

Costos fijos y variables. Valor Esperado,  
Valor de Riesgo y Valor Condicionado de  
Riesgo. Figuras de Riesgo.

# Costos Fijos y Variables

- **FIJOS:** son costos que una vez hecha la inversión se consideran hundidos y se deberán pagar sí o sí de alguna forma.
- **VARIABLES:** son costos que pueden o no ocurrir asociados al uso de la infraestructura.

*La naturaleza del recurso energético (por ejemplo variabilidad) o las formas de pago (financiamiento) NADA tiene que ver con que un costo sea FIJO o VARIABLE.*

*Es posible diseñar el pago de los Costos Fijos mediante mecanismos de distribución en el tiempo asociado a Costos Variables, pero complejiza la transparencia y puede aumentar los riesgos de los agentes y por tanto los costos.*

# Ejemplo de Costos FIJOS

- TÉRMICAS (incluida Biomosas)
  - Salarios del personal permanente
  - Anualidades de la compra
  - Mantenimiento
  - Insumos fijos...etc.
- HIDRÁULICAS
  - ídem
  - Compra de tierra, compensaciones a riverereños...
  - Compensaciones Ambientales
- Eólica y Solar
  - Ídem...

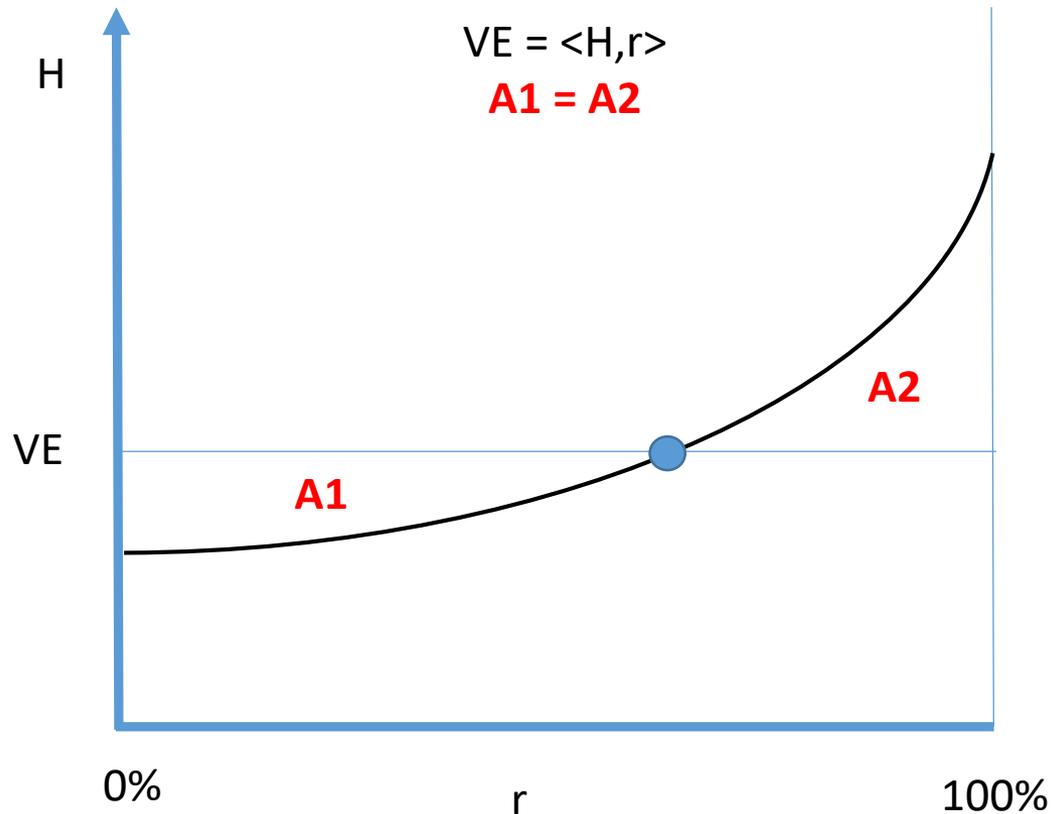
Una vez instalada cualquiera de éstas infraestructuras, ya sea que sea despachada, llueva, sople o salga el sol, hay que encontrar la forma de pagarlas...

# Ejemplo de Costos Variables

- TÉRMICAS despachadas
  - Combustibles
  - Adicionales
    - Horas extras o personal adicional necesario
    - Aumento de costos de mantenimiento
    - Otros Fungibles (lubricantes,
    - Penalización ambientales
  - Costos de Arranque y Parada

# Valore Esperado (valor medio)

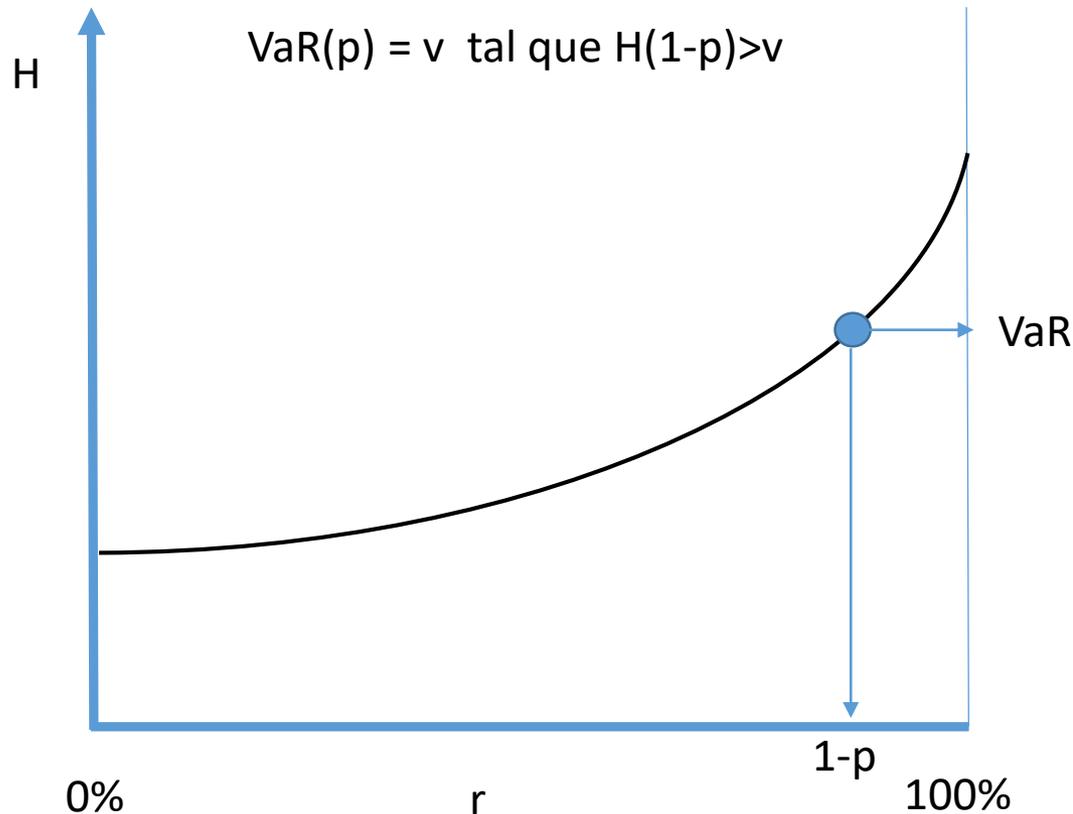
Histograma, Curva de Densidad de Probabilidad, Curva de Permanencia



# Valor en Riesgo

Histograma o Curva de Densidad de Probabilidad

VaR(p) es el valor que es excedido con probabilidad p

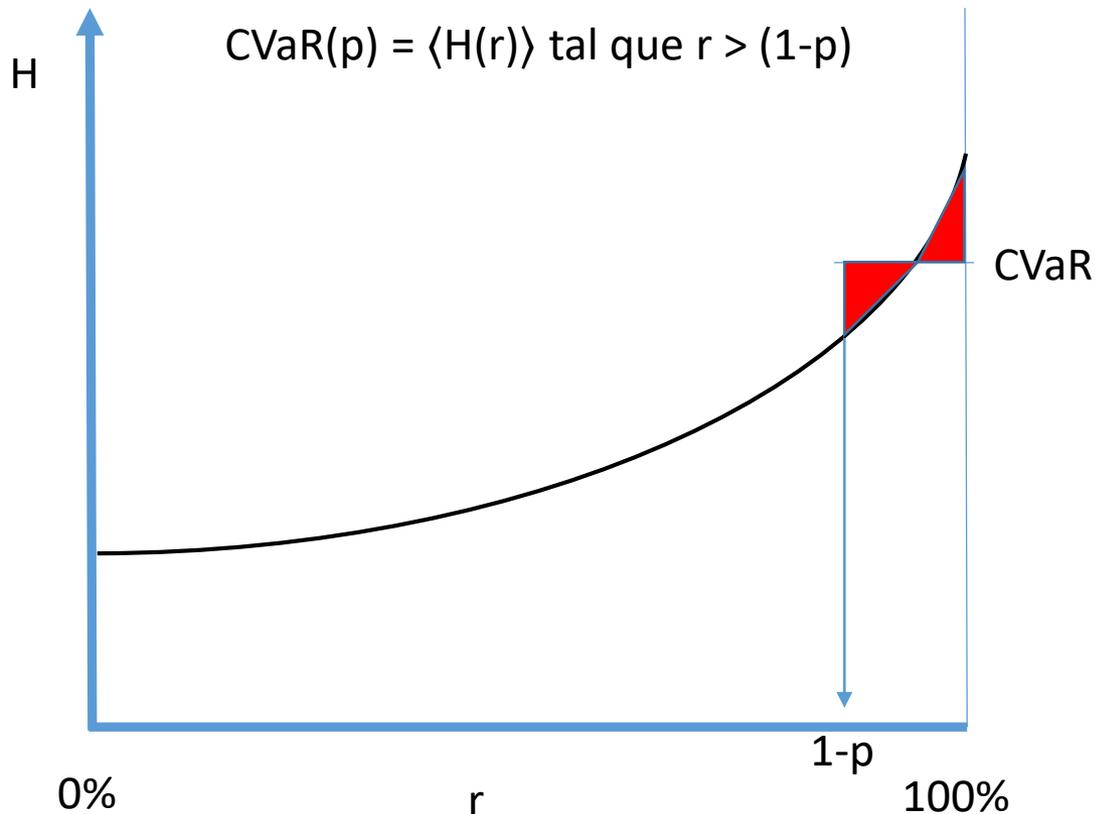


Ej: VaR(5%) = 100  
“Con una probabilidad de 5% puedo perder más de 100 pesos”

