

2020

A REA DE  
P ENSAMIENTO  
E STRATEGICO

VACA MUERTA

# CLAVES PARA EL DESARROLLO

ÁREA DE PENSAMIENTO ESTRATÉGICO

04/04



CÁMARA ARGENTINA  
DE LA CONSTRUCCIÓN



04/04

VACA MUERTA

# CLAVES PARA EL DESARROLLO

ÁREA DE PENSAMIENTO ESTRATÉGICO

LUCIANO CODESEIRA



INTRODUCCIÓN **05**

01 **07**

## REVOLUCIÓN DEL SHALE EN EEUU

02 **13**

## VACA MUERTA

ASPECTOS TÉCNICOS **15**

INDICADORES **21**

03 **25**

## PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA

PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA PARA LA  
PROVISIÓN DE INSUMOS **27**

PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN **31**

PROYECTO DE PLANTAS DE LICUEFACCIÓN **33**

04 **35**

## MODELIZACIÓN Y PROYECCIONES

ESCENARIO DE ACTIVIDAD PERFORADORA **38**

ESCENARIO DE PRODUCCIÓN DE GAS NATURAL **38**

ESCENARIO DE INVERSIÓN **39**

POSIBLES ESCENARIOS DE IMPACTO SOCIAL **41**

05 **43**

## REFERENCIAS



## INTRODUCCIÓN

El potencial de Vaca Muerta es indudable, pero alcanzar un desarrollo masivo supone el despliegue de un plan de acción para modificar definitivamente la producción energética de la Argentina.

Vaca Muerta hoy vive su momento más álgido desde que fuera puesto en las tapas de los diarios. Lejos de su pasado afebrado: Pasó de ser considerada como la última bala de plata de la permanente ilusión rentista de nuestra Argentina, incluso la exagerada génesis de una futura *“enfermedad holandesa”* en estas tierras. A transitar por el *“bajón anímico”* de ser considerada pura espuma, un símbolo de nuestra exageración o nuestra incapacidad por organizarnos detrás de una estrategia hacia el desarrollo, dos miradas extremas que se juntan. Hoy Vaca Muerta se encamina hacia un desarrollo cierto y maduro.

El 2018 será recordado como el año del *“ramp up”* del gas de Vaca Muerta. En una combinación de políticas estímulo por parte del gobierno y el desarrollo en modo fast-track de Fortin de Piedra

dieron lugar a un pronunciado crecimiento de la producción del Shale. El salto en calidad estará definido por el *“time to market”* y por la capacidad de la industria de evolucionar hacia una nueva donde la gestión, el software y los actores involucrados maduran en una nueva industria más amplia, competitiva y dinámica.

No obstante, cabe destacar que la industria encontró límites en la previsibilidad del negocio a largo plazo, en una demanda interna sin muestras de crecimiento, condiciones macroeconómicas, riesgo político, infraestructura para la evacuación a gran escala y un arreglo de mercado y un marco regulatorio que sustenten el cambio tecnológico y modelo de negocio en ciernes.

*¿Qué puede seguir aportando la experiencia de Estados Unidos? ¿Cuáles son los indicadores a monitorear en los próximos años para corroborar la mejora sostenida de Vaca Muerta? ¿Qué inversiones demandará un desarrollo temprano de Vaca Muerta?*



01

# REVOLUCIÓN DEL SHALE EN EEUU



En los últimos años hemos observado cómo la innovación pudo alterar las condiciones internas de equilibrio dentro de Estados Unidos, y pasar a cambiar el orden global como quizás jamás se haya visto sin mediar guerras.

Todo se originó a partir de la combinación de dos técnicas (el fracking y la perforación horizontal) en la formación de Barnett Shale cerca de Fort Worth en Texas en 2003 pero tuvo su estampida con el gas de Hayneville, primero, y de Marcellus, después. Todo ello hasta el arribo del boom del shale oil y el gas asociado de Permian.

La industria petrolera se caracterizó históricamente por su búsqueda por mejorar el factor de recuperación, pero pocas veces en la historia se dio una mejora tan sustantiva como esta. Pero incluso dentro de la corta historia en el shale, la técnica de fractura lejos de mantenerse estancada sigue y seguirá perfeccionándose en la búsqueda por mejorar la eficiencia conductiva y optimizar el diseño de fractura.

Recordemos como luego de una década de producción de gas natural estancada y demanda creciente, durante la última década la producción de gas natural de los EE. UU. se disparó gracias a la adopción generalizada de las técnicas de perforación horizontal y de fracturación hidráulica. Esto ha permitido a los productores producir gas natural de forma más económica a partir de formaciones shale convirtiendo a Estados Unidos en líder mundial en consumo y producción de gas natural.

En términos de consumo, en 2018 alcanzó los 79.1 bcf/d<sup>1</sup> (mil millones de pies cúbicos por día). Dicho consumo representa casi lo mismo que toda la región de Asia y el Pacífico (79.9 bcf/d), y un 80% más que los 44 bcf/d consumidos por Rusia, el segundo mayor consumidor del mundo.

Cabe destacar que el consumo de gas natural está creciendo en todas las regiones del mundo fruto de lo que se conoce como transición energética. Excepto en Europa, que registró un descenso anual

promedio del 1,0% en la última década. El consumo promedio global creció, con un alto crecimiento en Medio Oriente (+5,6%) y en Asia Pacífico (+5%).

Los EE. UU. se convirtieron en el mayor productor de gas natural del mundo como resultado del auge del shale gas. En 2005, los EE. UU. estaban muy por detrás de Rusia en el segundo lugar en la producción total de gas natural. Pero entre 2005 y 2018, la producción de gas natural en los Estados Unidos aumentó en un 70% superando a Rusia en 2017. El año pasado, extendieron su ventaja al agregar otro 11,5% a la producción total de gas natural mientras Rusia aumentó su producción de gas natural en un 5,3%.

En 2018, los EE. UU. produjeron el 21,5% del gas natural del mundo, y Rusia quedó en segundo lugar con el 17,3%. Los Estados Unidos produjeron más gas natural el año pasado que todo Oriente Medio, que representó el 17,8% de la producción mundial de gas natural en 2018.

A medida que aumentó la producción de gas natural en los Estados Unidos, las exportaciones de gas natural también aumentaron y recientemente comenzaron a superar las importaciones de gas natural. Los Estados Unidos se convirtieron en un exportador neto de gas natural en 2017.

El gráfico 1 reúne el Balance del Mercado Gasífero de EE.UU. en términos de Consumo, Producción, Importación y Exportación de gas natural. A los efectos de poder comparar con Argentina se presentan en millones de metros cúbicos día (MMm<sup>3</sup>/d). Así se puede concluir que el consumo de 2018 equivale a más de 18 veces el consumo de Argentina, la producción a más de 22 veces y las exportaciones ya superan en 2 veces toda la producción argentina.

A continuación, se presentan algunos hitos que dan cuenta del cambio alcanzado:

- a. *En 2018, Estados Unidos exportó un récord de casi 4 Tcf (trillones de pies cúbicos, en este caso equivalen a 113 mil millones de metros*

<sup>1</sup>-Equivalen a 2.240 MMm<sup>3</sup>d, es decir más de 18 veces el consumo de Argentina.

- c. *cúbicos) de gas natural, ya sea por gasoducto a México y Canadá o enviado al extranjero como gas natural licuado (GNL).*
- b. *Las importaciones de gas natural ese año fueron 3 Tcf (equivalen a 85 mil millones de metros cúbicos), las más bajas desde 2015.*
- c. *En 2018, más de dos tercios del gas natural que se consume en los Estados Unidos fue utilizado por los sectores de energía eléctrica e industrial. El tercio restante es compartido por sectores como el residencial, comercial, transporte y exportación.*
- d. *El sector eléctrico estadounidense ha sido el principal usuario final de gas natural en tres de los últimos cuatro años, desplazando al carbón del primer lugar.*

- e. *El sector industrial pasa al segundo lugar como consumidor de gas natural por primera vez en 2012. En 2018, se utilizó aproximadamente el 35% del gas natural consumido en los Estados Unidos tanto para el proceso de calefacción y como materia prima para producir productos químicos, fertilizantes e hidrógeno.*

Cabe destacar que el avance del shale gas en EE. UU encontró una retroalimentación en el boom del shale oil, como gas asociado el crudo.

El grafico 2 presenta la ubicación de los principales Plays o Formaciones Shale productoras de hidrocarburos, en tanto en el grafico 3 se puede observar en notorio crecimiento de Marcellus Play que hoy representa el 25% del total de shale gas producido. También se puede apreciar el incremento del aporte de gas asociado de Permian Play (shale oil).

