



# DOCUMENTO METODOLÓGICO PRELIMINAR

Desarrollo de una metodología para determinar los costos de racionamiento de los sectores de electricidad y gas natural

22 de julio de 2015



- ANTECEDENTES
  - NORMATIVA ENERGÍA ELÉCTRICA
  - NORMATIVA GAS NATURAL
  - ESTUDIOS PREVIOS NACIONALES E INTERNACIONALES
- METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE COSTOS DE RACIONAMIENTO
  - ENFOQUE METODOLÓGICO
  - MÉTODO DE CÁLCULO
- DISEÑO DE LA MUESTRA
  - UNIVERSO / MUESTRA
  - INSTRUMENTOS
- METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA CURVA DE COSTOS DE RACIONAMIENTO



# ANTECEDENTES



# MARCO NORMATIVO ENERGÍA ELÉCTRICA



## Planeamiento operativo energético

Esta es una de las principales aplicaciones, en virtud de la labor de planeamiento operativo que realiza el Centro Nacional de Despacho – CND.

**Costo Incremental de Racionamiento:** Es el costo económico en que se incurre cuando se deja de atender una unidad de demanda.

**Costo Incremental Operativo de Racionamiento de Energía:** Es el costo incremental de cada una de las plantas de racionamiento modeladas en las metodologías del Planeamiento Operativo. Sus valores se definen como:

$$\underline{\text{Costo } CRO_i, i = 1 \dots 4}$$



## Planeamiento operativo energético

Estos costos son recalculados anualmente por la UPME para ser aplicados a partir del comienzo de la estación de invierno y actualizados mensualmente de acuerdo con las proyecciones oficiales de los índices de precios al consumidor nacional. En Junio de 2014 la UPME tras realizar un análisis, cambió la actualización para ahora considerar el índice de precios de energía eléctrica del DANE en lugar del IPC.



## Costo de racionamiento y confiabilidad del suministro

El Cargo por confiabilidad es un mecanismo que, por una parte, permite disminuir la probabilidad de racionamiento y, por otra, establece un techo al precio de la demanda transada en bolsa y sin cobertura de precio.



## Estatuto de Situaciones de Riesgo de Desabastecimiento

La Resolución CREG 026 se establecen los siguientes tres indicadores:

- ED: Energía disponible.
- PBP: Precio promedio de bolsa en los picos de los últimos 7 días.
- AE: Análisis eléctrico, simulaciones del CND que determinan si en las mismas hubo racionamiento.

El costo de racionamiento es una de las variables fundamentales en el AE.



CR referencia para valorar la calidad del servicio de transporte

## **Sistemas de Distribución Local (SDL):**

*Calidad Media:*

*Ajuste de automático de la tarifa*

*(Indicador de Calidad de Referencia - Indicador de Calidad Real)\*Costo de Racionamiento.*

*Calidad Individual*

*Adicionalmente cuando los usuarios reciben una calidad muy alejada de la calidad media correspondiente a su grupo de calidad deben ser compensados, tal compensación se establece como un valor que es función del consumo promedio del usuario por el costo de racionamiento y otras variables que dependen de la calidad (Ver numeral 11.2.4.3 del Anexo General de la Resolución CREG 097 de 2008).*



## CR referencia para valorar la calidad del servicio de transporte

**“Sistema de Transmisión Regional (STR):** Si las empresas que operan activos del STR ocasionan racionamientos y la energía racionada supera el 2% de la demanda esperada, deben pagar una penalización que es la energía no suministrada por el Costo de racionamiento (ver numeral 11.1.8.2.0 del anexo general de la Resolución CREG 097 de 2008).

**Sistema de Transmisión Nacional (STN):** opera igual que el STR. Ver numeral 4.8.3 de la Resolución CREG 011 de 2009.”



# MARCO NORMATIVO GAS NATURAL



# NORMATIVA GAS

## Costo de Interrupción CREG 100 de 2003

$$VCD = [DES] \times CI \times DP$$

## CREG 017 de 2005

$$CI_m = 3100 * \frac{IPP_{m-1}}{IPP_0}$$

## Proyecto de Resolución CREG 130 de 2014

“COSTO DE INTERRUPCIÓN DEL SERVICIO DE GAS – CI. El costo de interrupción definido en la Resolución CREG 100 de 2003, o aquellas que la modifiquen o sustituyan, para el año n comprendido entre el 1 de diciembre del respectivo año y el 30 de noviembre del año calendario siguiente, será el valor promedio ponderado por cantidad de las compensaciones pactadas en los contratos entre los tres mayores comercializadores y los usuarios no regulados atendidos por estos comercializadores”



## Prioridades de la demanda en caso de restricciones

Decreto 4500 de 2009

### Prioridades Frente a Restricciones de Gas Natural

Contratos que garantizan firmeza mercado primario

Contratos que garantizan firmeza mercado secundario

Contratos de Parqueo

Contratos que no garantizan firmeza

### Asignación de Volúmenes y Capacidad Frente al mismo nivel de Prioridad

Usuarios residenciales y pequeños comerciales

Estaciones Compresoras

Superávit → Nominación

Déficit → Prorrata



### **Decreto 2100**

- Establece lineamientos para la definición de reglas de mercado.
- Define el marco institucional responsabilidades
- Define demanda esencial (Contrato respaldo físico. Agentes responsables deben asumir los costos de los usuarios afectados).
- Plan indicativo de Abastecimiento ( Propuesta de infraestructura para abastecer gas natural).

### **CREG 089 de 2013**

- Principales tipos de contratos: Firmes, OCG, OCG Exportaciones, Firmeza Condicionada y Con Interrupciones.
- Estandariza: eventos de fuerza mayor, caso fortuito y causa extraña; eventos eximentes.
- Acota el valor de las compensaciones a pagar en caso de incumplimientos y las duraciones para las suspensiones.



### Decreto Ministerio de Minas y Energía

- Reordena atención de demanda esencial. Condicionando la demanda de refineries a las que no son de autogeneración.
- Cambio prioridades de abastecimiento.
  1. Demanda Escencial
  2. Demanda no esencial sin interrupciones establecidas en el contrato, según costo de racionamiento, priorizandose atención de demanda del costo más alto.
  3. Exportaciones pactadas en Firme
- La UPME establecerá los costos de racionamiento, para cada clase de usuario y varios periodos de duración, se actualizarán anualmente.



# ESTUDIOS PREVIOS



# METODOLOGÍAS MAS USADAS INTERNACIONALMENTE



# METODOLOGÍAS MAS USADAS INTERNACIONALMENTE

- Valoración contingente: De las más populares para evaluar costos de racionamiento en el sector residencial.
- Valoración compensada: Metodología utilizada principalmente para evaluar el sector residencial.
- Promedio entre valoración compensada y valoración contingente: Metodología utilizada principalmente para evaluar el sector residencial.
- Costeo Directo: Metodología utilizada principalmente para evaluar los sectores comercial e industrial.
- Metodología de costos preventivos



# ESTUDIOS NACIONALES PREVIOS

Autor y Año	Sector	Metodología	Costo de racionamiento de electricidad
(Econometría Ltda, 1997)	Residencial	Valoración Contingente y cálculo de variación compensada	170.9 – 205 (\$/kWh)
	Comercial	Costeo directo	418 – 5150 (\$/kWh)
	Industrial	Costeo directo	326 – 1326 (\$/kWh)
( Universidad de Antioquia; Universidad Nacional, 1997)	Residencial	Valoración Contingente. Racionamiento 5%	Col\$ 86.90
		Valoración Contingente. Racionamiento 10%	Col\$ 112.05
		Valoración Contingente Racionamiento 15%	Col\$ 149.80
	Industrial	Costeo directos. 15 min	Col\$ 4,759
		Costeo directos. 1 hora	Col\$ 3,167
		Costeo directos. 2 horas	Col\$ 1,314
		Costeo directos. 4 horas	Col\$ 1,056
	Comercial	Costeo directos. 15 min	Col\$ 7,145
		Costeo directos. 1 hora	Col\$ 3,673
		Costeo directos. 2 horas	Col\$ 1,114
Costeo directos. 4 horas		Col\$ 786	
(Unión Temporal Itansuca Ltda- Sinergia Ltda, 2004)	Residencial	Método Contingente	471.00 \$/kWh
	Comercial	Flujo diferencial con y sin racionamiento	1,186.70 \$/kWh
	Industrial	Flujo diferencial con y sin racionamiento	6,574.00 \$/kWh
	Transporte	Flujo diferencial con y sin racionamiento	3,367.42 \$/kWh



# ESTUDIOS NACIONALES PREVIOS

Autor y Año	Sector	Metodología	Resultado
(Mercados energéticos consultores, 2010)	Residencial	Racionamiento no programado 15 min. Actualización de datos	264.73 (\$/kwh)
		Racionamiento no programado 30 min. Actualización de datos	262.79 (\$/kwh)
		Racionamiento no programado 60 min. Actualización de datos	259.08 (\$/kwh)
	Comercial (Grande)	Ventas altas. Racionamiento no programado 15 min	225.50 (\$/kwh)
		Ventas altas. Racionamiento no programado 30 min	242.79 (\$/kwh)
		Ventas altas. Racionamiento no programado 60 min	217.21 (\$/kwh)
		Ventas altas. Racionamiento no programado 24 horas	416.80 (\$/kwh)
	Comercial (Pequeño)	Ventas altas. Racionamiento no programado 15 min	825.06 (\$/kwh)
		Ventas altas. Racionamiento no programado 30 min	547.74 (\$/kwh)
		Ventas altas. Racionamiento no programado 60 min	692.67 (\$/kwh)
		Ventas altas. Racionamiento no programado 24 horas	1400.90 (\$/kwh)



# ALGUNOS ESTUDIOS INTERNACIONALES PREVIOS

País	Autor y Año	Sector	Metodología	Resultado
Perú	(Osinermin, 2012)	Residencial BT5	Valoración Contingente	US\$ 777.47
		No Residencial MT	Metodología de costos preventivos	US\$ 1624.1
		No Residencial BT	Metodología de costos preventivos	US\$ 1604.2
		Otros libres	Metodología de costos preventivos	US\$ 254.52
Chile	(Cisterna, 2008)	Sector Residencial	Valoración contingente	Entre 1.5 y 3.5 US\$/kWh
		Servicios y servicios públicos	Costeo Directo	Entre 3.0 y 7.0 US\$/kWh
		Sector industrial	Costeo Directo	3.5 US\$/kWh
		Sector minero	Costeo Directo	1,976 US\$/kWh
UK	(Technology, 2013)	Residencial	Valoración contingente. Invierno (3 p.m-9 p.m.)	208 £/MWh
		Industrial y Comercial	Costeo Directo. Invierno (3 p.m-9 p.m.)	1,654 £/MWh
EEUU	(Eto K. H., 2004)	Residencial	Meta-análisis. 1 Hora	\$US 6.90
		Comercial	Meta-análisis. 1 Hora	\$US 1,859
		Industrial	Meta-análisis. 1 Hora	\$US 59,983
Noruega	(Research Council of Norway, 2001)	Residencial	Valoración Contingente	5 NOK/kWh
		Agricultura	Costeo Directo	16.6 NOK/kWh



