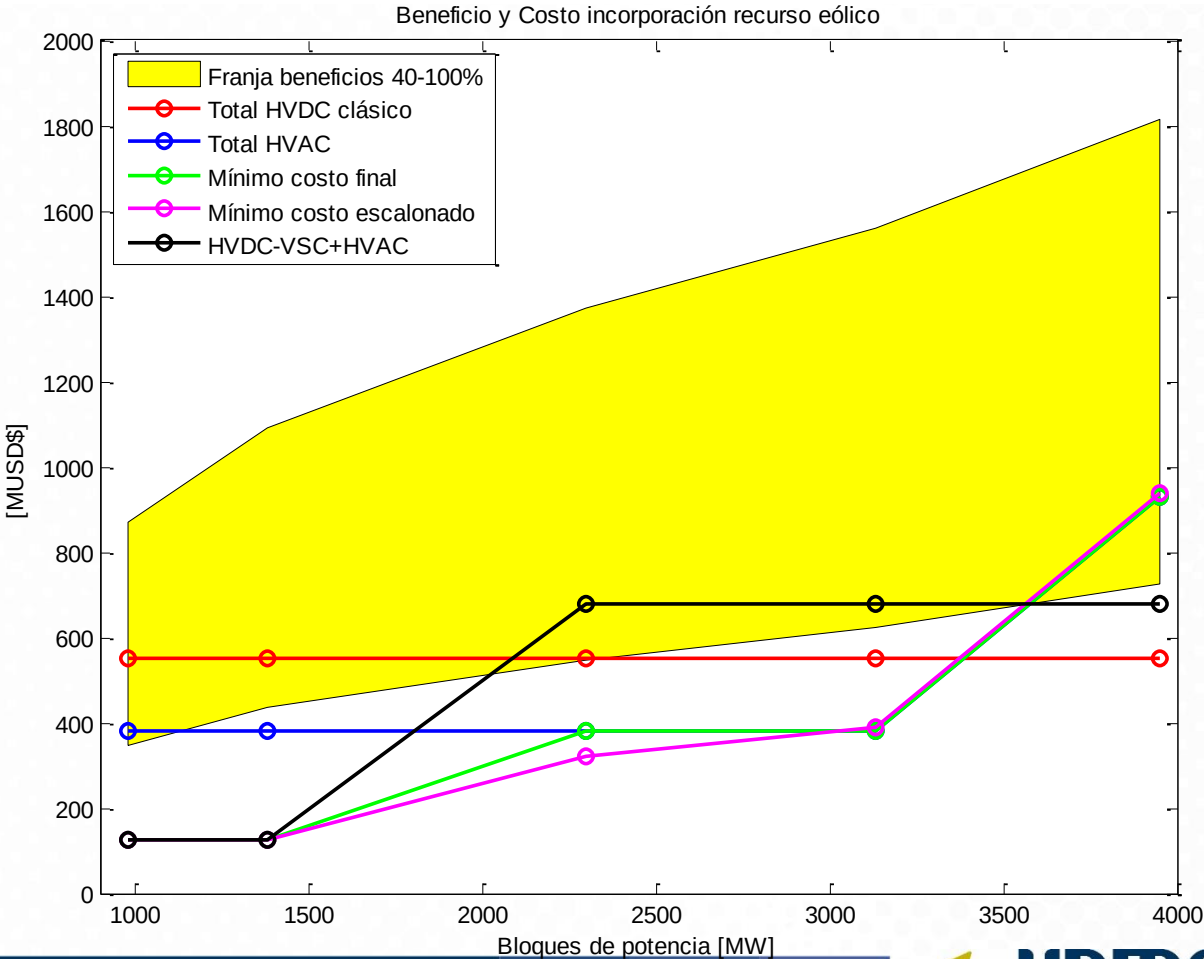




# Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales

$$\frac{B}{C} = \frac{VPN \left( \sum_{i=1}^n E_{bi} (CM_{sproxy_i} - CM_{cproxy_i}) + \sum_{i=1}^n \left\{ E_{ci} \sum_{q \in PER(q,i)} \sum_{i \in PER(i,q)} \left( \frac{(CM_{sproxy_i} - CM_{cproxy_i})}{ni} \right) \right\} \right)}{C_{red}}$$

| Bloque | Reducción del costo Marginal promedio USD/MWh |
|--------|-----------------------------------------------|
| 981    | 4.3                                           |
| 1381   | 5.4                                           |
| 2301   | 7.3                                           |
| 3131   | 8.1                                           |