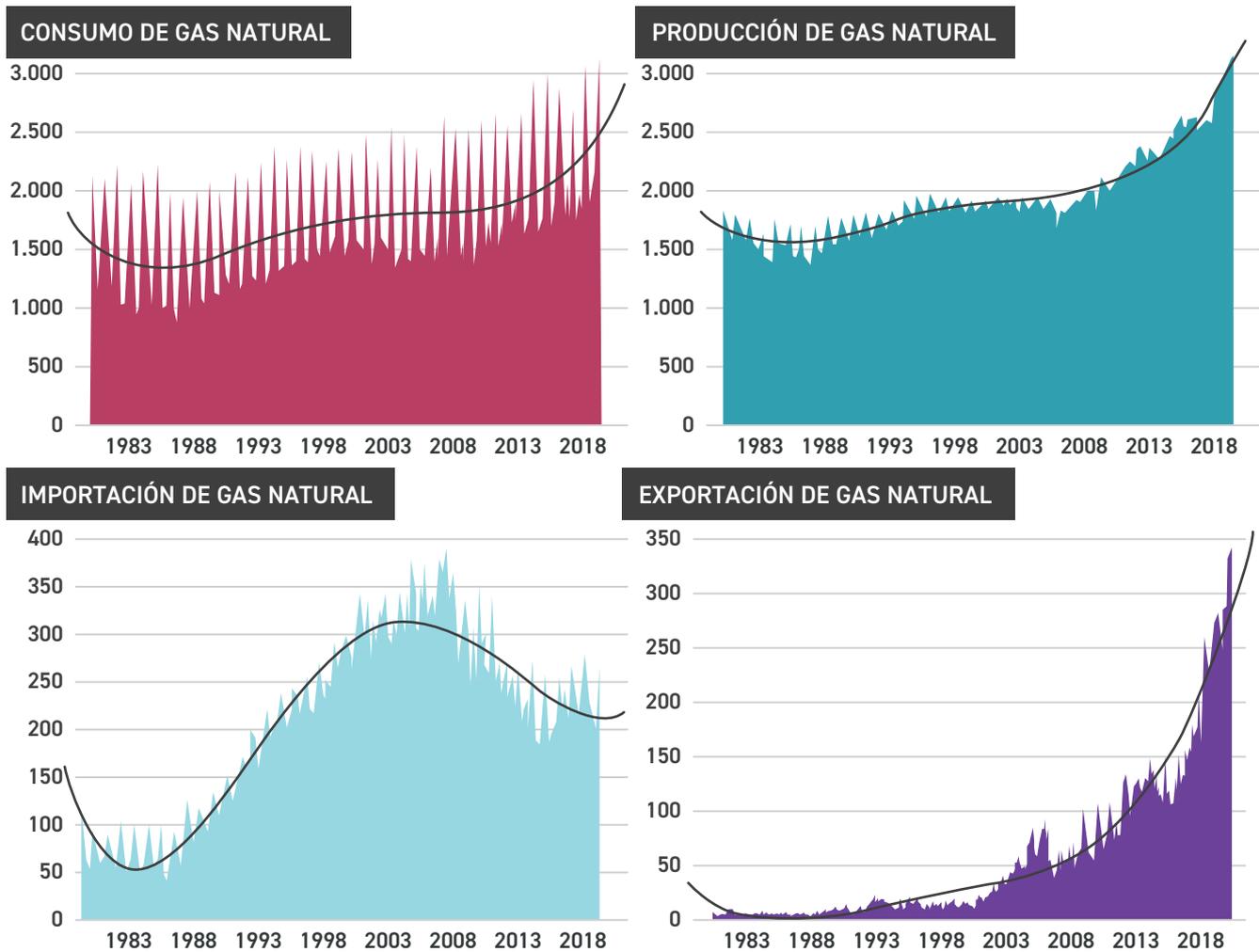


Gráfico1. Evolución en el Mercado Gasífero Estadounidense

ESTADOS UNIDOS

PRINCIPALES PLAYS NO CONVENCIONAL

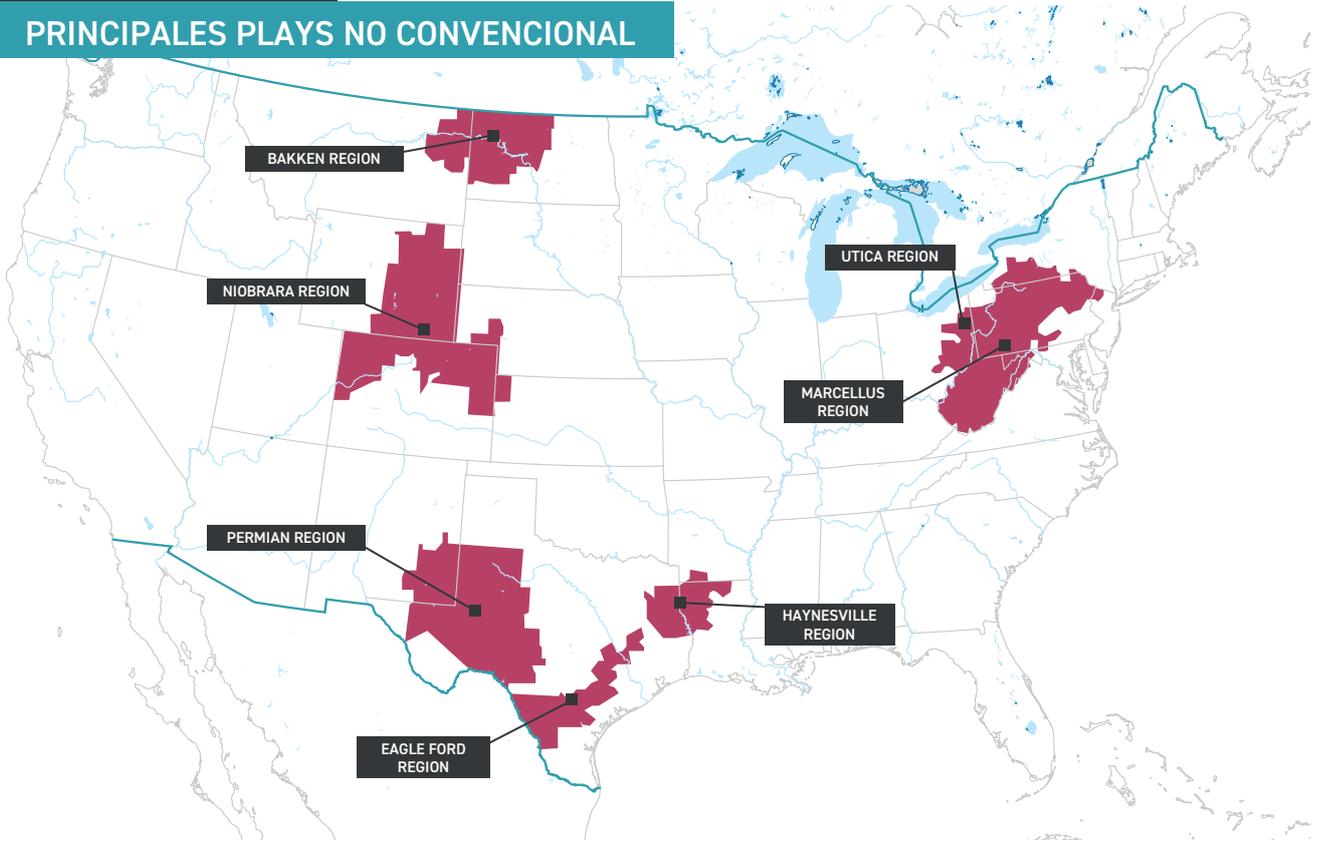


Gráfico2. Fuente: EIA

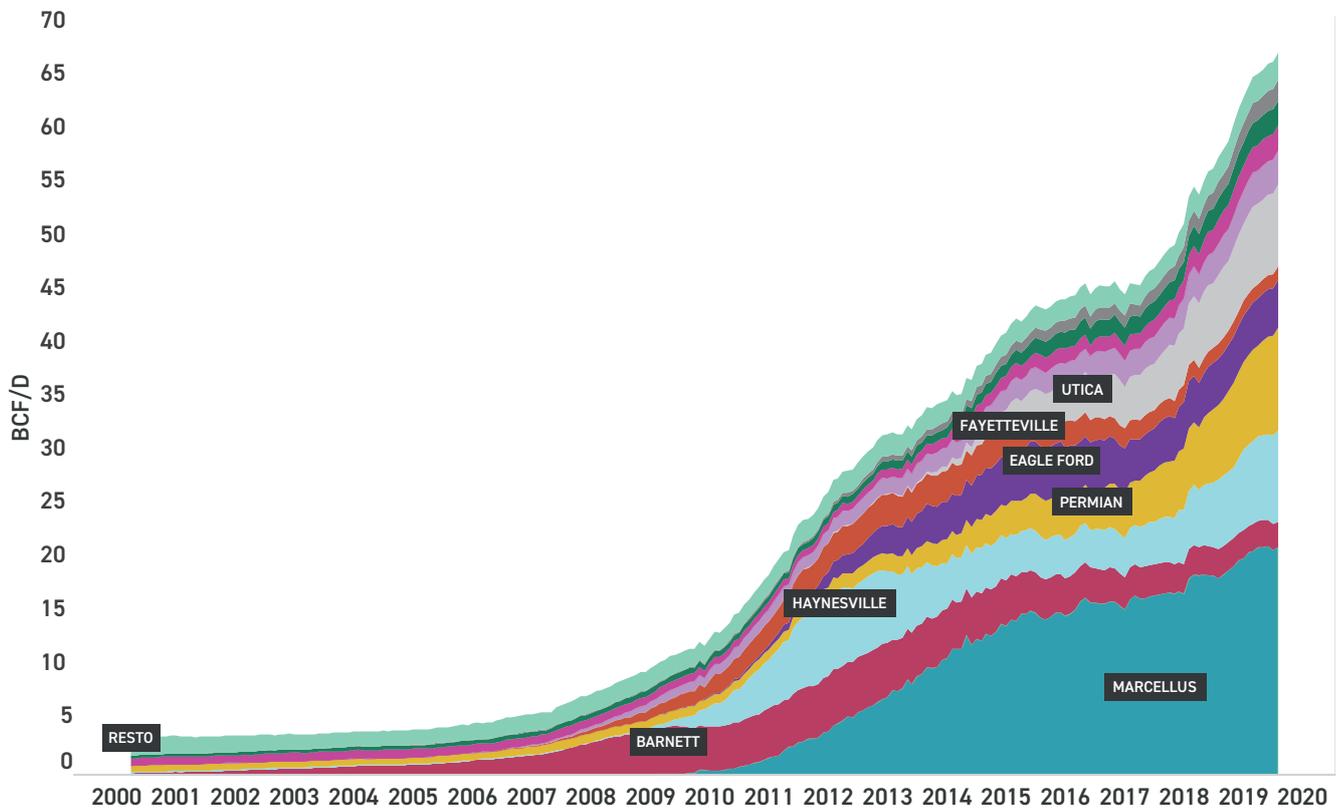


Gráfico3. Shale Plays de EE. UU productores de Gas Natural. Fuente: EIA

Los temas a tener en cuenta de la experiencia norteamericana suelen estar definidos en dos dimensiones, una vinculada al impacto local y la otra al global, en ambos casos se encuentra reescribiendo la historia. Pero es el segundo el que suele ser más analizado. Por ejemplo, la relocalización de proyectos globales o el estudio de impactos económicos fue recurrente en EE. UU. durante la última década.

Pero las externalidades de este boom no se reducen al impacto derivado de un cambio del orden global donde la potencia hegemónica y de creciente desbalance energético da un giro de 180 grados y se presenta como exportador neto de energía. Coexisten otros impactos de orden local que desde la Argentina debemos aspirar a replicar y tomar referencia de ello.

Por ejemplo, la conclusión a la que arriba Komarek (2016) que el empleo total y los salarios por trabajo aumentaron un 7% y un 11%, respectivamente, por encima de los niveles anteriores al auge, con importantes repercusiones positivas en la construcción, el transporte, el comercio minorista y los alojamientos.<sup>2</sup>

O la estimación de Hausman & Kellogg (2015) de un crecimiento en el bienestar tanto para los consumidores y productores de gas natural de \$ 48 mil millones por año entre 2007 y 2013 debido a la revolución del shale gas<sup>3</sup>. O el hecho que impacto local de boom del shale se tradujera en una baja del 6% en el incumplimiento del pago de hipotecas de quienes residían en los condados donde se presentara el impacto en la producción de petróleo y gas. McCollum et. Al (2018).<sup>4</sup>

En términos de empleo, Maniloff et al (2015) habían concluido que, a nivel país, los nuevos empleos locales atribuibles al auge del shale varían de 220.000 a 618.000<sup>5</sup>. En igual sentido

Marchand y Weber (2018) concluyen en una relación amplia entre los mercados de trabajo locales y los recursos naturales, esto es un crecimiento en la extracción de recursos aumenta el empleo con efectos secundarios en otros sectores con un multiplicador que varía de 0,3 a 3,37.<sup>6</sup>

También el hecho comentado en Newell et al. (2019), en el que si bien lo más recurrente ha sido el análisis del boom del shale sobre los precios de los hidrocarburos, resulta interesante analizar el camino inverso: así la elasticidad del precio del gas en EE.UU. respecto a la actividad perforadora ha sido de 0,7.<sup>7</sup>

Resulta interesante también lo que destacan Bjørnland et al en términos de los beneficios positivos para los ingresos individuales, pero sobre todo el hecho que mientras otrora un shock en los precios del petróleo era una de vectores de una crisis en auge, hoy por hoy un aumento del precio del petróleo puede ser una buena noticia.<sup>8</sup>

Por último, en un estudio sobre el shale gas boom en EE. UU., Feng et al (2019) se concluye cómo en el mercado norteamericano la estabilidad del equilibrio donde las rupturas estructurales son de corta duración, y algunas fuerzas poderosas, hacen que el precio del gas natural y la producción vuelvan a su equilibrio a largo plazo. Por tanto, los roles que desempeñan los policymakers, los productores y los consumidores son, en general, limitados<sup>9</sup>. Esto habla de una estabilidad de los equilibrios alcanzados como el emergente de un mercado atomizado y con reglas sostenidas.

No obstante, la Argentina se presenta con Vaca Muerta como punta de lanza un potencial gran jugado en el shale, pero con ciertas restricciones, que serán parte de los próximos desafíos que tendrá por delante el país. Poder viabilizar los recursos en la superficie para viabilizar los recursos en el subsuelo.

<sup>2</sup>-Komarek (2016) Labor market dynamics and the unconventional natural gas boom: evidence from the marcellus region.

<sup>3</sup>-Hausman & Kellogg (2015) - Welfare and distributional implications of shale gas.

<sup>4</sup>-McCollum et. Al (2018) - Local labor market shocks and residential mortgage payments: Evidence from shale oil and gas booms.

<sup>5</sup>-Maniloff y Mastromonaco (2015)- The local economic impacts of hydraulic fracturing and determinants of Dutch disease- ; Cascio y Narayan, 2015 Who Needs a Fracking Education? The Educational Response to Low-Skill Biased Technological Change-).

<sup>6</sup>-Marchand y Weber (2018) - Local labor markets and natural resources: a synthesis of the literature".

<sup>7</sup>-Newell et al. (2019): Trophy hunting vs. Manufacturing energy: the price-responsiveness of shale gas.

<sup>8</sup>-Bjørnland & Zhulanova (2018) The Shale Oil Boom and the U.S. Economy: Spillovers and Time-Varying Effects).

<sup>9</sup>-Feng et al 2019 - Does the shale gas boom change the natural gas price-production relationship? Evidence from the U.S. market.

02

## VACA MUERTA



El desarrollo de Vaca Muerta se constituye en un eje central no solo de la política hidrocarburífera argentina, sino también de una política económica que requiere más empleo y más divisas extranjeras. Es decir, una de las potenciales soluciones al círculo vicioso de stop & go de la economía de Argentina, una posibilidad cierta de generar divisas, y generar empleo y valor agregado aguas arriba y aguas abajo. No obstante, para explotar el recurso es fundamental generar las condiciones para que los inversores decidan hundir su capital.