País	Autor y Año	Sector	Metodología	Costo de racionamiento
Colombia	(Mercados energéticos consultores, 2010)	Residencial	1 hora no anunciado	941.30 (\$/m3)
			2 a 4 horas no anunciado	954.80 (\$/m3)
			24 horas no anunciado	1596.43 (\$/m3)
		Comercial Grande	1 hora en la tarde	364.07 (\$/m3)
			2 horas en la tarde	656.79 (\$/m3)
			24 horas	201.87 (\$/m3)
		Comercial pequeño	1 hora en la tarde	1554.16 (\$/m3)
			2 horas en la tarde	2036.73 (\$/m3)
			24 horas	1504.14 (\$/m3)
		Industrial (ejemplos)	4 horas	202-8824 (\$/m3)
			12 horas	112 - 8824 (\$/m3)
			24 horas	90 - 8824 (\$/m3)
			168 horas	70 - 8824 (\$/m3)
Gas Vehicular	ACPM	193 - 534 (\$/m3)		
	Gasolina corriente	519 - 849 (\$/m3)		
Irlanda	(Eimear Leahya, 2012)	Residencial, Comercial e industrial	Racionamiento de 1 día. Entre semana (Enero)	639 €M
		Residencial, Comercial e industrial	Racionamiento de 1 día. Fin de semana (Enero)	537 €M
		Residencial, Comercial e industrial	Racionamiento de 1 día Entre semana (Julio)	473 €M
		Residencial, Comercial e industrial	Racionamiento de 1 día Fin de semana (Julio).	353 €M
		Residencial, Comercial e industrial	Racionamiento de 3 semanas Invierno	12 €M
		Residencial, Comercial e industrial	Racionamiento de 3 semanas Verano	10 €M
		Residencial, Comercial e industrial	Racionamiento de 3 meses. Invierno	49 €M
		Residencial, Comercial e industrial	Racionamiento de 3 meses .Verano	42 €M



# METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LOS COSTOS DE RACIONAMIENTO

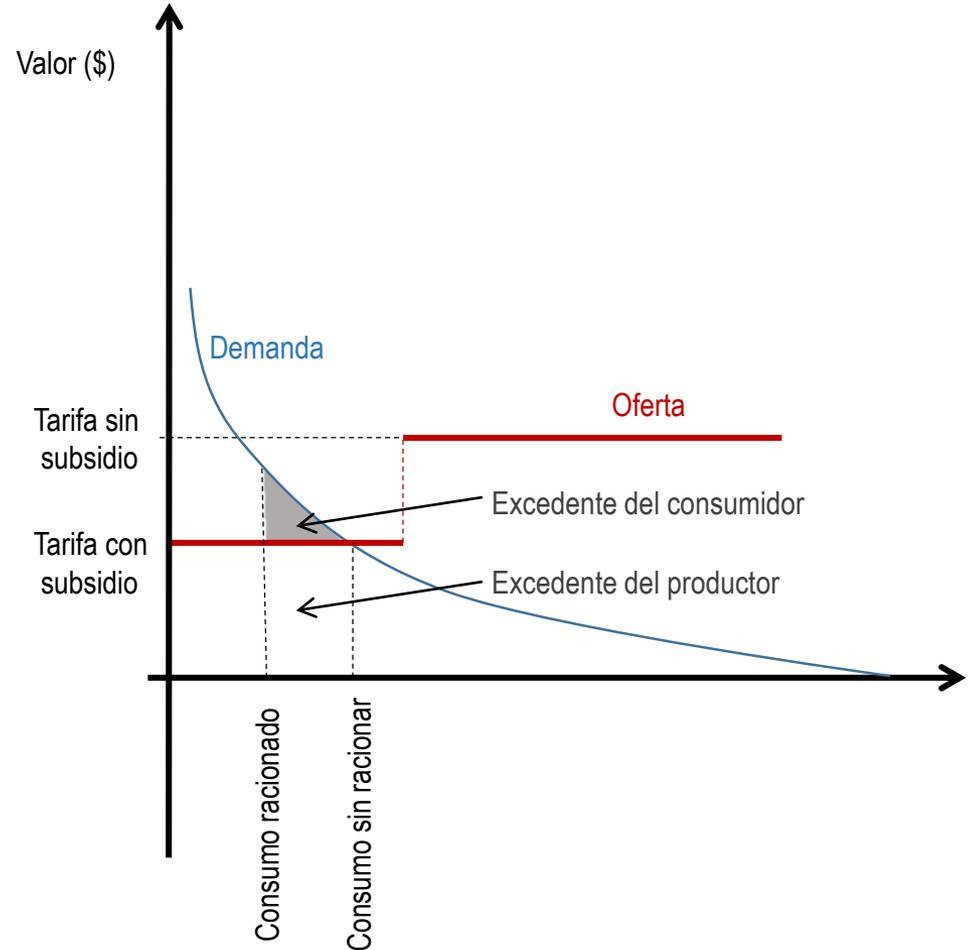


# METODOLOGÍA

## Variación compensada

Una forma de calcular los costos de interrupción cuando se cuenta con estimaciones de la elasticidad de la demanda es conformar la función de demanda, establecer hipótesis sobre el porcentaje de energético a racionar y simular la reducción en el consumo, calculando dicha pérdida de excedente.

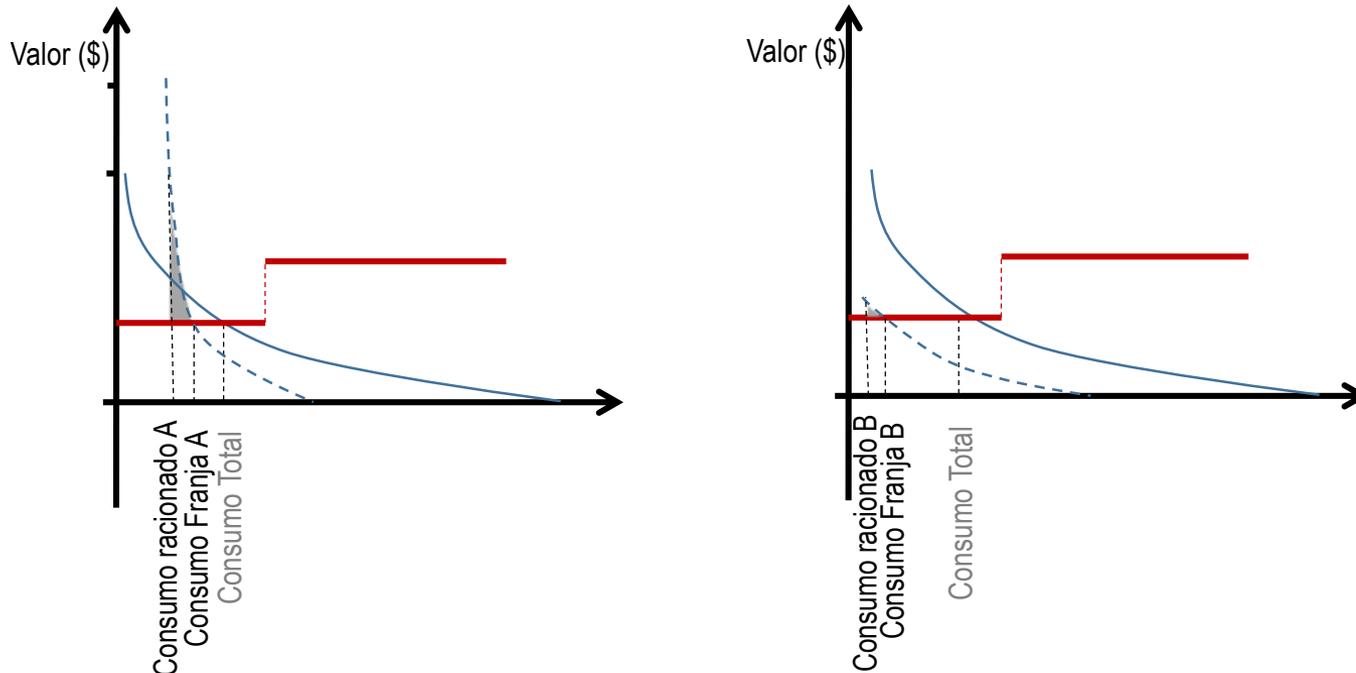
La pérdida de bienestar por un racionamiento que experimenta el usuario es equivalente a la reducción en su excedente del consumidor



# METODOLOGÍA

## Variación compensada – Ejemplo

Dos franjas de tiempo de consumo en donde se realizan consumos con diferente valor para el consumidor. Cada franja de consumo se tiene una función de demanda distinta así que la pérdida de excedente del consumidor cambia y por lo tanto los costos de racionamiento también resultan distintos.



La función de demanda no se mantiene invariante a lo largo del periodo de transacción sino que es la agregación de decisiones de consumo tomadas en momentos diferentes, en donde se enfrentan usos diversos con aportes diferenciales a la función de utilidad del consumidor.



# METODOLOGÍA

## Métodos de cálculo

La realidad regulatoria del mercado actual en Colombia requiere de otros métodos para aproximarse a un estimativo del valor económico de los servicios para determinar el costo unitario de una interrupción.



## Función del daño (1/3)

Calcula la producción perdida, o la valoración de otros perjuicios, por cada unidad de energético no servido.

El costo de racionamiento para cada usuario depende en forma particular de sus condiciones de uso de la energía y del papel que esta juega como insumo de sus actividades. Los costos de interrupción son función tanto de las características del corte como de las características del usuario y pueden ser expresados a través de una función de la duración de la interrupción.

$$CDF = F(C_{\text{usuario}}, C_{\text{interrupción}}, C_{\text{geográficas}})$$



# METODOLOGÍA

## Función del daño (2/3)

En el caso **empresarial**, si el energético hace parte de la función de producción como uno de sus insumos, la insuficiencia en su suministro afectará el desarrollo del proceso de producción:

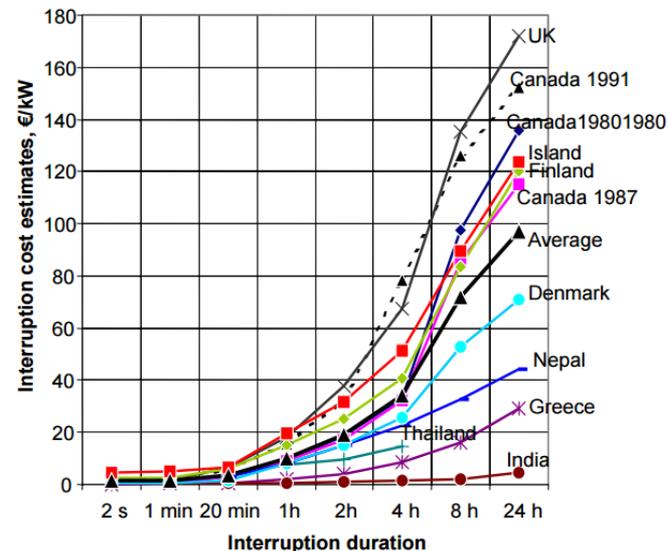
- Porque es necesario sustituirlo por un insumo de mayor costo o menor calidad, o
- Porque la restricción misma limita la capacidad de producción si no es un insumo completamente sustituible.

