

TALLER DE CAPACITACIÓN

# “Regulación del Servicio Público de Gas Natural en la República Argentina”

Agosto 2020



## ENCUENTRO 3

# Aspectos técnicos de la industria del gas natural

Dr. Ing. Raúl D. Bertero  
rbertero@fi.uba.ar



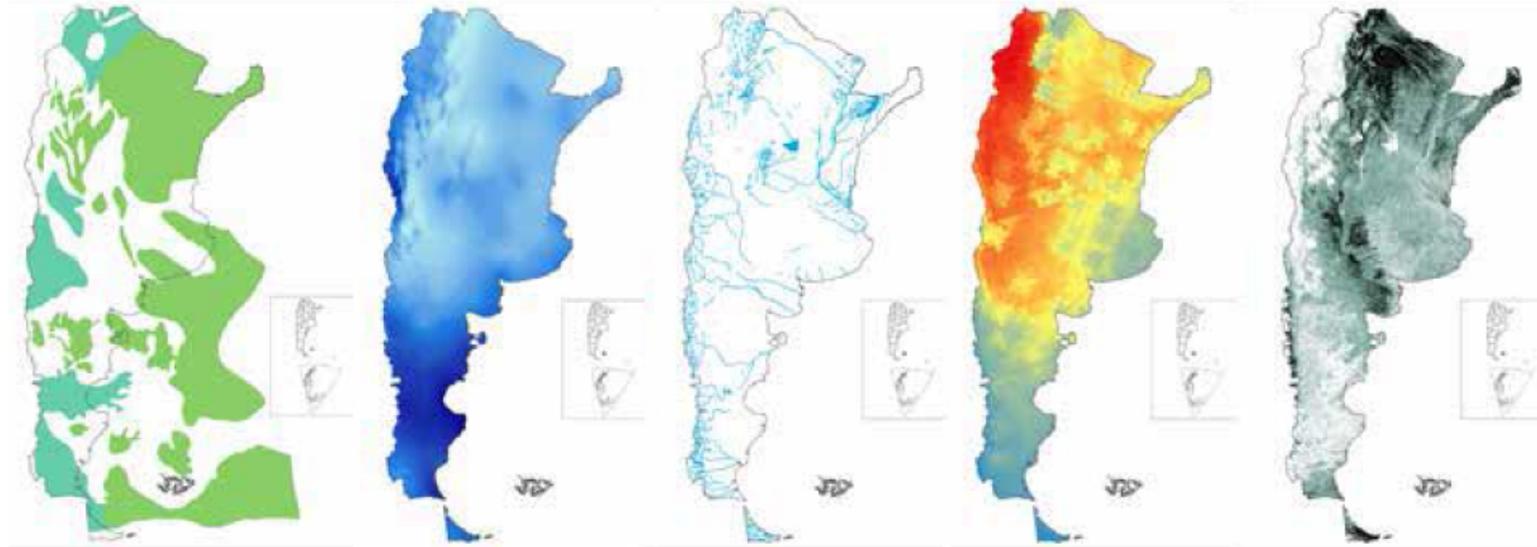
# Aspectos Técnicos de la Industria del Gas Natural en la República Argentina – Encuentro 3

- Matriz energética y gas natural en Argentina
- ¿Qué es el gas natural? ¿Cómo se produce?
- Oferta, Demanda y Organización del gas natural en Argentina
- Despacho de gas y factor de carga

# Aspectos Técnicos de la Industria del Gas Natural en la República Argentina – Encuentro 3

- Matriz energética y gas natural en Argentina

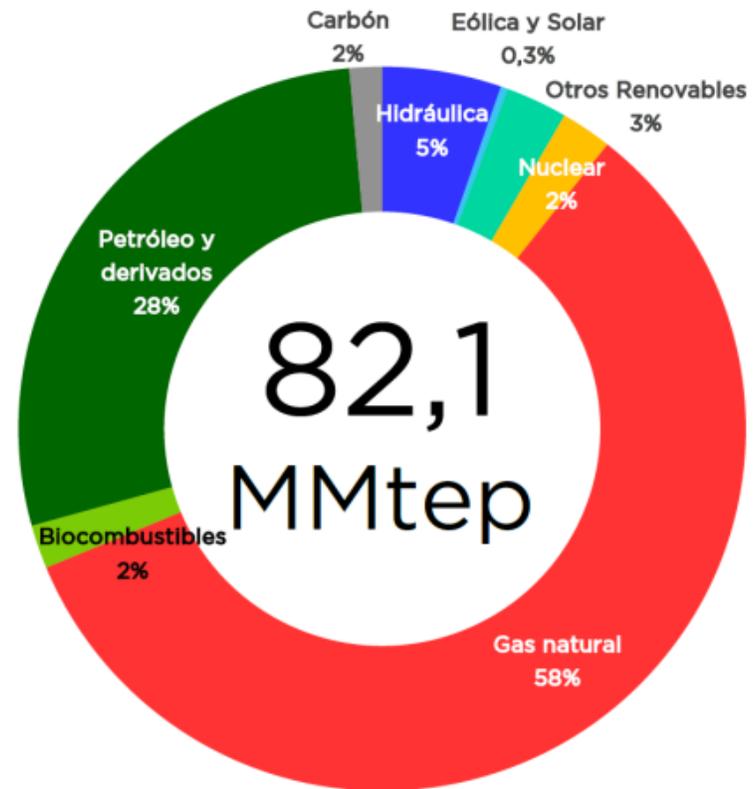
# Recursos energéticos en Argentina



Cuencas de hidrocarburos, viento, hidro, solar, biomasa

# Oferta Interna total de energía primaria(2018)

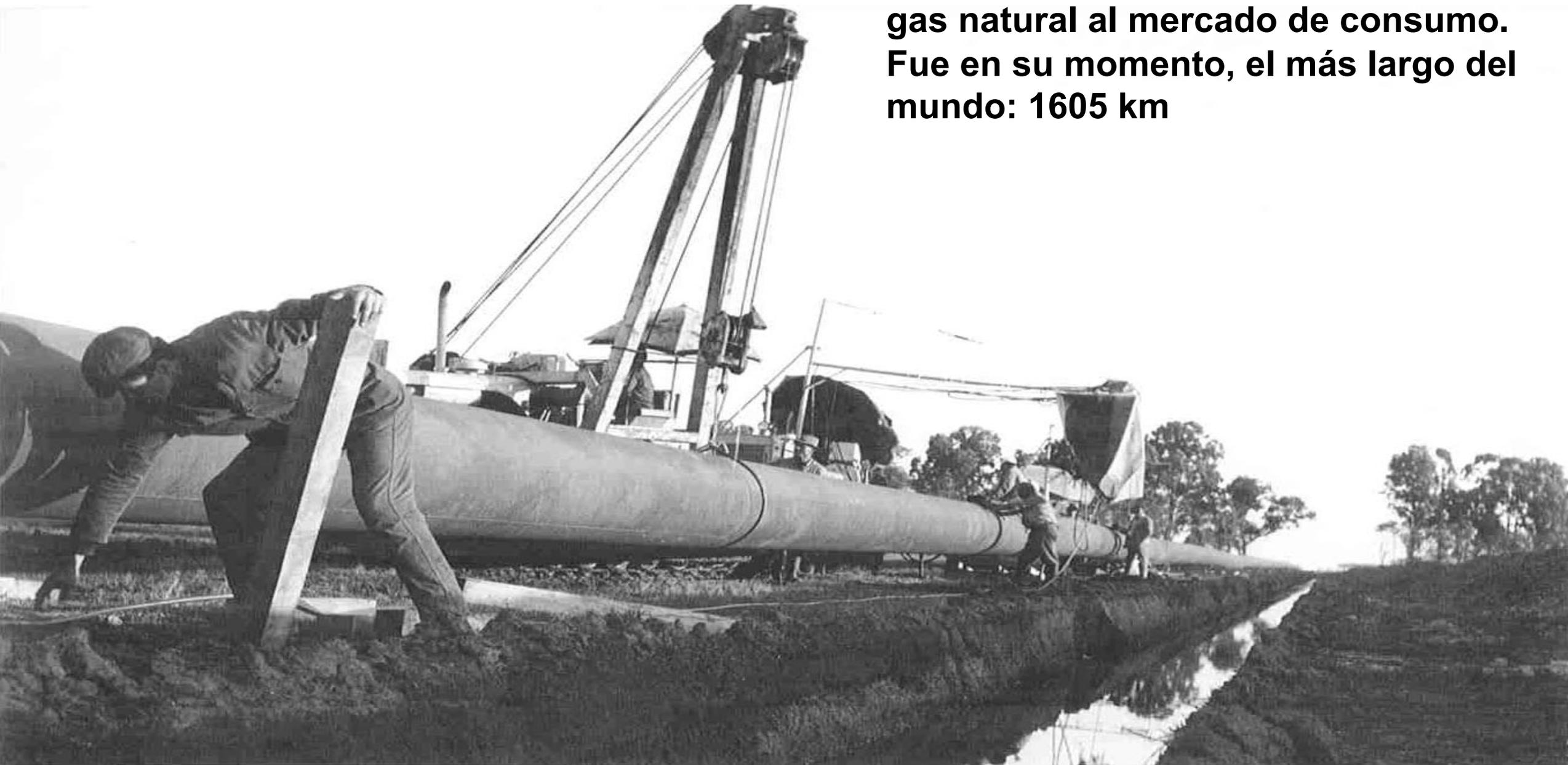
Gráfico N° 6-1: Oferta interna total de energía – Año base 2018



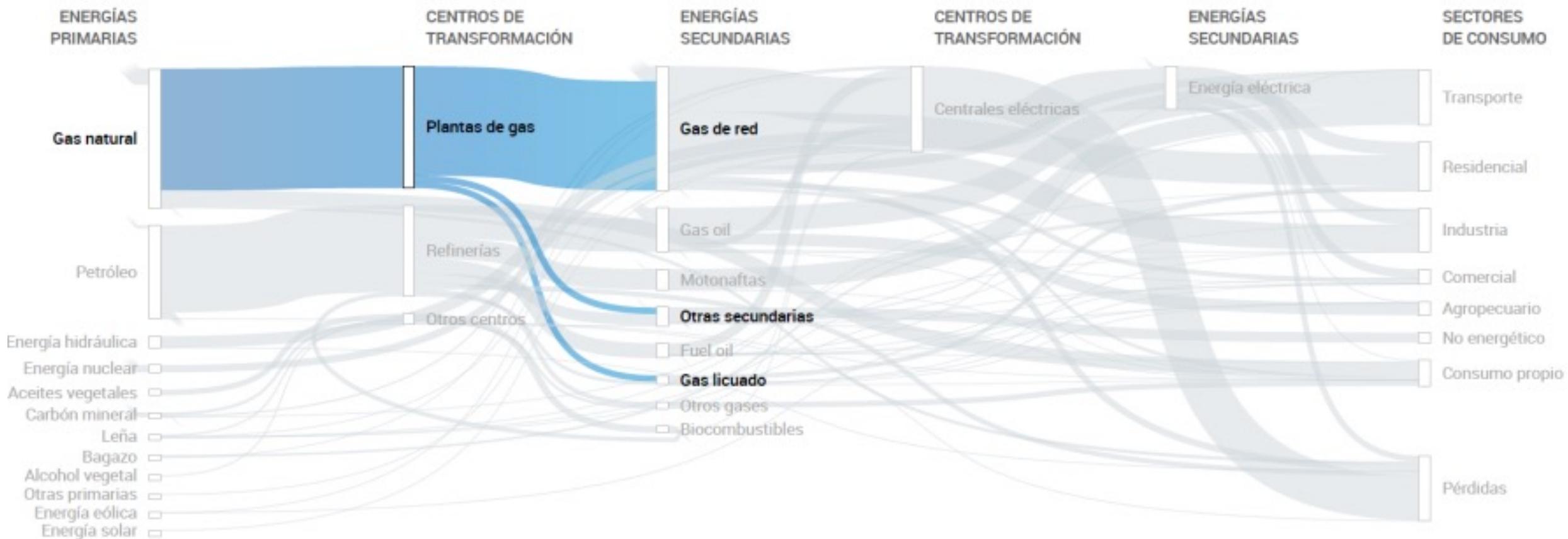
Gas Natural 58% de la oferta de energía primaria

Fuente: SSPE-Secretaría de Gobierno de Energía - Ministerio de Hacienda

**1949 - El gasoducto Comodoro Rivadavia-Buenos Aires introduce el gas natural al mercado de consumo. Fue en su momento, el más largo del mundo: 1605 km**