Es decir, como cualquier otro reservorio no convencional, la factibilidad de su desarrollo dependerá de: I. la calidad, tamaño y espesor de la roca, II. el knowhow de la industria e infraestructura asociada existente, III. acuerdos, licencias sociales y normas económicas que lo permitan o estimulen y IV. las condiciones locales del negocio y los riesgos que permitan la inversión a largo plazo.

Algunas de estas condiciones son más estables o permanentes en particular I y II, mientras que otras serán volátiles. Los aspectos que dieran un marco de imprevisibilidad en III y IV, retrasarán en el tiempo el desarrollo de Vaca Muerta, no obstante, la industria seguirá transitando la curva de aprendizaje que permitirá un despegue más pronunciado cuando las condiciones de contexto social, político y económico cobren preponderancia.

El crecimiento de la producción, apuntalado por el shale, permitió retomar la exportación de gas a Chile a fines de 2018, algo que no ocurría desde 2007. Bajo la modalidad de contratos “*interruptibles*”, en los primeros cinco meses de este año la Argentina exportó un promedio de casi 6 millones de m<sup>3</sup>/día, que en marzo llegaron a un máximo de 9,6 millones en un día.

Lejos de apuntar al autoabastecimiento, el paradigma actual es el de ampliar los saldos exportables, la búsqueda de mercados internacionales y las vías para conseguirlo, de modo de no pensar en exportar el excedente de la producción, sino producir para exportar. El mercado global de GNL es la única vía para apuntalar el desarrollo masivo de Vaca Muerta.

Hoy el mercado de GNL se encuentra sobre ofertado, con un corto plazo colmado de proyectos que inundarán más el mercado, con algunos proyectos pausados a la espera de mejores precios internacionales y que difícilmente permitan una recuperación de los precios globales en los próximos años.

Éste es el contexto en que deberá competir Vaca Muerta y será la medida requerida para mejorar la productividad de los factores y de los sectores industriales. Este escenario nos debe interpelar y conducir a estrategias asertivas para no caer en nuevas desilusiones.

## ASPECTOS TÉCNICOS

Vaca Muerta es un prolífico depósito de petróleo y gas, caracterizado por su alto contenido orgánico y un gran gradiente de madurez térmica que se extiende de este a oeste. Sus propiedades varían sustancialmente en toda la cuenca debido al rango de madurez térmica. Se trata de la principal formación de shale en la Argentina. Su gran potencial se debe a sus características geológicas y su ubicación geográfica.

La formación Vaca Muerta se encuentra en la Cuenca Neuquina, al sudoeste del país, y tiene una superficie de 30 mil km<sup>2</sup>. Se han realizado estudios para evaluar con precisión el potencial de los recursos. Los resultados obtenidos han permitido confirmar que Vaca Muerta tiene un enorme potencial que van en línea con las estimaciones el último informe del EIA 2013, donde se destaca tanto la posible obtención de gas (308 TCF) como sus recursos de petróleo (16,2 miles de millones de barriles), que equivalen a multiplicar por diez las actuales reservas de la Argentina.

Las propiedades de los Kerógenos difieren sustancialmente a lo largo de la formación, con variaciones correlacionadas con la madurez térmica. Los Kerógenos muestran un contenido de hidrógeno decreciente (relación H / C 0.9–0.4) e índice de hidrógeno nuclear (0.75–0.45), incrementando la densidad del grano (.21.28–1.55g / cm<sup>3</sup>) e incrementando el área de superficie (100–350m<sup>2</sup> / g)<sup>10</sup>. Esto define las

<sup>10</sup>-(Craddock et al (2019) - Characterization and range of kerogen properties in the Vaca Muerta Formation, Neuquén Basin, Argentina).

## VACA MUERTA

ÁREA DE PENSAMIENTO ESTRATÉGICO

diferentes ventanas que van desde el gas seco (en rosa en el mapa), gas húmedo o condensado (color naranja), petróleo volátil o liviano (verde claro) y crudo (verde oscuro).

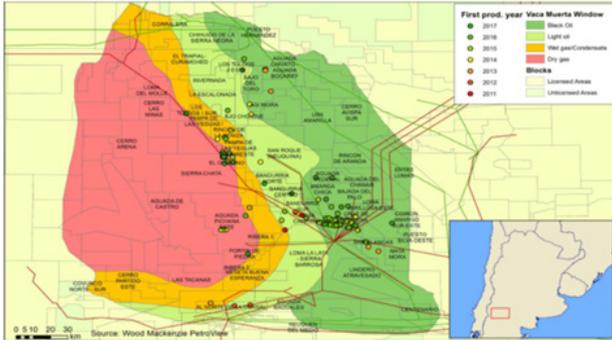


Gráfico4. Vaca Muerta. Fuente: Wood Mackenzie

La formación tiene entre 60 y 520 metros de espesor, lo que permite en algunos casos el uso de perforación vertical, lo que inicialmente permitió reducir significativamente los costos de extracción y mejorar la viabilidad económica para la extracción de estos recursos. No obstante, el avance notorio hacia perforaciones horizontales aprovechando la extensión de la rama lateral es el testimonio de un nuevo estándar de la industria que nos acerca en productividad a los pozos de EE. UU.

Cabe destacar a diferencia de la actividad en reservorios convencionales donde la atención suele estar en la actividad en general, esto es: la cantidad de perforaciones realizadas o de equipos desplegados; en horizontes no convencionales (como Vaca Muerta), a la actividad se le suma lo fundamental, que es la productividad: las métricas suelen ser las etapas de fractura, el largo del ramal lateral, la producción inicial y la producción acumulada por pozo en un periodo determinado.

Por lo pronto la producción de gas no convencional representa el 43% del total producido en Argentina<sup>11</sup>, con lo cual un nuevo entendimiento de sus fundamentos merece cada vez más una mayor atención.

<sup>11</sup>--A mayo del 2019.

<sup>12</sup>--Cabe aclarar que una fracción menor pero creciente de la producción de light se lleva a cabo en la cuenca austral por parte de la operadora Compañía General de Combustibles en su bloque Campo Indio Este/ El Cerito.

En mayo, la producción total de gas creció un 7,6% con respecto al mismo mes del año anterior, alcanzando el nivel más alto desde julio de 2009. En el caso del petróleo, la producción creció un 4,2%, y acumuló 15 meses de crecimiento interanual ininterrumpido, según los datos de la Secretaría de Energía. Estos aumentos se explican por el crecimiento de la producción del no convencional de Vaca Muerta.

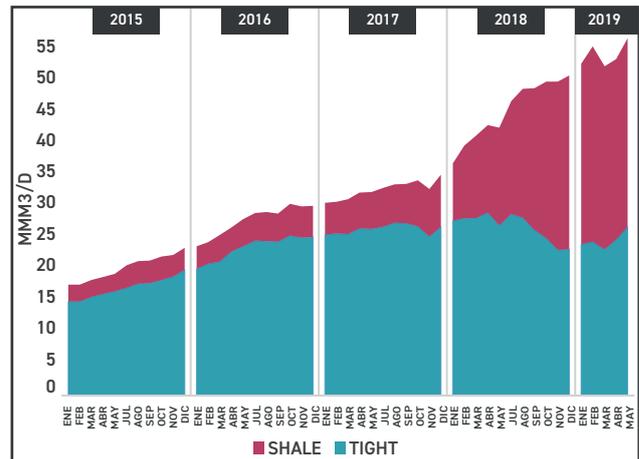


Gráfico5. Producción Argentina de Gas No Convencional

El gráfico 5 presenta la evolución de la producción no convencional en la Argentina desde el 2015. Se puede observar el retroceso en Tigth gas y el acelerado avance en el shale.

Algo similar sucedió en la última década en EE. UU cuando las operadoras encontraron viabilidad en los pozos horizontales recortando costos e incrementando productividad en el horizonte shale a partir de los plays Haynesville, Marcellus y Eagle Ford.

Aquí las operadoras empezaron a mirar con atención el índice de productividad entre las claves para eficientizar sus operaciones. Este recorrido de optimización de procesos y reducción de costos será fundamental para encaminar una industria hacia un desarrollo maduro en no convencionales, seguirá sus pasos aún en contextos macro de incertidumbre, porque en definitiva la Argentina necesita y va a necesitar del desarrollo intensivo de Vaca Muerta. La carrera productiva en Vaca Muerta no sólo apunta a producir más hidrocarburos a bajo costo, sino a me-

jorar la logística y la gestión de las operaciones en diferentes segmentos.

Un ejemplo de ello es la planificación en tiempo real y un abordaje diferencial e integral en la gestión de recursos, en el marco de un proceso de mejora continua donde se verifican más pozos por pad (locación), ramas laterales más extensos y mejor diseño de fractura que suman más etapas de fractura por pozo y por día. Es decir, la instrumentación de un abordaje diferencial, más propio de just in time / Kaisen / Taylorismo que del petróleo, permitió deconstruir algunas prácticas en la industria que parecían inquebrantables. Su objetivo es elevar la EUR (cantidad de hidrocarburos recuperada a lo largo de la vida útil del pozo) y la reducción en los tiempos de operación (de 40 a 28 días por pozo y de 4 horas a 1 entre etapas de fractura).

La optimización de los clusters resulta en un requerimiento cada vez más firme conforme y se requieren estándares de competitividad más ajustados. En este sentido en Abramov (2019) en base a un modelo de optimización en el clustering de los pozos se concluye que la ganancia relativa de NPV es inversamente proporcional al valor absoluto de NPV para pads de hasta 24 pozos.<sup>13</sup>

Pero el salto en calidad estará definido por el “time to market” y por la capacidad de la industria de evolucionar hacia una nueva donde la gestión, el software y los actores involucrados madurarán en una nueva industria más amplia, competitiva y dinámica. El ejemplo más categórico de eso es el caso de Fortin de Piedra: en una combinación de políticas estímulo por parte del gobierno y el desarrollo en modo fast-track de Fortin de Piedra dieron lugar a un pronunciado crecimiento de la producción desde reservorios no convencionales pasando de 1 a 17 M M3d en unos meses.

El grafico 6 muestra la producción de gas natural desde Vaca Muerta con el destacado incremento de la producción de Fortín de Piedra.

El grafico 7 compara la producción diaria de cada concesión en mayo de cada año. Resulta notable el crecimiento en Fortin de Piedra que aun con menos pozos que El Orejano casi lo triplica en producción.

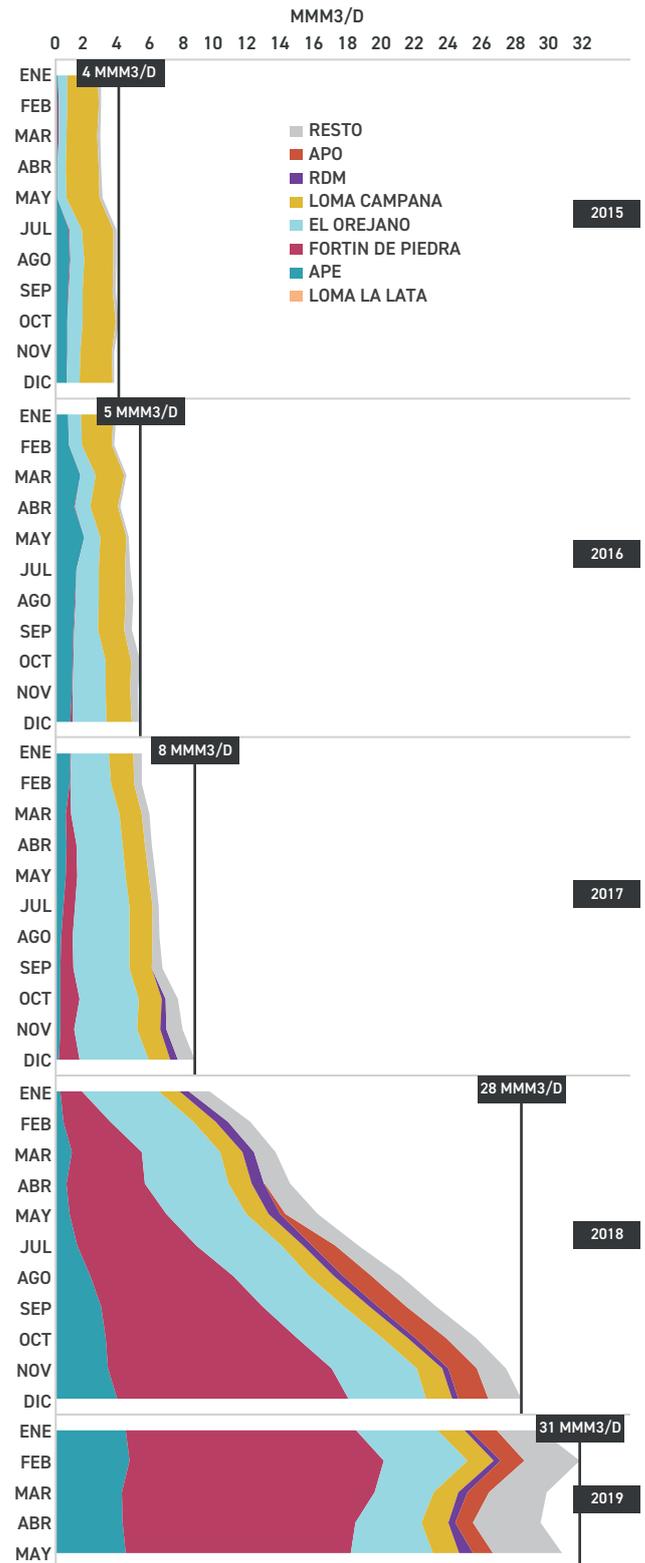


Gráfico6. Producción Argentina de Shale Gas

<sup>13</sup>.-ABRAMOV A. 2019) Optimization of well pad design and drilling - well clustering -- PETROLEUM EXPLORATION AND DEVELOPMENT Volume 46, Issue 3, June 2019.