Cuando las consecuencias de la interrupción es una menor producción, el método de la función del daño debe contemplar tanto el valor de la producción pérdida como los posibles daños directos que puedan presentarse en otros activos de la empresa.

Una forma de calcularlo es:

$$VoLL_i = \frac{GVA_i^s}{EC_i^s}$$

**Fuente:** Assessment of electricity supply interruption costs under restricted time and information resources, P. RAESAAR, E. TIIGIMÄGI, J. VALTIN, Department of Electrical Power Engineering, Tallinn University of Technology, Ehitajate tee 5, Tallinn 19086, ESTONIA, 2006.

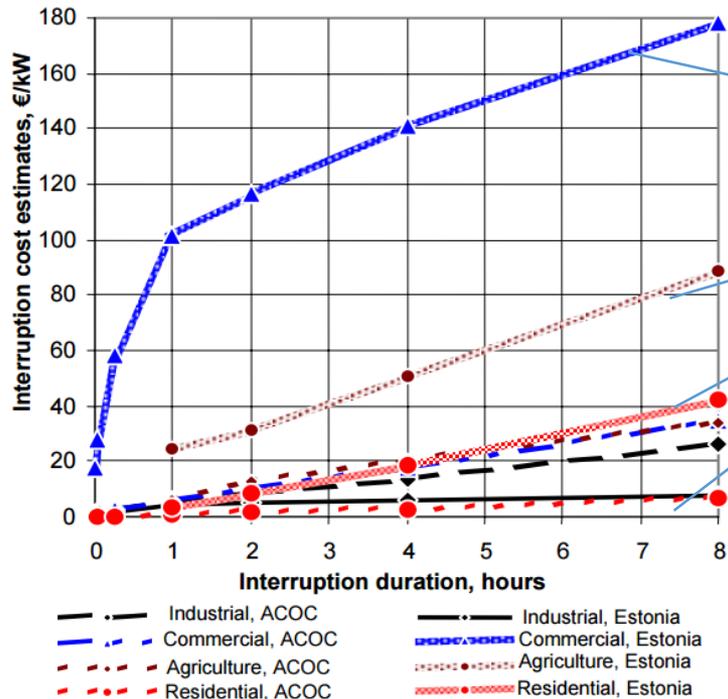


# METODOLOGÍA

## Función del daño

En el caso residencial es común en los estudios internacionales suponer que el daño ocasionado por el racionamiento se relaciona principalmente con el ocio y la recreación, y valoran el tiempo de ocio perdido con una tarifa que es referida al salario promedio de los usuarios residenciales comprendidos en el análisis.

En el caso residencial existe el enfoque de considerar al hogar de una manera similar a la de una empresa considerando al energético en cuestión como insumo de los servicios que el hogar produce para autoconsumo.



Encuesta  
Telefónica  
en Estonia

**Fuente:** Assessment of electricity supply interruption costs under restricted time and information resources, P. RAESAAR, E. TIIGIMÄGI, J. VALTIN, Department of Electrical Power Engineering, Tallinn University of Technology, Ehitajate tee 5, Tallinn 19086, ESTONIA, 2006.



# METODOLOGÍA

## Función del daño

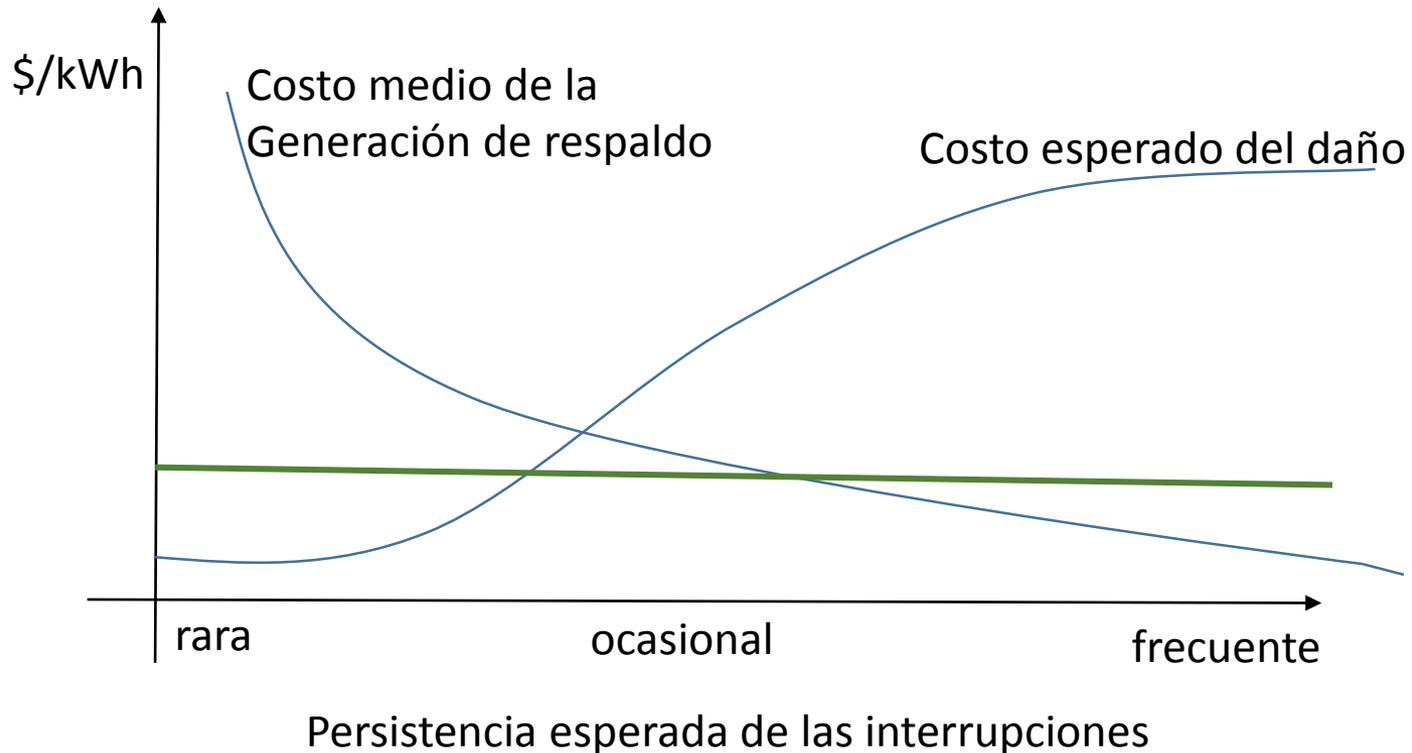
	Elemento de costo	Descripción
<b>Comercial e Industrial</b>	Pérdidas de producción (Costos de oportunidad)	Cambios en las utilidades de las empresas debidos al evento y netos de la producción que la empresa es capaz de compensar con medidas de adaptación como el desplazamiento de horarios
	Pérdidas debidas a daños	Daños en equipos Daños en materia prima Costo de materiales peligrosos
	Costos laborales	Costos de horas extras (cambios de horarios para compensación de producción) Costo laboral del reinicio
	Costos de respaldo	Costo de la generación de respaldo, incluido el costo del combustible
	Costo de reinicio	Costos para reiniciar los equipos eléctricos Otros costos de reinicio
	Ahorros	Ahorro en materiales no utilizados durante el evento Ahorros en electricidad durante el evento Ahorros en salarios no pagados durante el evento Valor recuperable del material perdido (chatarra, etc.)
	Otros costos específicos	Costos por efectos en salud o seguridad
	Otros costos indirectos	Costos para otras firmas que reciben insumos de la firma impactada Costos para los compradores (finales o de insumos) de la producción perdida Costos por externalidades específicas no mencionadas antes
<b>Residencial</b>	Tiempo de ocio	Stress debido a la pérdida de tiempo para dedicar al ocio
	Inconvenientes en actividades	Cocción y otros servicios al interior del hogar
	Costos de bolsillo	Deterioro de activos Daños en artefactos del hogar



# METODOLOGÍA

## Costo de sustitución

Se basa en suponer que si el costo de racionamiento es superior al costo unitario de acceder a una fuente sustituta de energía