# Valor Condicionado de Riesgo

Histograma o Curva de Densidad de Probabilidad

CVaR(p) es el promedio de los valores que superan el VaR(p)



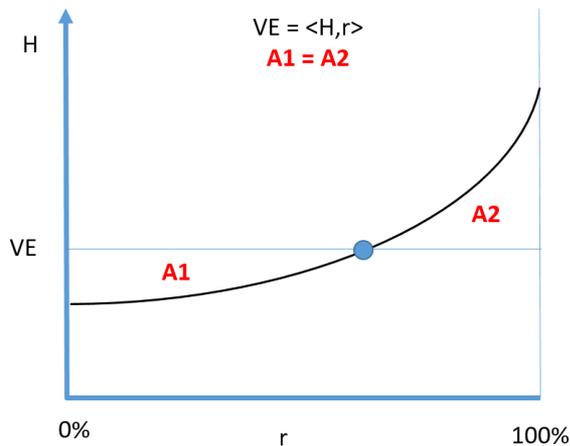
Ej: CVaR(5%) = 100  
“Con una probabilidad de 5% puedo perder en promedio 100 pesos”

# Función de Costo Objetivo Múltiple

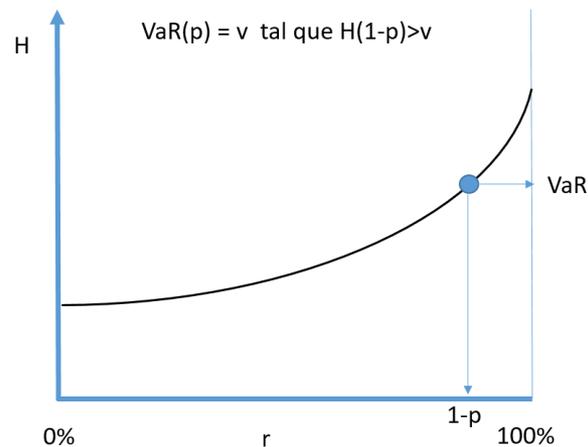
$$f = \rho_{VE} VE + \rho_{VaR} VaR(p1) + \rho_{CVaR} CVaR(p2)$$

$$\rho_{VE} + \rho_{VaR} + \rho_{CVaR} = 1$$

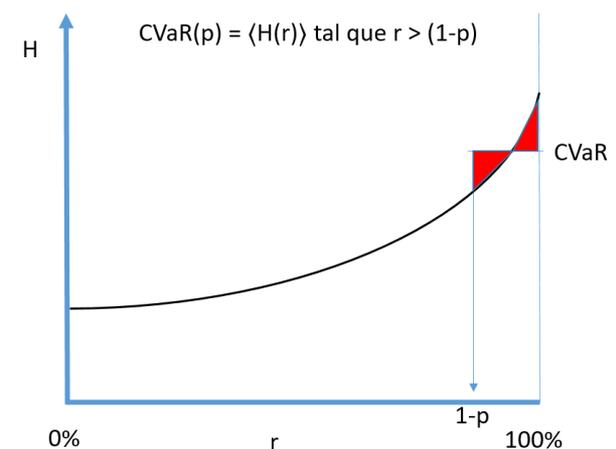
## Valor Esperado



## Valor al Riesgo



## Valor al Riesgo Condicionado



# Hay que Optimizar el VE

- En la PEG, se trata de elegir entre proyectos de inversión y nos debe permitir comparar y decidir entre diferentes opciones.
- En el caso del sector eléctrico se trata de minimizar en todo momento el VE del Costo de Abastecimiento de la Demanda (CAD).
- El VE(CAD) incluye tanto los Costos Fijos (CF) como los Costos Variables (CV).
- La teoría de juegos nos dice que al final del día hay que optimizar el VE, lo cual no quita que evaluemos los riesgos extremos.
- Si soy adverso al riesgo y no optimizo el VE, es porque no tengo bien diseñada la función de costo. A los “miedos” hay que tratar de ponerles costos. En general esto se hace mediante la correcta asignación del Costo de Falla (racionamiento). Cualquier otro procedimiento externo podría llevarnos a sobre invertir o sub invertir y tampoco nos permitirá comparar económicamente las alternativas.
- En todo caso los riesgos extremos difíciles de caracterizar por ser poco probables, deben ser cubiertos con seguros.



# IEEE URUCON 2021

ONLINE  
MONTEVIDEO, URUGUAY  
24 – 26 NOVEMBER



## Generation Investment Planning and Risk Management in BANI context

Gonzalo Casaravilla - Ruben Chaer - Ximena Caporale

*November 2021*



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

Versión en español

[https://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/gee/wp-content/uploads/sites/19/2022/04/ReporteTecnico\\_6\\_GEE.pdf](https://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/gee/wp-content/uploads/sites/19/2022/04/ReporteTecnico_6_GEE.pdf)