## VACA MUERTA

ÁREA DE PENSAMIENTO ESTRATÉGICO

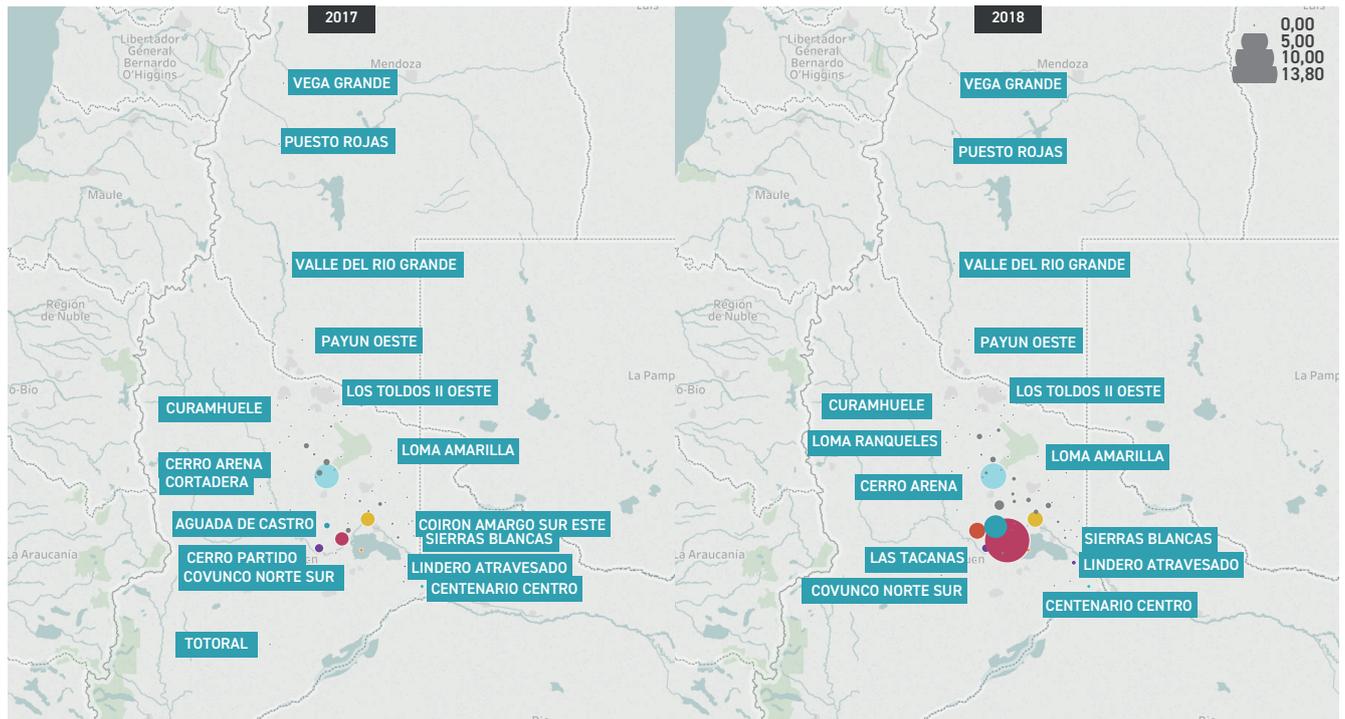


Gráfico 7. Producción Argentina de Shale Gas (2017 vs 2018)

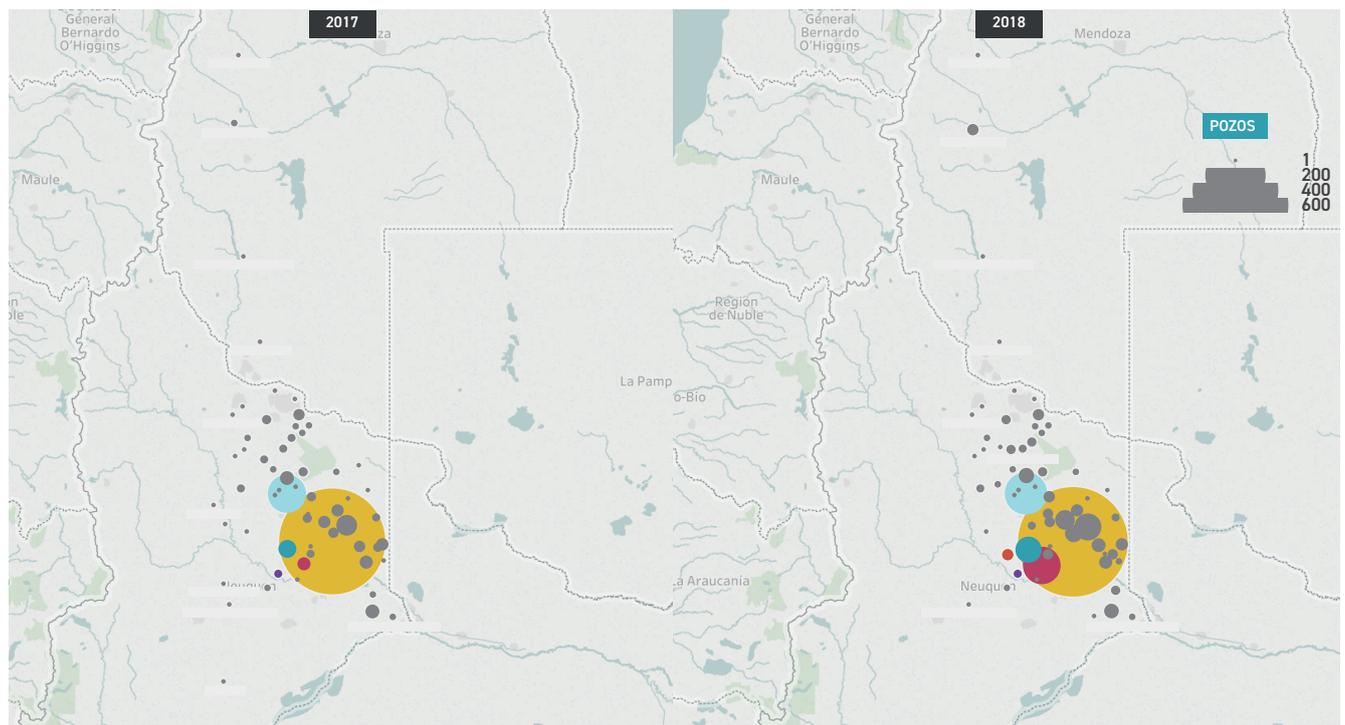


Gráfico 8. Pozos Perforados al Shale Gas de Vaca Muerta (2017 vs 2018)

La tabla 1 y el gráfico 9 presentan el incremento en la perforación a Vaca Muerta a partir de una mayor perforación horizontal, el cual ha actuado como un catalizador de la cada vez más importante productividad alcanzada, un logro que ubica a los

pozos de Vaca Muerta a los niveles de los principales plays de Estados Unidos.

La producción por pozo vertical u horizontal puede verse en el gráfico 10 y en la tabla 2.

POZOS EN OPERACIÓN DESDE VACA MUERTA										
MES Y AÑO	2015		2016		2017		2018		2019	
	Vertical	Horizontal								
enero	361	36	497	79	513	173	516	290	511	471
febrero	380	38	497	90	513	178	517	302	518	479
marzo	394	39	505	101	514	191	517	312	514	472
abril	406	44	506	107	515	198	517	325	519	518
mayo	422	44	506	116	515	210	517	339	519	528
junio	428	50	508	126	515	220	517	361		
julio	441	58	509	130	515	227	516	372		
agosto	447	60	510	139	516	231	513	391		
septiembre	458	66	511	150	516	250	513	409		
octubre	468	65	511	153	516	256	517	444		
noviembre	476	75	512	162	516	258	517	443		
diciembre	492	78	513	169	516	269	518	458		