# METODOLOGÍA

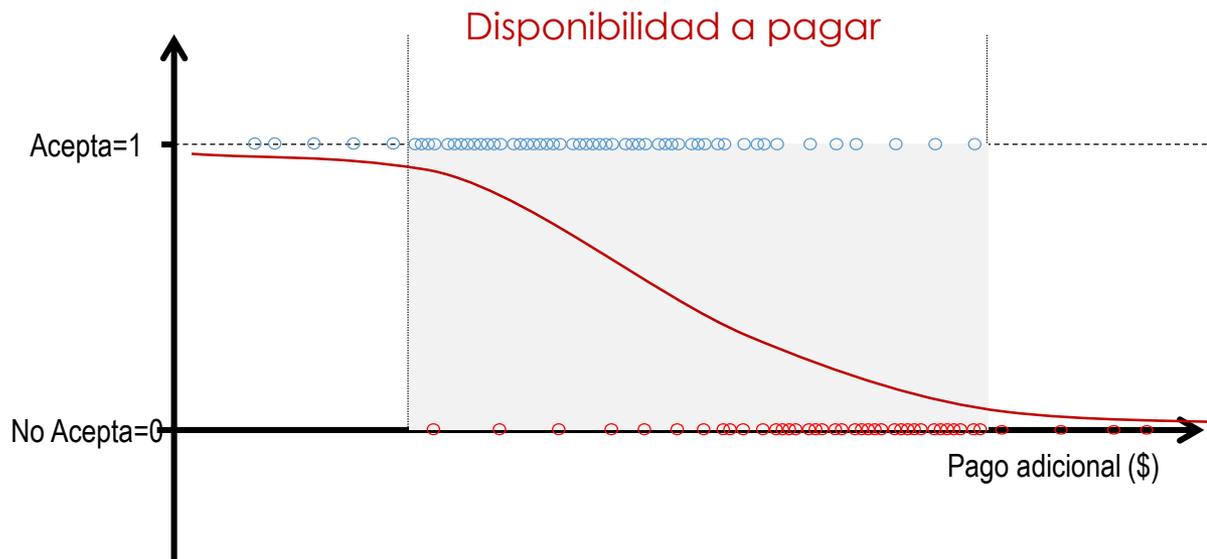
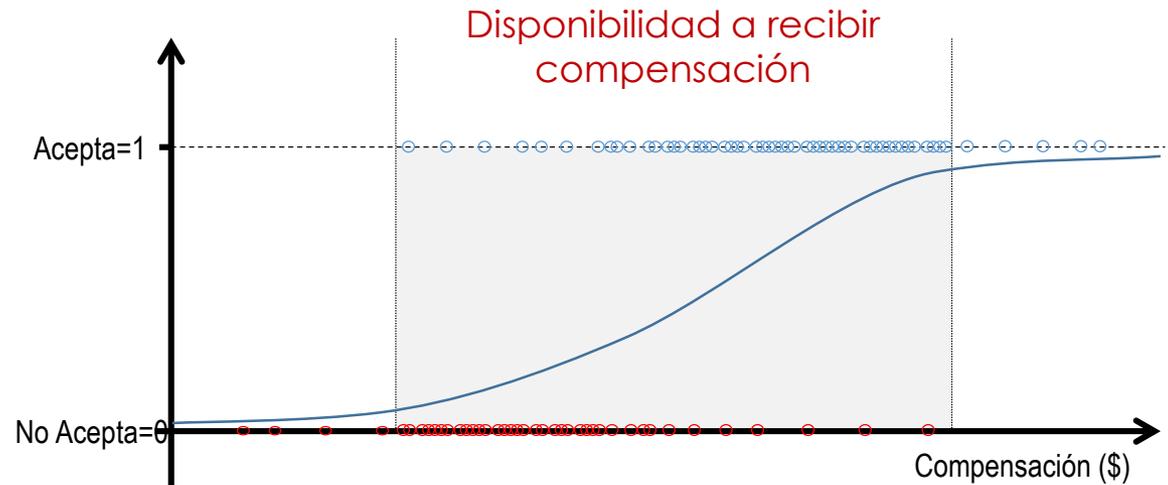
## Valoración contingente

Consiste en preguntar a los usuarios por su disposición a pagar o ser compensados por evitar el racionamiento.

Se utiliza el método de referéndum en dos etapas

Se calcula el costo medio de acuerdo con un modelo *logit* o *probit* usando las características del racionamiento y el valor propuesto al entrevistado como variables explicativas.

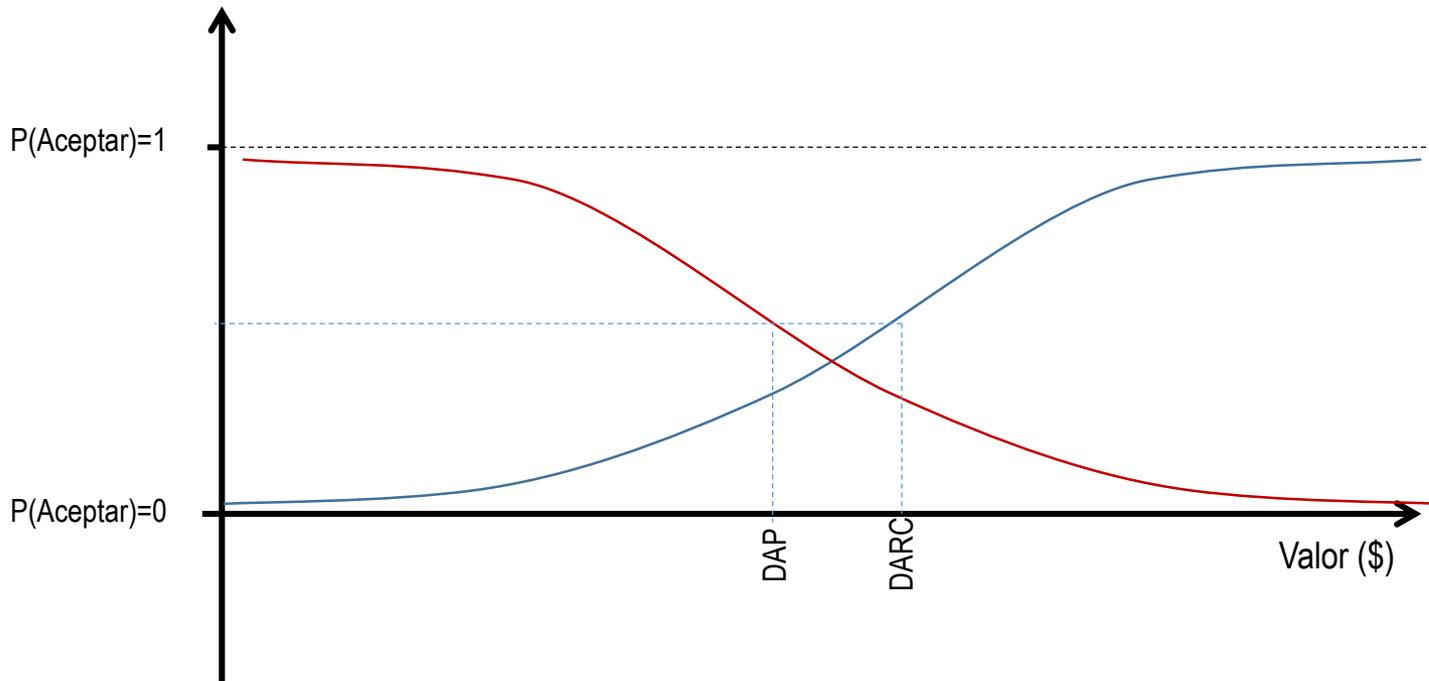
Se incluye una variable para definir si el hogar acepta en la primera o segunda pregunta.



# METODOLOGÍA

## Valoración contingente

- El método permite comparar las diferencias entre la DAP y la DARC



**Dos valores posibles**



# METODOLOGÍA

## Disponibilidad a pagar

### 1. Versión clásica

Permite identificar de manera **directa** la valoración económica dada por un individuo a un determinado bien frente a una situación hipotética. En ese sentido se contemplan las siguientes alternativas:

- Pregunta abierta
- Juego de Subastas
- El referéndum

#### Dificultades

- Comportamiento predecible
- Extensión del instrumento

### 2. Conjoint

Este análisis se fundamenta en el supuesto de que los bienes o servicios están compuestos de muchos atributos entre ellos el precio. En ese sentido, la valoración económica esta dada por la combinación de los posibles atributos del bien.



#### Dos preguntas

- Pregunta clásica
- Preferencia revelada. Alternativas

Horas

Día de  
racionamiento

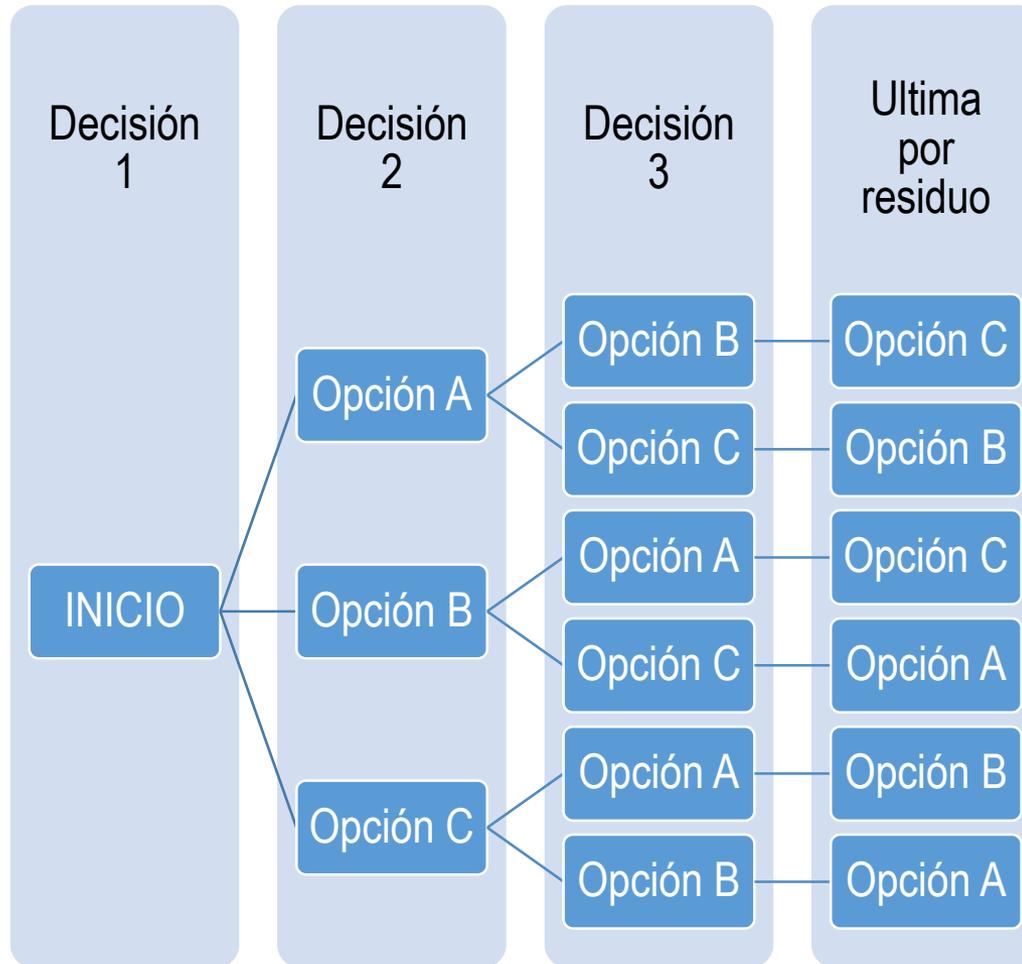
Anunciado/No  
anunciado



# METODOLOGÍA

## Conjoint

Ejemplo de probabilidades condicionales que se modelan



# DISEÑO DE LA MUESTRA



# DISEÑO DE LA MUESTRA

## Universo de referencia

- Hogares de estratos 1 a 6 de las zonas urbanas que sean usuarios del servicio de electricidad y/o de gas natural y que se encuentren ubicados en municipios interconectados
- Empresas de los sectores comercial y de servicios
- Empresas del sector industrial.
- Empresas del sector de transporte
- Refinerías
- Generadoras eléctricas.