# BANI context

## Facing the Age of Chaos

Brittle

Anxious

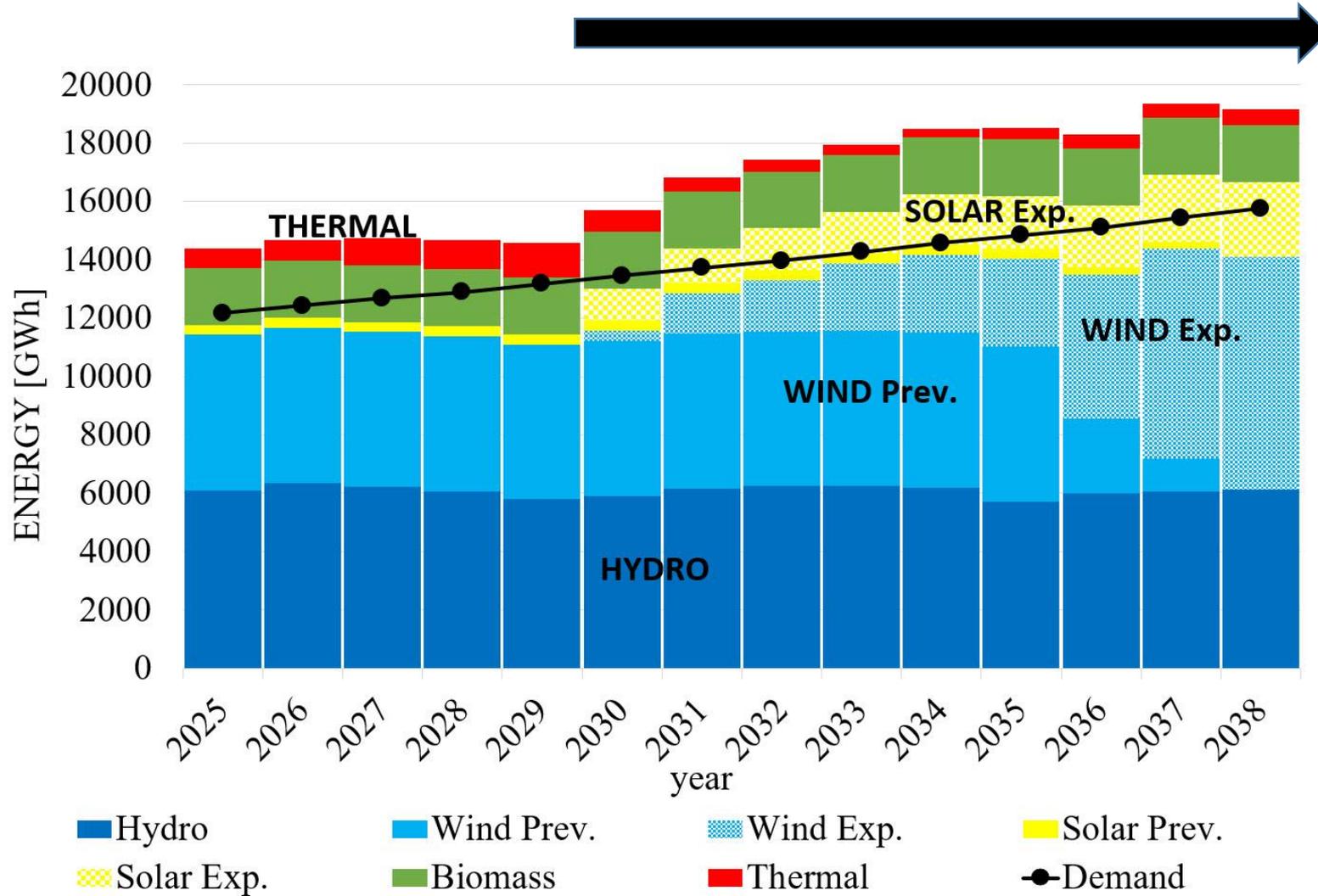
Nonlinear

Incomprehensible



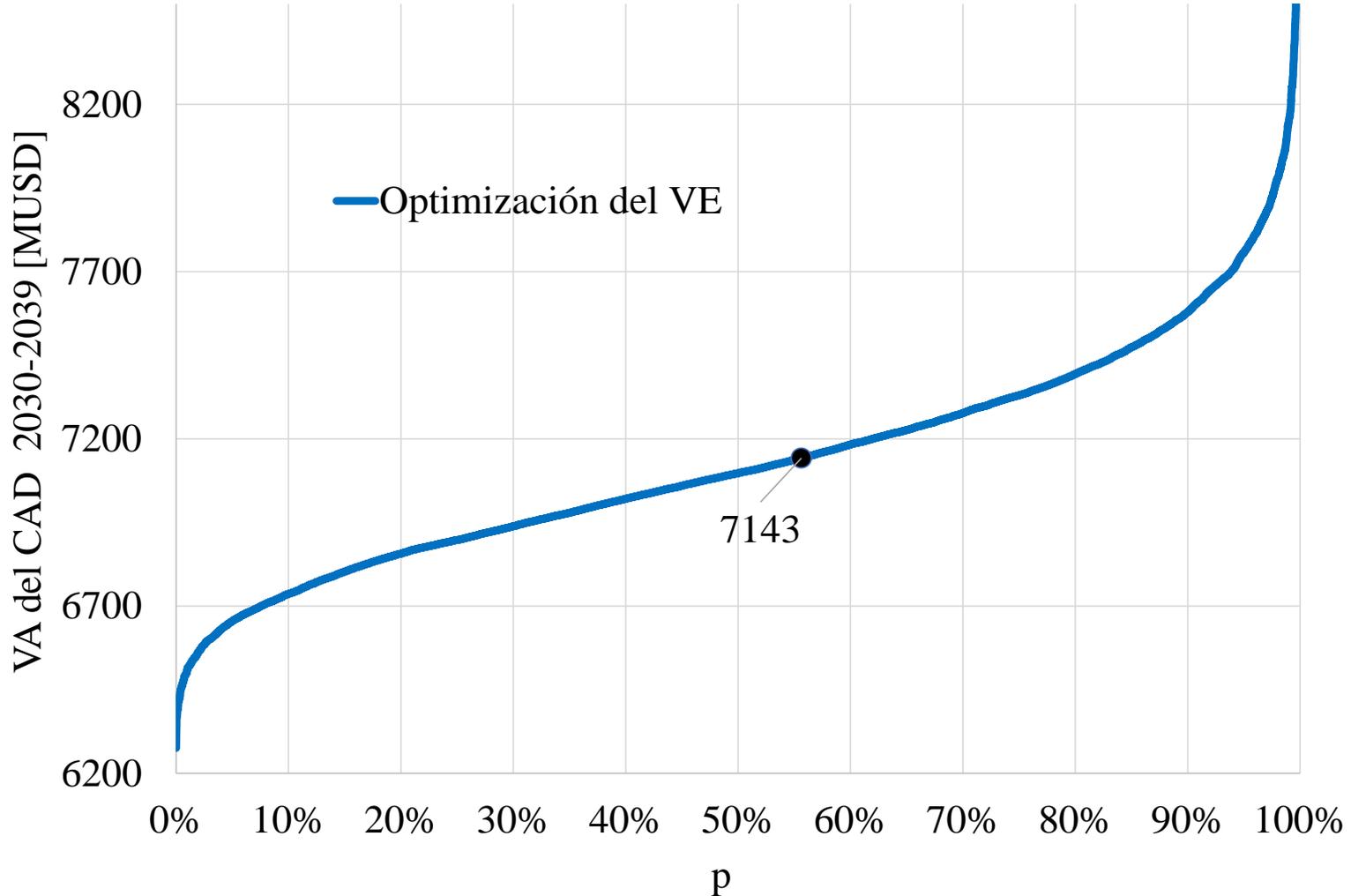
<https://medium.com/@cascio/facing-the-age-of-chaos-b00687b1f51d>