Tabla1. Pozos en operación desde Vaca Muerta

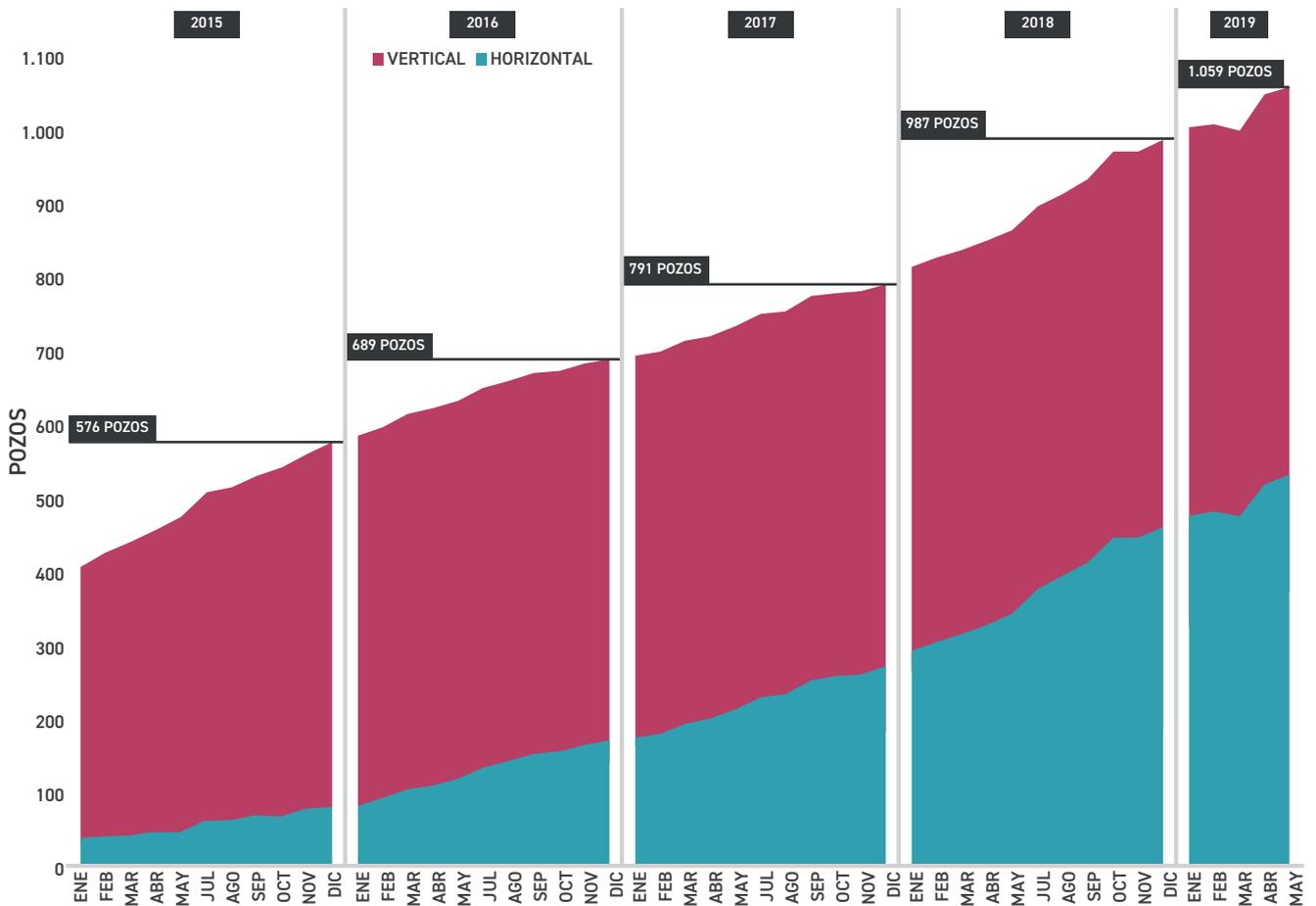


Gráfico9. Pozos Perforados a Vaca Muerta por tipo de pozo

## VACA MUERTA

ÁREA DE PENSAMIENTO ESTRATÉGICO

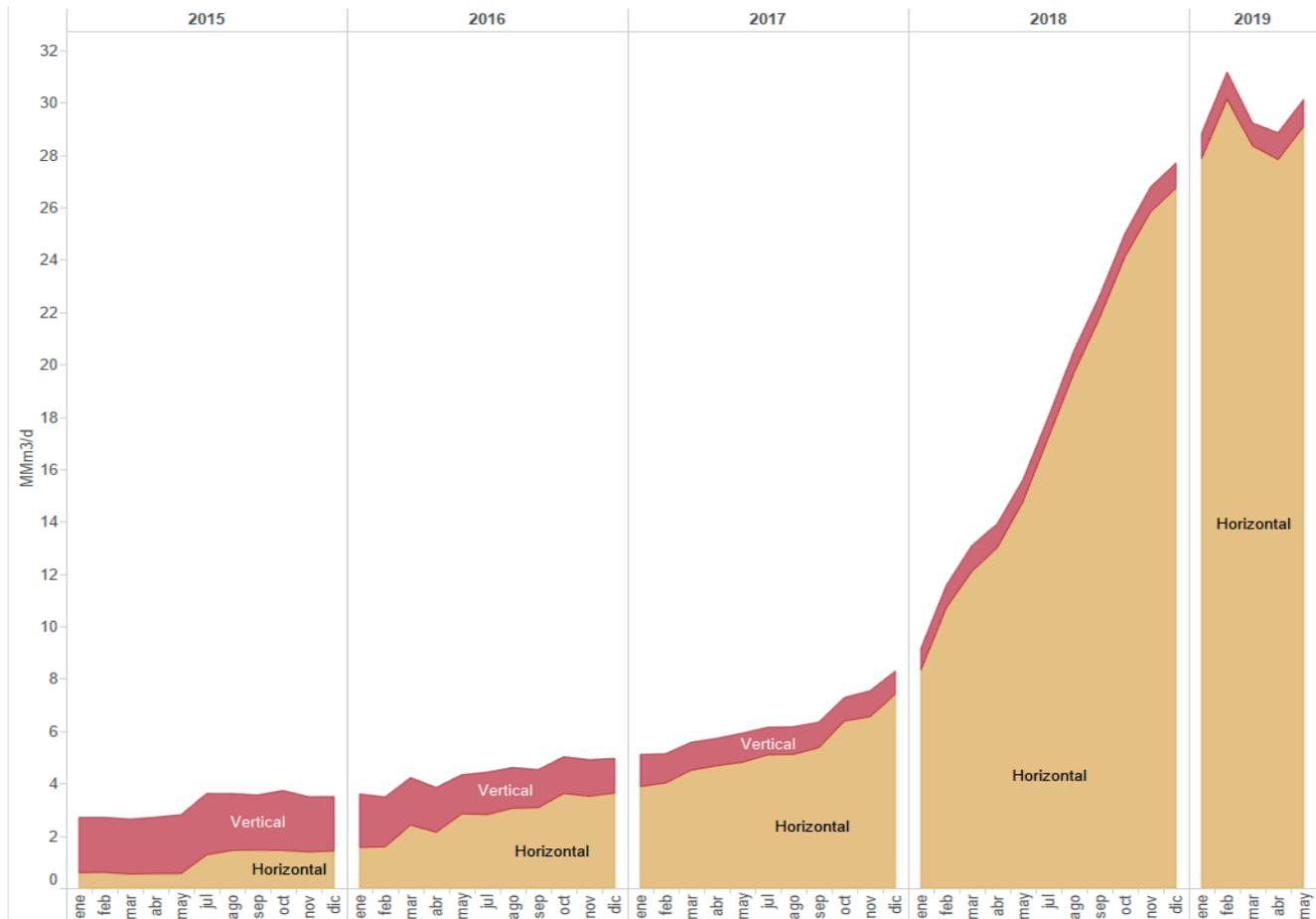


Gráfico10. Producción de Gas Natural desde Vaca Muerta por tipo de pozo

PRODUCCION DE GAS NATURAL DESDE VACA MUERTA POR TIPO DE POZO											
MES Y AÑO	2015		2016		2017		2018		2019		
	Vertical	Horizontal									
enero	2,1	0,6	2,0	1,6	1,2	3,9	0,8	8,3	0,9	27,9	
febrero	2,1	0,6	1,9	1,6	1,1	4,0	0,8	10,7	1,0	30,1	
marzo	2,1	0,5	1,8	2,4	1,0	4,5	1,0	12,1	0,8	28,3	
abril	2,1	0,6	1,7	2,1	1,0	4,7	0,9	13,0	1,0	27,8	
mayo	2,2	0,6	1,5	2,8	1,1	4,8	0,8	14,8	1,0	29,1	
junio	2,3	0,7	1,5	2,7	1,0	5,0	0,8	16,7			
julio	2,3	1,3	1,6	2,8	1,0	5,1	0,8	17,2			
agosto	2,1	1,4	1,5	3,1	1,0	5,1	0,8	19,7			
septiembre	2,1	1,5	1,4	3,1	1,0	5,4	0,8	21,8			
octubre	2,2	1,4	1,4	3,6	0,9	6,4	0,9	24,1			
noviembre	2,0	1,4	1,4	3,5	1,0	6,5	0,9	25,8			
diciembre	2,0	1,4	1,3	3,6	0,9	7,4	0,9	26,7			

Tabla2. producción de gas natural desde Vaca Muerta por tipo de Pozo

Un hecho a destacar es la distinción entre pozos a la ventana de gas donde la producción es fundamentalmente gas con condensados y la producción orientada a la ventana petrolera de la cual se retiene un volumen importante de gas asociado. El gráfico 11 presenta esta distinción en la producción de gas de Vaca Muerta.

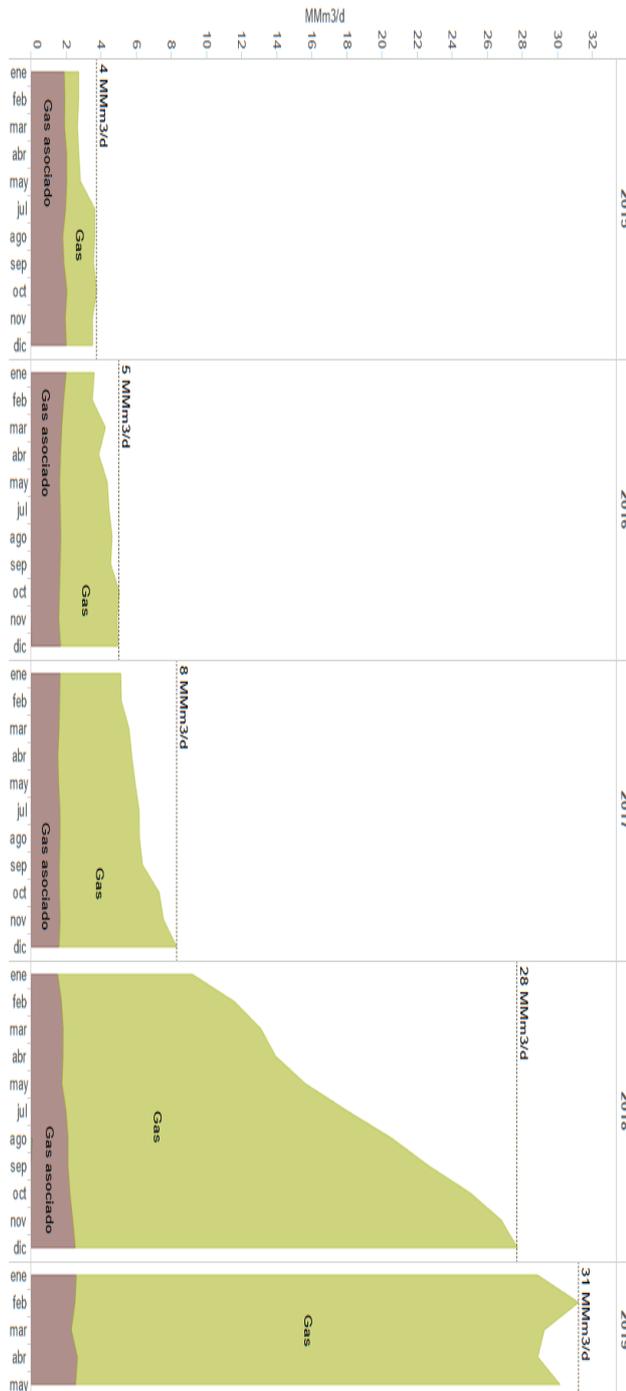


Gráfico 11. Producción de Gas Natural desde Vaca Muerta por tipo de yacimiento

## INDICADORES

A los efectos de poder evaluar y monitorear el estado de desarrollo de Vaca Muerta se presentan a continuación una serie de Indicadores de seguimiento.

## INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

Los modos de registrar la productividad tanto en su evolución en el tiempo como benchmark para comparar con otros bloques o países resulta cada vez más común en la industria. Es así como resulta necesario identificar que parámetros se puede evaluar para poder llevar adelante diferentes contrastes.

A continuación, se detallan algunos parámetros para analizar la productividad o viabilidad productiva:

INDICADOR	DETALLE	DINÁMICA/COMPARACIÓN
Acumulada por Pozo	Expectativa de Acumulada por Pozo (EUR).	Comparación en el tiempo. Comparación entre Concesiones y Operadoras Benchmark con plays de US.
Producción Inicial	Producción Máxima de un pozo (IP) desde la cual comienza a declinar.	Comparación en el tiempo. Comparación entre Concesiones y Operadoras. Benchmark con plays de US.
Producción media	Producción media de los pozos en el tiempo.	Comparación en el tiempo. Comparación entre Concesiones y Operadoras.

Tabla 3. Indicadores de Productividad

- *RECURSO ULTIMO RECUPERABLE (EUR, POR SUS SIGLAS EN INGLES)*

Es común comparar el EUR de un pozo tipo en Vaca Muerta y un campo análogo como puede ser Eagle Ford, Marcellus o Haynesville en EE.UU.

Como no existen registros de la acumulada efectiva final de cada pozo ya que no existen pozos de más de un puñado de años, se suele estimar la expectativa de producción ultima siguiendo algunas estimaciones. Puede verse en Codeseira (2014) un análisis de los modelos de estimación de EUR para pozos no convencionales y para pozos convencionales.

El grafico 12 presenta la evolución del EUR promedio de los pozos conforme se van sumando pozos de mayor o menor productividad. Puede observarse como Fortín de Piedra (Tecpetrol) en 2019 alcanza y se mantiene en torno a un EUR de 14 bcf (billón de pie cubico). En cambio, Aguada Pichana Oeste (PAE) mostró muy buenos registros pero luego retrocedió a un promedio de 7 bcf. El Orejano (YPF) hacia mediados del 2018 se ubicó entre 7 y 8 bcf, y Aguada Pichana Este (TOTAL) desde mediados del 2018 se ubicó también en torno a los 7 bcf.

Solo Fortin de Piedra se acerca al promedio de Marcellus.