## Clasificados en regiones

- **Caribe:** Guajira, Atlántico, Cesar, Magdalena, Bolívar, Sucre y Córdoba
- **Andina:** N. de Santander, Santander, Boyacá, Cundinamarca, Arauca, Meta, Casanare y Guaviare.
- **Central:** Antioquia, Risaralda, Quindío, Caldas y Tolima.
- **Occidente:** Valle, Cauca, Chocó, Nariño, Putumayo, Caquetá y Huila.
- **Bogotá Región:** Bogotá y 25 municipios de Cundinamarca propuestos por la UPME en el estudio de EDS.



# DISEÑO DE LA MUESTRA

## Marco de muestreo

- Hogares

		Región					Total
		Andina	Bogotá	Caribe	Centro	Occidente	
N de municipios		367	26	195	307	191	1086
Población proyectada al 2015 (miles)		4.214	9.224	7.673	9.668	5.857	36.637
N de Viviendas con suscripción a energía eléctrica (miles)	estrato1	256	184	781	537	383	2.140
	estrato2	532	831	532	1.100	470	3.466
	estrato3	286	830	215	809	353	2.492
	estrato4	119	289	73	221	112	814
	estrato5	20	92	28	119	63	323
	estrato6	12	73	32	57	18	190
<b>Subtotal</b>		<b>1.224</b>	<b>2.299</b>	<b>1.661</b>	<b>2.843</b>	<b>1.399</b>	<b>9.426</b>
N de Viviendas con suscripción a GN (miles)	estrato1	124	160	362	263	216	1.126
	estrato2	291	753	306	640	369	2.359
	estrato3	184	724	151	442	255	1.756
	estrato4	91	244	54	123	77	590
	estrato5	14	73	19	71	46	224
	estrato6	10	54	19	33	14	130
<b>Subtotal</b>		<b>714</b>	<b>2.007</b>	<b>912</b>	<b>1.573</b>	<b>979</b>	<b>6.185</b>

**Fuente:** La proyección poblacional y N° de municipios se encontró en [WWW.DANE.gov.co](http://WWW.DANE.gov.co).  
El número de viviendas con suscripciones a GN y/o a energía eléctrica se encontró en [WWW.SUI.gov.co](http://WWW.SUI.gov.co)

Se usará información cartográfica del DANE a nivel municipal para la selección de sectores amanzanados (manzanas) dentro de los municipios de la muestra



# DISEÑO DE LA MUESTRA

## Marco de muestreo

- Empresas

Región	Micros y pequeñas	Medianas	Grandes	Total
Andina	22.829	1.039	289	24.157
Bogotá Región	129.117	8.927	2.995	141.039
Caribe	33.090	1.738	545	35.373
Central	56.655	3.575	1.055	61.285
Occidente	28.601	1.759	662	31.022
Total general	270.292	17.038	5.546	292.876

Fuente: <https://www.supersociedades.gov.co/asuntos-economicos-y-contables/estudios-y-supervision-por-riesgos/SIREM/Paginas/default.aspx>

La distribución del universo de empresas se hará en tres sectores: industria, comercio y servicios (CIIU); y en tres tamaños: pequeñas, medianas y grandes (activos)



# DISEÑO DE LA MUESTRA

## Tamaño de muestra

Los cálculos fueron realizados con un nivel de confianza del 95% y con un nivel de error máximo del 5%

- **Hogares:** Muestra de 2.466 hogares, en 40 municipios del país, distribuidos en los 6 estratos socioeconómicos clasificados según el recibo de la energía. 2.451 hogares serán distribuidos en los estratos 1 a 4 y 15 entrevistas en los estratos 5 y 6, en estos últimos se implementará la metodología *Respondent Driven Sampling* (RDS)
- **Empresas de comercio y servicios:** muestra 400 empresas, estas se distribuirán según el tamaño, 80 empresas serán de las más grandes y 320 se distribuirán entre las medianas y pequeñas.
- **Empresas de industriales:** muestra de 1.244 empresas, distribuidas por tamaño, 248 empresas grandes, 373 medianas y 623 pequeñas.

### Notas:

1. En el grupo de las empresas pequeñas se incluye el grupo de las microempresas
2. La muestra de empresas contempla un muestreo de lista para las pequeñas, medianas y grandes y un muestreo de áreas para las microempresas.



# INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA



# INSTRUMENTOS

---

## Encuestas

- Sector residencial
  - Usuarios del servicio de electricidad y/o de gas natural
  - Estratos 1 a 4
  - Zonas urbanas
  - Localizados en municipios interconectados
- No residencial
  - Sector comercial
  - Sector servicios
  - Sector industrial

## Entrevistas

- Sector residencial (estratos 5 y 6)
- Sector no residencial
  - Empresas del sector de transporte
  - Refinerías
  - Generadoras eléctricas.



# INSTRUMENTOS

## Estructura de la encuesta / entrevista de hogares

- Información del servicio
  - Consumo
  - Tarifa
  - Interrupciones
- Posibles actividades que se afectarían con un racionamiento
  - Para un día y un rango horario específico
  - Actividades como: cocinar, lavar ropa, ver TV, ...
  - Comportamiento frente al racionamiento
- Preguntas de valoración
  - Disponibilidad de pago
  - Disposición a ser compensado
  - *Conjoint*
- Información de caracterización
  - Características de la vivienda
  - Acceso a servicios público
  - Ingresos



## Pregunta de Disponibilidad a ser compensado

- Se plantea el escenario de racionamiento
  - [d] días
  - de lunes a jueves
  - [h] hora(s)
  - entre las [F1 y F2 Franja de horas f]
  - Por un periodo de [p] meses
- Se indica que por eso tendría un menor consumo y por lo mismo una reducción en su factura.
- Se le ofrece un descuento adicional al menor consumo y se pregunta que prefiere:
  - El racionamiento con la rebaja por consumo y el descuento adicional
  - Seguir como está: igual factura y no racionamiento
- Según la respuesta se hace una contraoferta
  - Mayor valor de descuento si dice que no prefiere el racionamiento
  - Menor valor de descuento si lo prefiere



# INSTRUMENTOS

## Pregunta de Disposición de pago

- Se plantea el escenario de racionamiento
  - [d] días
  - de lunes a jueves
  - Periodo de no vacaciones
  - [h] hora(s)
  - entre las [F1 y F2 Franja de horas f]
  - Por un periodo de [p] meses
- Se indica que por eso tendría un menor consumo y por lo mismo una reducción en su factura.
- Se ofrece un plan en **alquiler** que le permitiría no verse afectado por el racionamiento y se pregunta que prefiere:
  - Pagar el alquiler del dispositivo
  - El racionamiento con la rebaja por consumo
- Según la respuesta se hace una contra pregunta
  - Mayor valor de alquiler si dice que prefiere el dispositivo
  - Menor valor de alquiler si prefiere el racionamiento



# INSTRUMENTOS

## Pregunta de *Conjoint*

- El objetivo es no repetir  $n$  veces las preguntas de disponibilidad de pago o a ser compensado
- Se operacionaliza pidiéndole al encuestado ordenar opciones de racionamientos de diferente duración para las que cambia
  - día de la semana
  - periodo de vacaciones / no vacaciones
  - corte anunciado / no anunciado
- Permite encontrar equivalencias entre horas de racionamiento según el día, el tipo de periodo y si el corte es o no anunciado



# INSTRUMENTOS

## Particularidades sectores no residenciales

- Equipos de respaldo de energía
- Usos de la energía y el gas (calefacción, aire acondicionado, iluminación, ...)
- Las preguntas de disponibilidad se refieren a los periodos de mayores ventas
- Posibles efectos de un racionamiento sobre las ventas y costos
  - Racionamiento de 20 minutos
  - Racionamiento de 60 minutos
  - Racionamiento de 4 horas
- Relación de las ventas de un periodo normal con el de mayores ventas
- Tamaño del establecimiento
- Horario de funcionamiento



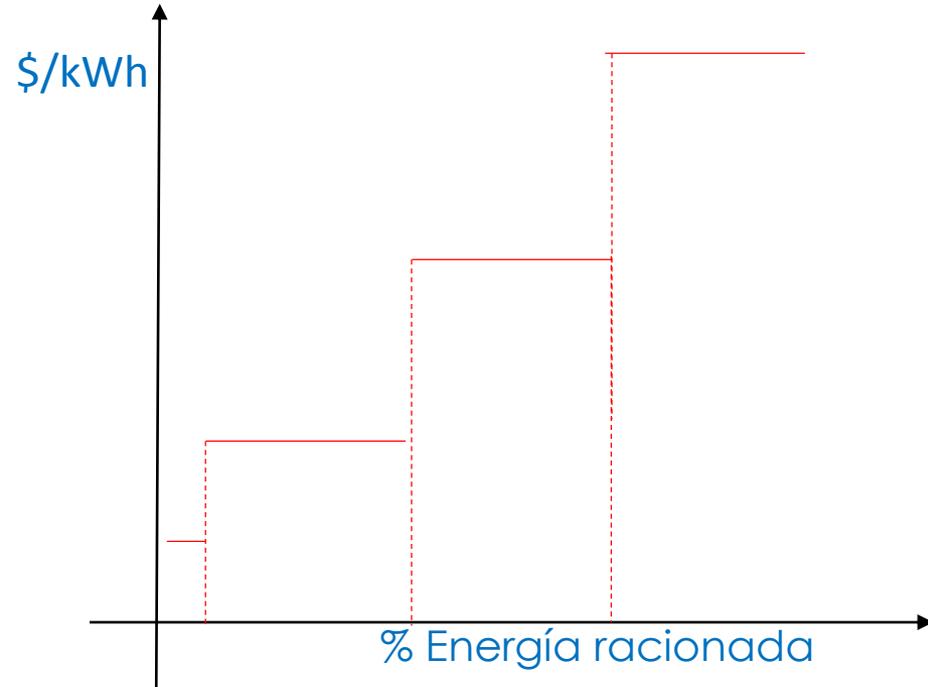
# METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA CURVA DE COSTOS DE RACIONAMIENTO