# Example : Optimal Expansion 2030-2039

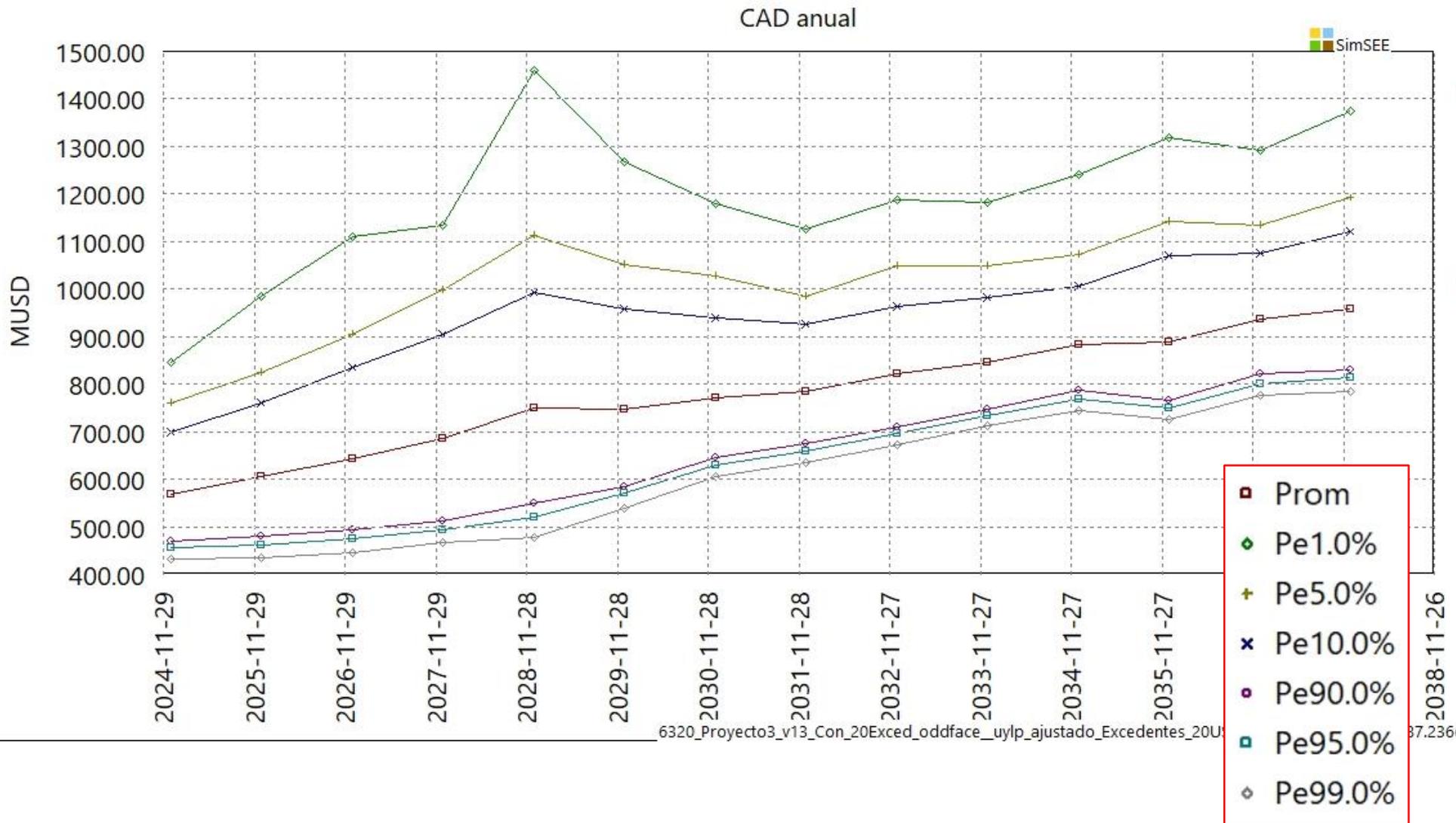


# Figura de Riesgo global (1)

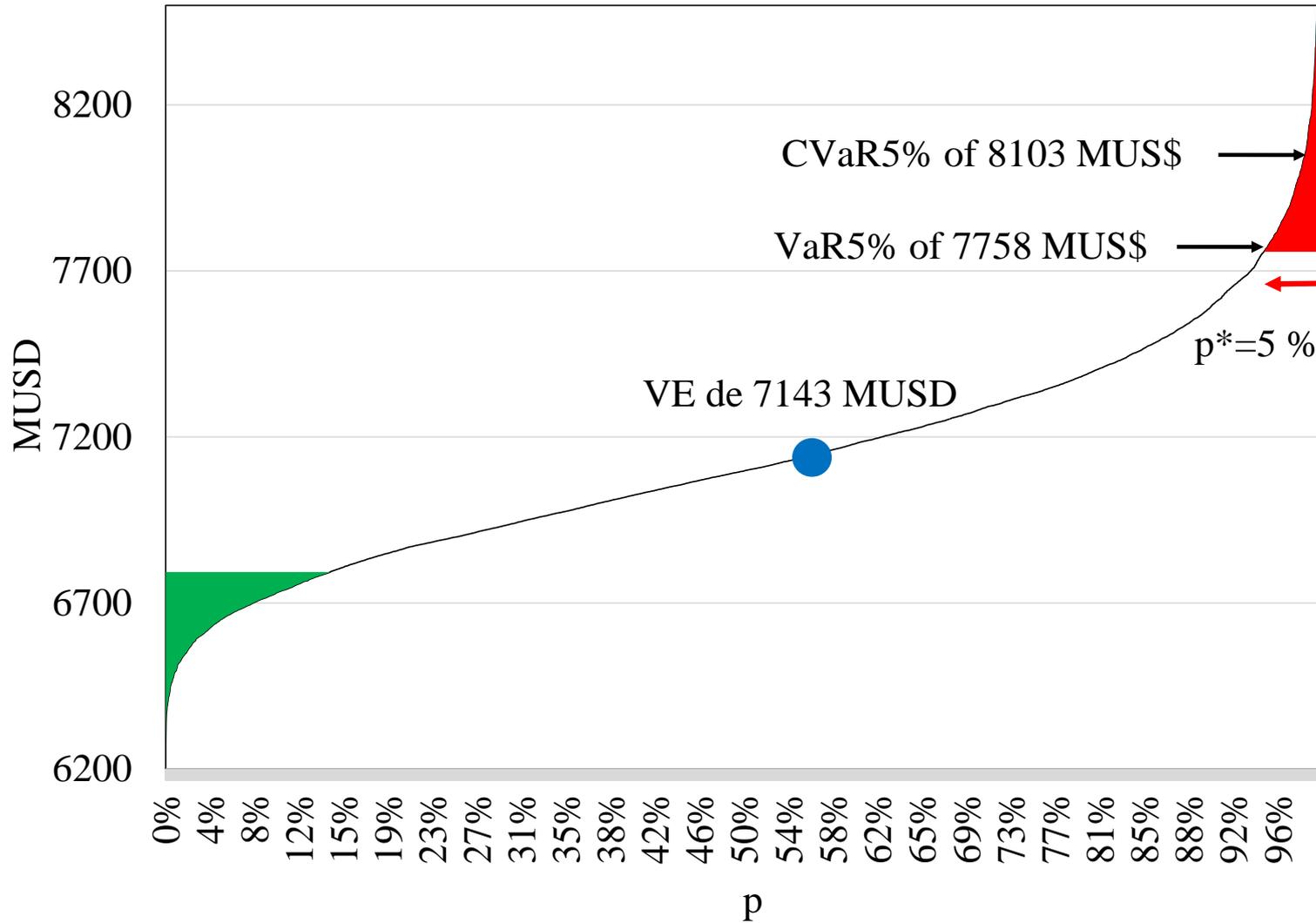
## CAD 2030-2039 – Optimización del VE



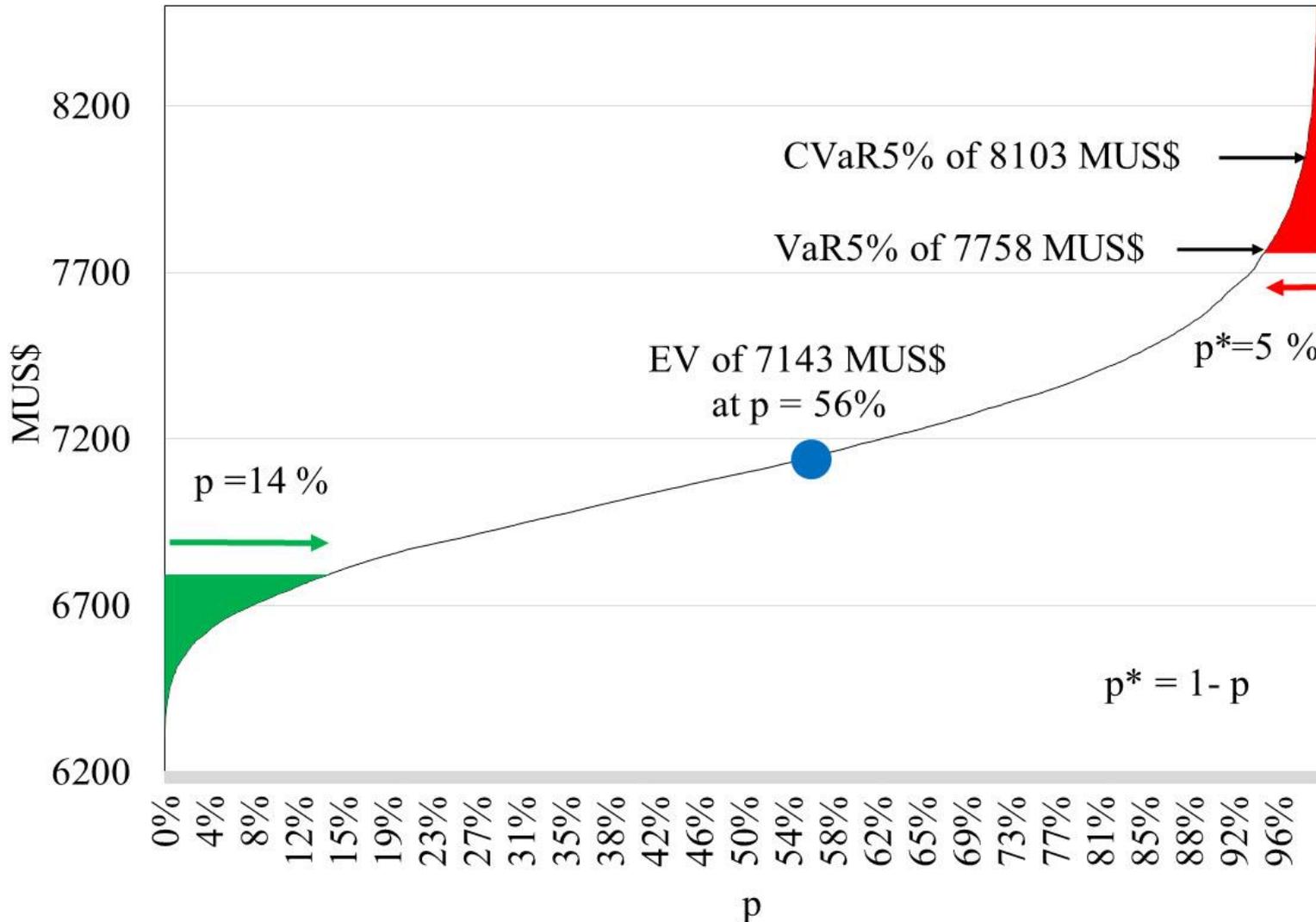
# Figura de Riesgo anual (2)