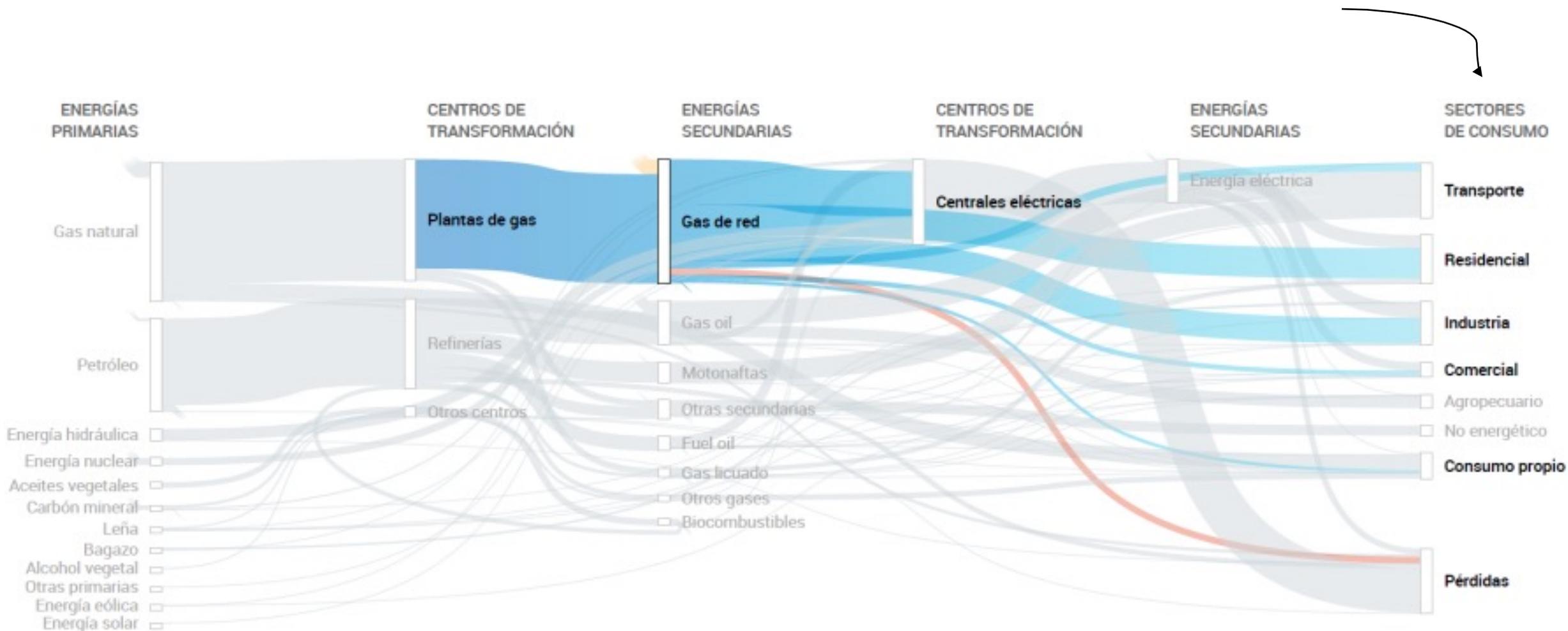


# Matriz energética argentina dependiente del gas natural



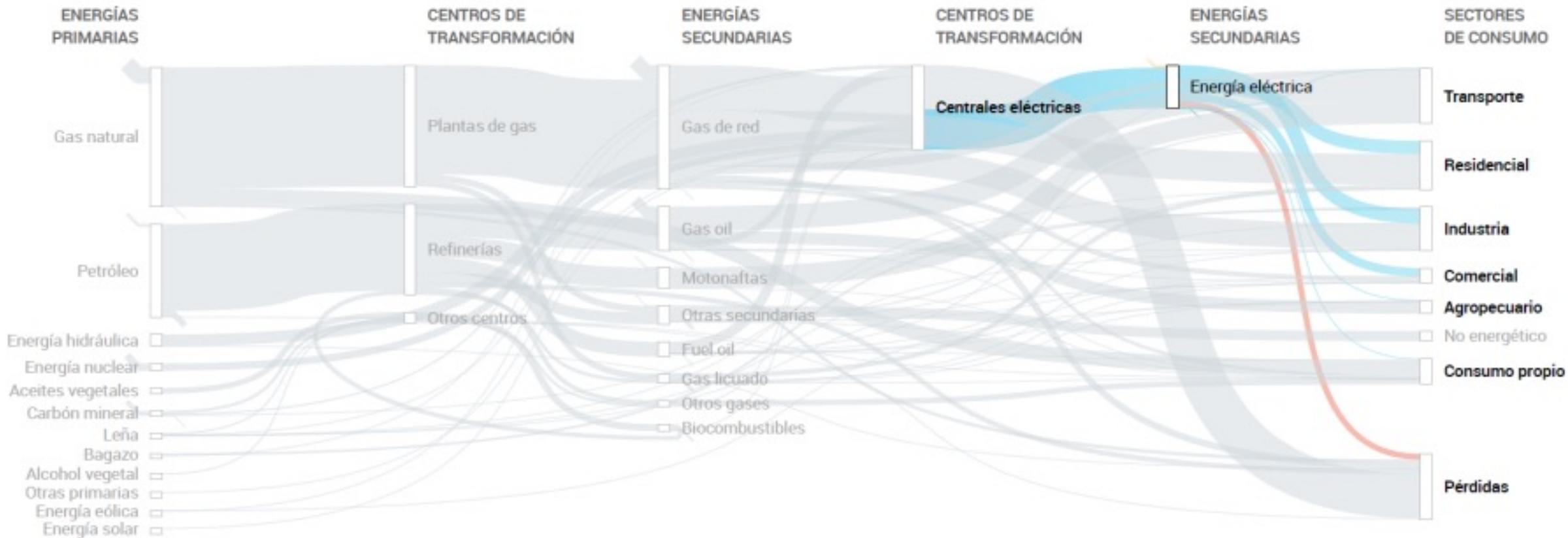
# Matriz energética argentina dependiente del gas natural

El consumo residencial e industrial es básicamente gas natural



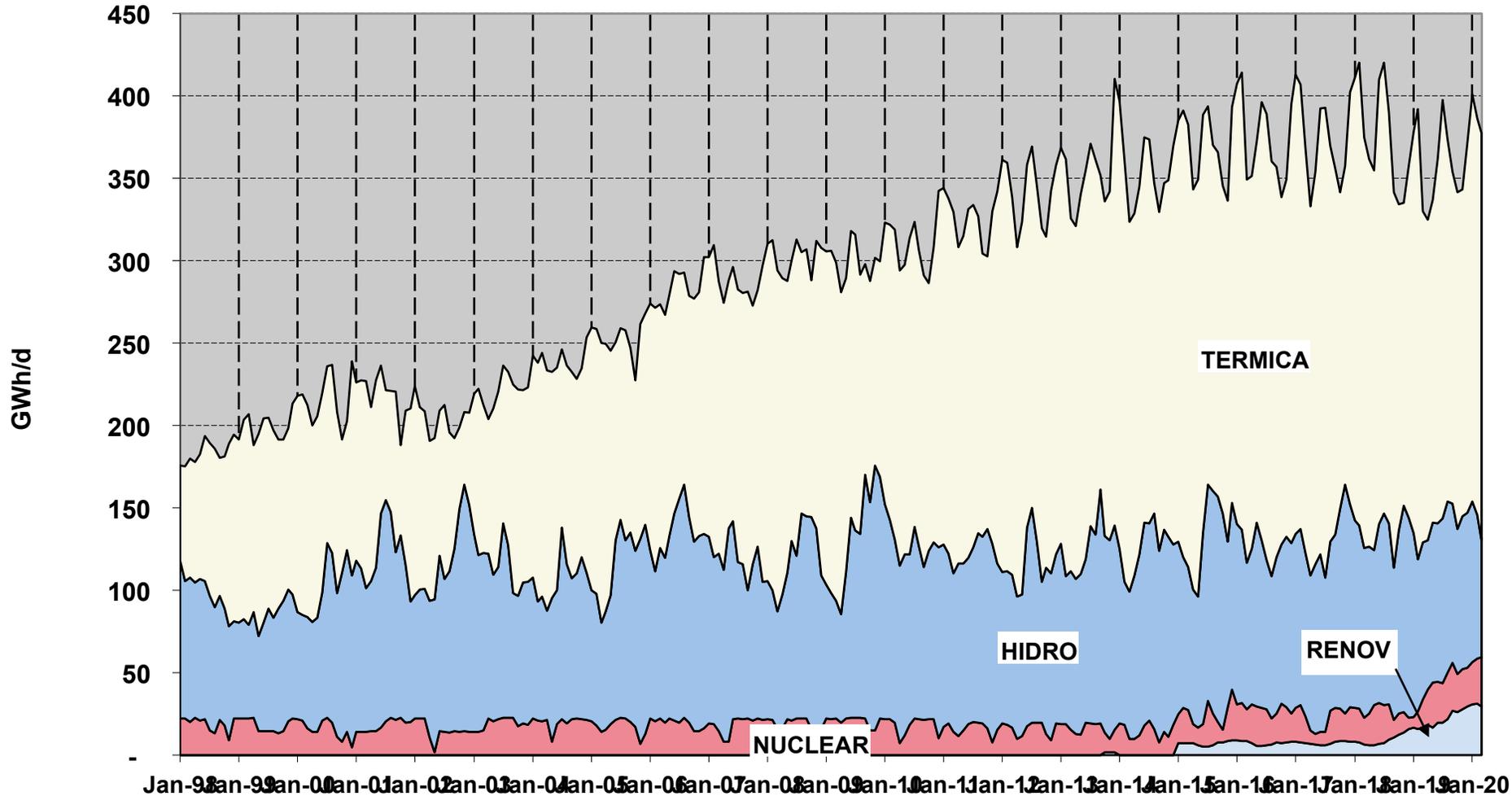
# Matriz energética argentina dependiente del gas natural

Con un parte mayoritaria de la generación de electricidad por centrales térmicas



# Demanda y oferta de energía eléctrica (1998-2020)

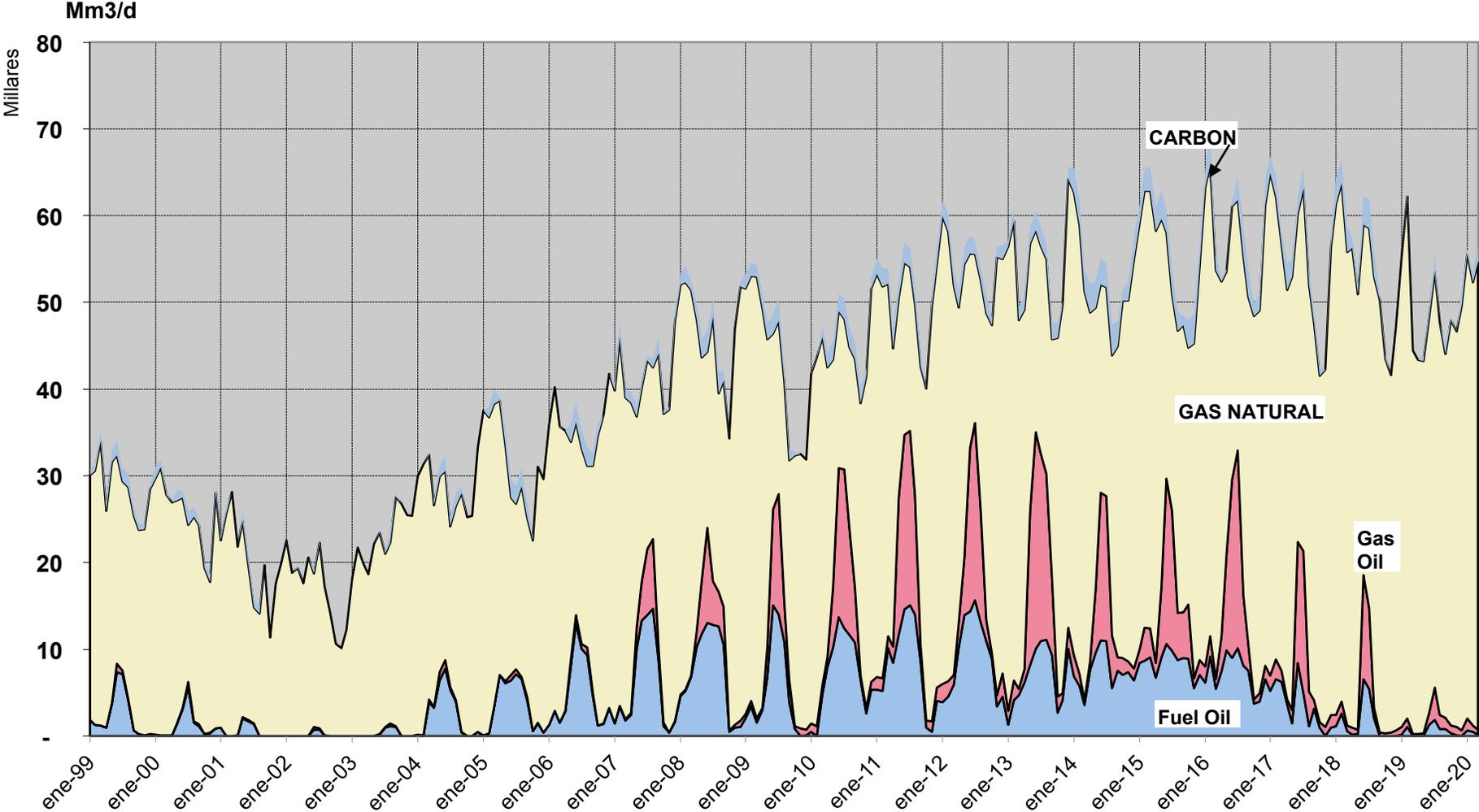
## DEMANDA y OFERTA DE ENERGÍA ELECTRICA



Doble pico de consumo anual (verano-invierno)

El crecimiento de la demanda fue cubierto por el incremento de generación térmica (financiación y plazos del resto de los proyecto salvo renovables)

# Combustible utilizado para la generación térmica (1999-2020)



Los picos invernales se cubren con gas oil y fuel oil (Precio y ambiente)

Máximos de demanda de 70 MMm3/d

2019-2020 aliviado por crecimiento de la oferta y disminución de la demanda por precios

# Aspectos Técnicos de la Industria del Gas Natural en la República Argentina – Encuentro 3

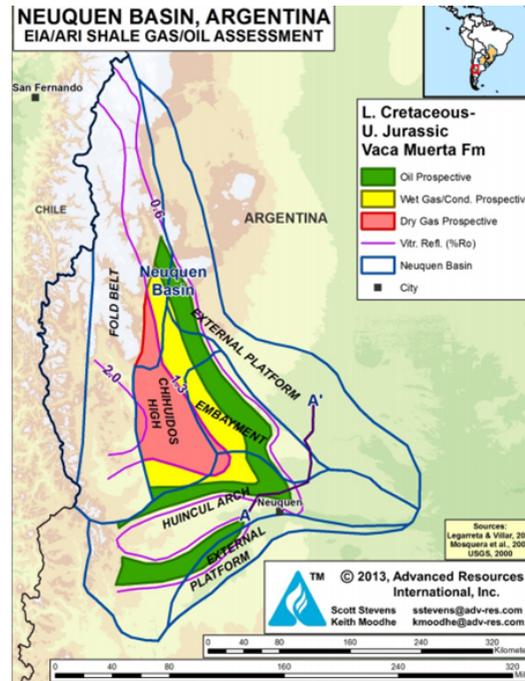
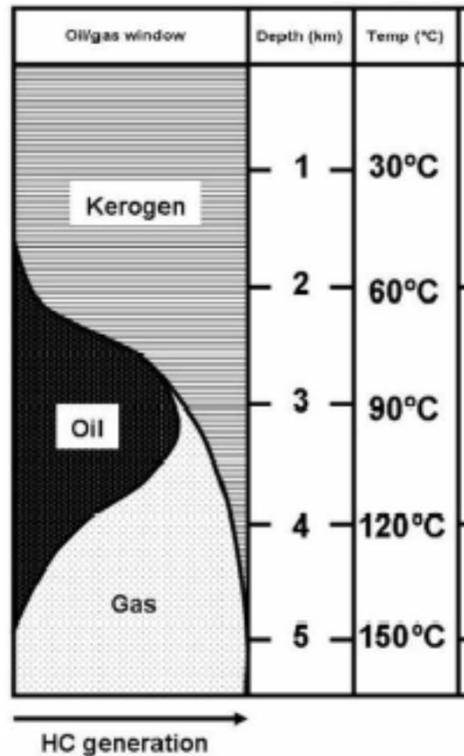
- ¿Qué es el gas natural? ¿Cómo se produce?

**Gas Natural** está compuesto por distintos gases, primordialmente **metano**, es el más “**limpio**” entre los combustibles fósiles, al ser quemado emite menos de la mitad de dióxido de carbono  $\text{CO}_2$  a la atmósfera que el petróleo y el carbón



# TIPOS DE GAS NATURAL

- **GAS NATURAL LIBRE:** principalmente metano; en general no contiene condensables (gas seco)
- **GAS NATURAL ASOCIADO:** generalmente contiene fracciones de hidrocarburos líquidos ligeros o condensables (gas húmedo)



Ejemplo: Vaca Muerta - Argentina

# TIPOS DE GAS NATURAL

Ley de los gases ideales

$$\frac{P \times V}{T} = cte$$

- **GNC:** Gas natural comprimido (aprox. 90% metano)

P = 250 bar - Reduzco el volumen 250 veces



- **GNL:** Gas natural licuado (aprox. 95% metano)

T = - 162 °C pasa a la estado líquido – Reduzco el volumen 600 veces



# TIPOS DE GAS NATURAL

- **BIOGAS :**

Gas obtenido de fuentes renovables por procesos de digestión anaeróbica de materia orgánica, cuyos componentes principales son metano y dióxido de carbono.