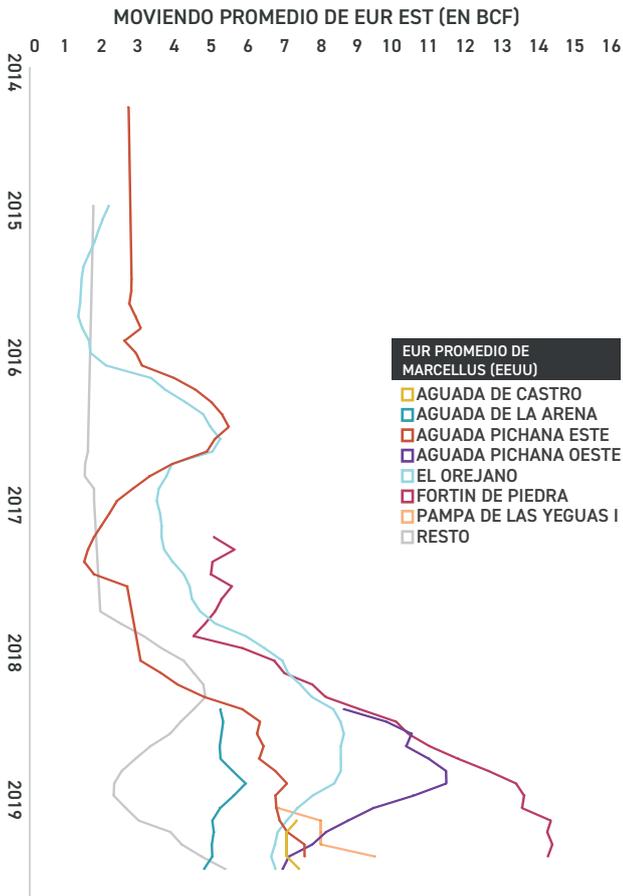


Gráfico12. Evolución de los EURs Estimados por Concesión

• PRODUCCIÓN INICIAL (IP 30)

Otro vector de recurrente comparación es el IP, se trata de la producción máxima de cada pozo desde donde se registran una fuerte declinación de la producción en los meses siguientes. Cabe destacar que la información pública disponible es declarada por las operadoras en forma mensual, es por ello que el registro IP se toma mensual para luego llevarse a promedio día.

El grafico 13 presenta los IP de las principales concesiones en términos de productividad para los años 2018 y 2019. Se observa como Fortin de Piedra tuvo un muy buen 2018 y un mejor 2019. A diferencia de Aguada Pichana Oeste (APO) donde se registra una baja en la producción inicial de los nuevos pozos.

El IP promedio de los pozos shale en Argentina a mayo de 2019 es de 339 mil metros cúbicos día. Cabe destacar que, si bien este promedio se ubica lejos del promedio en EE. UU, los registros en torno al medio millo de metros cúbicos vistos en Fortin de Piedra, Aguada Pichana Oeste y Pampa de las Yeguas son de clase mundial.

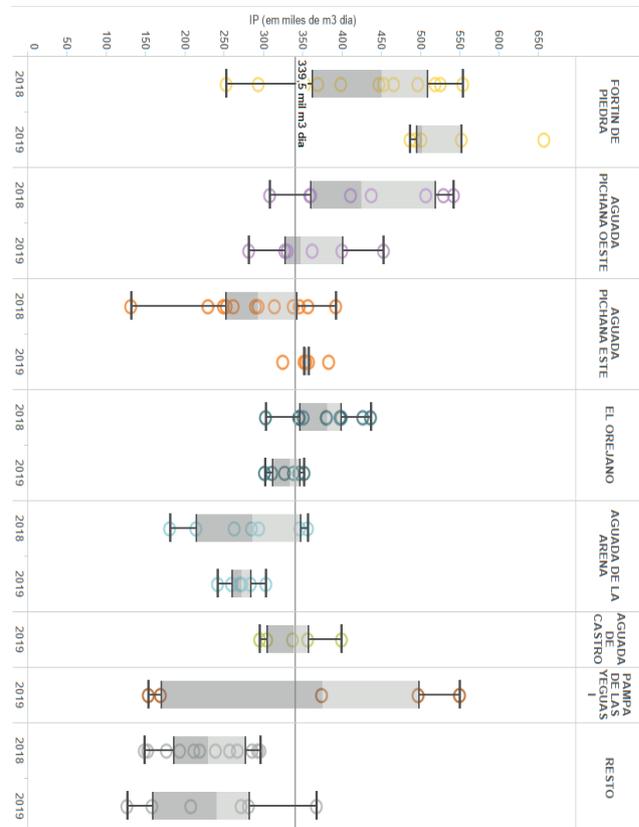
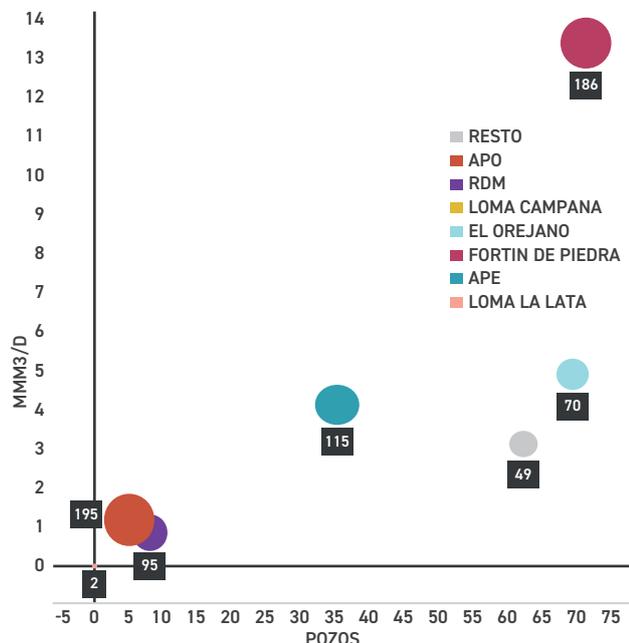


Gráfico13. Evolución de los IPs por Concesión

• **PRODUCCIÓN MEDIA**

Si bien no es un indicador muy recurrente en la industria ya que los pozos “cargarían” la herencia de las características de los pozos viejos, resulta ilustrativo ver cómo evoluciona en el tiempo la producción media conforme la intensidad perforadora y la productividad de los nuevos pozos.

Al respecto puede verse la producción total a mayo de 2019 (eje vertical), la cantidad de pozos en operación (eje horizontal) para cada concesión y la producción media de cada pozo en ese momento. Otra vez se destacan Fortin de Piedra y Aguada Pichana Oeste (APO) con un promedio cercano a los 0,2 MMm3/d.



Nota: # es la producción promedio por pozo en miles de m3 por día a Mayo 2019. No se incluye la producción de gas asociado.

Gráfico14. Producción Media por Concesión (mayo 2019)

**INDICADORES DE COMPETITIVIDAD**

A los registros de productividad deben sumarse otros vectores para establecer términos de Competitividad. Para no ahondar en temas que exceden el alcance de este trabajo solo se presentan algunos Indicadores se veremos a continuación:

INDICADOR	DETALLE	DINÁMICA / COMPARACIÓN
Costo Pozo	Costo de Perforación	Benchmark con plays de US;
Costo Pozo	Costo de Completación	Benchmark con plays de US;
Costo Pozo	Costo construcción de pozos	Benchmark con plays de US; evolución del costo USD/m
# fracturas por pozo	Diseño	Benchmark con plays de US, arquitectura pozo
EUR / fractura	Productividad pozo y operaciones	Benchmark con plays de US, arquitectura pozo
Proppant por metro (o por fractura o pozo)	Intensidad de uso de arena para fractura	Benchmark con plays de US y evolución por plays en ARG distinguiendo gas/petroleo. La cadena de valor impacta en los negocios de Logística y obras de infraestructura
Agua por metro (o por pozo)	Intensidad de uso de agua en la construcción de pozo	Benchmark con plays de US y evolución por plays en ARG distinguiendo gas/petroleo. La cadena de valor impacta en los negocios de Logística y obras de infraestructura
Cantidad mts perforados (nuevos pozos) por equipo de perforación	Productividad Rigs (operaciones)	Benchmark con USA para desarrollos (no pilotos); evolución en Argentina
Cantidad de fracturas por set	Productividad Sets de Fractura (operaciones)	Benchmark con USA para desarrollos (no pilotos)
Requerimiento CAPEX por operadora a mediano plazo	Necesidad de inversión por operadora según contratos / plan de negocios (horizonte 2-3 años)	Requerimientos a mediano plazo de bienes y servicios.
Tiempos de operación	Días dedicados a la perforación	Benchmark con USA para desarrollos (no pilotos); evolución en Argentina
Tiempos de operación	Días dedicados a la estimulación	Benchmark con USA para desarrollos (no pilotos); evolución en Argentina

Tabla4. Indicadores de Competitividad

## INDICADORES DE COMPETENCIA

Otro factor que hace a la caracterización del avance de la actividad es su pluralidad. En este sentido se presenta a continuación algunos indicadores que reflejan o infieren los márgenes de competencia en el Upstream.

INDICADOR DETALLE		DINÁMICA / COMPARACIÓN
Share market en la producción	Participación de cada Operador en el Total	Evolución en Argentina; Benchmark con plays de US;
Presencia Territorial	Km2/acre por Operador	Evolución en Argentina; Benchmark con plays de US;
Intensidad	Pozos por km2/ acre por Operador	Evolución en Argentina; Benchmark con plays de US;
Deals	Valor acre de las nuevas adquisiciones	Evolución en Argentina; Benchmark con plays de US;

Tabla5. Indicadores de competencia

Cabe destacar que coexisten condiciones generales que alteran en el tiempo los niveles de competencia que se pueden dar en un mercado como lo es el Upstream argentino, donde también se presentan aspectos normativos, de economías de alcance y de mercados relevante que tergiversan las estrategias de cada actor.

Por otro lado, en términos de competencia global para Vaca Muerta cabe remarcar que al final del día la competitividad es sistémica. Es la capacidad (o su ausencia) de Argentina para establecer factores de competitividad lo que determinará los estándares de competencia de Vaca Muerta, esto se logrará quitando los nudos residuales de los costos logísticos, las estructuras impositivas obesas e ineficientes, la anquilosis del mercado laboral, la ausencia en intermediación entre el ahorro y la inversión, la falta instrumentos para financiamiento de Inversión y tecnología, el enanismo bursátil argentino y la preminencia

de objetivos y reglas itinerantes. Porque al final los que compiten son los países.

Es por eso que como se mencionó anteriormente, la mejora en productividad y costos resulta notorio. Pero si bien el desriskeo de Vaca Muerta yacimiento resulta evidente y prometedor, a la espera de un desriskeo de condiciones generales a la inversión en escala masiva.

Con las condiciones actuales del mercado interno, Vaca Muerta requiere de un mercado externo para su desarrollo. El mercado a corto plazo es el mercado chileno, no obstante el tamaño de dicho mercado no constituye la escala que requiere el Desarrollo Masivo de Vaca Muerta, por lo tanto el mercado destino para apuntalar el full development de Vaca Muerta es el mercado global de GNL.

En este sentido, cabe recordar que durante la próxima década el mercado global de GNL se encontrará sobre abastecido, con la entrada en operación de un grupo de Plantas de Liquefacción, con lo cual el mercado de GNL se presenta con un mercado muy competitivo que implicará para Vaca Muerta un esfuerzo adicional en competitividad con un feed-gas (gas en la planta) a menos de 3 usd/MMbtu.

Una primer reacción de la Industria fue el desplazamiento a la ventana de líquidos, sorteando las restricciones que presenta el mercado gasífero argentino y en un contexto en el que el precio del crudo se ubica estable y sin señales de declino.

No obstante, resulta cada vez más que Vaca Muerta excede en importancia los límites de la industria y que su suerte es también la suerte de una política económica que requiere más empleo y más divisas extranjeras para hacer frente compromisos de deuda suscriptos. Pero para alcanzar los mercados internacionales se requieren importantes obras de infraestructura tanto para movilizar los insumos como para transportar el gas y los líquidos.

03

**PROYECTOS DE  
INFRAESTRUCTURA**



En octubre de 2014 el Área de Pensamiento Estratégico de la Cámara Argentina de la Construcción realizó un detallado análisis del impacto en la infraestructura del potencial desarrollo de Vaca Muerta y sus requerimientos tanto en la movilización de insumos como de productores derivados de su desarrollo<sup>14</sup>.

A continuación, se presenta una actualización conforme las nuevas miradas estratégicas hacia el desarrollo del potencial de Vaca Muerta.

## PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA PARA LA PROVISIÓN DE INSUMOS

La experiencia norteamericana ha puesto de manifiesto el desafío logístico que implica el desarrollo de los recursos hidrocarburíferos no convencionales. Al respecto, en una etapa inicial atendiendo al desafío en ciernes, la Academia Nacional de Ingeniería en 2014 llevó a cabo un Estudio de los requerimientos logísticos asociados al desarrollo de Vaca Muerta concluyendo no solo en los insumos necesarios, sino también en las implicancias derivadas de su transporte<sup>15</sup>.

A partir de este estudio, una serie de documentos actualizaron y perfeccionaron el análisis y sus conclusiones que dieron lugar a una lista de proyectos para (1) potenciar el desarrollo ferroviario e impedir un flujo masivo de las rutas viales, (2) optimizar la distribución y manejo del agua aprovechando las sinergias del clustering y (3) mejorar las redes viales existentes.