# METODOLOGÍA

## Curva de costos de racionamiento

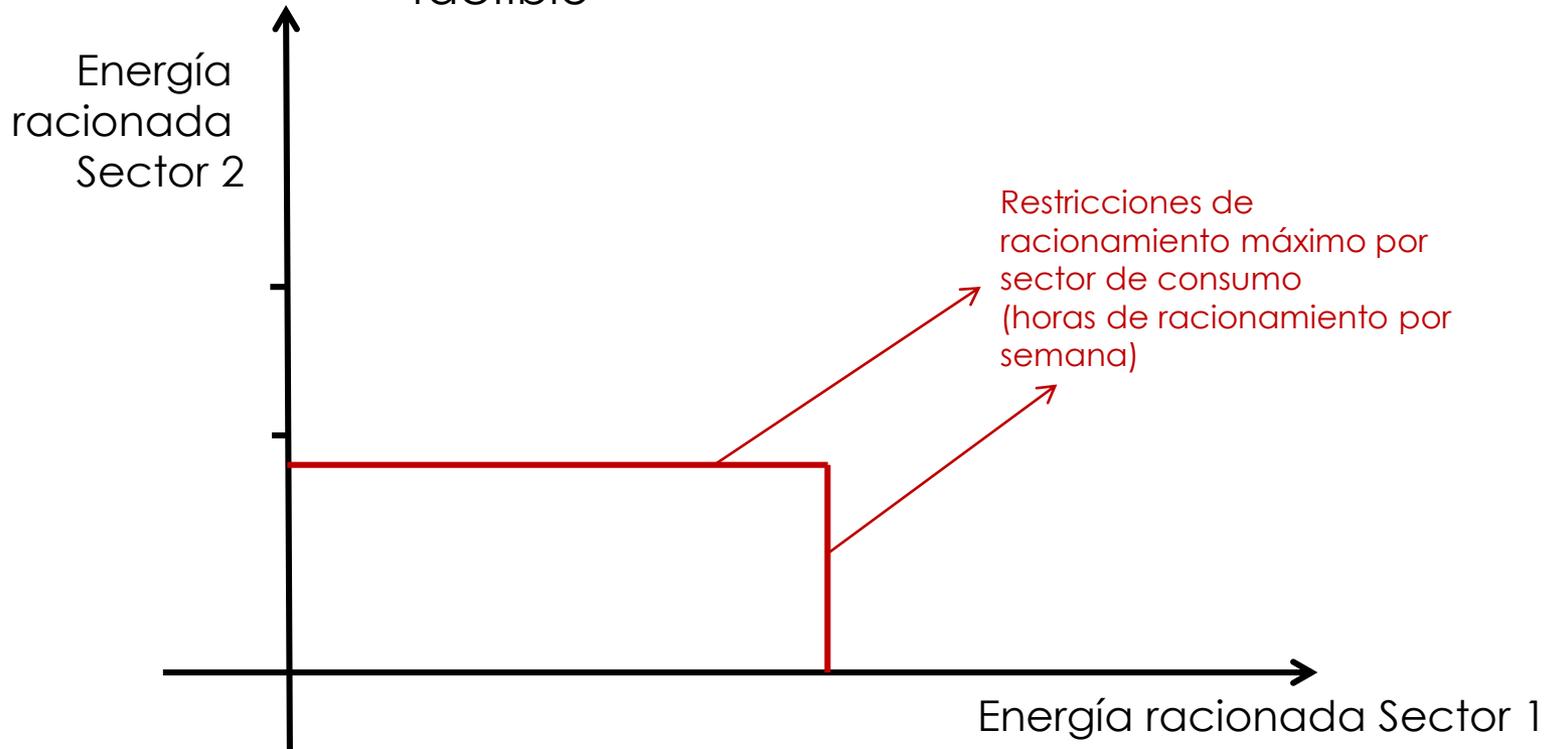
- Como cada tipo de usuario tiene diferentes costos de interrupción y diferente nivel de consumo en cada escenario, es necesario tener criterios para seleccionar cuándo y a quien racionar dependiendo de la meta de ahorro de energía o potencia.
- La curva de costos mínimos de racionamiento muestra cuánto le cuesta a la sociedad en su conjunto llevar a cabo un racionamiento que ahorre una proporción dada de la energía del sistema.
- Dado que un racionamiento aleatorio genera mayores costos para la sociedad que un racionamiento que minimice el costo total, para calcular la curva se supone que se pueden aplicar criterios de eficiencia en la implementación de racionamientos programados



# METODOLOGÍA

## Optimización

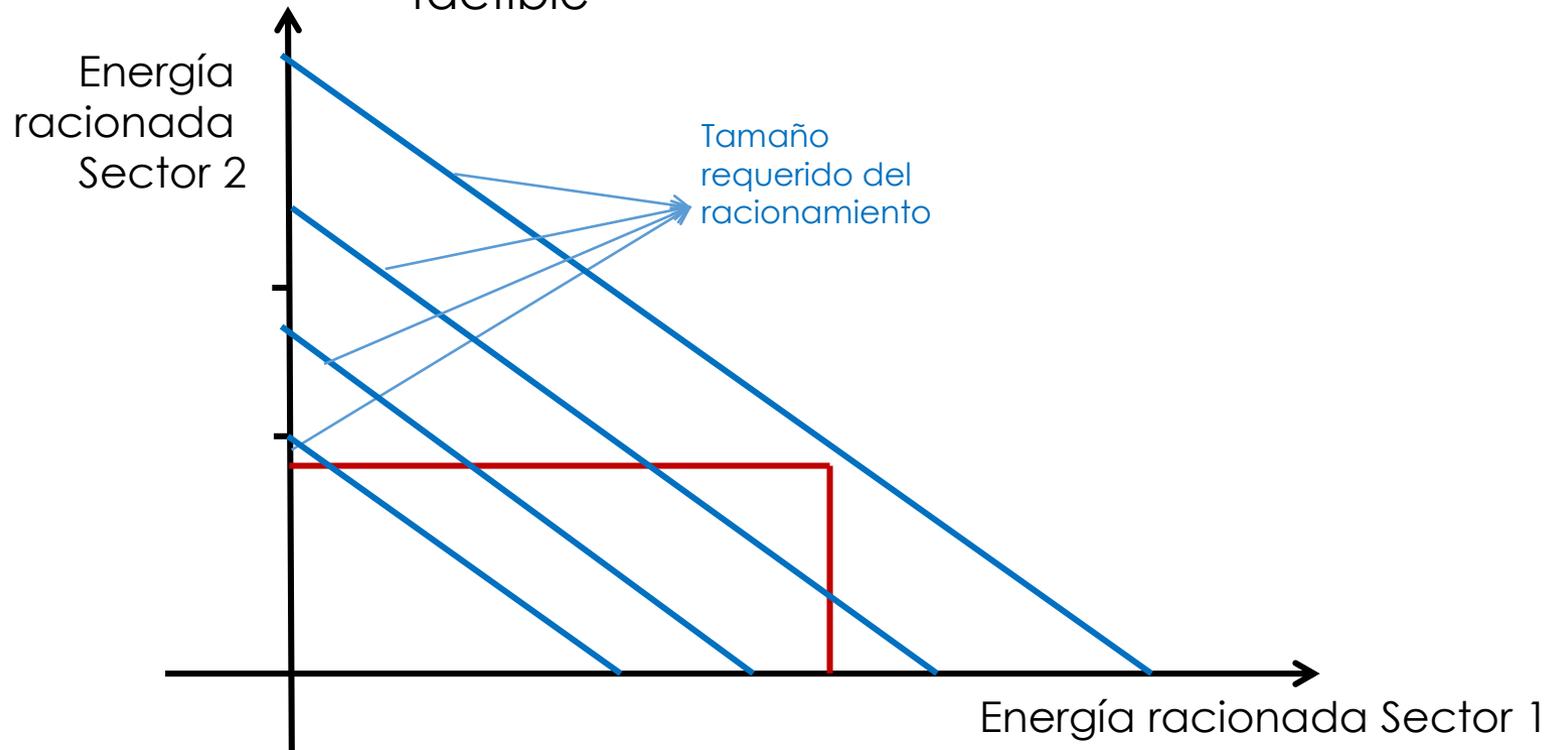
- El primer paso es determinar unas reglas o restricciones básicas para definir un espacio factible



# METODOLOGÍA

## Optimización

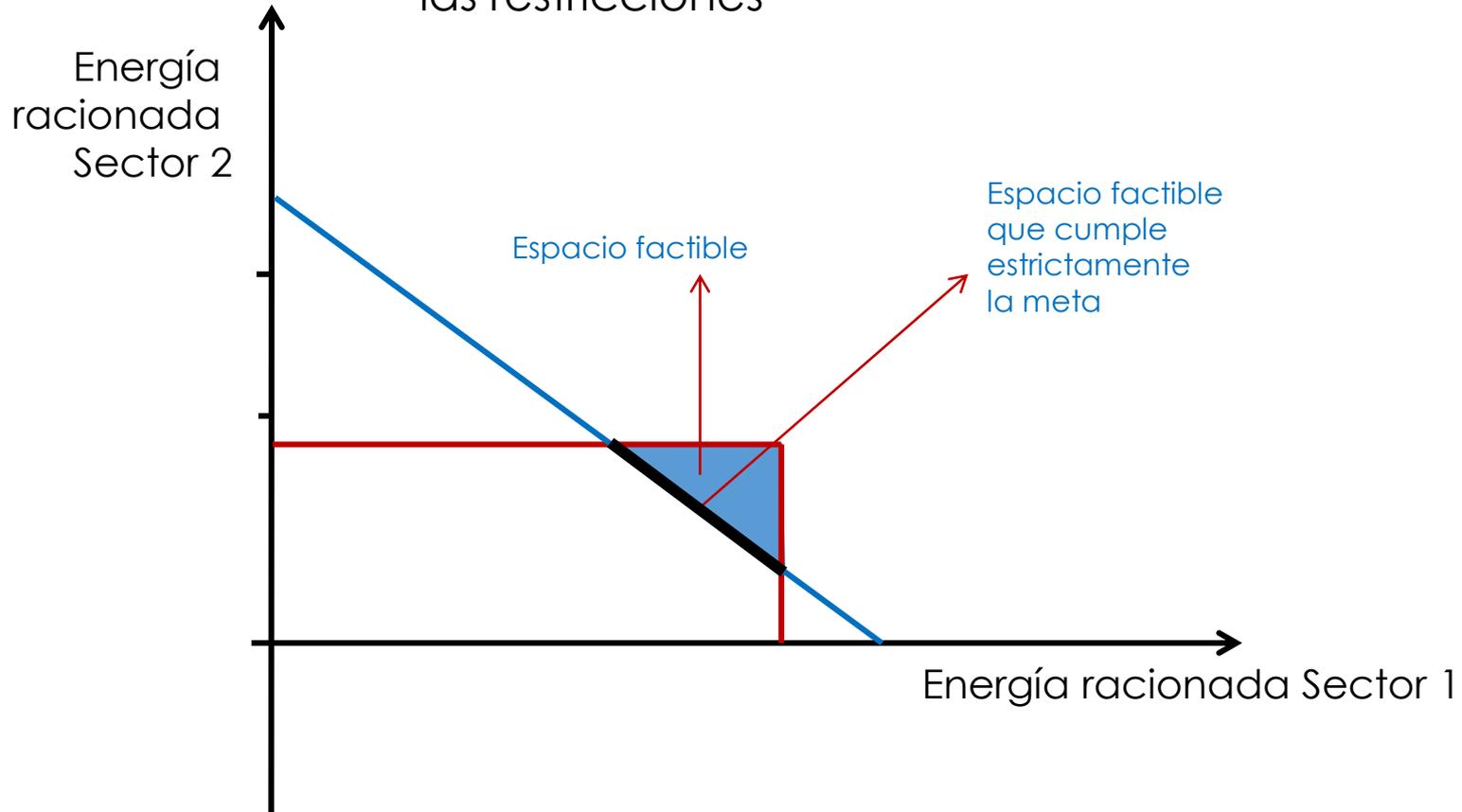
- El primer paso es determinar unas reglas o restricciones básicas para definir un espacio factible