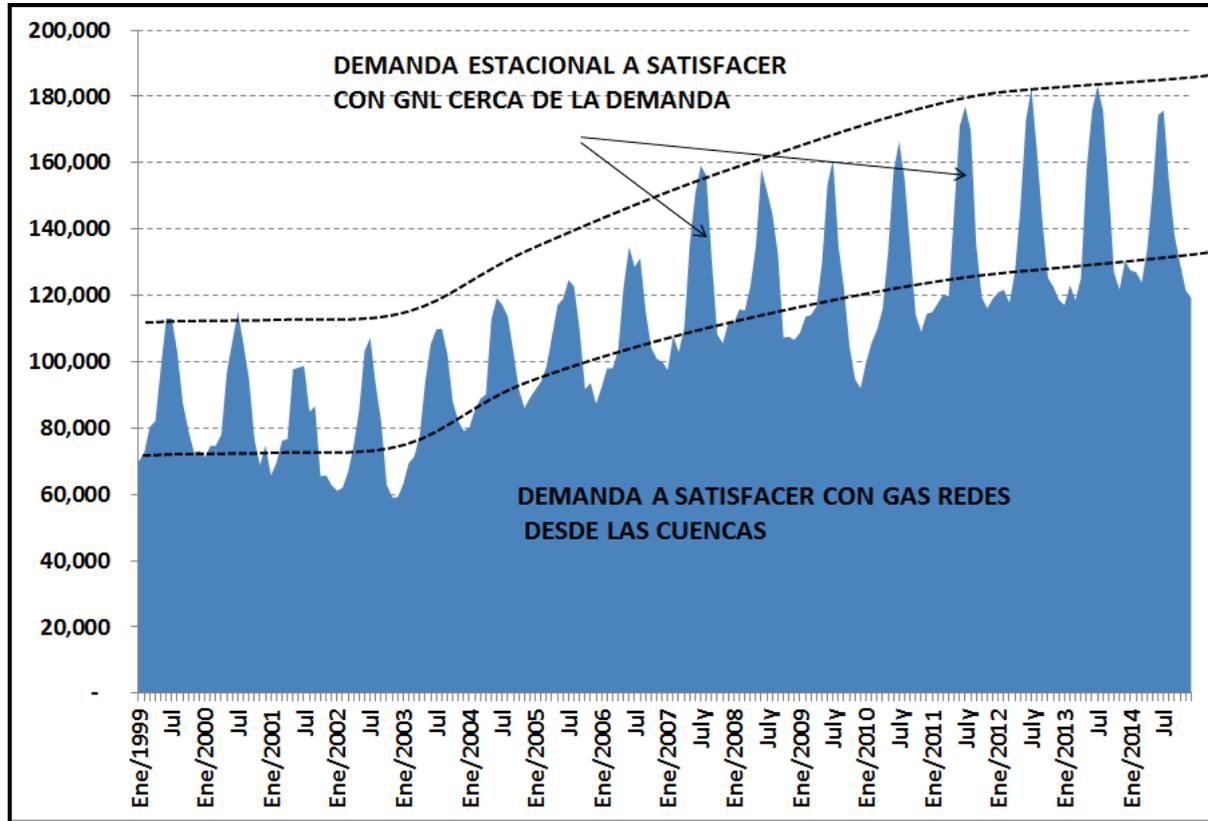
Potencial para lugares aislados con poca demanda combinando con desarrollo agrícola y gasoducto virtual (camión + GNL)

	RSU	PTAS	FERM. (*)
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	41,00	35,31	35,00
Hidrocarburos no saturados (C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> )	0,00	0,00	0,00
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	1,00	0,07	1,00
Monóxido de carbono (CO)	0,00	0,00	0,00
Hidrógeno (H <sub>2</sub> )	0,00	0,08	0,00
Metano (CH <sub>4</sub> )	54,00	63,80	60,50
Etano y superiores (>C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	0,00	0,00	0,00
Nitrógeno (N <sub>2</sub> )	2,50	0,74	3,00
Hidróxido de Azufre (H <sub>2</sub> S), ppm.	100	1.500	8.000
PCS (Kcal/m <sup>3</sup> S)	4.855	5.736	5.482
Densidad (Aire=1)	0,976	0,899	0,914

RSU, lodos de aguas servidas (PTAS) y fermentación de líquidos o sólidos de origen agrícola, animal o industrial (FERM)



# FUNCIÓN QUE CUMPLEN LAS TERMINALES DE GNL EN LOS MERCADOS



Demanda de gas natural mensual promedio diario total no restringida en Argentina (1999-2014). Utilización del GNL

- Plantas de GNL para abastecer toda la demanda de gas natural (Chile – Uruguay – Rep.Dominicana)
- Plantas de GNL para cubrir la demanda de generación térmica excepcional (Brasil – Colombia)
- Plantas de GNL para cubrir la demanda residencial invernal (Argentina)

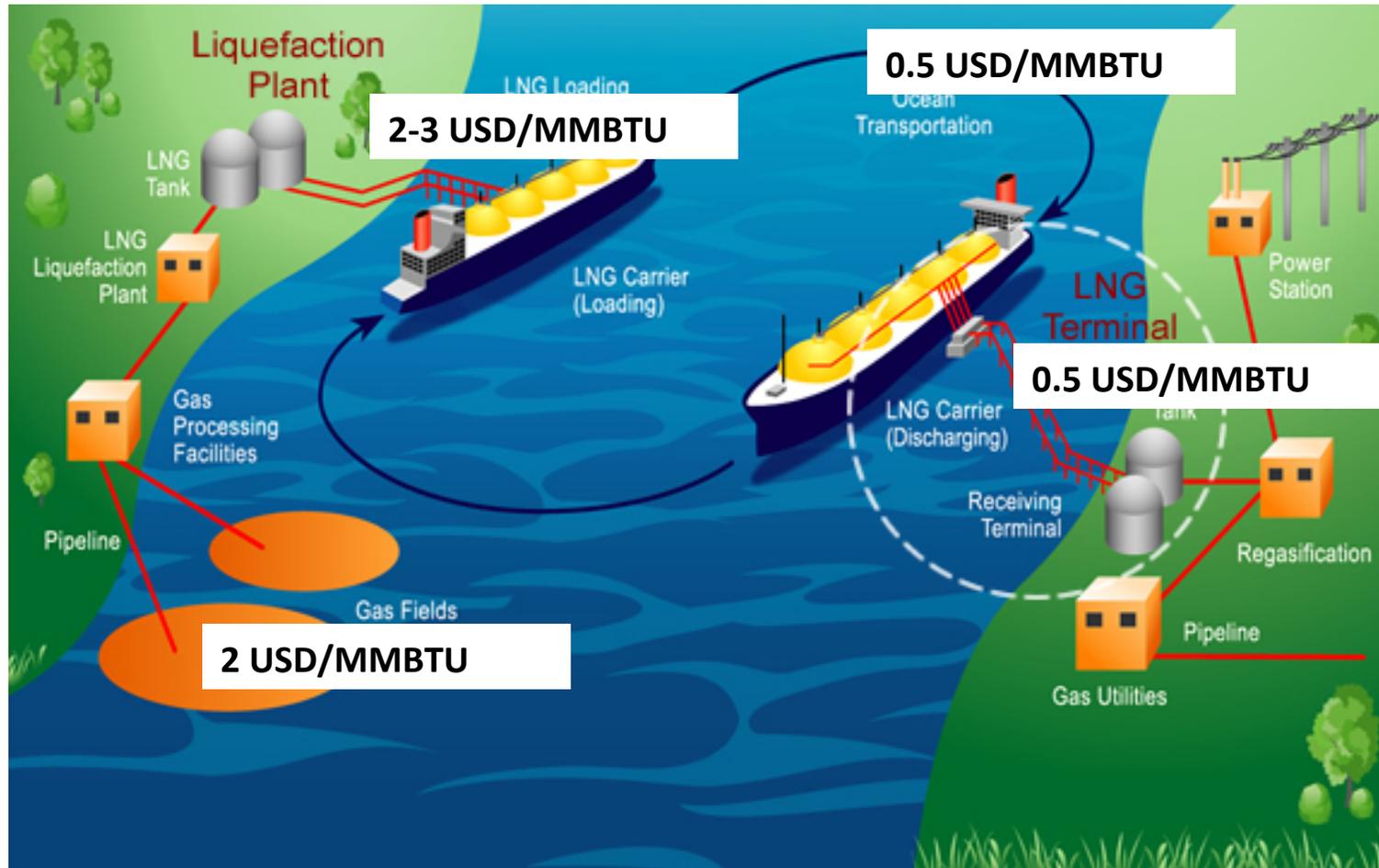


## GNL ESCOBAR

Desde 2011 segunda terminal de Argentina cerca del anillo de Buenos Aires y CT de Campana y Rosario



# COSTO DE PRODUCCION DE GNL



COSTO DE PRODUCCION – LICUEFACCION – TRANSPORTE Y REGASIFICACIÓN GNL

5 – 6 USD/MMBTU

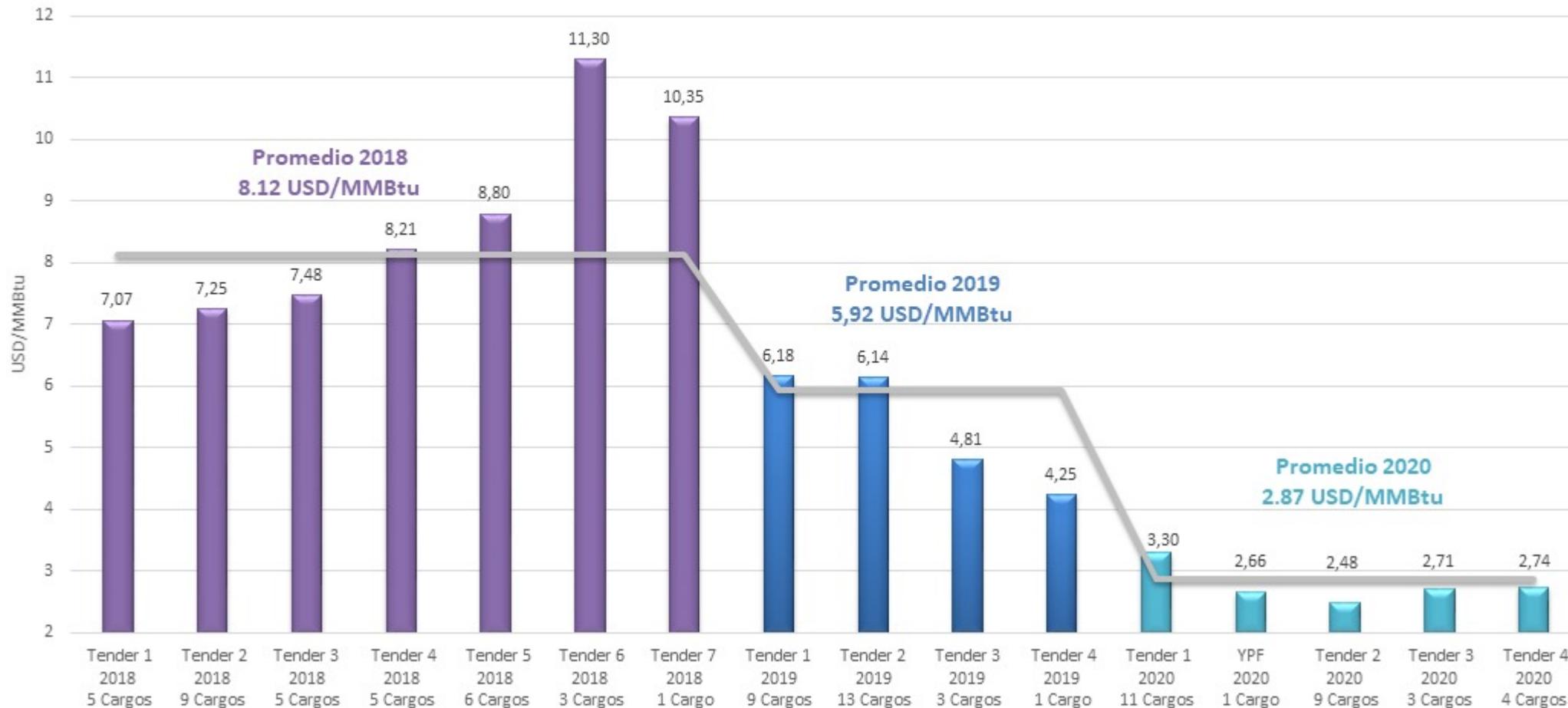
Tener GN a 2 US/MMBTU es una enorme ventaja competitiva para la industria local

# PRECIOS DE COMPRA DEL GNL POR IEASA (Ex ENARSA)

## Comparación Tenders de la Terminal Escobar - Precios promedio 2018 - 2020

Para los cargamentos recibidos se tomaron precios al momento de cada descarga.

Para los cargamentos a descargarse se utilizó cotización al cierre del 06/07/2020.



Escobar llegó a inyectar este año 2020 22.1 MMm3/d

Precios por debajo del costo por la caída de la demanda

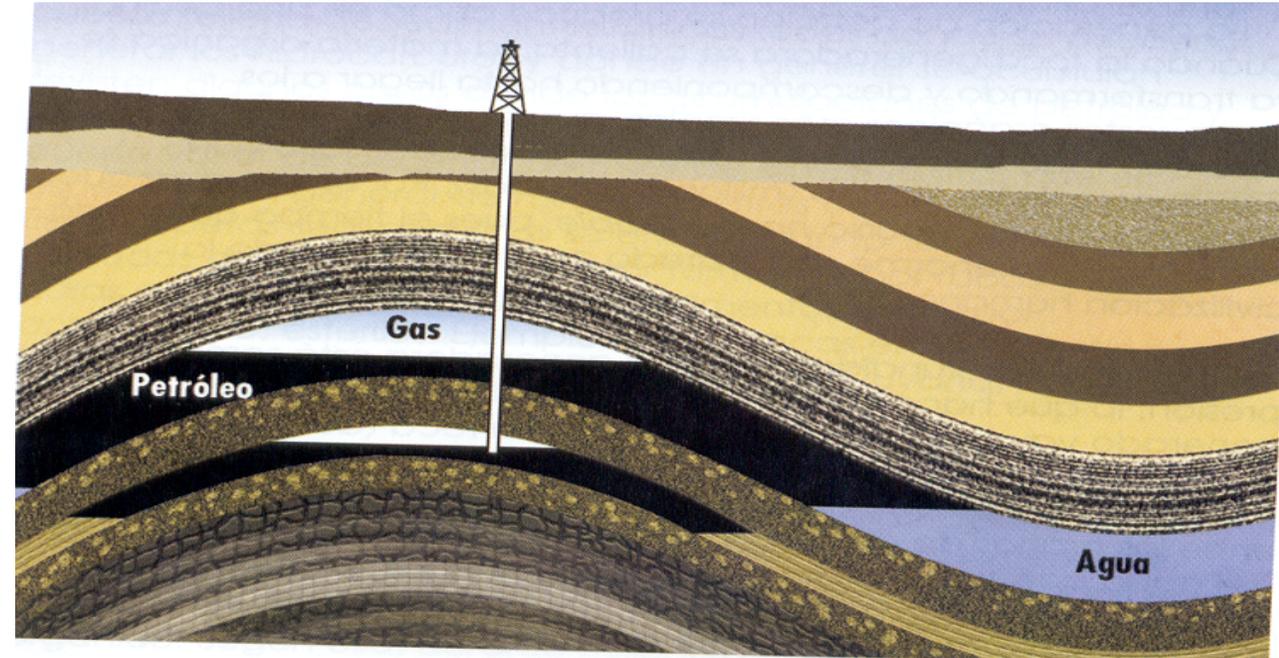
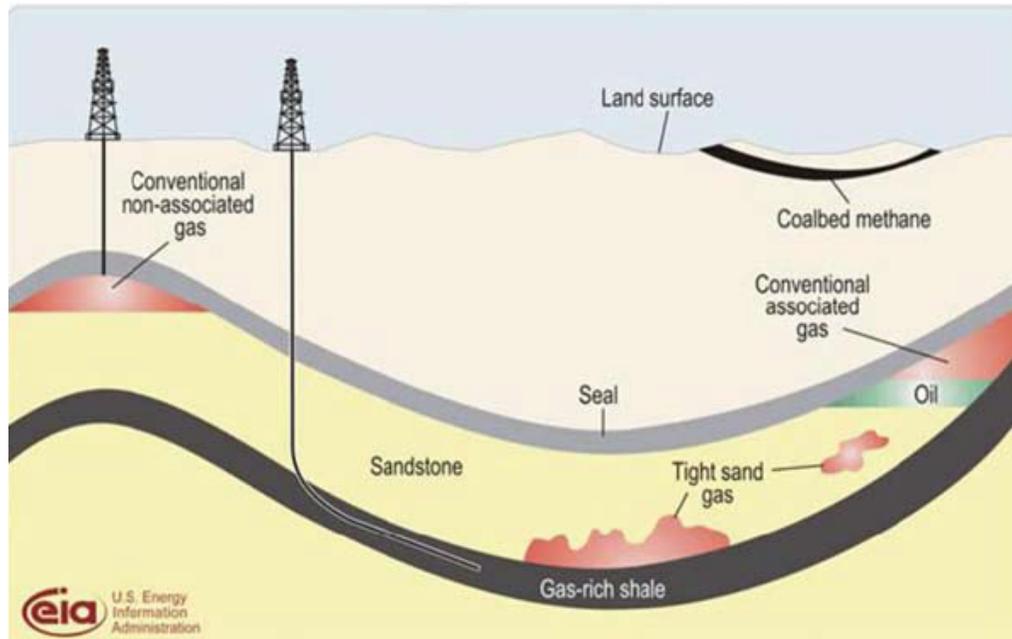
Si este precio se mantuviera conviene cubrir la demanda invernal con GNL