# Agenda

- Supuestos básicos Plan de Expansión
- Plan de Expansión en Generación
  - ✓ Optimización del recurso hidroenergético
  - ✓ Escenarios Largo Plazo
  - ✓ Cambio Climático y Sedimentación
  - ✓ Índices de desempeño
  - ✓ Planificación integral Generación-Transmisión
- **Plan de Expansión en Transmisión**
  - ✓ Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales
  - ✓ **Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN**
  - ✓ Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR
  - ✓ Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS

# Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN



Red objetivo incorporación recurso eólico en la Guajira

Fecha de entrada: 2022

**EL Rio**

Fecha Entrada: 2020

**Soluciona restricciones STR**

**Cierre anillo en 500 kV**

Fecha Entrada: 2020

**Soluciona agotamiento red STN**

**Toluviejo**

Fecha Entrada: 2020

**Soluciona restricciones STR**

**Subestación el Siete**

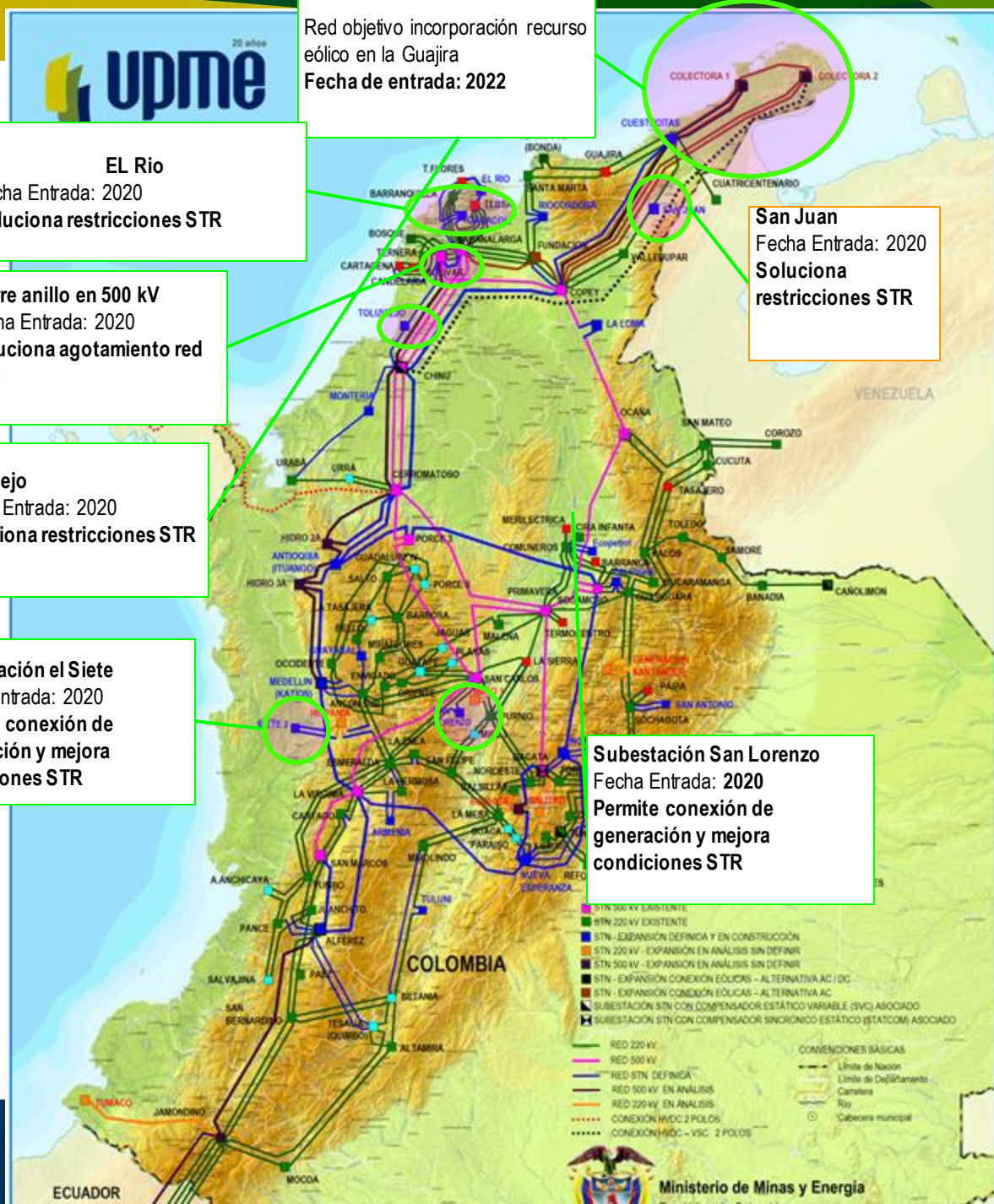
Fecha Entrada: 2020

**Permite conexión de generación y mejora condiciones STR**

**Subestación San Lorenzo**

Fecha Entrada: 2020

**Permite conexión de generación y mejora condiciones STR**



# Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN



## ASPECTOS AMBIENTALES

- Áreas protegidas
- Áreas prioritarias de conservación nacional
- Áreas SIRAP
- Ecosistemas estratégicos
- Áreas de reserva de la ley 2da
- Cobertura vegetal
- Zonas de inundación
- Riesgo de incendios
- Zonificación sísmica
- Grados de erosión
- Amenaza de remoción en masa
- Conflicto usos del suelo
- Cuencas hidrográficas

## ASPECTOS SOCIALES

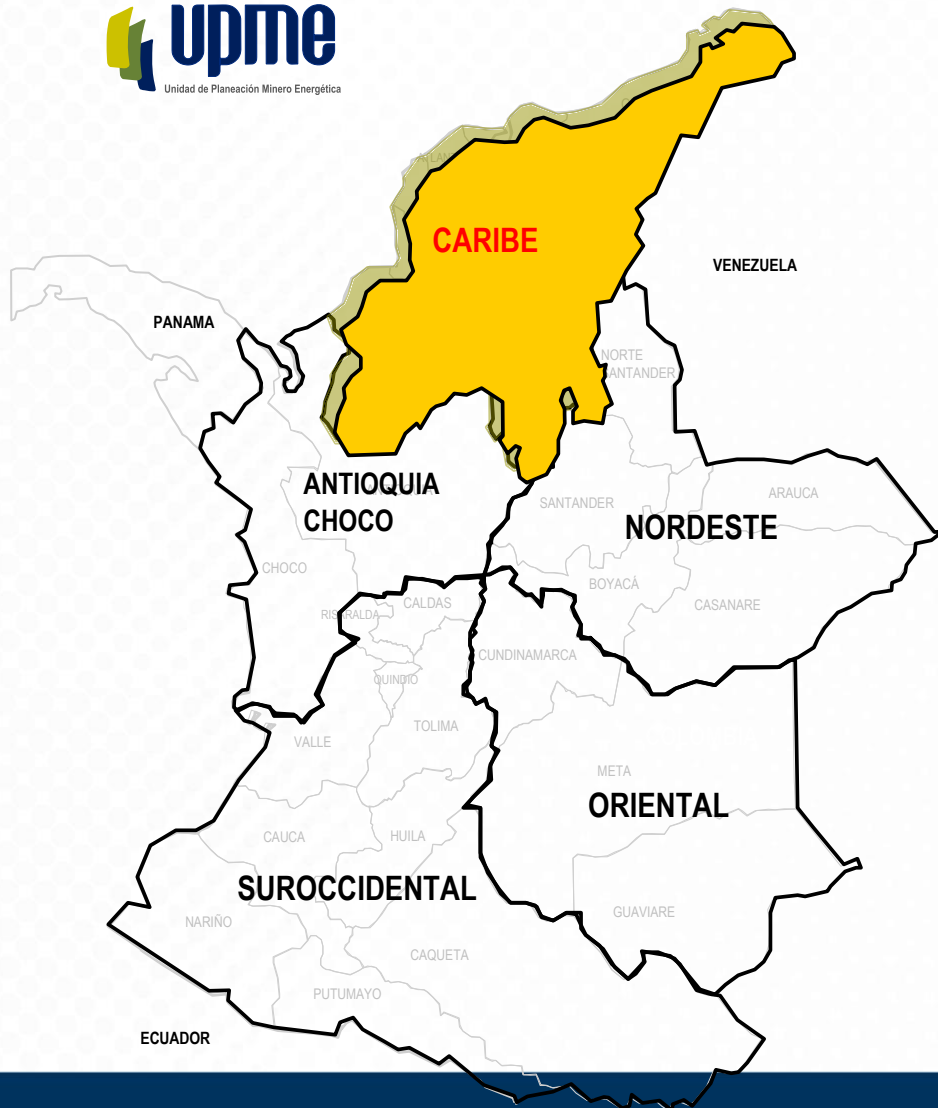
- Presencia de comunidades étnicas
- Hallazgos arqueológicos
- Zonas urbanizadas
- Proyectos ANLA por sector:
  - Infraestructura
  - Minería
  - Energía
  - Hidrocarburos
- Títulos mineros