## PROYECTO DE TREN NORPATAGÓNICO

Entre los planes que contempla el Ministerio de Transporte, se encuentra la reactivación de los trenes de carga Línea Roca que contempla el proyecto deno-

minado Tren Norpatagónico. La extensión de la traza comprende las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Río Negro y Neuquén, la obra involucra la renovación y mejoramiento de 574 kilómetros de vías, así como la construcción de una nueva traza de 83 kilómetros, desde Galván hasta Vaca Muerta. El monto de inversión previsto ronda los USD 780 M.

Las condiciones de la traza actual la convierten en una línea deteriorada y poco sustentable, con una Infraestructura deteriorada cuya antigüedad promedio es de 70 años. El 30% de las vías se encuentra con alerta de precaución, la velocidad máxima es de 12 km/h. La capacidad portante de la línea es de 20 t/eje, en la actualidad la densidad de carga es baja. Entre 2003 y 2015 las inversiones realizadas en infraestructura fueron de USD 1 M.



Gráfico 15. Tren Norpatagónico

La capacidad de la traza en su estado actual es de 730 mil toneladas año, un volumen extremadamente bajo para los requerimientos proyectados en los próximos 10 años.

Según los cálculos del Ministerio de Transporte, con la nueva traza, en 2030, circularán unos 143.000 camiones menos al año, entre las rutas 22, 151 y 7, que conectan los 140 kilómetros de distancia entre Roca, Río Negro y Añelo, en Neuquén. Esta cifra representa el 23% de los camiones proyectados para ese año. Por otra parte este tren beneficiará a las economías regionales con más de 3.000 empleos.

<sup>14</sup>.-“Vaca Muerta y su impacto en la Infraestructura” Área de Pensamiento Estratégico -Cámara Argentina de la Construcción (2014).

<sup>15</sup>.-Requerimientos para el desarrollo del reservorio de Vaca Muerta (Neuquén / Argentina) (2014) Instituto de Energía – Documento N°5. ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERIA.

Hay que tener en cuenta que el Tren Norpatagónico, no solo trasladaría insumos necesarios para los yacimientos no convencionales (eg. arena, cemento, tubos, baritina, cabezales y tubulares) sino también otros productos regionales como alimento balanceado, productos de retail, de minería o fruta del Alto Valle.

La licitación de cupos de carga ferroviaria para construir el proyecto ferroviario bajo la modalidad de asociación público-privada (PPP) iba a ser lanzada para fines de 2018. Tras las dificultades económicas que el país enfrentó el año pasado, esa fecha fue reprogramada para el primer trimestre de este año. Paso previo para lanzar la construcción del proyecto, el Gobierno decidió licitar los cupos de carga 4 millones de toneladas, como una forma de atraer inversiones y analizar la viabilidad de la iniciativa. La licitación no despertó la convocatoria que se preveía y el Ministerio de Transporte prorrogó hasta en cinco ocasiones la fecha de cierre, en un intento por atraer mayor cantidad de ofertas.

Finalmente, se cerró la licitación sin que se llegara a alcanzar el objetivo previsto de 4 millones de toneladas: se recibieron ofertas por 3,3 millones de toneladas. Los pliegos, de hecho, establecen que en el caso que no se cumpla el objetivo se podría suspender toda la convocatoria, El Gobierno nacional asegurara que no se realizaran anulaciones al concurso puesto que la diferencia con el volumen objetivo no es elevada. Casi la mitad del volumen ofertado corresponde a YPF.

El reparto de las cifras ofertadas se distribuyó de la siguiente manera: prácticamente la mitad (1,5 millones de toneladas) corresponden a la petrolera estatal YPF, mientras que otras siete petroleras (PAE, Shell, Pluspetrol, Vista, Chevron, Total y Pampa) las cuales no llegaron a completar un millón en su conjunto.

El proceso licitatorio se completó con tres ofertas de oferentes ajenos a Vaca Muerta, como el Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca (500 mil toneladas, la segunda oferta más importante después de YPF), la constructora Frontera y la agencia marítima Sea White.

Las opciones que se plantean tras verificar que no se alcanzó el objetivo propuesto son variadas: podría

continuar el plan de financiamiento de la obra mediante diferentes mecanismos, determinar un tiempo prudencial y realizar una nueva convocatoria para atraer nuevas ofertas, o bien dar de baja el proyecto de manera oficial. Por el momento no existe una definición clara de las posibles alternativas al mecanismo de financiamiento diseñado originalmente.

El resultado de la licitación quizás pueda ser explicado por las decisiones de las empresas, sujetas a extremar sus previsiones en un contexto de inestabilidad macroeconómica, a participar en el proyecto sino también a las dudas que despierta la viabilidad de los proyectos de asociación público-privada (PPP) en un contexto de alto endeudamiento, volatilidad cambiaria y elevado riesgo país.

## PROYECTOS ACUEDUCTOS

La demanda de ingentes volúmenes de agua para lograr los estándares de fractura que requiere el desarrollo de Vaca Muerta obliga a poner en marcha proyectos que optimicen el manejo del más de un millón de metros cúbicos anuales de agua y que en los próximos años alcanzaran los 2 millones. Por el momento estos volúmenes son transportados en su mayoría en camiones, lo que genera un enorme impacto medioambiental y saturación de la escasa infraestructura vial de la provincia.

En este sentido SIMA Ingeniería se encuentra avanzando en el Proyecto Agua Distribuida que, mediante un acueducto troncal de 68km con una capacidad diaria 30.000 m<sup>3</sup>/d, se podrá abastecer una demanda promedio día de 5 pozos o bien 1.800 pozos por año, lo cual brinda una escala holgada en las locaciones próximas al trazado. La optimización de las inversiones, vía reducción de costos, y la mejora en la confiabilidad y sustentabilidad del sistema constituyen los ejes centrales del proyecto.

Se trata de una obra de 49,7 MM USD que mitigaría las externalidades negativas asociadas a la movilización de uno de los insumos fundamentales en la fractura.





Gráfico 17. Red Vial de la Provincia de Neuquén

Por otra parte, se están llevando a cabo obras de infraestructura fundamentales como la Autopista N° 22, una traza de 23 kilómetros en la Ruta Nacional 67 y la pavimentación de la Ruta Nacional N° 237. Estas inversiones, destinadas a la infraestructura del transporte, contribuyen al desarrollo productivo y turístico de la región. Existen inconvenientes por la congestión de camiones en el llamado corredor petrolero, que incluye la Ruta Provincial N°7, la Ruta N°51 se encuentra en ejecución con fondos nacionales y la Ruta N°67, actualmente de ripio, que conecta la Autovía Norte con la Ruta N°51.

Añelo, nodo logístico y de servicios del yacimiento Vaca Muerta, tuvo en los últimos tiempos una expansión que dejó al límite la oferta de servicios e infraestructura. Se comenzó en esa localidad una obra de \$200 millones a cargo del Estado provincial para garantizar la provisión de electricidad a los parques industriales que allí se instalen. Obras claves en términos logísticos para recortar los costos a quienes decidan radicarse en la zona, ya que la ubicación de los proveedores en proximidad a los yacimientos resulta fundamental.

Otras obras en la proximidad se relacionan con la planificación de la circulación vehicular de Neuquén y alrededores, se trata de obras que alterarán significativamente la dinámica en la conurbación. Se trata de obras como: la Autovía Norte, el tercer puente entre Cipolletti y Neuquén, la ampliación de la Ruta Nacional N° 22 en el tramo Plottier-Arroyito, la ampliación de la Ruta Provincial N° 7 hacia el norte de Centenario; y la pavimentación la Ruta Provincial N° 67 pensada para la actividad petrolera por la zona de meseta al noroeste de Neuquén y Centenario. La construcción de nuevas vías permitirá el alivio vehicular de las rutas ya existentes, para el caso de la Autovía Norte, su empalme con el tercer puente y la circunvalación de Cipolletti permitirá desviar tránsito en el sentido este-oeste en toda la región evitando demoras para los vehículos en las áreas urbanas. Algo similar se verá en el caso de la pavimentación de la Ruta Provincial N° 67. La misma permitirá evitar el paso obligado por la ciudad capital de vehículos que circulen entre el Oeste de Plottier y las zonas al Norte de Centenario lo cual descomprime los flujos Plottier Neuquén-Centenario.

Por otra parte, uno de los aspectos importantes en los que un gobierno puede mejorar la logística es a través de las reglas, que pueden impulsar el sector. Estas reglas se asocian al uso vial y en especial al desarrollo de los nuevos modos de transporte vial, los bitrenes.

Cabe destacar que los bitrenes permiten ahorros de entre el 25% y el 35% en los costos de transporte de cargas, porque se trata de camiones que tienen doble remolque. El decreto nacional 32/2018 refiere a la circulación de camiones de mayor longitud (22,40 m hasta 25,50 m) con 51 Tn de carga útil (frente a las 30 actuales), y las provincias tienen la opción de adherir. Las primeras provincias que se unieron fueron Misiones, Neuquén y Mendoza.

La utilización de bitrenes puede tener un gran impacto en el transporte de insumos para la cadena de hidrocarburos, sin embargo aún no se están utilizando, dentro de este trabajo es importante estudiar las medidas que serán necesarias para permitir e incentivar el desarrollo de este tipo de transporte dentro de la provincia y desde/hacia otras provincias y Chile.

PAVIMENTACIÓN	REPAVIMENTACIÓN
Obra: Ruta Provincial Nº 6 Tramo: C. Catriel – Límite c/Río Negro. Longitud: 19 kms. Inversión: U\$S 11.400.000	Obra: Ruta Provincial Nº 5 Tramo: Empalme R.P. Nº 7 – Empalme R.P. Nº 6. Longitud: 73 kms. Inversión: U\$S 18.250.000
Obra: Ruta Provincial Nº 6 Tramo: Pata Mora – Empalme R.N. Nº 40. Longitud: 78 kms. Inversión: U\$S 46.800.000	Obra: Ruta Provincial Nº 6 Tramo: Acceso Bayo – Crucero Catriel Longitud: 29 kms. Inversión: U\$S 5.800.000
Obra: Ruta Provincial Nº 17 Tramo: Empalme R.P. Nº 7–Km 20. Longitud: 20 kms. Inversión: U\$S 12.000.000	Obra: Ruta Provincial Nº 7 Tramo: Añelo – Límite c/Río Negro. Longitud: 37 kms. Inversión: U\$S 14.800.000
Obra: Conexión Ruta Provincial Nº 7– Ruta Provincial Nº 17 – Añelo Longitud: 5 kms. Inversión: U\$S 5.000.000	Obra: Ruta Provincial Nº 7 Tramo: Añelo – Empalme R.P. Nº 5. Longitud: 15 kms (parcial). Inversión: U\$S 4.500.000
Construcción puente sobre arroyo carranza Longitud: 200 mts. Inversión: U\$S 1.700.000	
Enripiado acceso aguada San Roque Longitud: 16 kms. Inversión: U\$S 3.200.000	

Tabla6. Plan Quinquenal de Obras vinculadas al desarrollo de Vaca Muerta (2019–2023): Corredor Hidrocarbúfero

## PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

El desarrollo del gas contenido en Vaca Muerta requiere la expansión del sistema de captación del gas y transporte de gas. El primero consiste en la captación del gas en boca de pozo, tratamiento y separación, como pasos anteriores a su punto de ingreso al sistema de transporte troncal. El segundo se corresponde con la movilización efectiva en el sistema troncal.

Esto constituye un cuello de botella para la producción de shale gas, lo que permite destrabar varios de los proyectos upstream existentes. A su vez, normalmente es una actividad que deciden las operadoras por separado, como parte de sus planes de desarrollo de un bloque. El hecho que aparezca una compañía en este segmento permite tener tarifas competitivas por el servicio, a la vez que resuelve un problema operativo crucial para el desarrollo de Vaca Muerta.

## GASODUCTOS DE CAPTACIÓN

Transportadora del Gas del Sur (TGS) comenzó a invertir en el segmento de captación para poder brindar el servicio de recolección de gas natural a las compañías que operan en Vaca Muerta. Su proyecto de gasoductos de captación atraviesa de Norte – Sur permitiendo conectar pozos de la ventana de gas seco y húmedo (wet gas) de la región oeste de Vaca Muerta con las facilidades troncales en proximidades de Loma La Lata – Sierra Barrosa.

El sistema de gasoducto de captación colecta además del gas desde bloques de alto potencial, también a aquellos que están en producción, pero con un estrangulamiento en su capacidad de evacuación (por ejemplo, Rincón del Mangrullo, Aguada Pichana, etc).