Retirar el barco de Bahía Blanca fue negativo

# Producción de GAS NATURAL

➔ **Hidrocarburos:** petróleo, gas natural, carbón

✓ Restos orgánicos de plantas y animales que -a cierta temperatura y presión- a lo largo de los años se convierten en **fósiles** y sirven como **combustibles**



**Gas de reservorios convencionales y no convencionales**

**Gas Off-shore**

# Gas no convencional – Perforación horizontal y fractura hidráulica

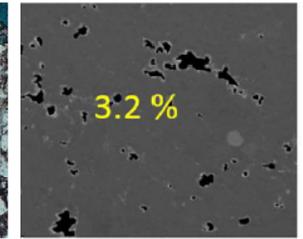
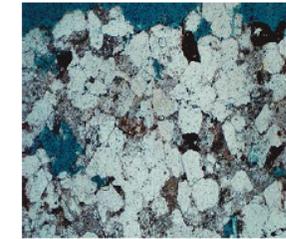
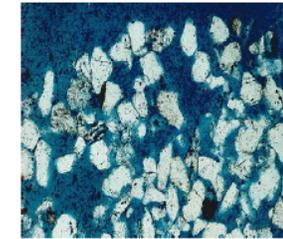
## CONVENCIONALES

- Hidrocarburo entrampado
- Alta porosidad efectiva
- Buena permeabilidad
- Mayor riesgo exploratorio
- Fáciles de desarrollar
- Condiciones de flujo favorables

## NO CONVENCIONALES

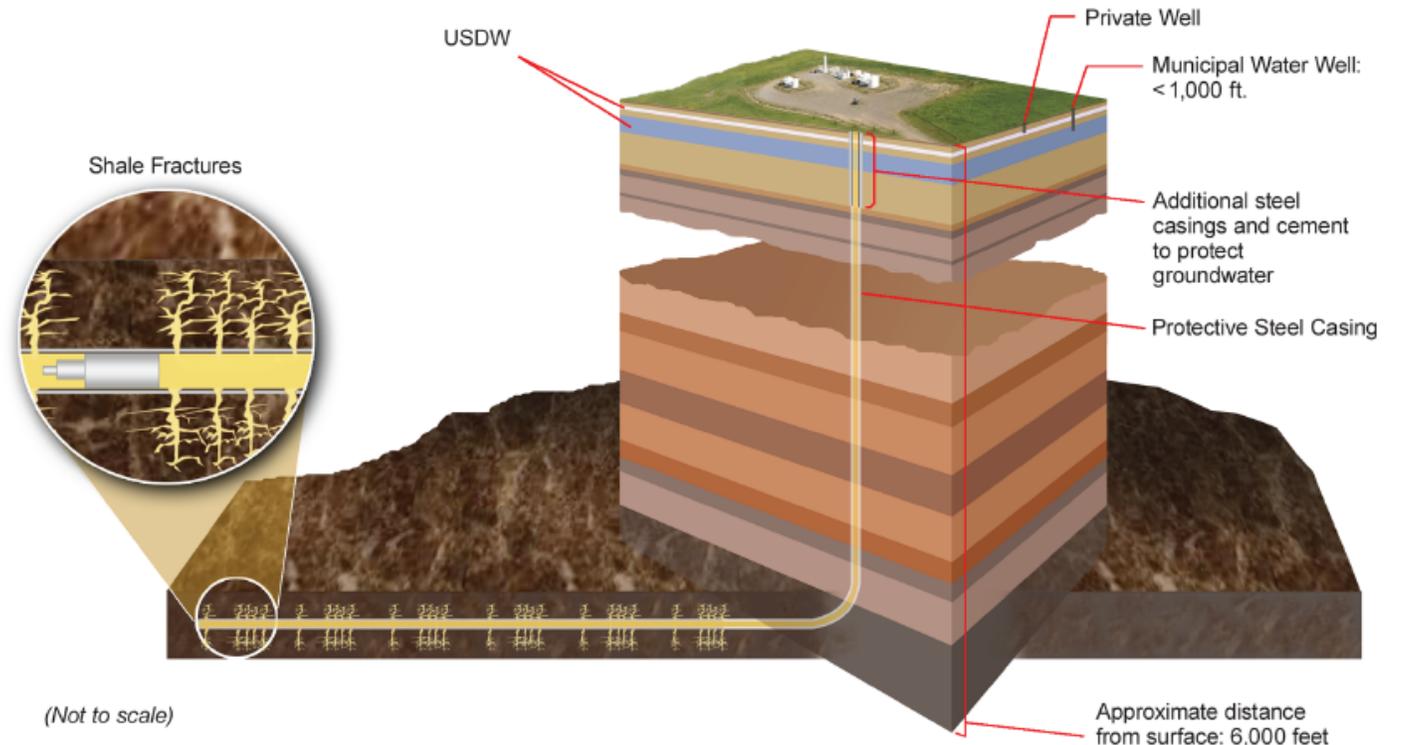
- Baja porosidad efectiva
- Baja permeabilidad
- Menor riesgo exploratorio
- Condiciones de flujo no favorables (estimulación)

	GAS CONVENCIONAL	TIGHT GAS	SHALE GAS
Permeabilidad	Darcy	miliDarcy	nanodarcies
F. de Recup.	60-80%	8-30%	Depende de la técnica aplicada



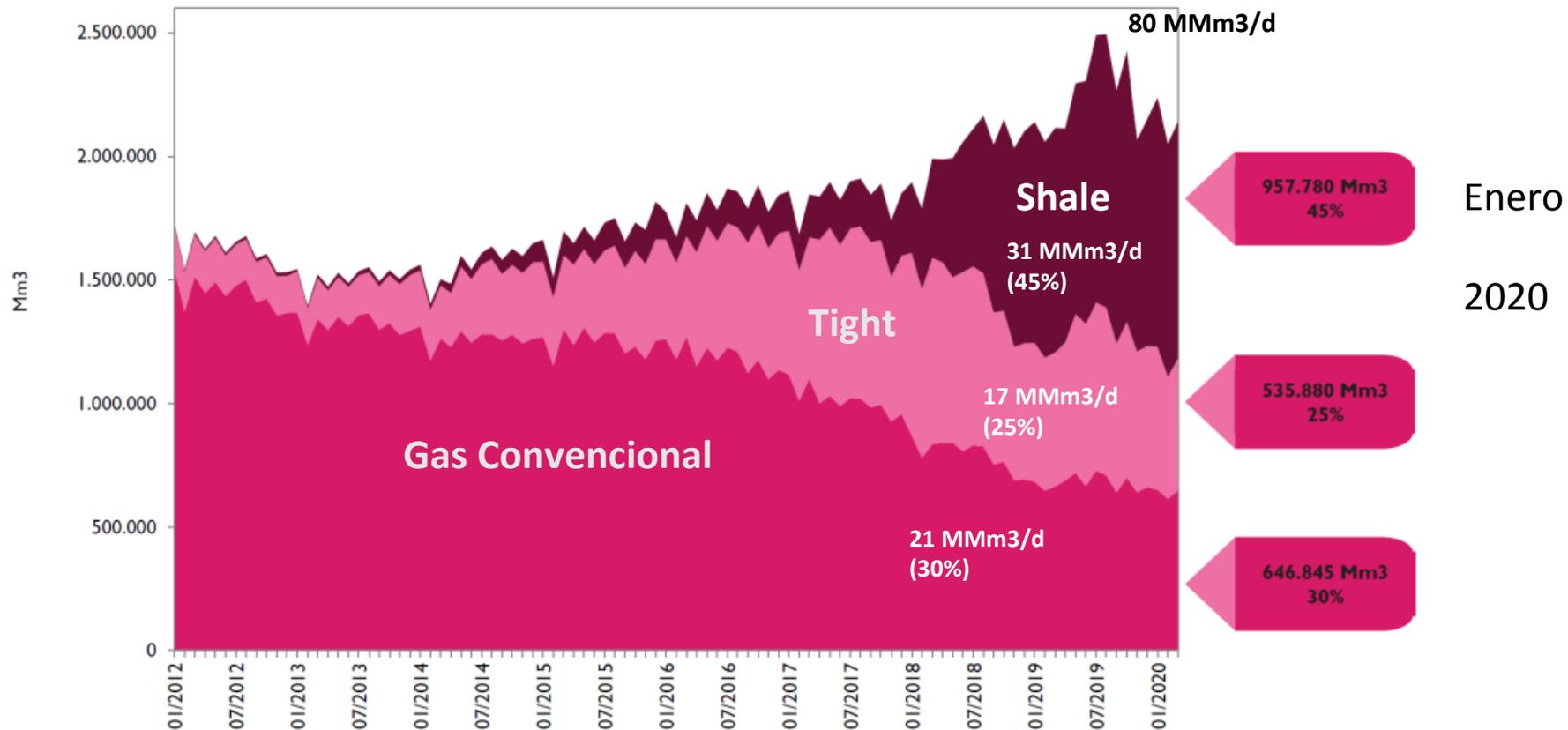
## ■ Perforación Horizontal

## ■ Fractura Hidráulica



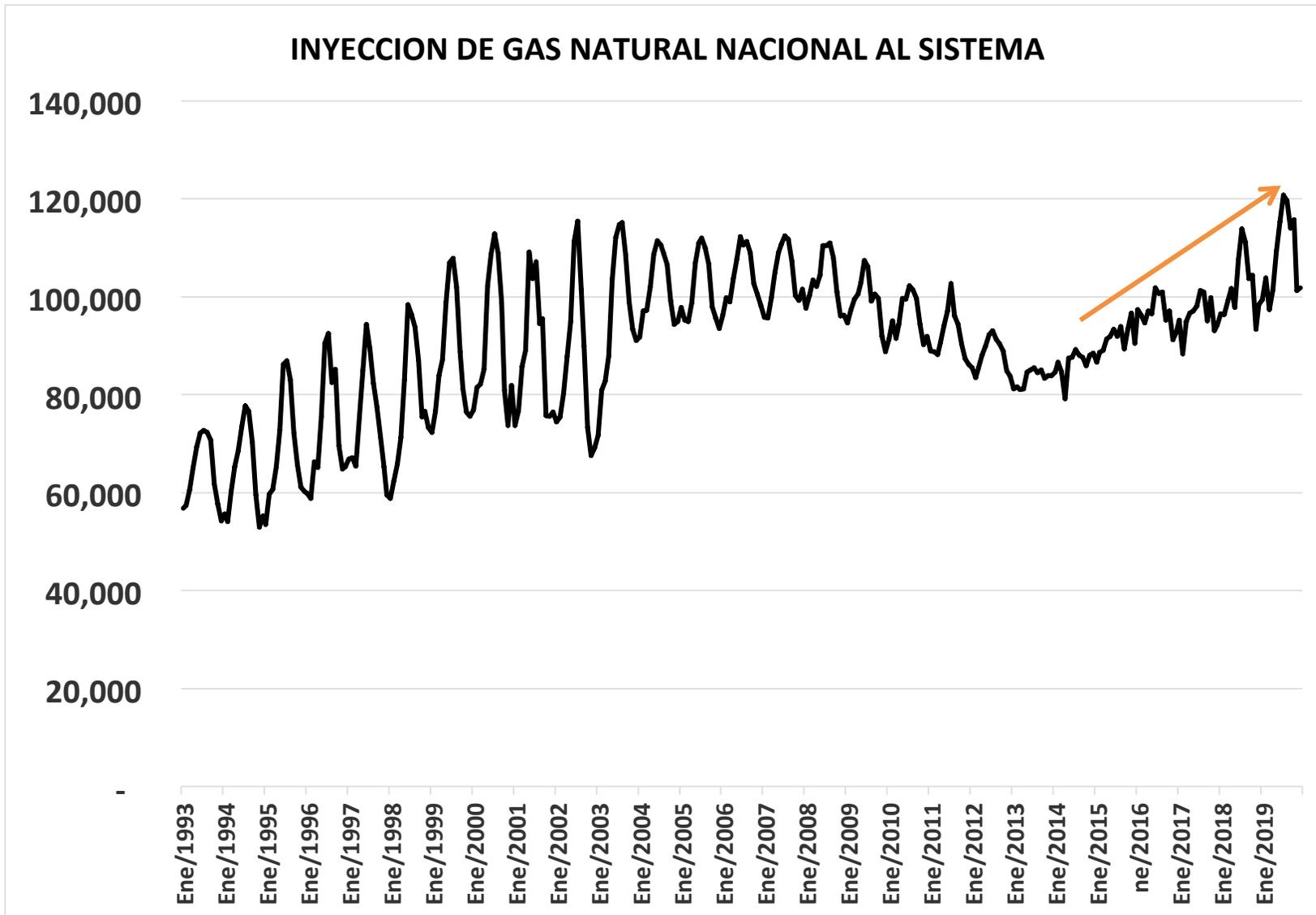
# Producción bruta de gas de Neuquen (2012-2020)

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN BRUTA DE GAS A ENERO 2020



En poco más de un año Tecpetrol está produciendo 14 MMm3/d con un subsidio estatal con un precio de 7 USD/MMBTU