# Agenda

- Supuestos básicos Plan de Expansión
- Plan de Expansión en Generación
  - ✓ Optimización del recurso hidroenergético
  - ✓ Escenarios Largo Plazo
  - ✓ Cambio Climático y Sedimentación
  - ✓ Índices de desempeño
  - ✓ Planificación integral Generación-Transmisión
- Plan de Expansión en Transmisión
  - ✓ Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales
  - ✓ Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN
  - ✓ **Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR**
  - ✓ Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS



# Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR



## Problemática

- Agotamiento transformación STN/STR
- Agotamiento red STR
- Bajas Tensiones
- Restricciones de generación

## Proyectos aprobados o en ejecución

- Caracolí y obras complementarias en Atlántico.
- El Río y obras asociadas.
- La Marina y obras asociadas.
- Nuevo punto conexión Bolívar y Obras asociadas
- Ampliación transformación Bosque
- Segundo cto Chinú – Boston
- Compensación Montería, el Carmen y el Paso
- Montería y obras asociadas
- Toluviejo y obras asociadas
- Rio Córdoba y obras asociadas
- Ampliación TRF Valledupar
- San Juan y obras asociadas
- Compensación Río hacha – Maicao
- Cierre anillo Riohacha – Maicao
- La loma y obras asociadas

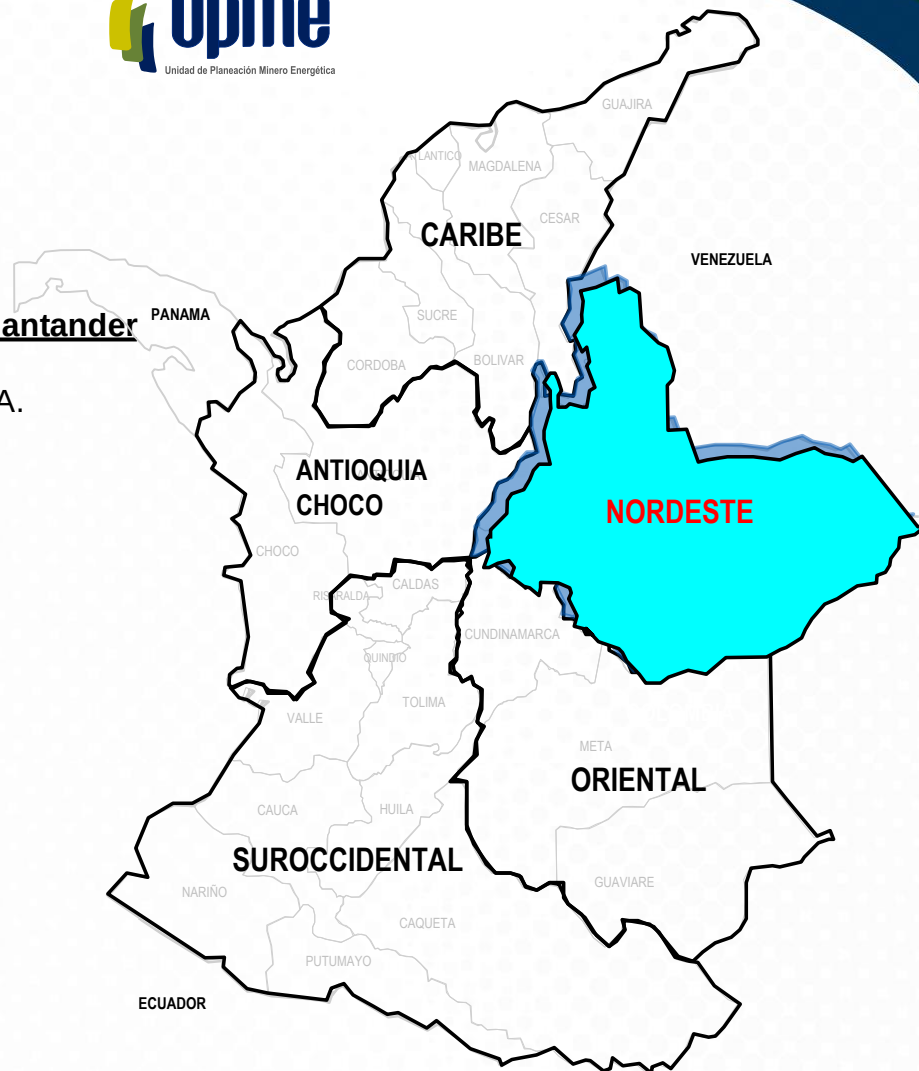
# Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR

## Problemática

- Agotamiento transformación STN/STR
- Agotamiento red STR
- Bajas Tensiones

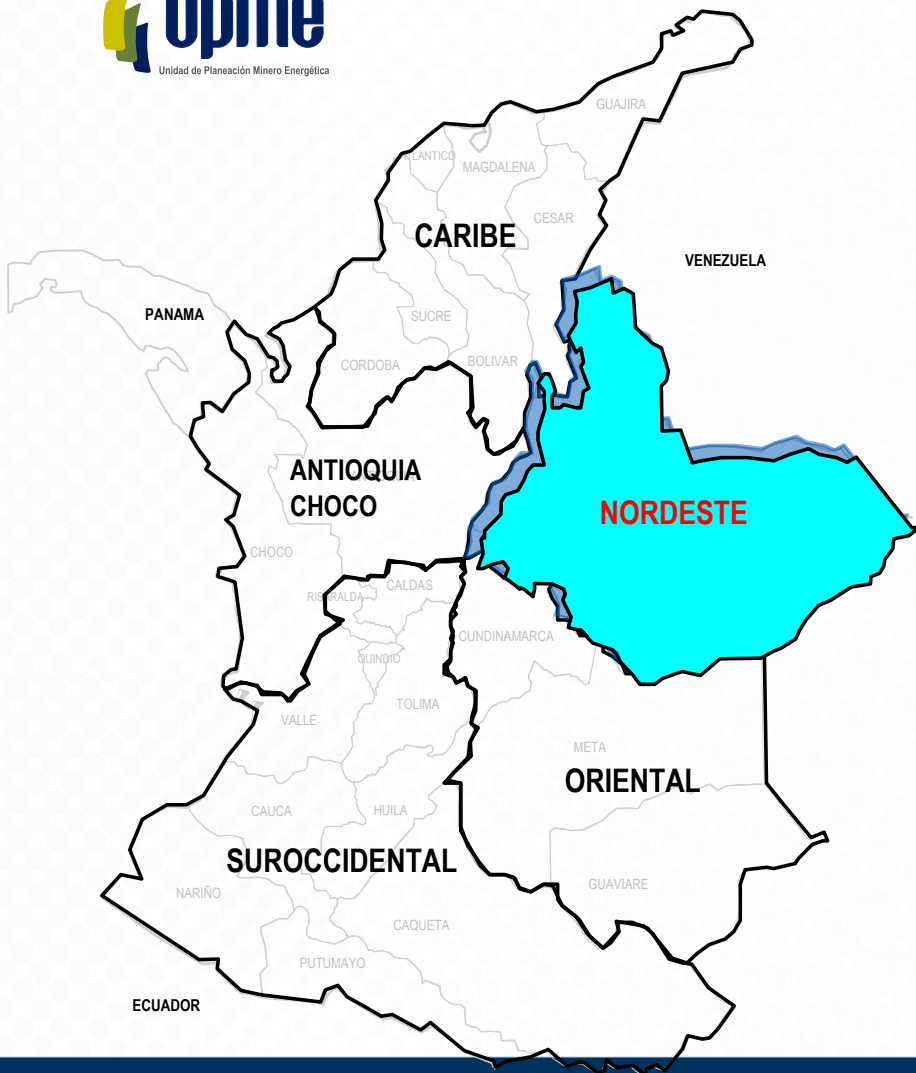
## Proyectos aprobados o en ejecución Santander - Norte de Santander

- Segundo transformador Bucaramanga 230/115 kV – 150 MVA.
- Palenque y obras asociadas
- Subestación Principal 115 kV.
- Normalización T Bucaramanga.
- Subestación Conucos 115 kV.
- Subestación Río Frio.
- Línea Ocaña – San Alberto 115 kV.
- Segundo circuito Barranca – Puerto Wilches 115 kV.
- Subestación Buena Vista 115 kV.
- Segundo transformador en San Mateo 115 kV.
- Compensación en la subestación Tibú 115 kV.
- Subestación Nueva Aguachica 115 kV.
- Reconfiguración de la línea Ocaña – Aguachica 115 kV.
- Compensación en Aguachica 115 kV.
- Normalización de la subestación Ayacucho 115 kV.
- Compensación en Ayacucho 115 kV.
- Cambio de CT's Línea Ocaña – Aguachica Nueva 115 kV.
- Repotenciación de la línea Belén – La Ínsula 115 kV.
- Línea Aguachica Nueva – Ayacucho 115 kV. Repotenciación línea Tibú – Zulia 115 kV.
- Repotenciación línea Convención – Tibú 115 kV





# Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR



## Problemática

- Agotamiento transformación STN/STR
- Agotamiento red STR
- Bajas Tensiones

## Proyectos aprobados o en ejecución Boyacá - Casanare

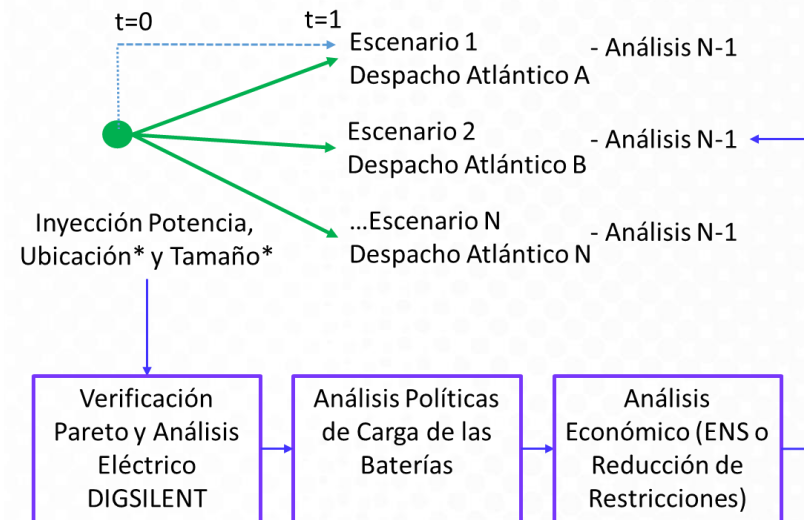
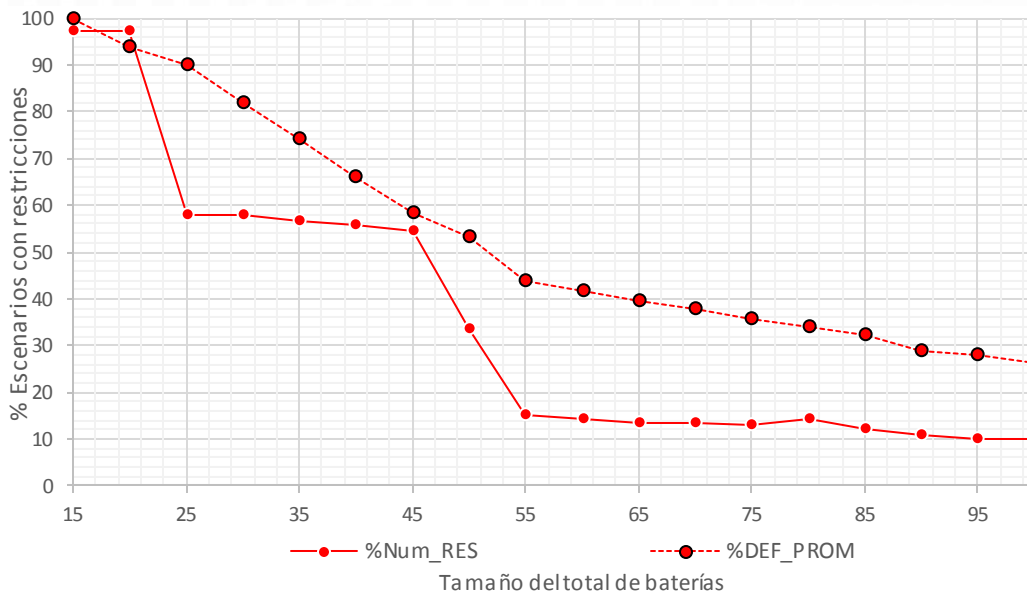
- Compensación en Yopal 115 kV.
- Transformador de Sochagota 115 kV más reconfiguración de las líneas Paipa – San Antonio 115 kV y San Antonio – Higuera 115 kV
- Subestación El Huche 115 kV más reconfiguración de la línea San Antonio – Boavita 115 kV
- Subestación Alto Ricaurte 115 kV más reconfiguración de la línea Donato – Chiquinquirá 115 kV.
- San Antonio y obras asociadas
- Segundo circuito San Antonio – El Huche 115 kV y El Huche – Boavita 115 kV .
- Segundo circuito Donato – Alto Ricaurte 115 kV y Alto Ricaurte – Chiquinquirá 115