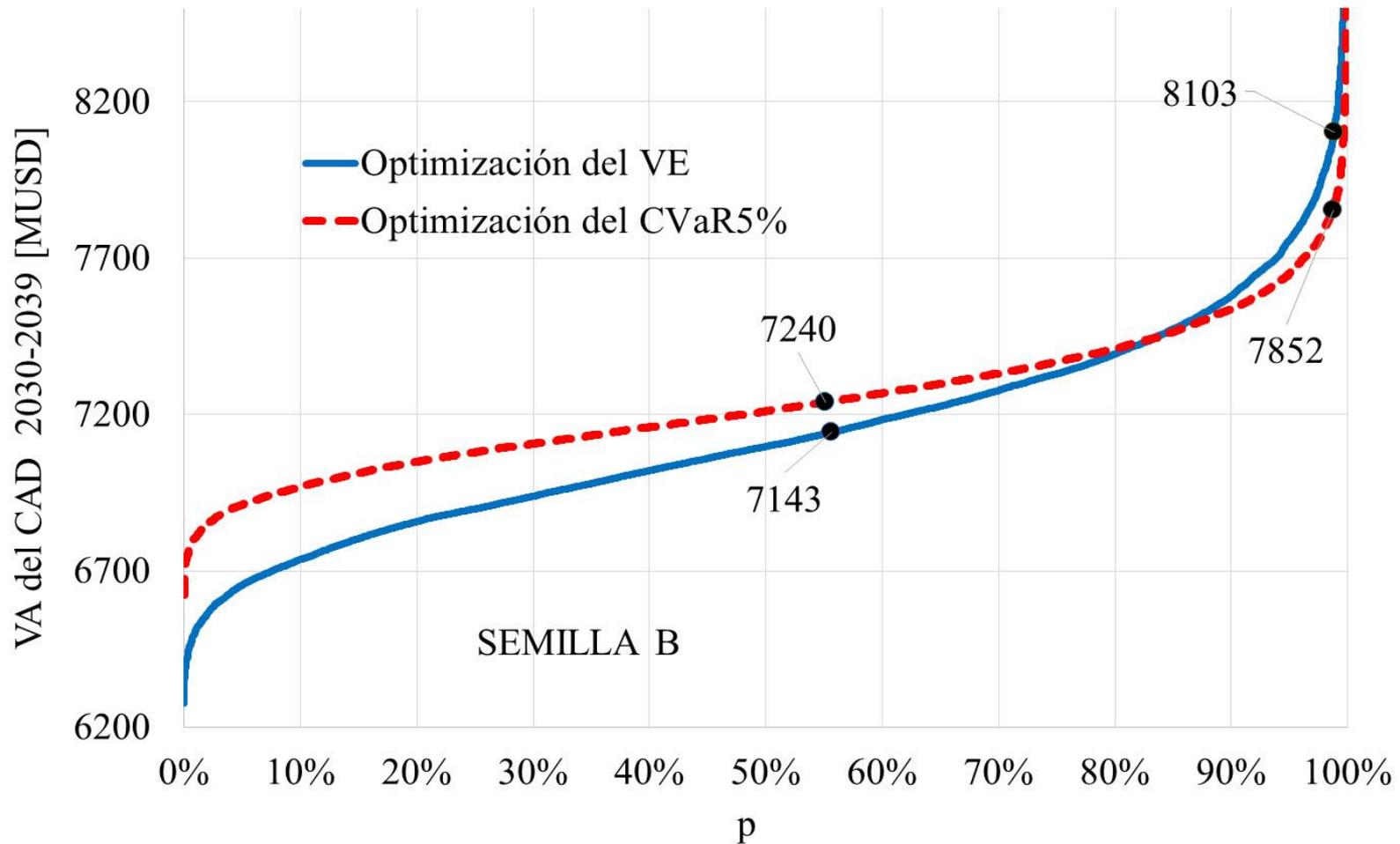
# Riesgo y Suerte



# Fondo de estabilización Seguro Climático-Petróleo

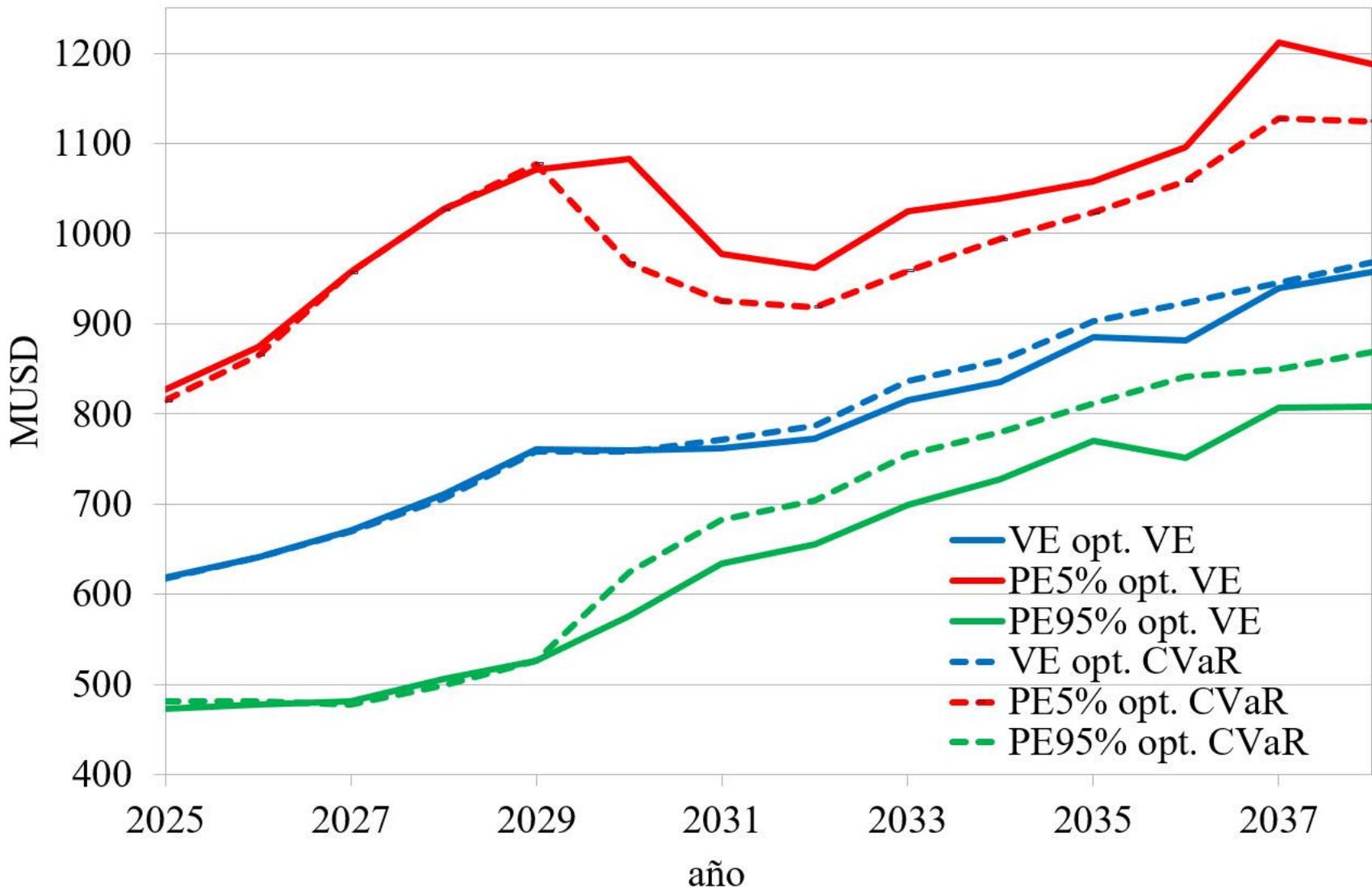


# ¿Y si planifico minimizando el CVaR?



Es absurdo pagar **97 MUSD** en VE para bajar **251 MUSD** en algo que tiene una probabilidad de 5%, por tanto un VE de **12,6 MUSD**

# Minimizar el CVaR “aprieta” la Figura de Riesgo





Universidad de la República - Facultad de Ingeniería  
**Instituto de Ingeniería Eléctrica**  
"Prof. Ing. Agustín Cisa"  
Departamento de Potencia

# GEE

Planificación y Operación Óptimas de  
Sistemas de Energía Eléctrica

## Blog del GEE – Grupo de Energía Eléctrica

### Actualización a julio de 2024 del Reporte Técnico N° 10: «Sobrecostos acumulados incurridos por retraso de Inversiones en Generación»

Gonzalo Casaravilla – Ximena Caporale Resumen ejecutivo Se actualizan los resultados numéricos del Reporte Técnico N° 10 en el que se analizaban los costos incurridos asociados al retraso de inversiones de los años 2024 a 2026 en la Generación de

 Gonzalo Casaravilla  agosto 7, 2024  Uncategorized  No hay comentarios  Editar

[Leer más](#)

### Sobrecostos acumulados incurridos por retraso de Inversiones en Generación entre los años 2024 y 2026

Reporte Técnico N° 10 – Noviembre 2023 Gonzalo Casaravilla – Ximena Caporale Resumen ejecutivo Se analizan los costos incurridos asociados al retraso de inversiones de los años 2024 a 2026 en la Generación de Energía Eléctrica en Uruguay. Los escenarios

 Gonzalo Casaravilla  noviembre 15, 2023  Arrepentimiento, Demanda de Energía, Energía, Inversiones, Planificación, Uruguay  No hay comentarios  Editar

[Leer más](#)

### PEG34: Planificación de la Expansión de la Generación Decenal 2025-2034 de Uruguay

Reporte Técnico N° 9 – Noviembre 2023 Gonzalo Casaravilla – Ximena Caporale Resumen ejecutivo Se realizan posibles Planes de Expansión de la Generación de Uruguay en el horizonte 2025-2034 (PEG34). Se plantean las hipótesis pertinentes y se identifican los escenarios

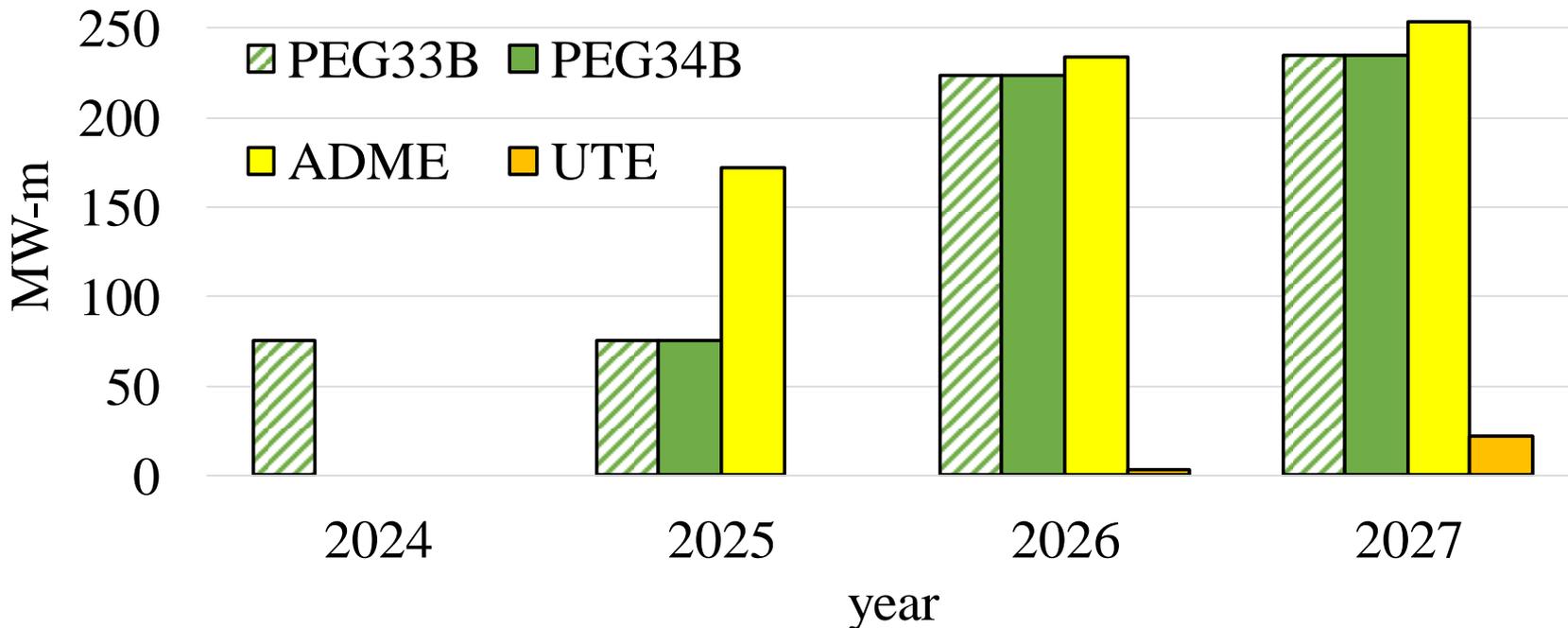
 Gonzalo Casaravilla  noviembre 4, 2023  Demanda de Energía, Energía, Uruguay  No hay comentarios  Editar

[Leer más](#)