## Inyección de Gas Natural Nacional al Sistema (1993-2019)



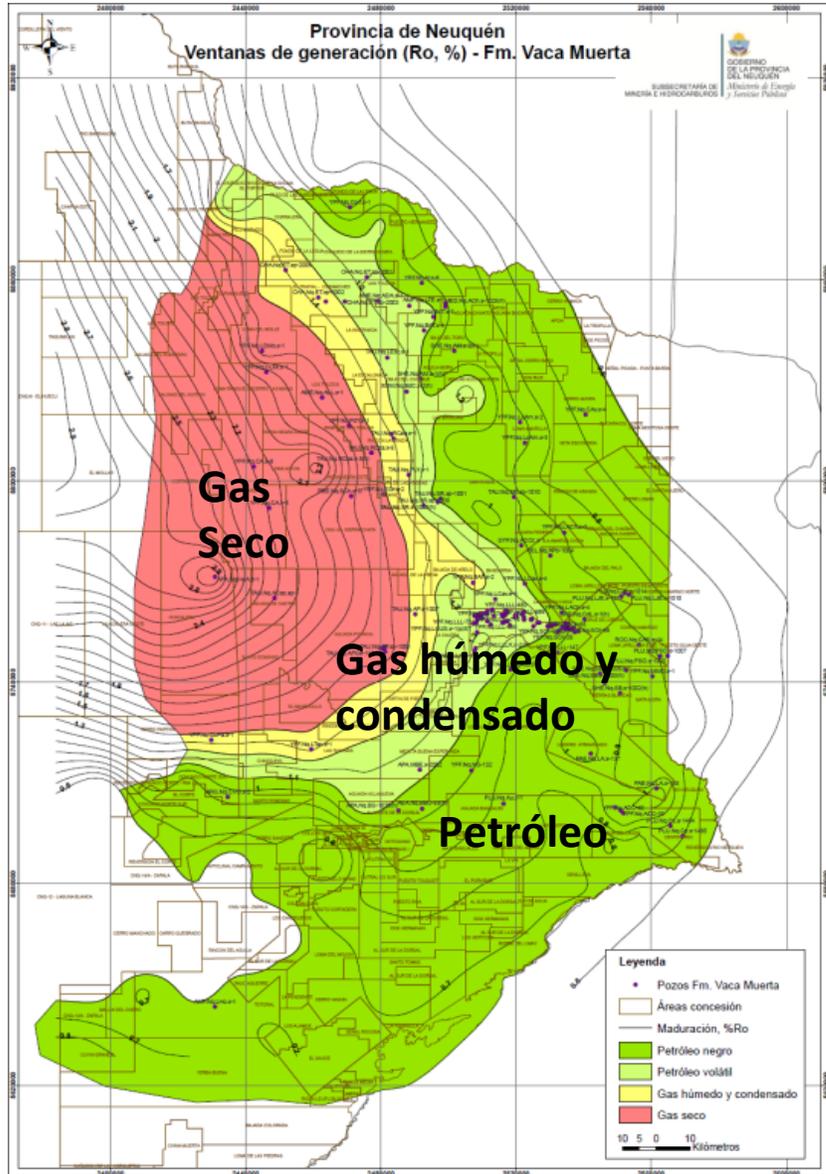
Crecimiento de producción a partir del Shale

La declinación de un pozo de shale es muy rápida y se necesita una inversión constante para mantener los niveles de producción.

El GNL permitió eliminar la estacionalidad de la producción

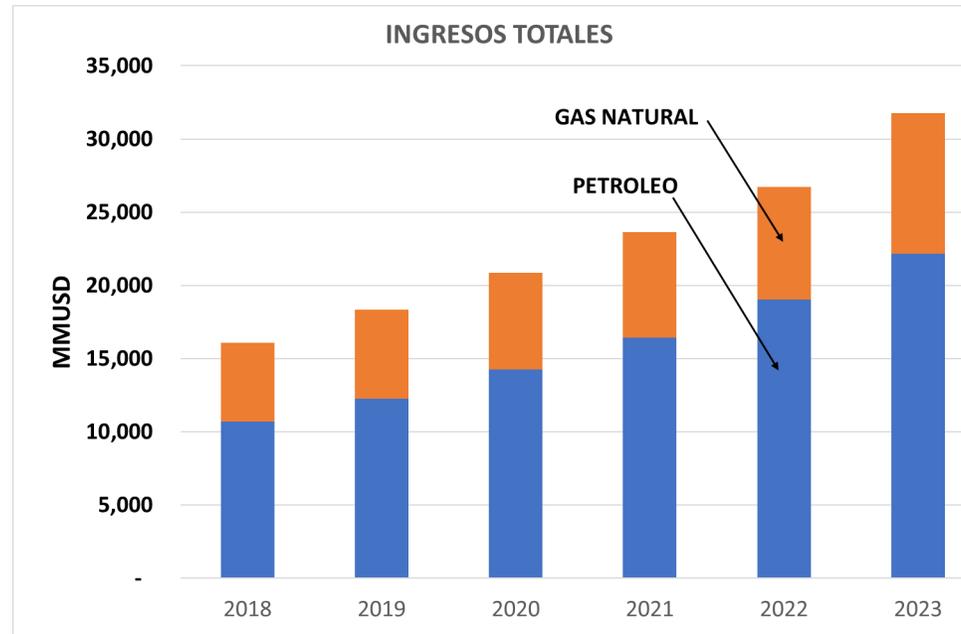
Con más gas la restricción Vuelve a ser el transporte

# Formación Vaca Muerta



Reservorio No Convencional → La seguridad energética es exportar por una cuestión de escala – No hay problema de reservas ni tendría sentido no abastecer al mercado externo

Vaca Muerta es petróleo (exportación) y gas natural (baja de costos internos de la energía y petroquímica)



2020 - 2023

**GAS NATURAL**  
Exportación regional (1000 MMUSD) y baja de precios internos (2023)

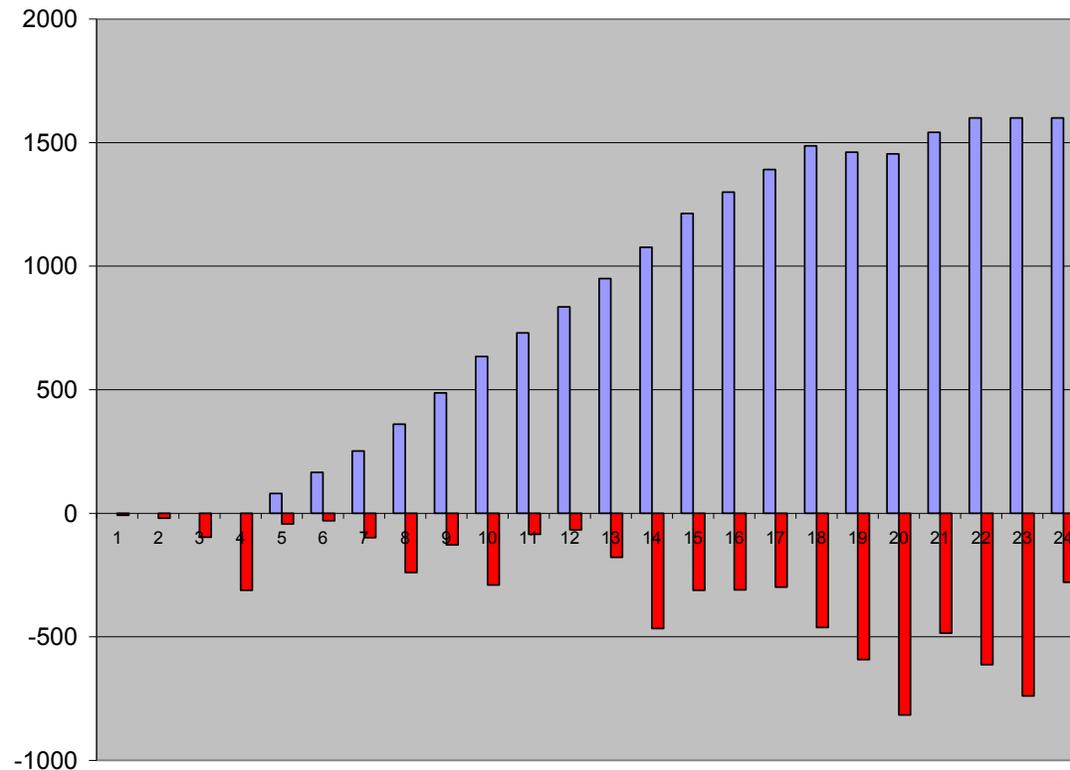
**PETROLEO**  
Exportación por 10,000 MMUSD (2023)

Gas Natural = 3 USD/MMBTU  
Petróleo = 60 USD/Bbl

# Costo de producción

## COSTO INCREMENTAL PROMEDIO

$$CIP = \frac{\sum_{t=1}^T \left[ \{I_t + (R_t - R_0)\} / (1+r)^t \right]}{\sum_{t=1}^T \left[ (Q_t - Q_0) / (1+r)^t \right]}$$



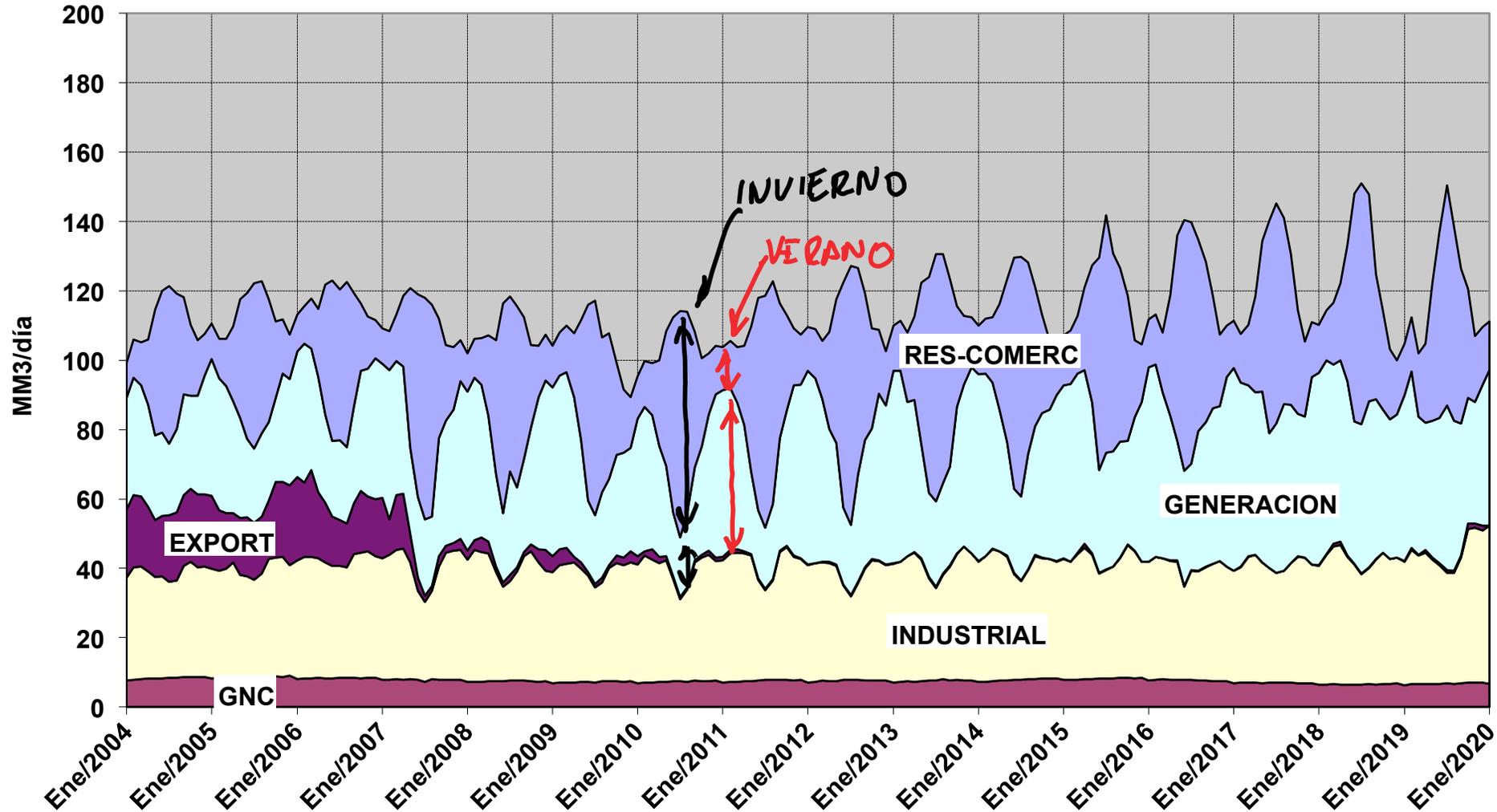
Producción

Inversiones y costos operativos para desarrollar un yacimiento

# Aspectos Técnicos de la Industria del Gas Natural en la República Argentina – Encuentro 3

- Oferta, demanda y organización del gas natural en Argentina

# Entregas de gas natural (2004 -2020)

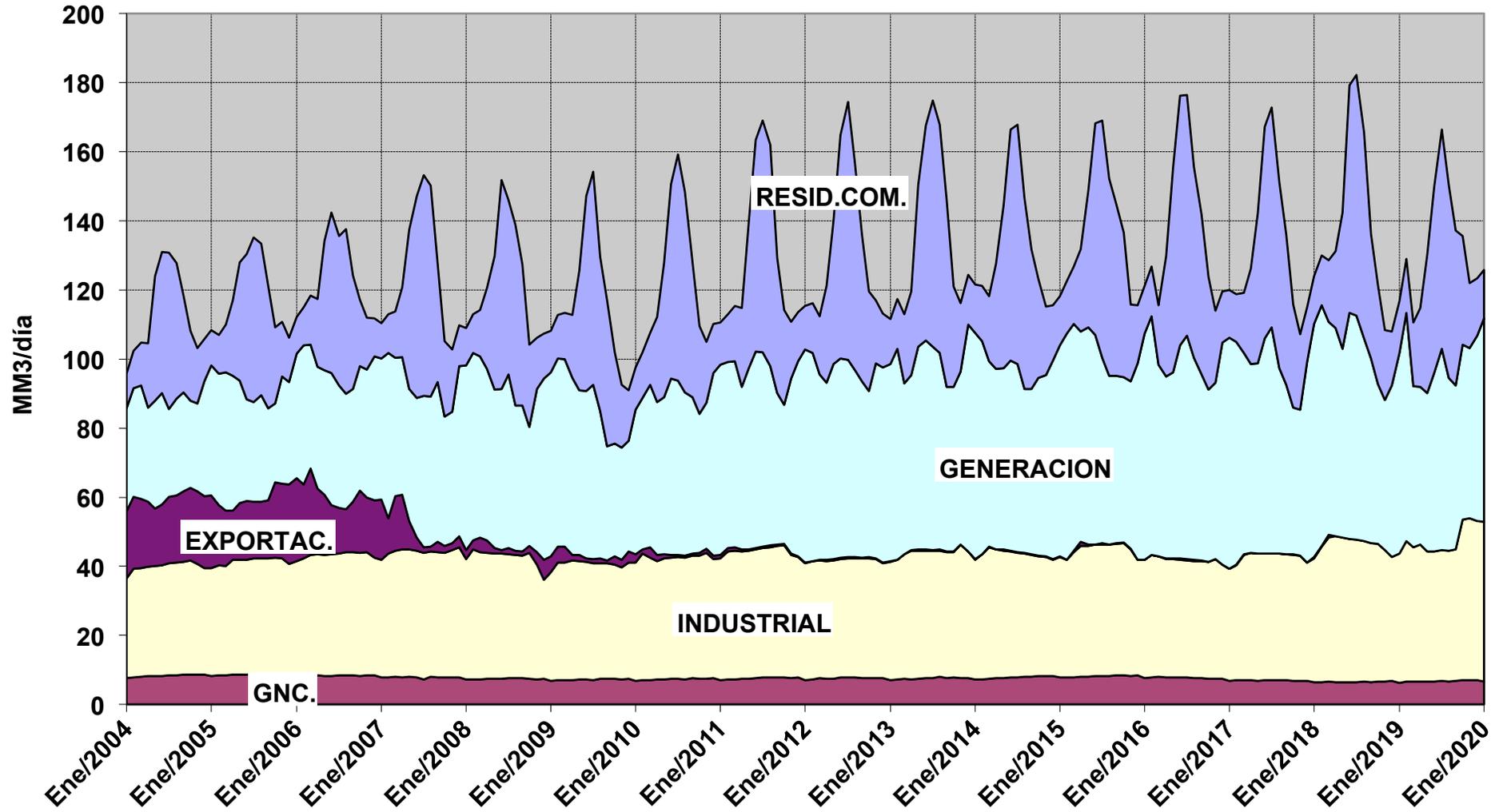


30% Resid  
30% Generac  
30% Industrial  
10% GNC

Estacionalidad  
invernal: Resuelta  
pasando Generacion a  
combustibles  
alternativos