# Agenda

- Supuestos básicos Plan de Expansión
- Plan de Expansión en Generación
  - ✓ Optimización del recurso hidroenergético
  - ✓ Escenarios Largo Plazo
  - ✓ Cambio Climático y Sedimentación
  - ✓ Índices de desempeño
  - ✓ Planificación integral Generación-Transmisión
- **Plan de Expansión en Transmisión**
  - ✓ Expansión de la red de transmisión para incorporación de fuentes renovables no convencionales
  - ✓ Proyectos de expansión en el Sistema de Transmisión Nacional-STN
  - ✓ Señales de expansión en los Sistemas Regionales de Transporte-STR
  - ✓ **Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS**

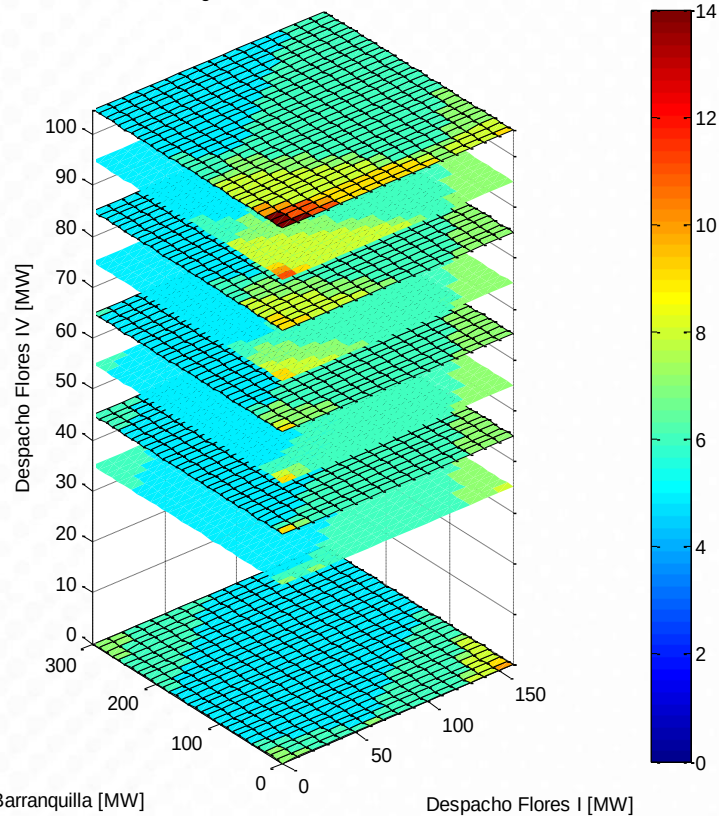
# Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS

## Esquema general

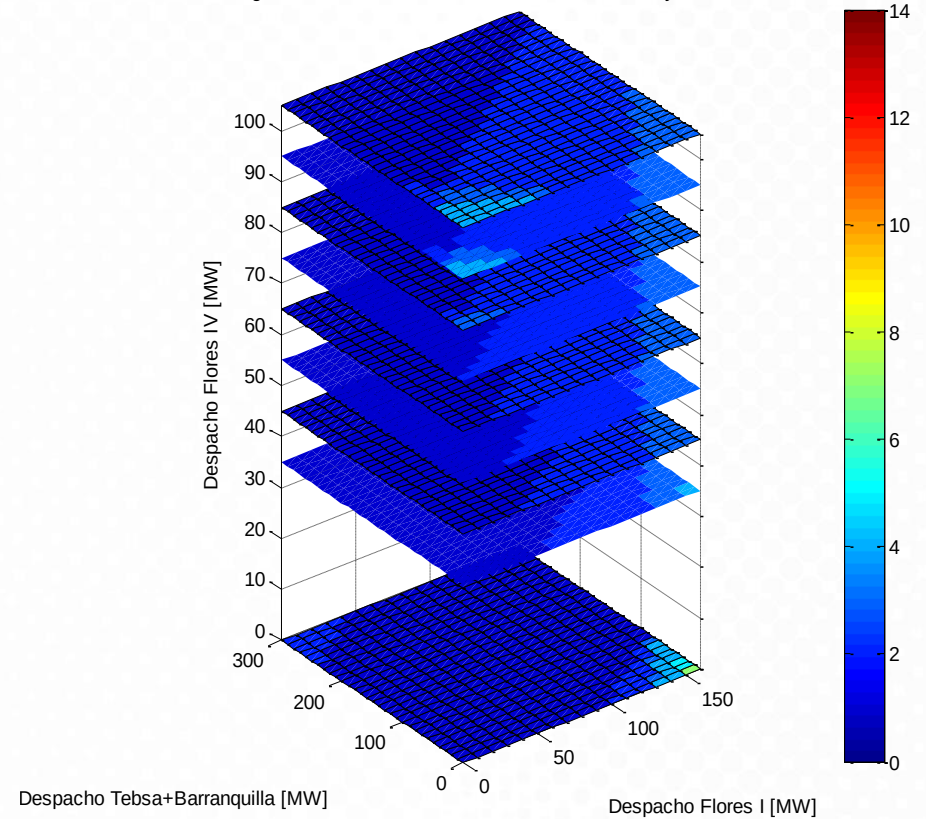


# Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS

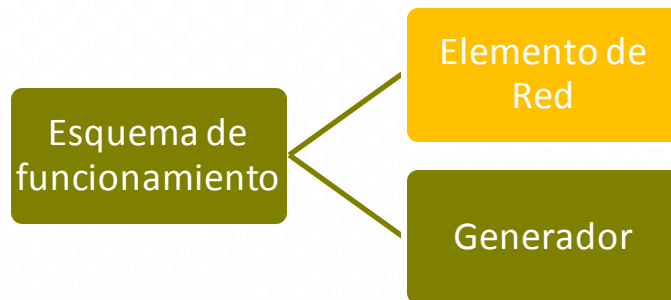
Número Contingencias Críticas - DMax - Sin Baterías



Número Contingencias Críticas - DMax - Riomar 34.5 - 35 MW y Unión 34.5 - 20 MW

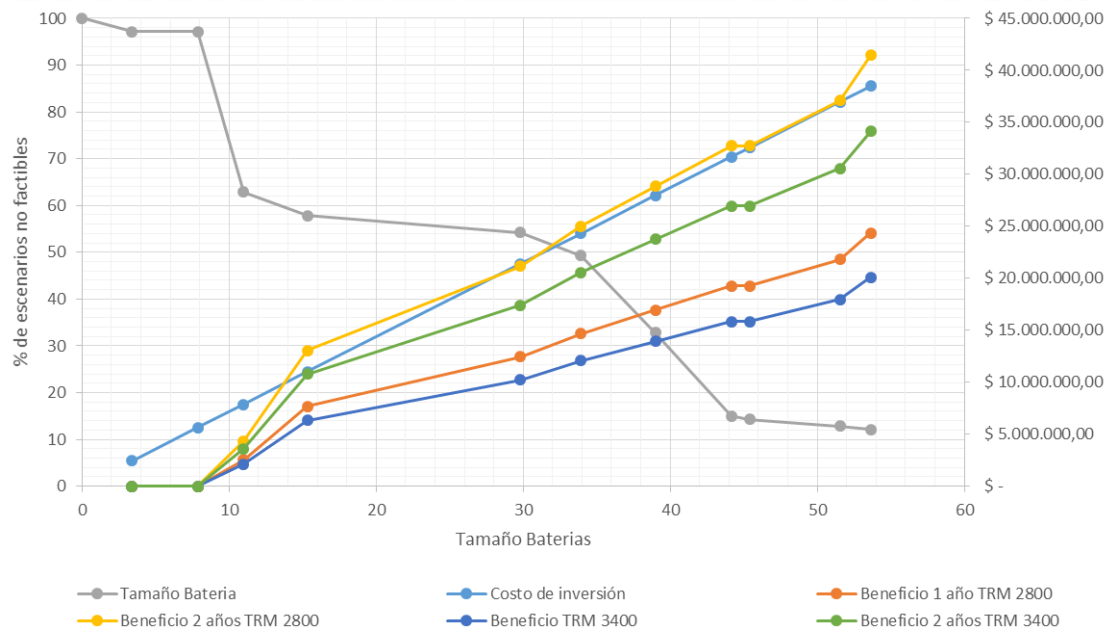


# Incorporación de elementos almacenadores de energía a través de Baterías-BESS



*Costo proyecto = Costo Capex + Costo de Opex + Costo de Utilización*

*Beneficio = Ahorro de energía no suministrada (cuando no exista gen de seguridad)  
+ Reducción de generación de seguridad*



# GRACIAS

[www.upme.gov.co](http://www.upme.gov.co)

---

 @upmeoficial  Upme (Oficial)

---