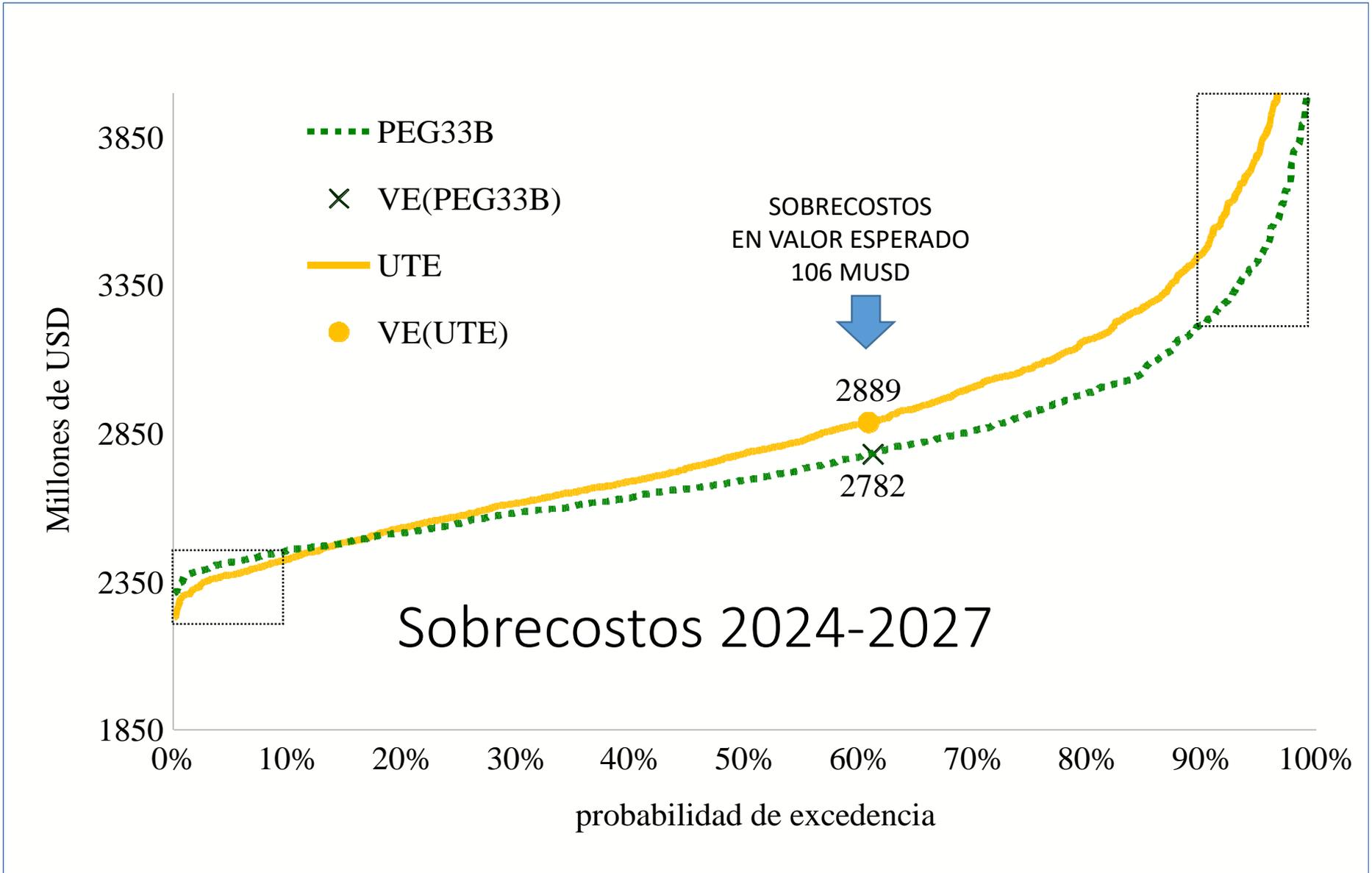
<https://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/gee/>

# Escenarios de Expansión - 2024

Año	PEG33B			PEG34B			ADME			UTE		
	MW Eólica	MW-Solar	MW-m ERNC	MW Eólica	MW-Solar	MW-m ERNC	MW Eólica	MW-Solar	MW-m ERNC	MW Eólica	MW Solar	MW-m ERNC
<b>2024</b>	50	250	<b>76</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>
<b>2025</b>	50	250	<b>76</b>	50	250	<b>76</b>	150	502	<b>172</b>	0	0	<b>0</b>
<b>2026</b>	250	550	<b>224</b>	250	550	<b>224</b>	300	502	<b>233</b>	0	15	<b>3</b>
<b>2027</b>	250	600	<b>235</b>	250	600	<b>235</b>	350	502	<b>254</b>	0	100	<b>22</b>