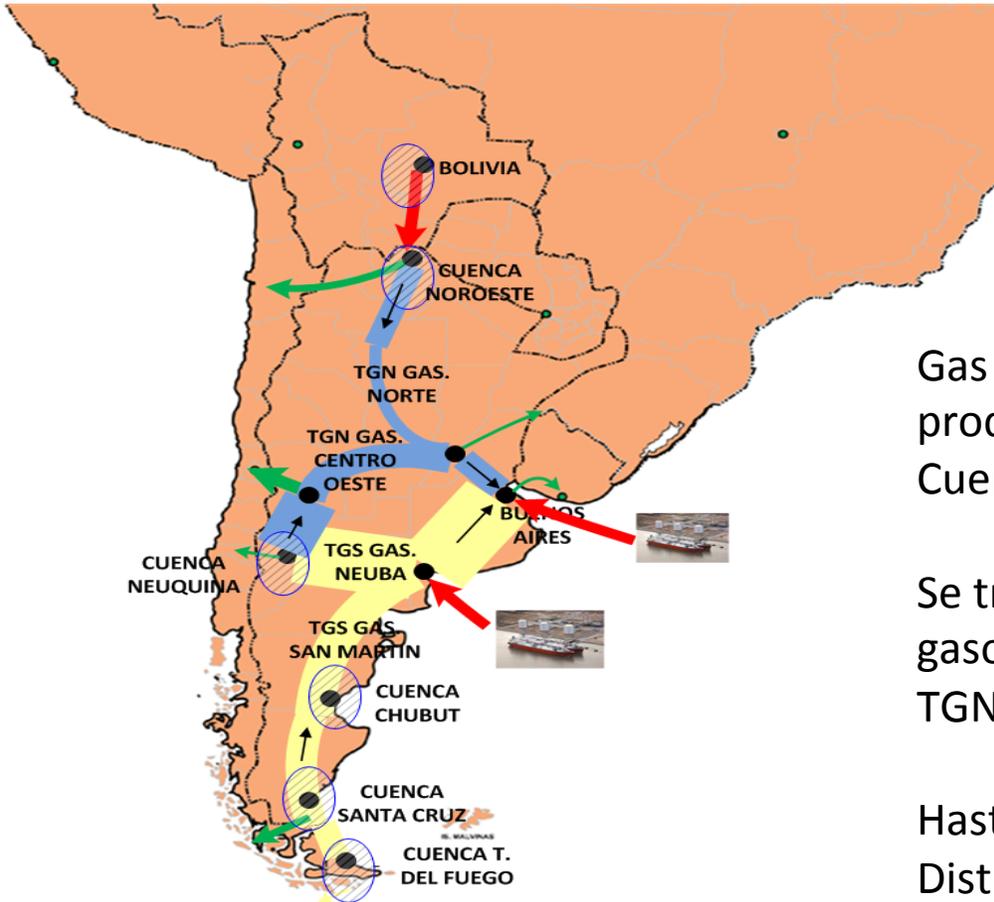
La demanda de Gas  
Natural real es mayor.  
Cortes a industrias en  
algunos años

# Demanda potencial de gas natural (2004 -2020)



Demanda invernal  
estacional 60 MMm3/  
d

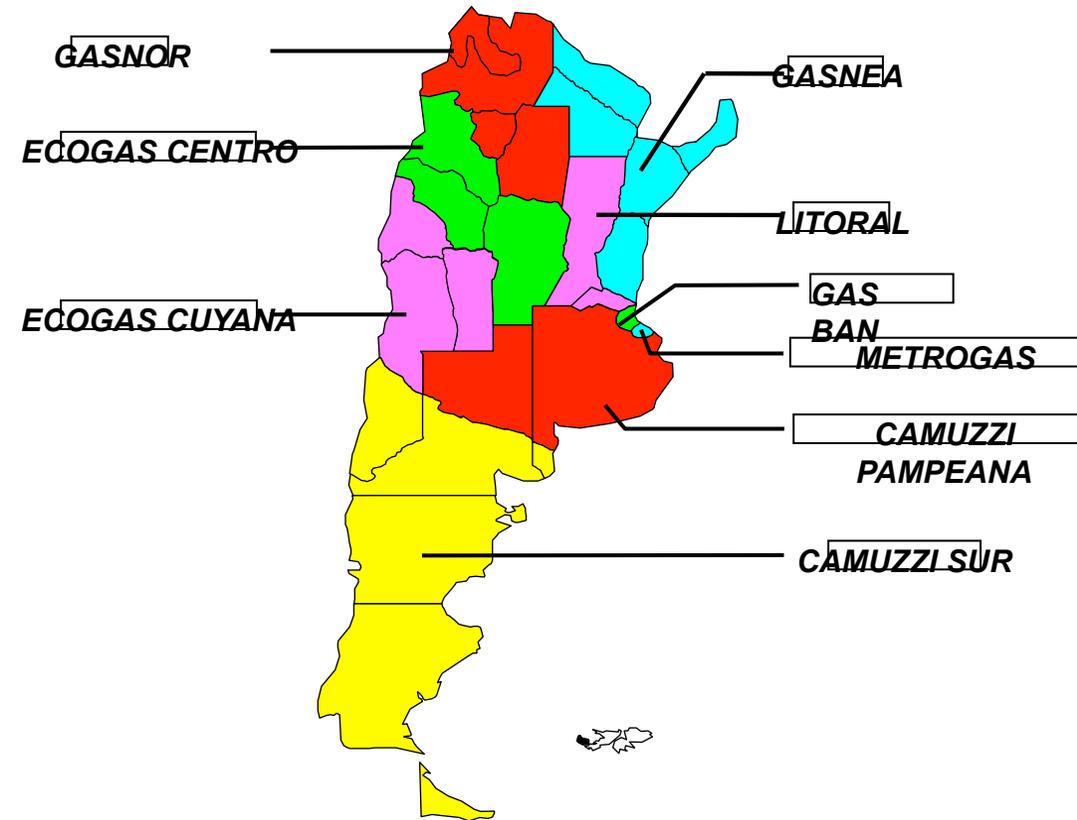
# Organización del Sistema Argentino de Gas Natural – 2 Transportistas y 9 Distribuidoras



Gas Natural se produce en las Cuencas (o GNL)

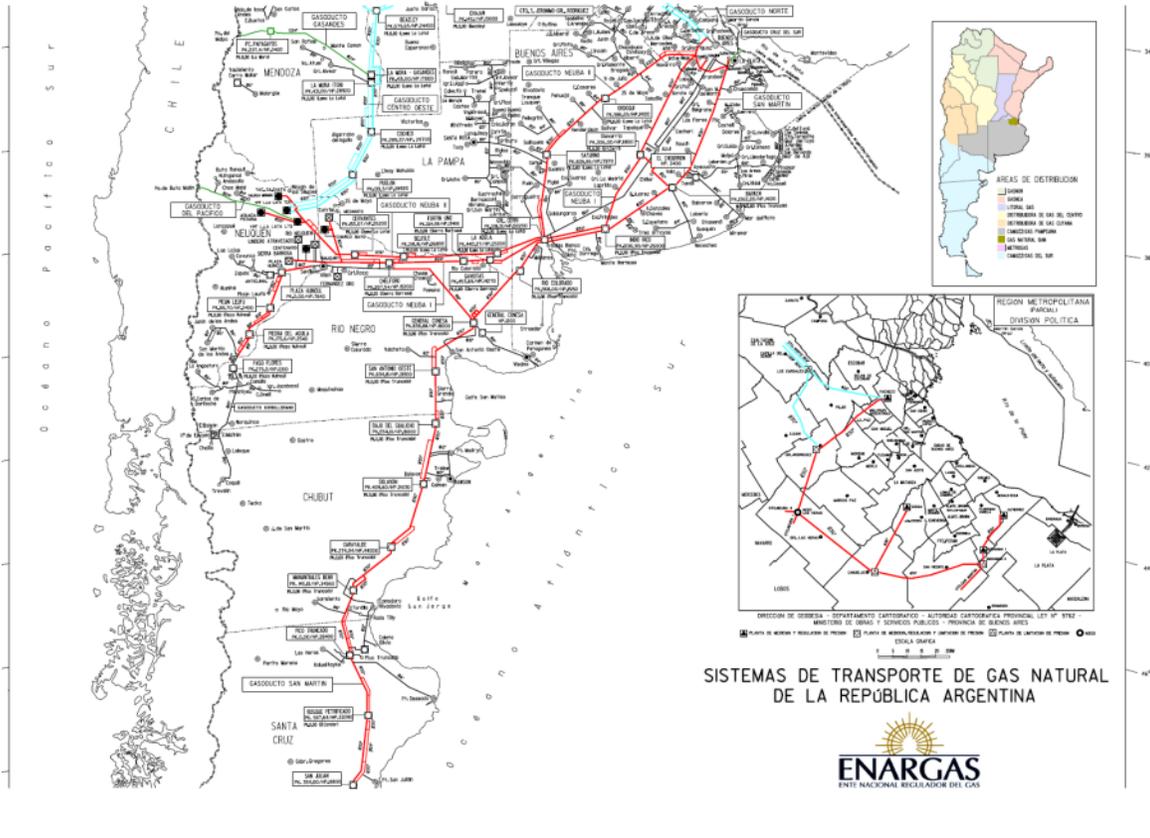
Se transporta por gasoductos troncales: TGN y TGS

Hasta la zona de Distribución



El gas llega a los domicilios con presiones descendentes (igual que la red eléctrica con la tensión)

## RED DE TRANSPORTE



**GASODUCTOS 30 in (acero) Aprox. 100 bar**  
**COMPRESORES c/150 km**

## RED DE DISTRIBUCIÓN

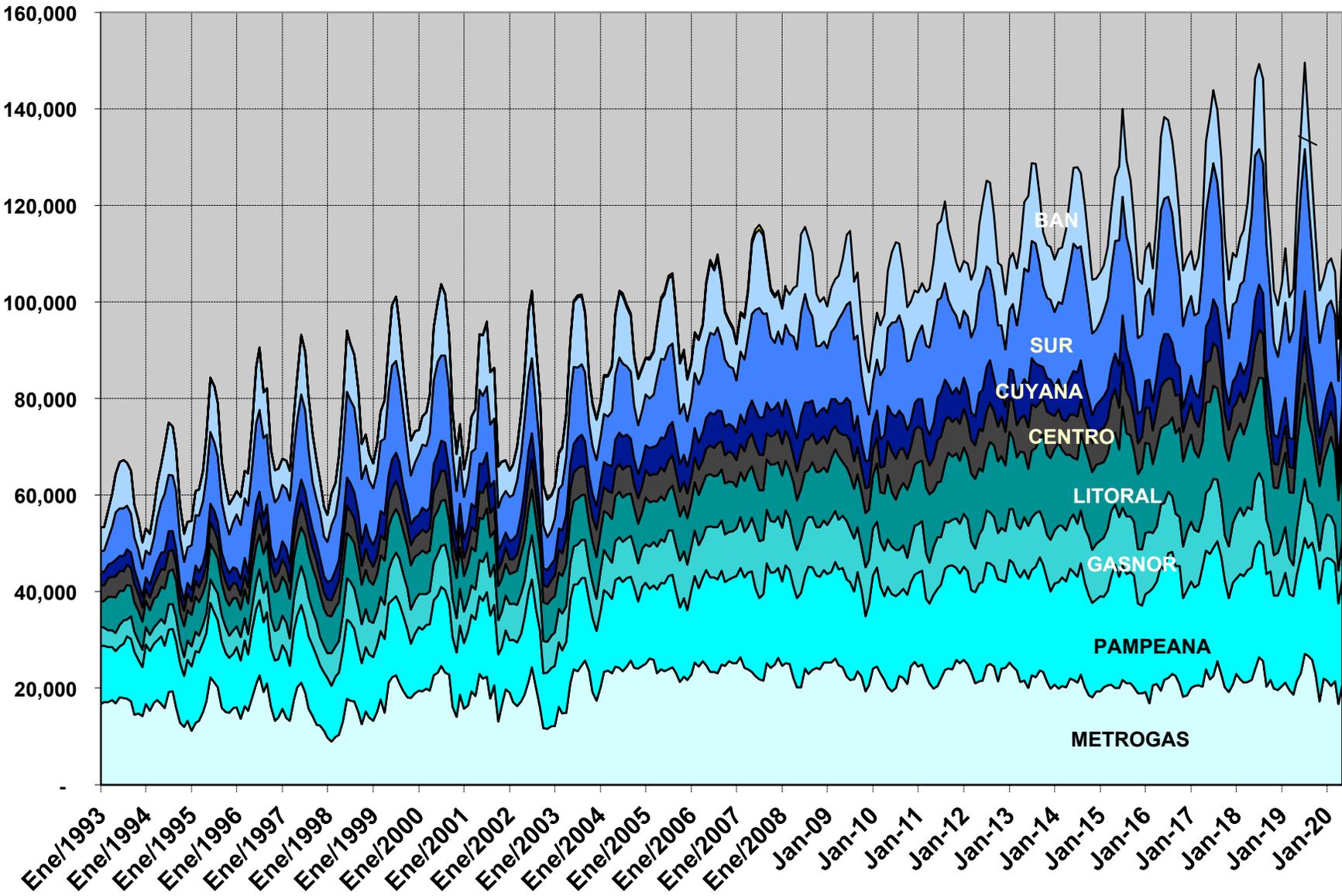
**RAMALES (70 a 5 bar) (acero)**  
**MEDIA PRESIÓN (4 bar) (acero y PE)**  
**BAJA PRESIÓN (1.5 bar) (PE)**