# METODOLOGÍA

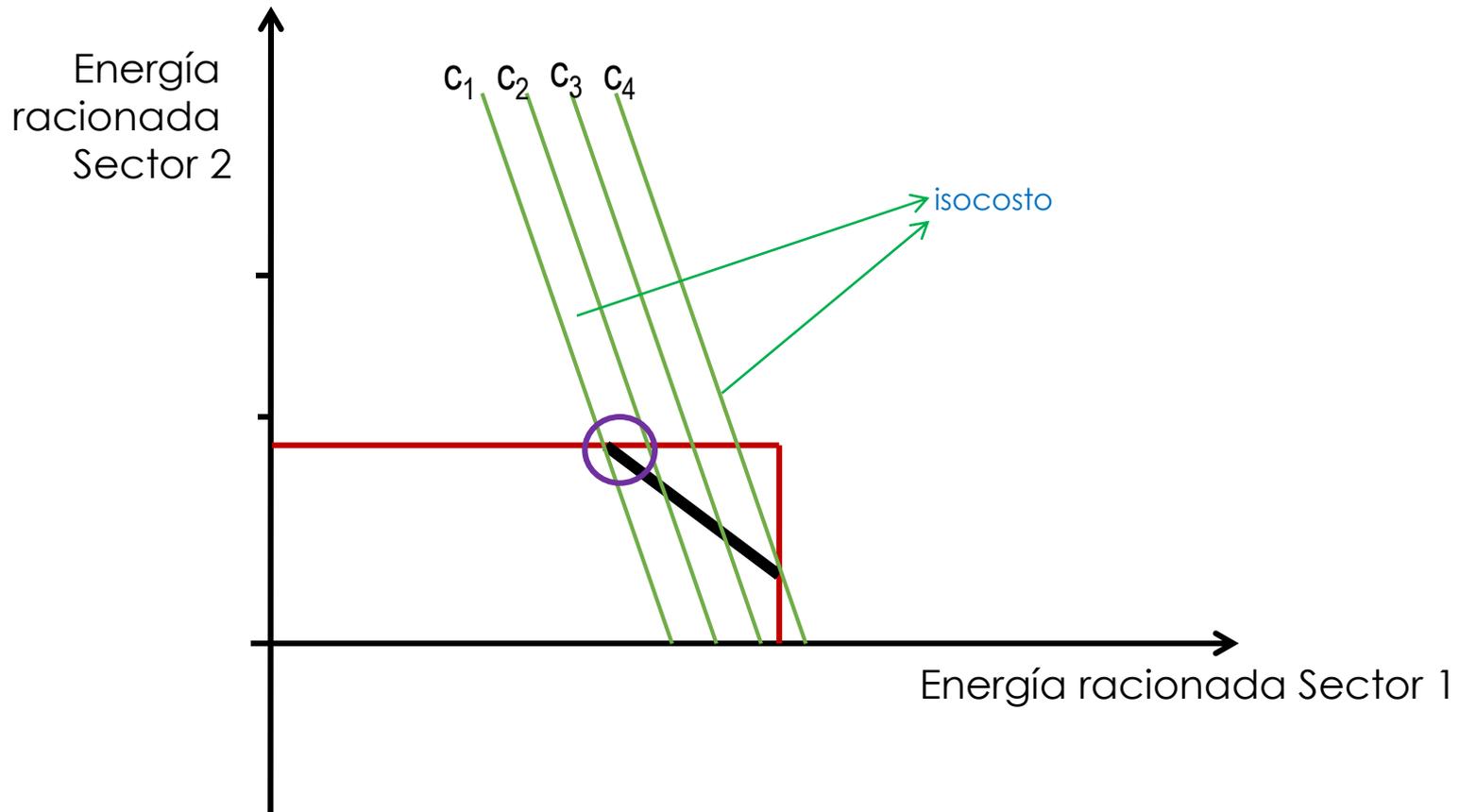
## Optimización

- Una vez se define la intensidad máxima de racionamiento y la cantidad de energía a racionar el espacio factible se forma con la intersección de las restricciones