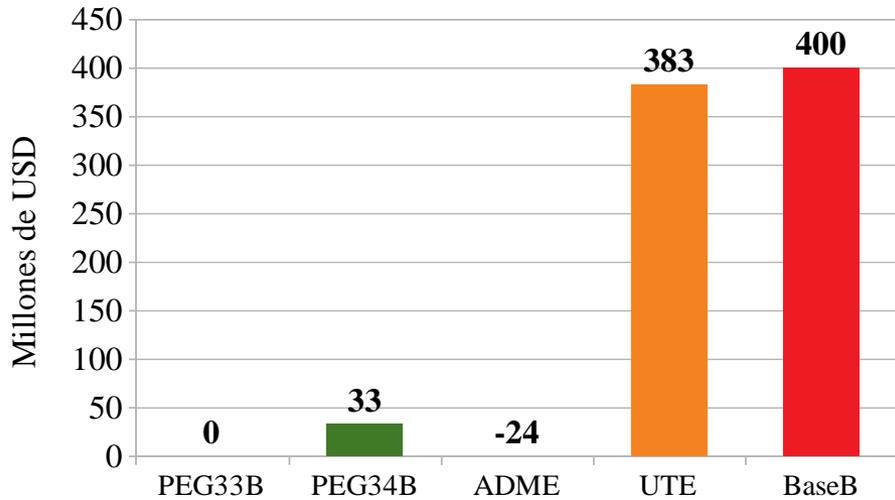


# Evaluación de Riesgos

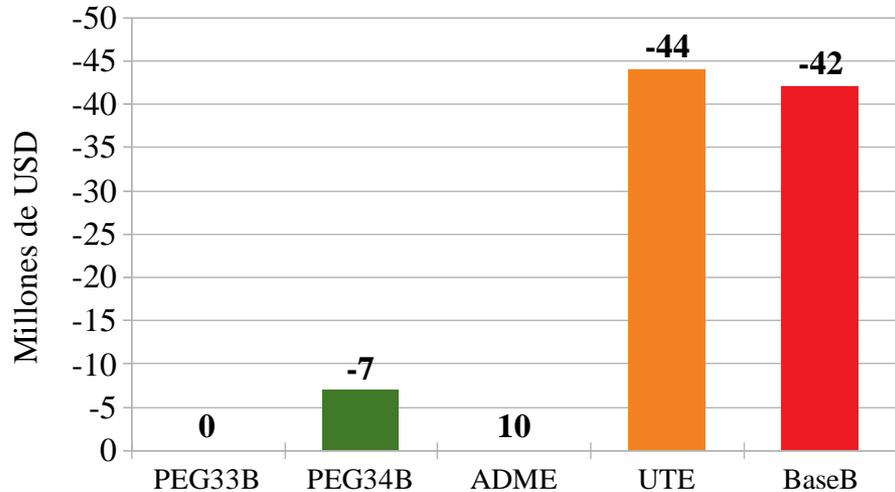


# Evaluación de Riesgos (CVaR10%)

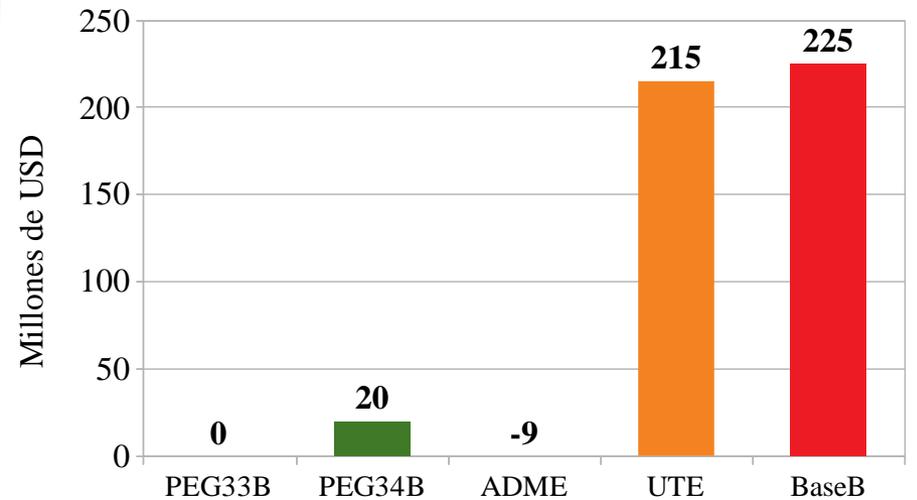
## Con Costos Térmicos Normales



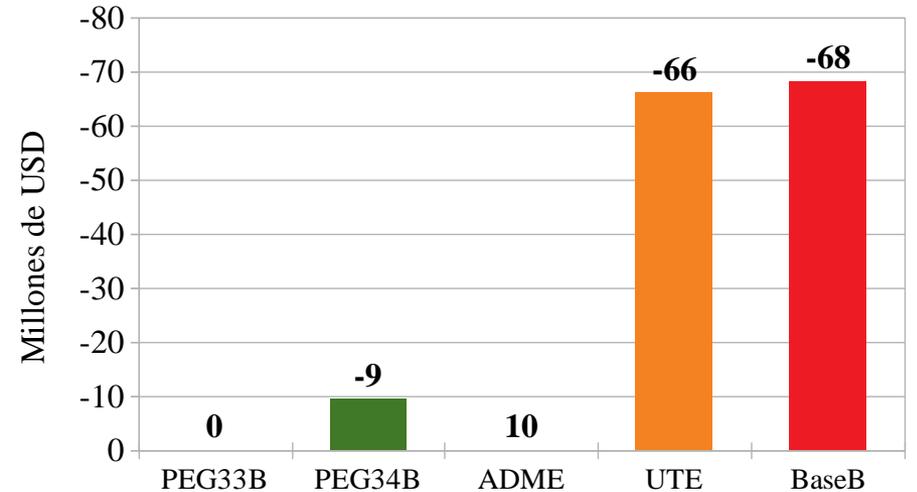
$$383/44 = 9$$



## Costos Térmicos Reducidos un 35 %



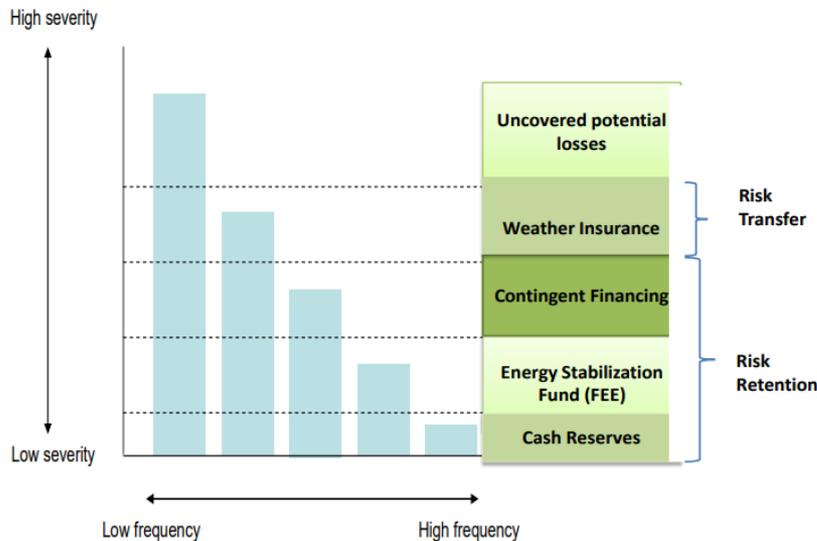
$$215/66 = 3$$



# Gestión del Riesgo

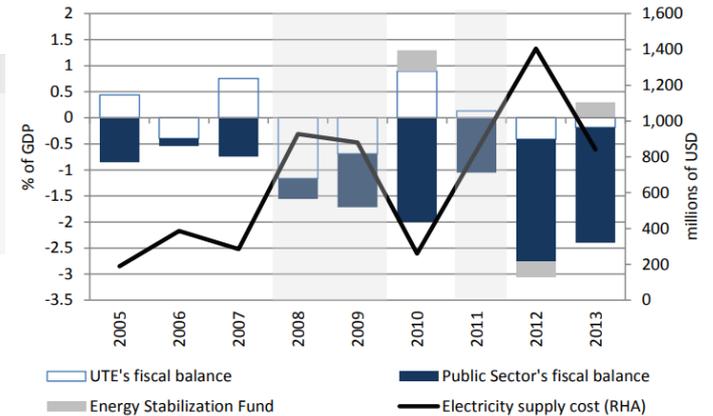
## Uruguay adquiere un seguro contra la falta de lluvia y los altos precios del petróleo

Figure 2: Layered Financial Risk Management Strategy of UTE



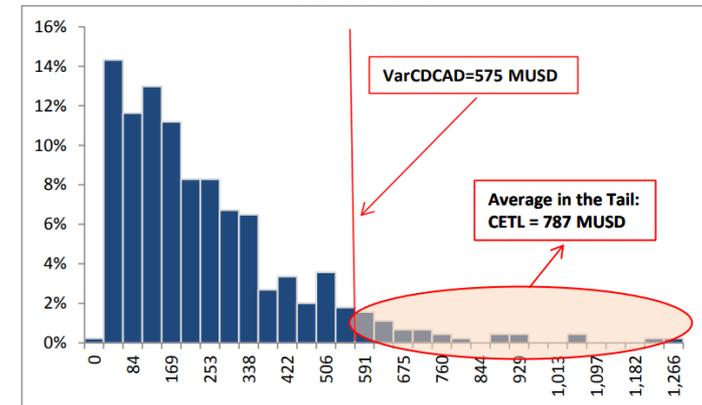
Source: Bank Task team and UTE

Figure 1: Energy Generation Costs, UTE's and Fiscal Balances, 2003-13



Source: Ministry of Economy and Finance (MEF) / Shaded areas indicate drought years

Figure A7.2: Simulated Conditional Distribution of DCAD2015



Source: World Bank staff calculations using the SimSee model

<https://www.bancomundial.org/es/results/2018/01/10/uruguay-insurance-against-rain-oil-prices>

[https://ewdata.rightsindevelopment.org/files/documents/69/WB-P149069\\_v3YQNNU.pdf](https://ewdata.rightsindevelopment.org/files/documents/69/WB-P149069_v3YQNNU.pdf)

# Planning of Generation Investments with Risks of Severe Infrequent Events

Ximena Caporale - Gonzalo Casaravilla - Ruben Chaer

September 2020



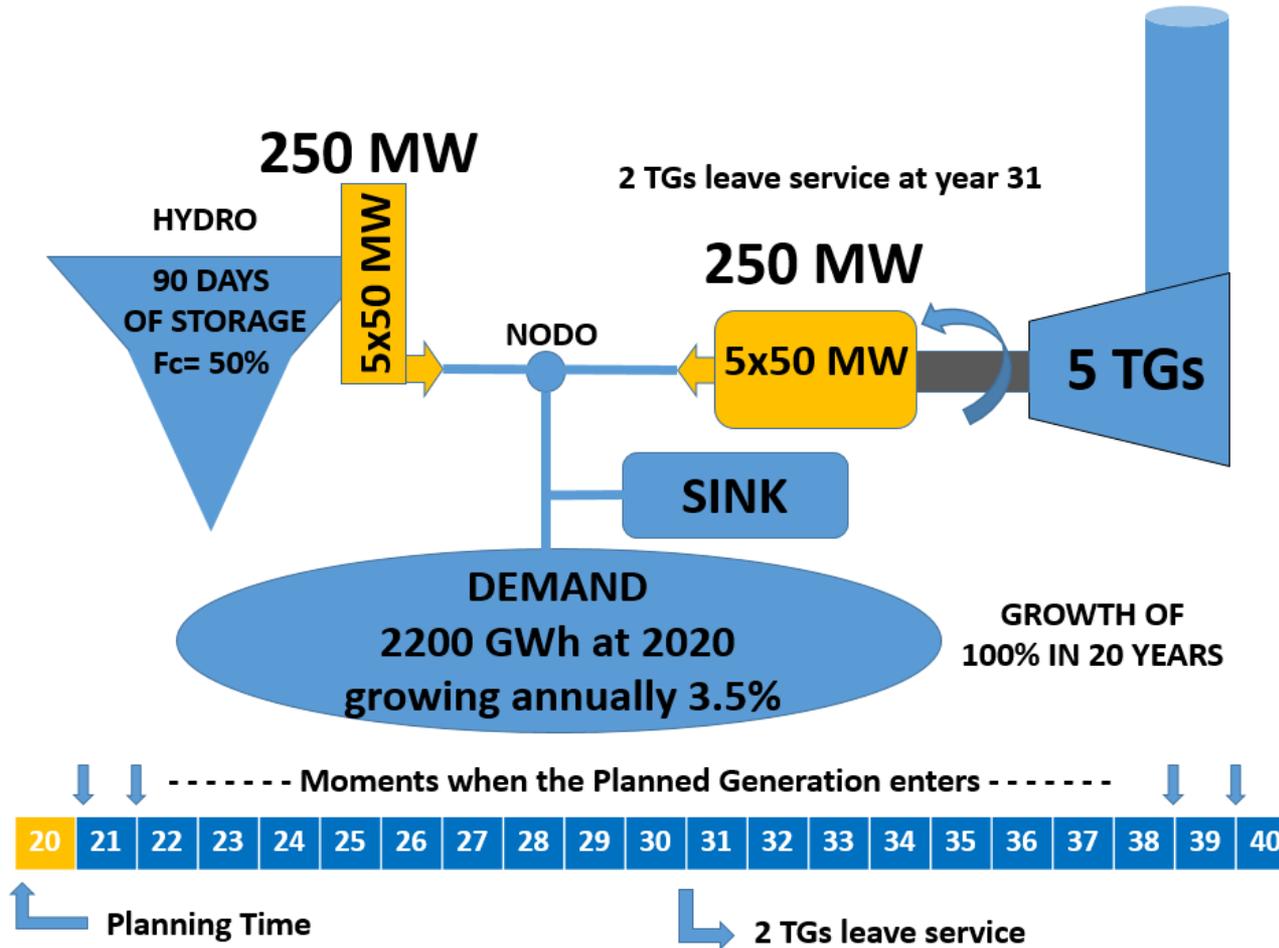
## **Planning of generation investments with risks of severe infrequent events**

Gonzalo Casaravilla, Ruben Chaer, Ximena Caporale.

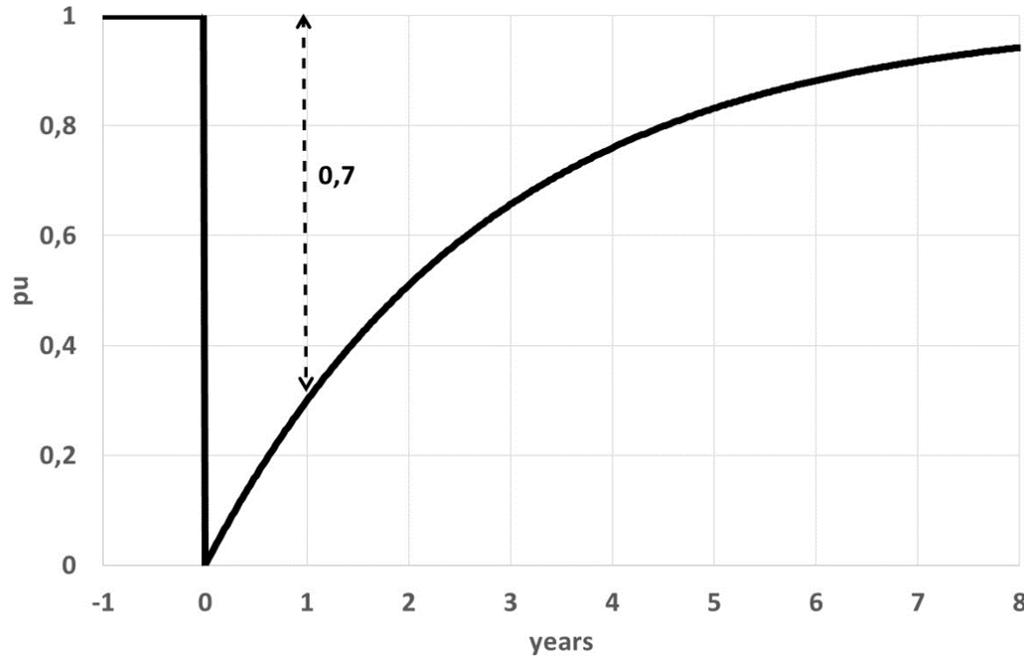
2020 IEEE PES Transmission & Distribution Conference and Exhibition - Latin America (T&D LA).