**ACOMETIDAS E INSTALACIONES INTERNAS (0.02 bar)**

1 bar = 1 atmosfera



# GAS ENTREGADO POR AREA DE LICENCIA

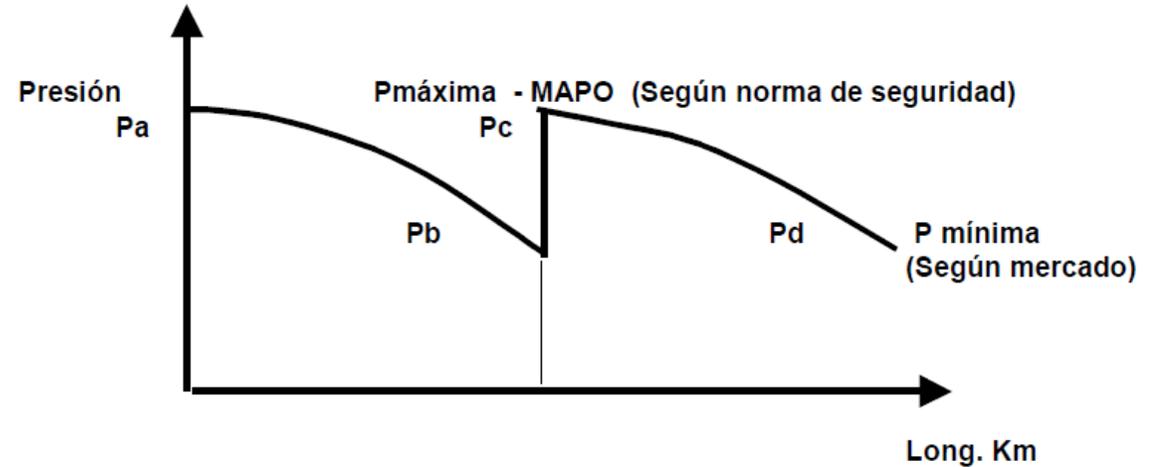


Distribuidoras con distintas características de demanda, tipo de usuarios, distribución geográfica

# Sistema de Transporte – Gas combustible en los compresores para empujar el gas en los gasoductos – El gas viaja a 30- 40 km/hr



## Presion y Capacidad de Transporte en Gasoductos



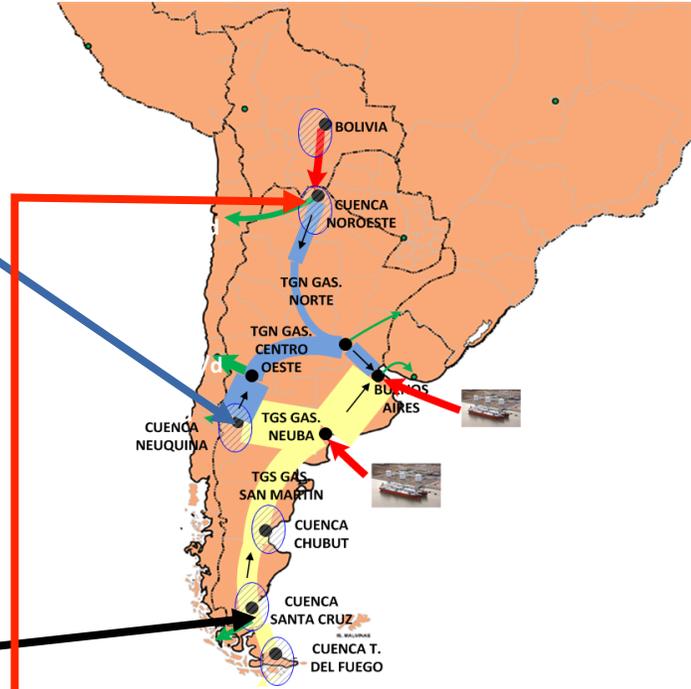
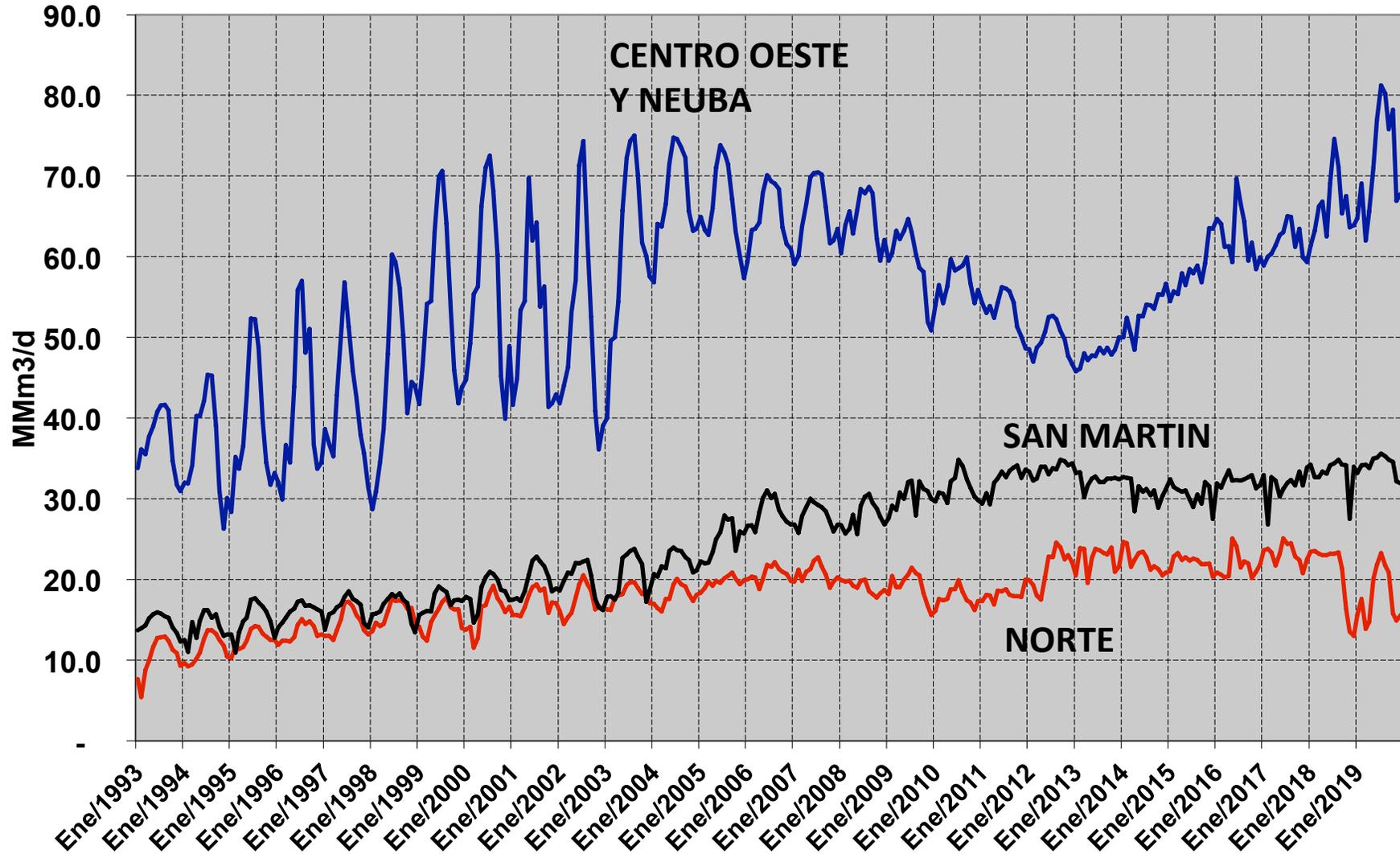
Caudal transportado:  $Q = k (P_a^2 - P_b^2)^{1/2}$

Potencia de compresión:  $P = f(Q, P_c/P_b)$

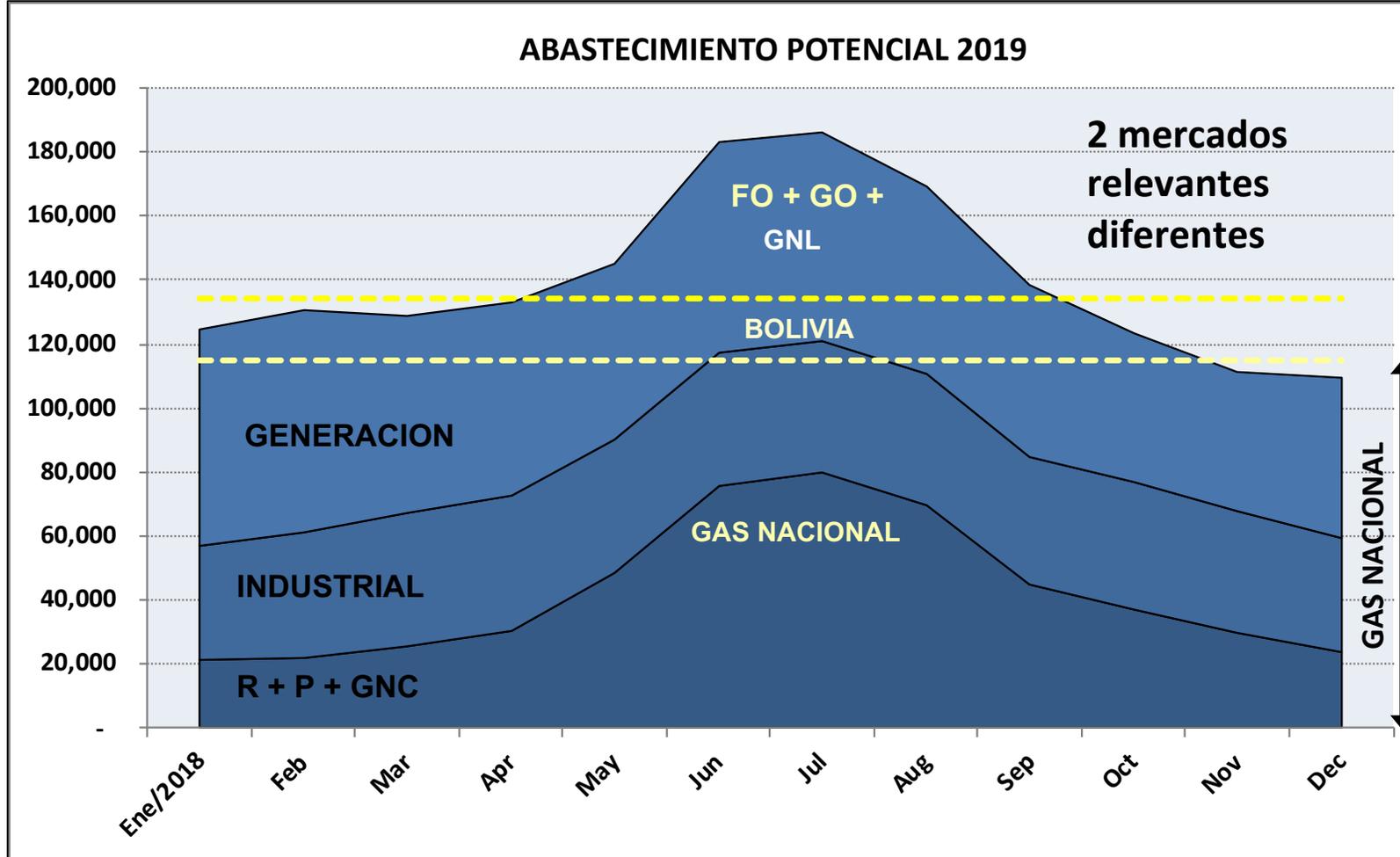
Tarifas x distancia en USD/MMBTU (2018)

# Sistema de Transporte - Volúmenes inyectados por gasoducto

## Volumenes mensuales inyectados en cada gasoducto



# Demanda y abastecimiento de Gas Natural 2019



**Bolivia = 0.0861 \* Precio del Petroleo (USD/Barril)**

**A 40 USD/Barril = 3.44 USD/MMBTU**

**A 50 USD/Barril = 4.30 USD/MMBTU**

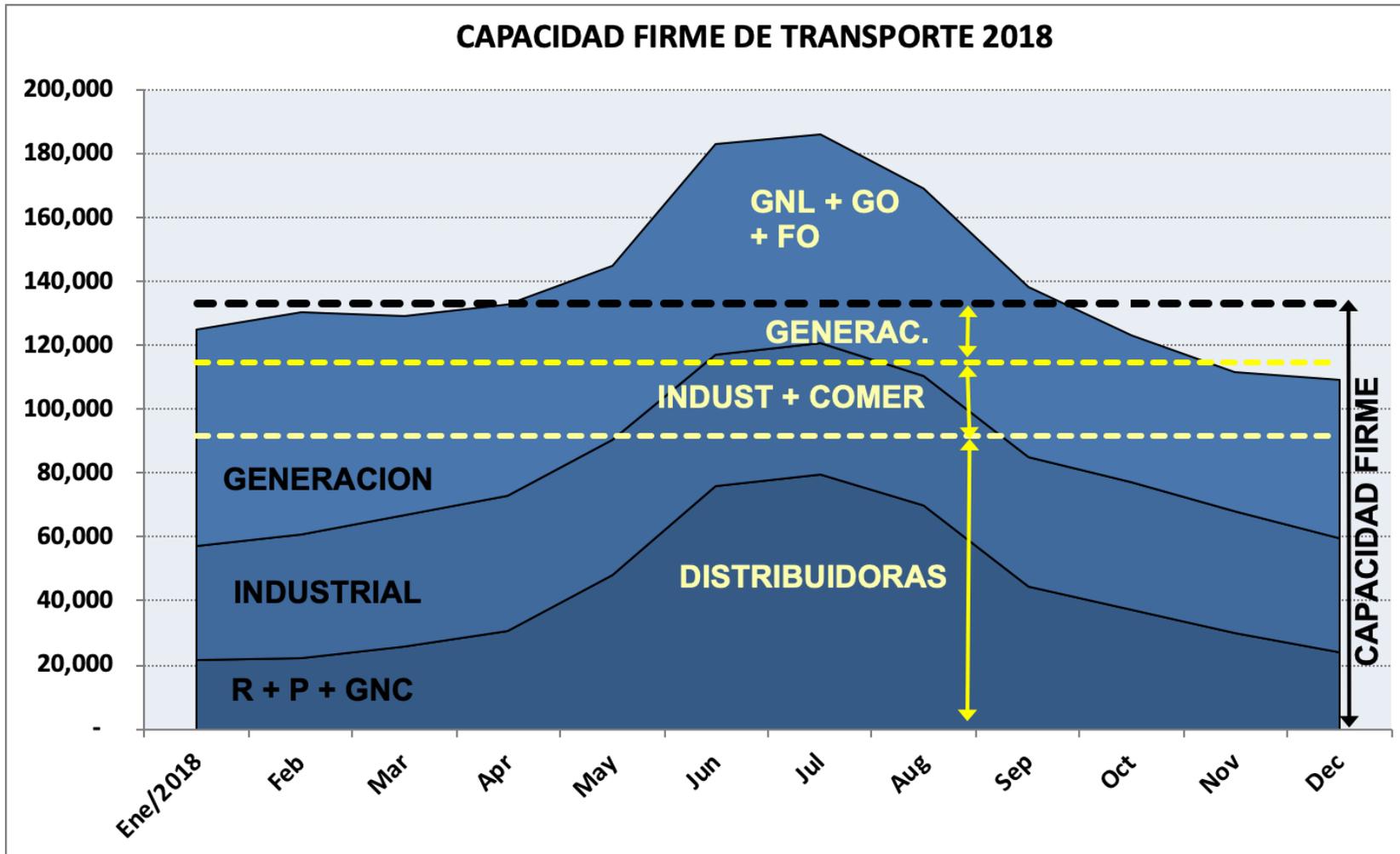
**Verano 11 MMm3/d**

**Invierno 18 MMm3/d**

**GNL debería reemplazar totalmente al FO y GO por costo y razones ambientales o bien aumentar la capacidad de los gasoductos**

**Escobar solo (20 MMm3/d) es insuficiente**

# Capacidad firme de transporte



La capacidad firme la tiene la distribuidoras. Los usuarios R pagan por esa capacidad con el FC.