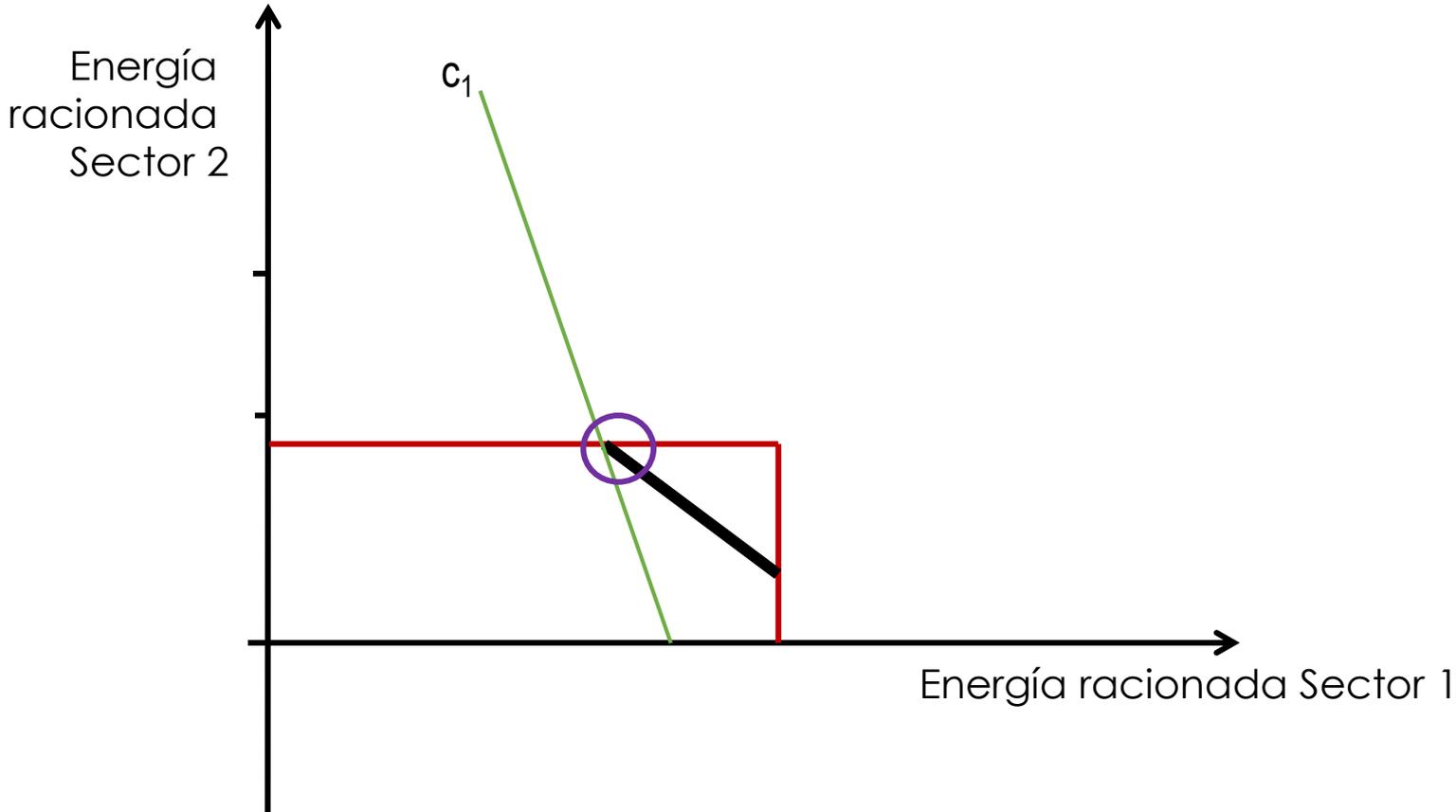
# METODOLOGÍA

## Optimización



# METODOLOGÍA

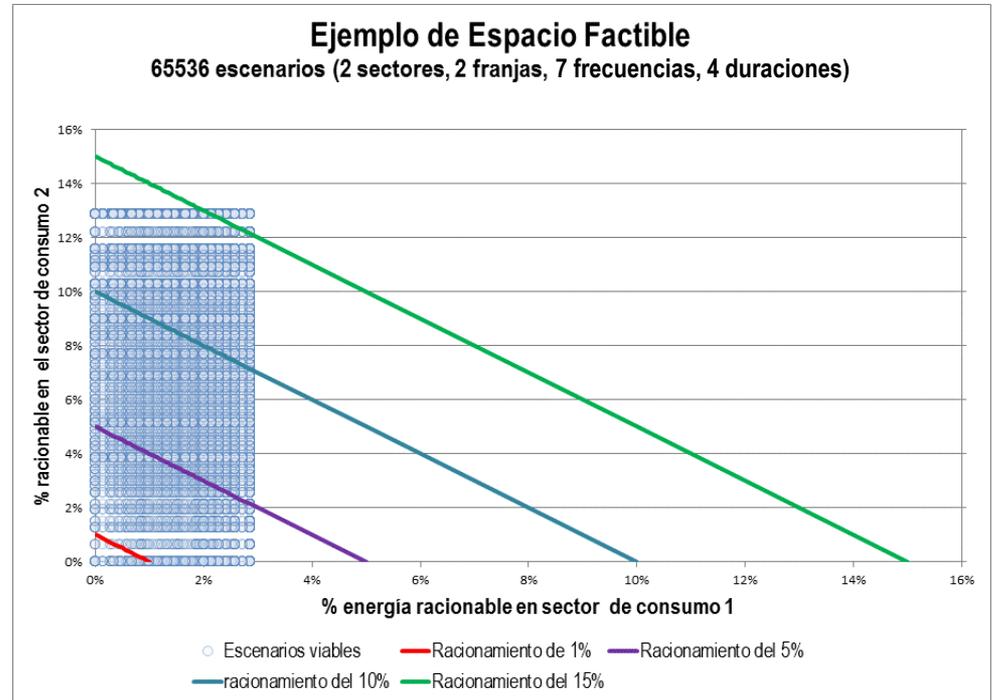
## Optimización



# METODOLOGÍA

## Ejemplo Optimización

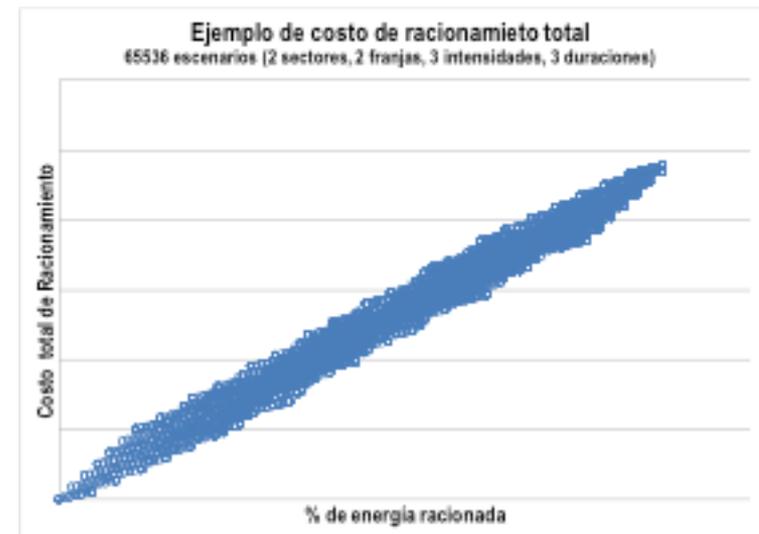
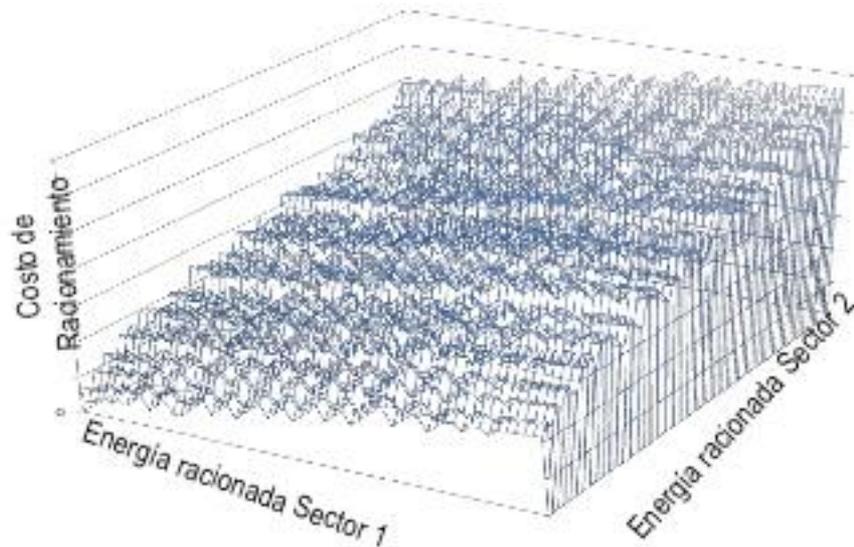
- Para ilustrar el método se simuló un ejemplo sencillo con dos sectores de consumo (uno que consume el 40% y otro el 60% de la energía)
- Se supuso una intensidad de máximo 6 horas de corte a la semana para un mismo usuario.
- Se consideraron 2 franjas de consumo de 12 horas cada una.
- Se supuso que los escenarios de racionamiento podrían ser de 1, 2, 3 ó 4 horas por corte; 1, 2, 3 ó 4 veces por semana.
- A cada sector se le asignó un costo de racionamiento relativo en cada franja.



# METODOLOGÍA

## Optimización

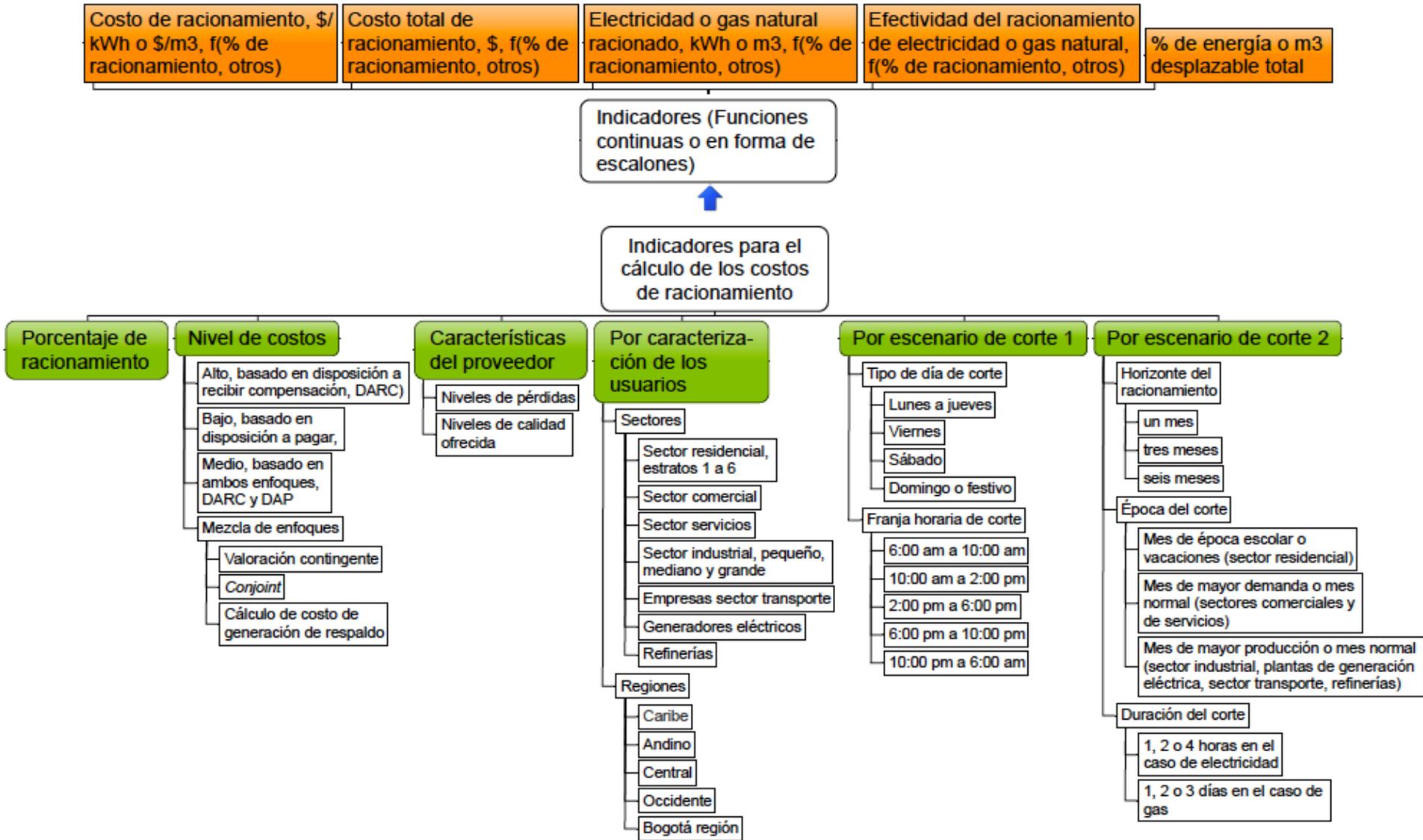
- Dentro de los posibles racionamientos con los que se alcanza cada nivel de ahorro energético, hay diferentes niveles de costo dependiendo de a qué usuarios se corta y en qué momento y para cada nivel hay un mínimo y un máximo de costo
- Las diferentes combinaciones de posibles racionamientos a cada sector acumulan un costo y una cantidad total de energía racionada.



- En este estudio se contemplan las siguientes características de los escenarios de interrupción:
  - 14 sectores de consumo (6 estratos, 3 tamaños industriales, comercial, servicios, transporte, refinería y generación eléctrica)
  - 5 franjas horarias (6-10; 10-14; 14-18; 18-22; 22-6)
  - 3 duraciones (1, 2 y 4 horas)
  - 3 frecuencias (1, 2 y 3 días por semana)
  - 3 periodos (1, 2 y 3 meses)
  - 5 tipos de día (lunes a jueves, viernes, sábado, domingo - festivo)



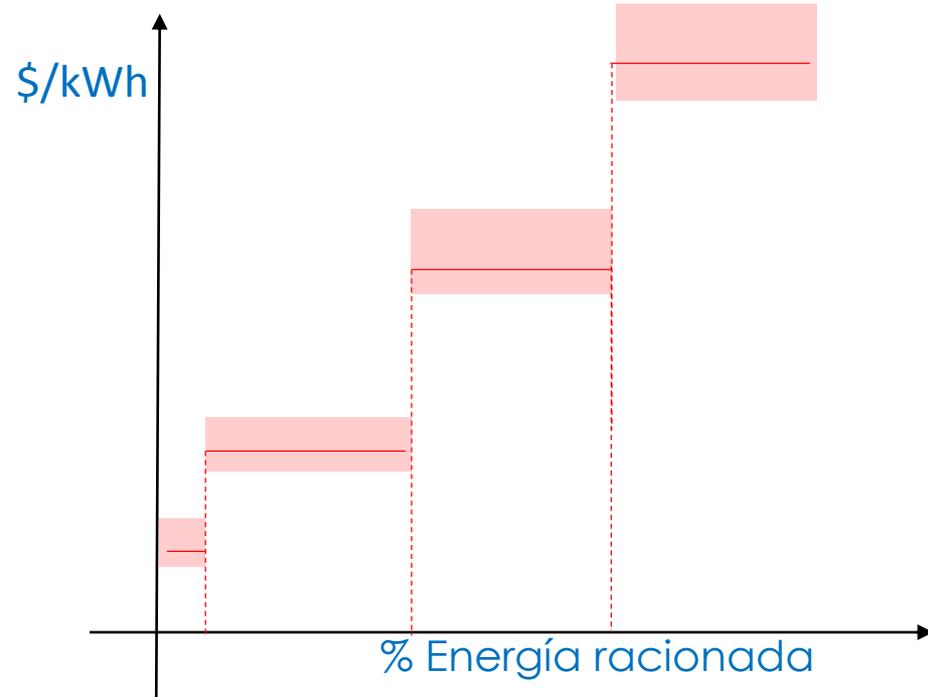
# METODOLOGÍA



# METODOLOGÍA

## Curva de costos de racionamiento

- El método permite contemplar una curva continua y no necesariamente escalones
- De ser posible, si la capacidad de Excel lo permite, se incorporará el cálculo de intervalos de confianza y se calcularán las simulaciones para diferentes percentiles de probabilidad.
- Si además se tiene en cuenta corridas con disposición a pagar y disposición a ser compensado se podrán tener rangos en la curva de costos mínimos



**GRACIAS!**