Montevideo, Uruguay, 28 sep-2 oct, page 1-6, 2020.

# Using the Model in a GEP



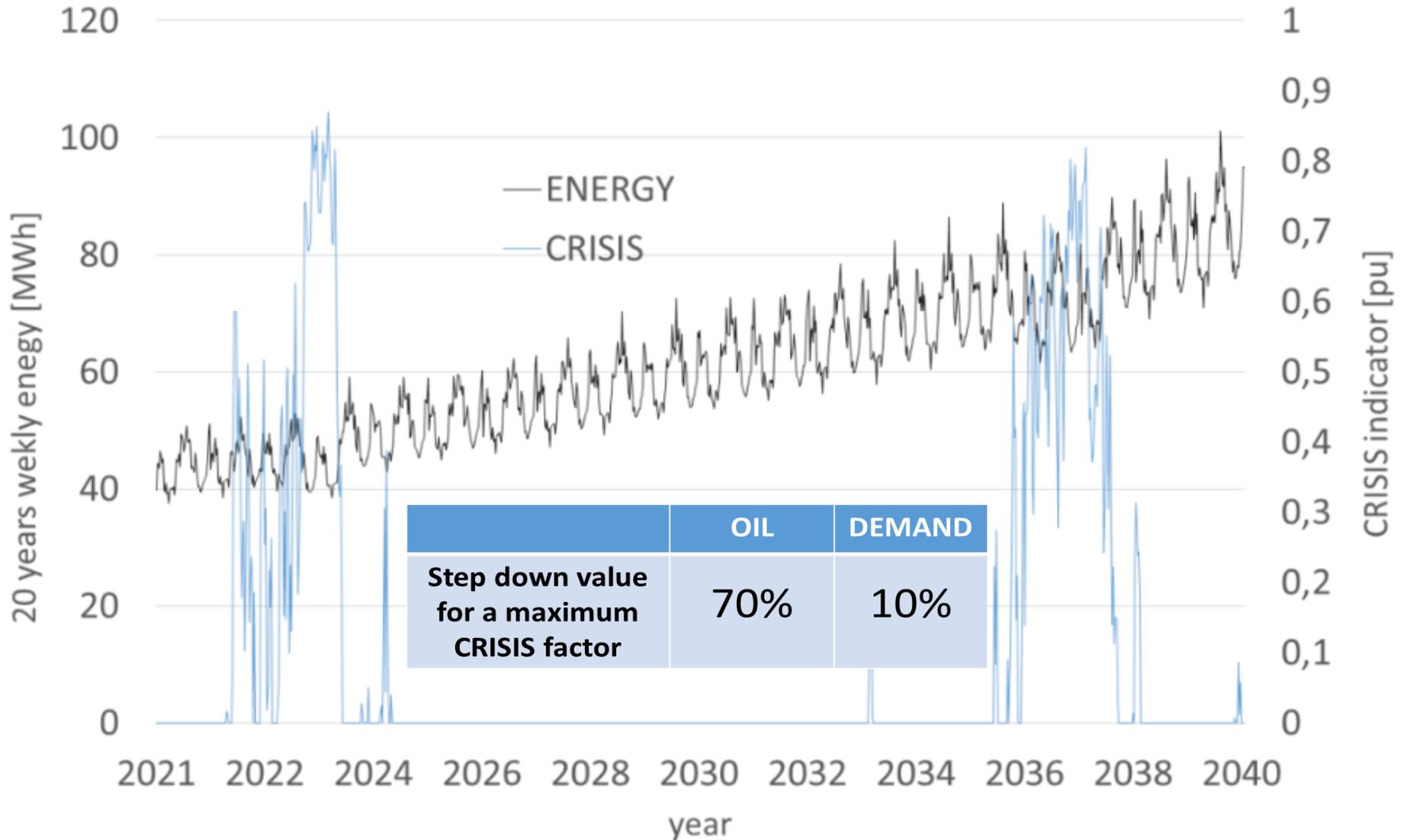
# Event characterization



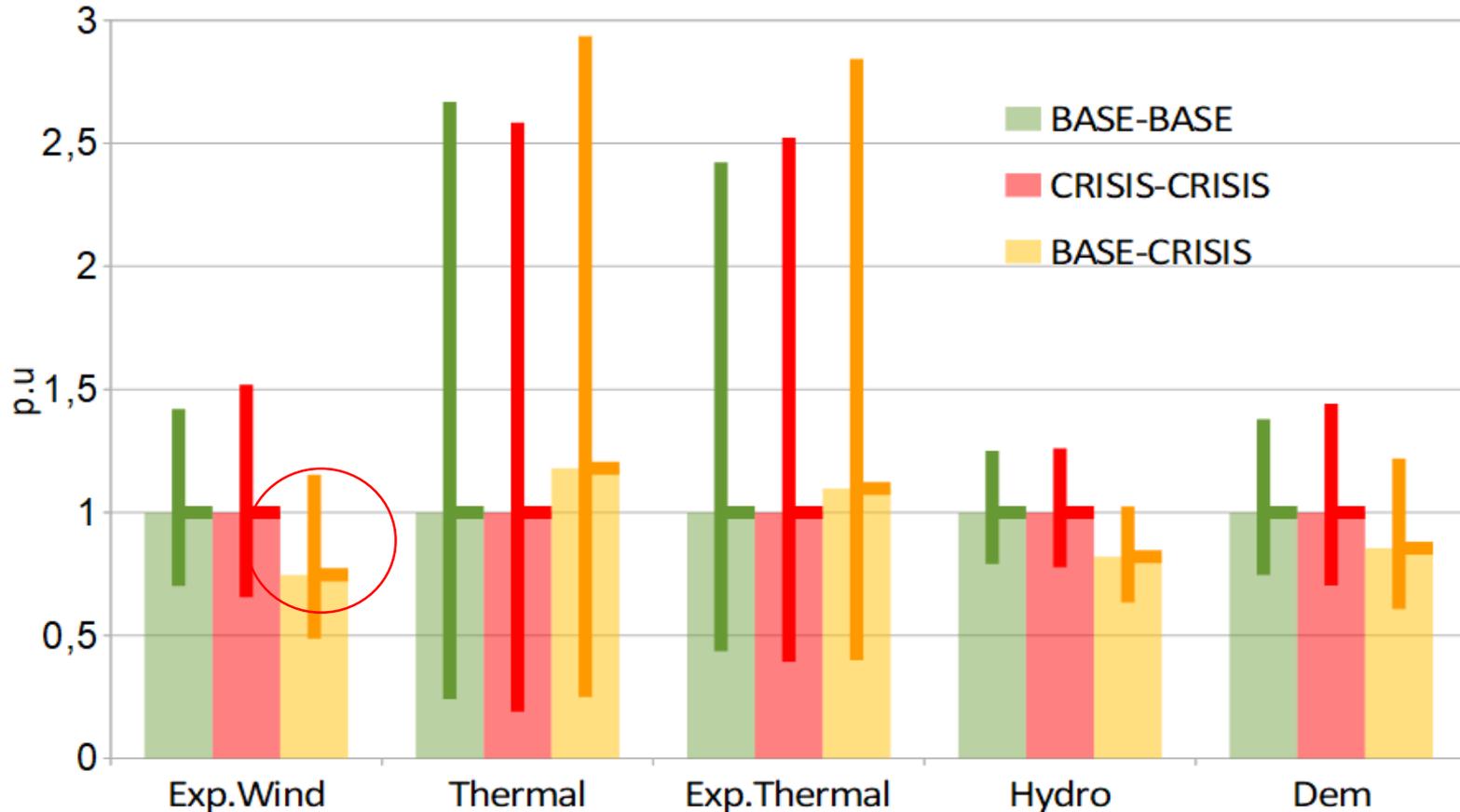
$$Y = X - \left(1 - \frac{1}{N_{\text{años}}}\right)$$

	OIL	DEMAND
Step down value for a maximum CRISIS factor	70%	10%

# Crisis Event on Demand



# Marginal Economic Impact of the CRISIS to each technology



$$Beneficio = \frac{\sum_{pasos} E_i * (cmg_i - cv_i)}{\sum_{pasos} E_i}$$

# La PEG no es juego, toma decisiones en VE y debe evaluar suficientemente el Riesgo



Apuestas	Pago	Probabilidad
Par	1:1	48.6%
Impar	1:1	48.6%
Negro	1:1	48.6%
Rojo	1:1	48.6%
1-18	1:1	48.6%
19-36	1:1	48.6%
1-12	2:1	32.4%
13-24	2:1	32.4%
25-36	2:1	32.4%
Un numero	35:1	2.7%
Combinación de dos números	17:1	5.4%
Combo de tres números	11:1	8.1%
Combo de cuatro números	8:1	10.8%
Combo de seis números	5:1	16.2%

<https://www.casinonewsdaily.es/guia-la-ruleta/las-probabilidades-en-la-ruleta-y-las-ventajas/>