Los residenciales pagan el transporte x 3

Los gasoductos son más económicos cuando están llenos la mayor parte del año

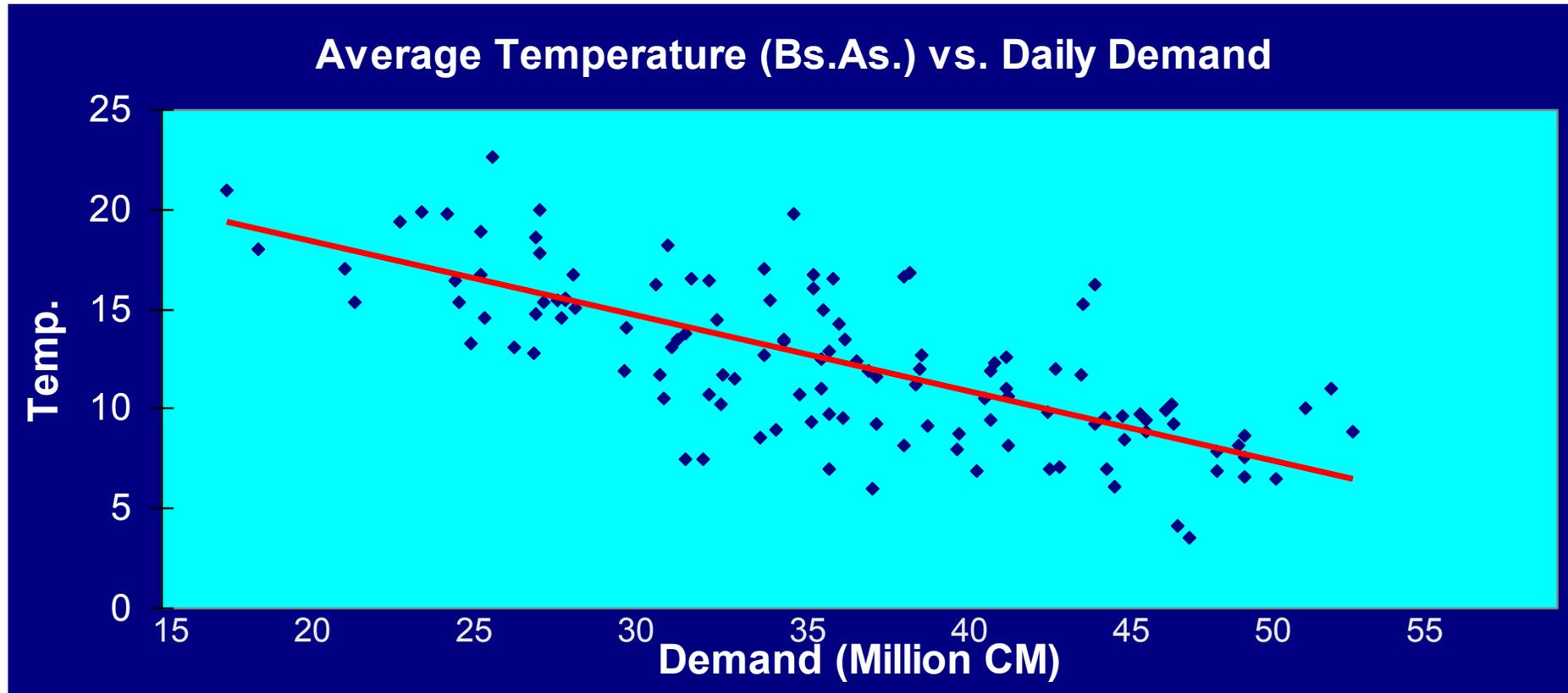
# Aspectos Técnicos de la Industria del Gas Natural en la República Argentina – Encuentro 3

- Despacho de gas natural

## CARÁCTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DESPACHO ARGENTINO

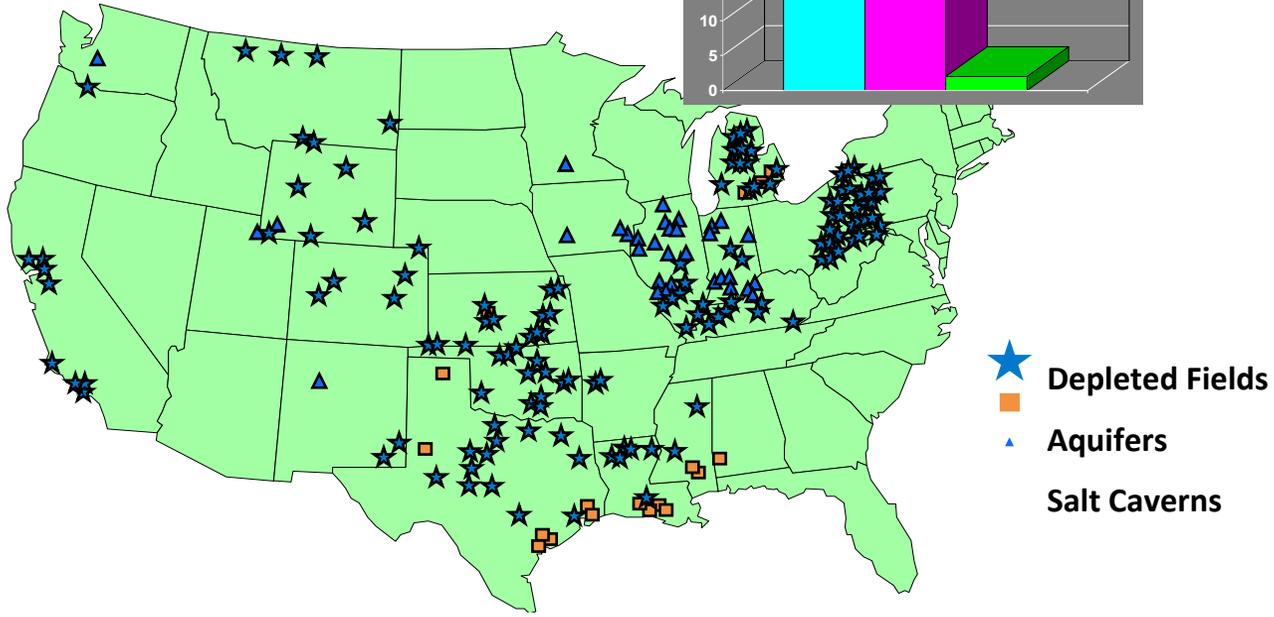
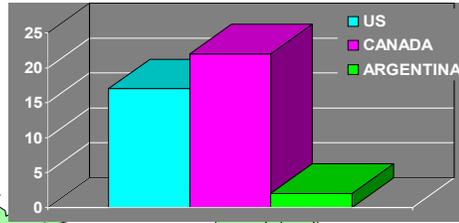
- ✓ Argentina debe tener uno de los más efectivos sistemas de despacho en el mundo debido a la falta de almacenamiento de gas y la escasez de “peak-shaving”
- ✓ Argentina tiene grandes mercados estacionales que están alejados de la producción de gas con rápidas variaciones de acuerdo con los cambios climáticos
- ✓ Solamente la respuesta rápida y diligente del despacho cortando a los clientes interrumpibles puede asegurar el suministro de gas de los usuarios ininterrumpibles

## Despacho de gas natural - Temperatura vs Demanda Bs As.

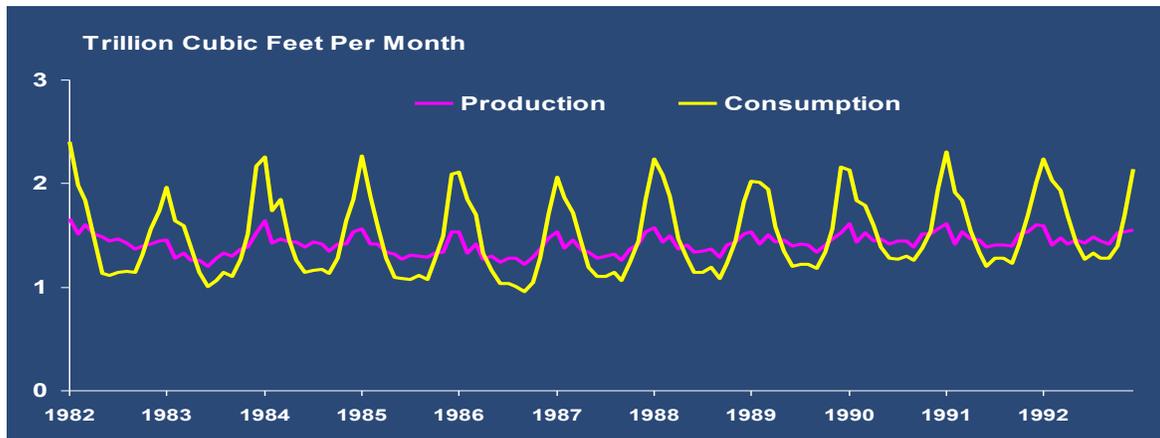
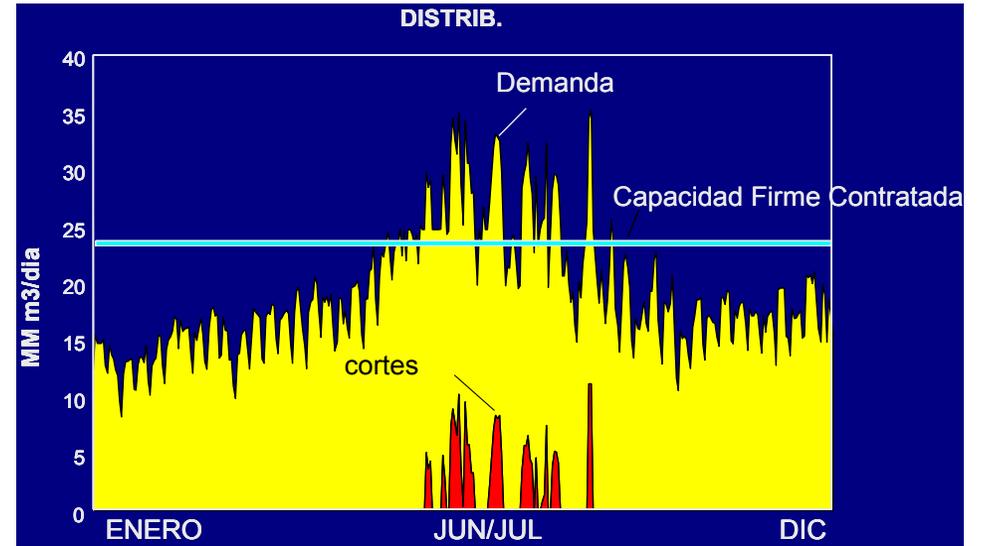


Con una ola de frío la demanda residencial de Bs As se puede incrementar en 70 MMm<sup>3</sup>/d del orden de toda la demanda de generación.

# Despacho de gas natural



## Argentina CONTRATOS INTERRUMPIBLES REEMPLAZAN A LOS ALMACENAMIENTOS

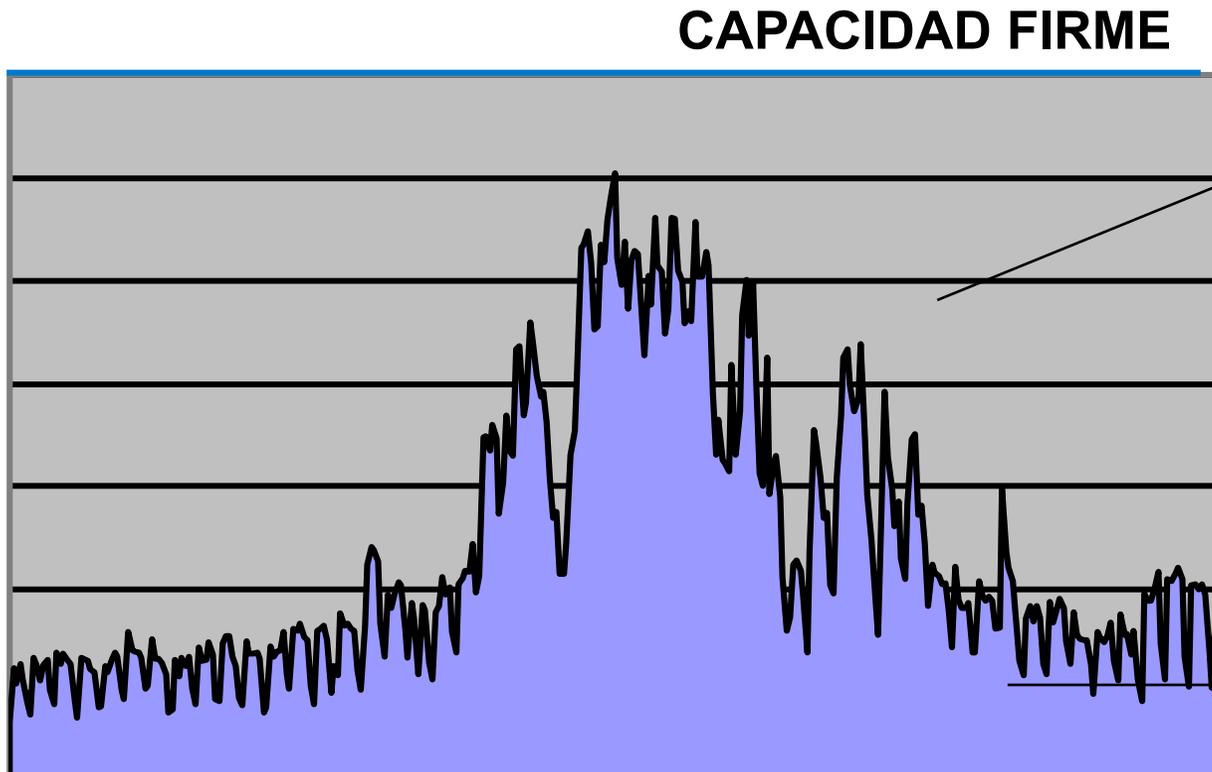


# Concepto de factor de carga

## Definición en el marco regulatorio

$$FC = \frac{\text{Consumo promedio diario de la categoría}}{\text{Consumo pico diario de la categoría}}$$

R	35 %
P	50 %
SDB	75 %
FT-FD-IT-ID-GNC	100 %



### COSTO DE TRANSPORTE

$$\text{\$ Distco} = \text{CF} \times \text{año}$$

$$\text{\$ Cliente} =$$

$$\int_{\text{año}} V dt$$

$$TD = G + T/FC + D$$

FC

Pero si la capacidad firme se vende fuera del invierno y el GNL sale lo mismo que el gas nacional o lo aporta ENARSA porque debería el residencial pagar 3 veces el transporte?



**MUCHAS GRACIAS!**

*Dr. Ing. Raul Bertero*  
*rbertero@fi.uba.ar*