## VACA MUERTA

ÁREA DE PENSAMIENTO ESTRATÉGICO

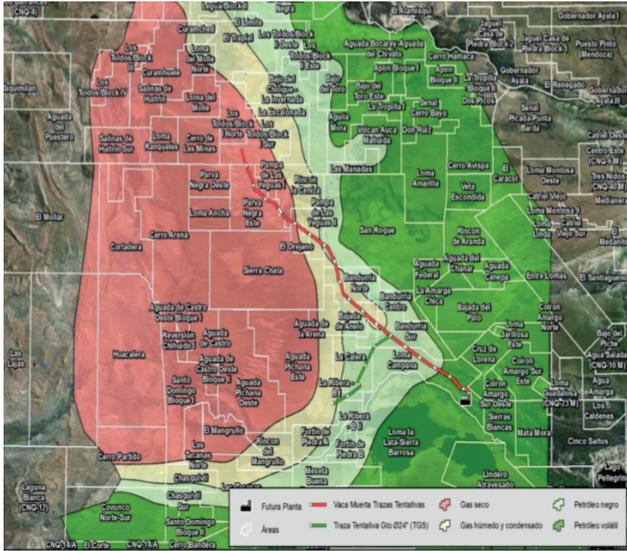


Gráfico18. Proyecto TGS – Gasoducto de Captación (Midstream Gas) Fuente: TGS

El proyecto consta de la construcción de dos tramos de gasoductos de captación (Sur y Norte) que en su conjunto permitirán evacuar 60 M m<sup>3</sup>/día de gas y una planta de acondicionamiento en Tratayén para 5 M m<sup>3</sup>/día, con una inversión total de USD 300 millones.



Gráfico19. Proyecto TGS – Gasoducto de Captación: Tramos e Inversión Total. Fuente: TGS

A Julio de 2019, el tramo Sur del gasoducto se encuentra finalizado (33 km). Y se espera que en noviembre de 2019 esté el proyecto operativo, incluyendo la planta de acondicionamiento.

La UTE que componen Contreras – SACDE están a cargo de la construcción del sistema de gasoductos,

mientras que AESA está a cargo de la construcción de la planta de acondicionamiento. Esta última es modular, con capacidad de ampliarla según la necesidad.

También, en el marco de este proyecto está en evaluación una planta de separación de líquidos en Tratayén por 20 M m<sup>3</sup>/día. Esta planta permitiría conectar con Neuba I, Neuba II o con el Gasoducto del Centro de TGN.

## GASODUCTO TRONCAL

Recientemente el gobierno nacional lanzó un Decreto de Necesidad y Urgencia (DNU) para llamar a licitación para la construcción del gasoducto troncal Tratayén-Saliquelo que será una vía para evacuar la producción de shale gas para el mercado de consumo sustituyendo importaciones de gas natural, ampliando también la disponibilidad de transporte para la futura exportación de gas natural licuado.

En su primer tramo el gasoducto tendrá una extensión de 570 km y una capacidad para transportar de gas natural hasta 22 M m<sup>3</sup>/día. Se prevé que esté operativo en el invierno de 2022. El costo estimado de la obra es de USD 800 M y tendrá un aporte del FGS de ANSES de USD 400 M.

En una segunda etapa el proyecto prevé una expansión adicional de 440 km desde Saliquelo hasta San Nicolás.

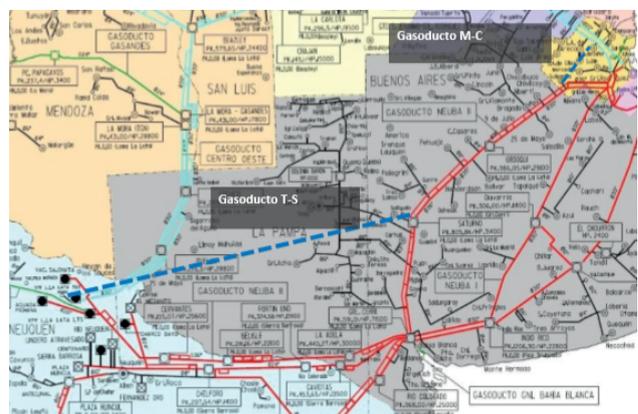


Gráfico20. Proyecto Gasoducto Litoral 1er Tramo Tratayén-Saliquelo

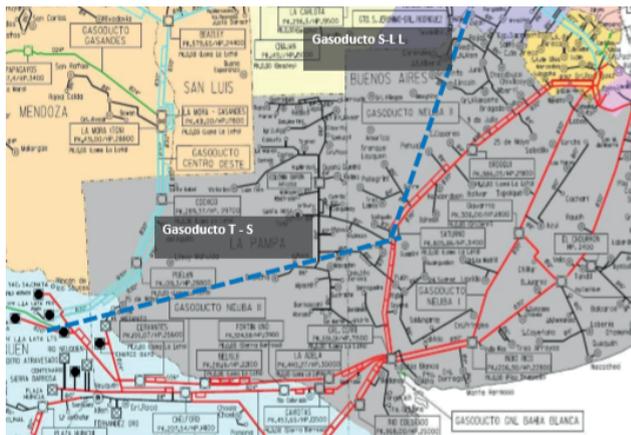


Gráfico 21. Proyecto Gasoducto Litoral 2do Tramo Saliqueló-San Nicolás

## PROYECTO DE PLANTAS DE LICUEFACCIÓN

La construcción de una planta de GNL es la alternativa de máxima de varias productoras argentinas. En un contexto global en el que hay países que deberán reemplazar paulatinamente la utilización de carbón para generar otras energías, como el caso de China, uno de los posibles destinos para el gas de la Cuenca Neuquina, si se concretara la planta de licuefacción.

La situación económica del país y los cerca de 5.000 millones de dólares que requiere la construcción

de una planta de este tipo, son parte de los escollos principales que ha afrontado el proyecto. El financiamiento más caro en la actualidad para Argentina es un tema central.

No obstante, la primera empresa en avanzar con un proyecto; YPF ya licitó y adjudicó un estudio conceptual previo para la instalación de exportación de GNL, un “diseño de ingeniería” para una planta de licuefacción de cinco millones de toneladas por año, con un potencial de expansión de 10 millones de toneladas anuales. Panamerican Energy encargó un proyecto similar a fines del 2018 evaluando la opción de ubicación de la planta en Bahía Blanca o Chile.

YPF le acercó un borrador al presidente, potencialmente a devenirse en Proyecto de Ley, donde plantea las condiciones fiscales bajo las que podría construirse, con un régimen impositivo específico y garantías de suministro del gas que se produce en Neuquén.

Cabe recordar que YPF ya incursionó en el mercado de GNL como exportador este año. Lo hizo en una pequeña escala, procesando gas en una barcaza (Tango LNG) que luego logró colocar en el mercado global.

La construcción de una planta requeriría entre cuatro y cinco años. No está claro dónde se haría, aunque la posibilidad más firme es Bahía Blanca.



04

# MODELIZACIÓN Y PROYECCIONES



Para modelizar el desarrollo de la actividad en Vaca Muerta se utilizó un modelo presentado en Codeseira L. (2013)<sup>17</sup>, también utilizado en el Estudio del Instituto de Energía de la Academia Nacional de Energía (2014)<sup>18</sup>.

Una completa caracterización y simulación del reservorio constituye un eje esencial para optimizar todo el proceso. Es que la heterogeneidad de los shales, incluso dentro de un mismo shale, implica una minuciosa evaluación en base a estudios de laboratorio, pero especialmente en base a información microsísmica. Luego, el perfilaje sumará argumentos para modelizar la fractura, que en definitiva determinará el plan de estimulación. Por último, el análisis de los resultados del plan de trabajo lo que engloba un proceso circular de optimización del fracking. Todo esto apunta a un objetivo, optimizar el desarrollo de ese reservorio artificialmente creado.

Para estilizar en el comportamiento de un pozo tipo, los factores o variables normalmente utilizados en la literatura hidrocarburífera son la producción inicial del pozo (IP), la forma de la curva de declina-

ción (DC) y, a partir de la curva acumulada del flujo de producción, el recurso último recuperable (EUR) será aquel volumen acumulado hasta una presión de abandono considerada.

En términos de estas curvas, la optimización del proceso implica un desplazamiento hacia la derecha o hacia arriba de la curva de declinación, o bien un cambio en la curvatura de la misma. Estas curvas son estilizadas en el modelo mediante una tasa de declinación hiperbólica para cada tipo de pozo.

El modelo original fue adaptado delimitando solo dos regiones (Vaca Muerta Core y Vaca Muerta Non Core) y tres tipos de pozo para la ventana de gas y tres para la ventana de petróleo. La sección definida como VM Core agrupa las concesiones de mayor desarrollo y/o de mayor accesibilidad a la infraestructura existente y proyectada.

A los efectos de abarcar el efecto sustitución entre shale y tight se incorporó un análisis del horizonte tight gas al modelo.

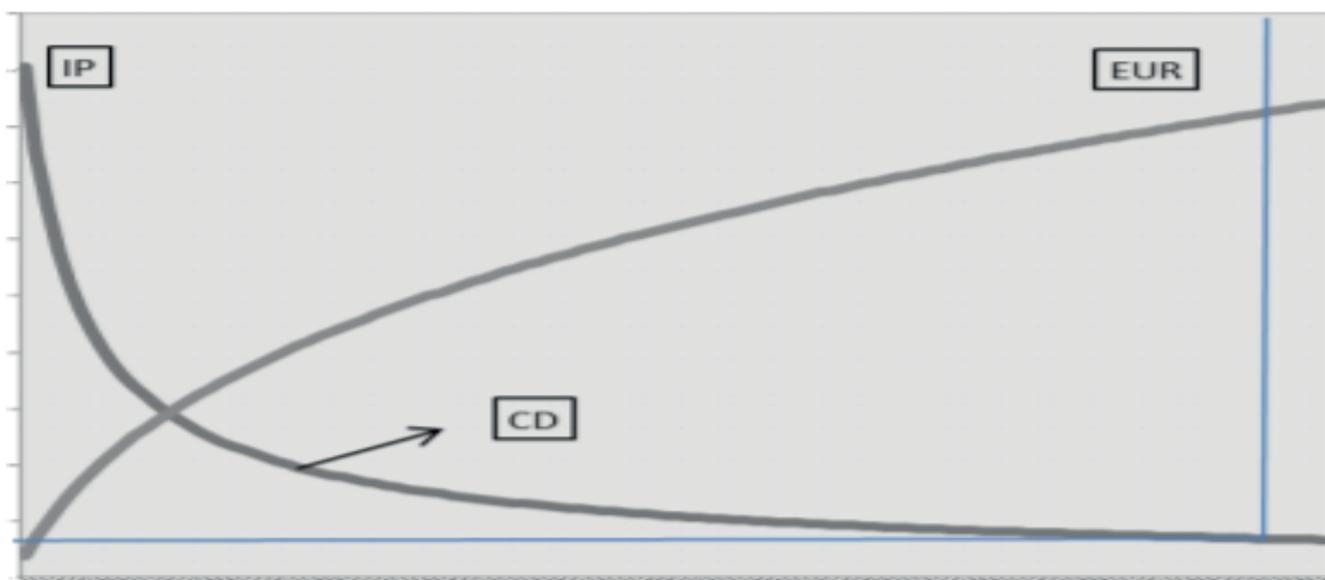


Gráfico 22. Curvas de Declinación, EUR y Producción Inicial

<sup>17</sup>.-“Análisis Espacial del Desarrollo del Shale Gas de Vaca Muerta” Codeseira L. (2013) Tesis de Maestría en energía (CEARE/UBA).

<sup>18</sup>.-Requerimientos para el desarrollo del reservorio de vaca muerta (Neuquén / Argentina) (2014) Instituto de Energía – Documento N°5. ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERIA.

## ESCENARIO DE ACTIVIDAD PERFORADORA

El escenario de perforación surge de un relevamiento que permitió caracterizar la intensidad de desarrollo en los no convencionales.

El grafico 23 presenta la cantidad de pozos que se estiman perforar en los próximos años.

El grafico 24 presenta la caracterización como objetivos destinados del total de pozos.

## ESCENARIO DE PRODUCCIÓN DE GAS NATURAL

Los cambios en la producción de gas natural son la resultante de la actividad perforadora, y lógicamente de la mejora en la productividad de los pozos conforme se modelizaron los diferentes tipos de pozo.

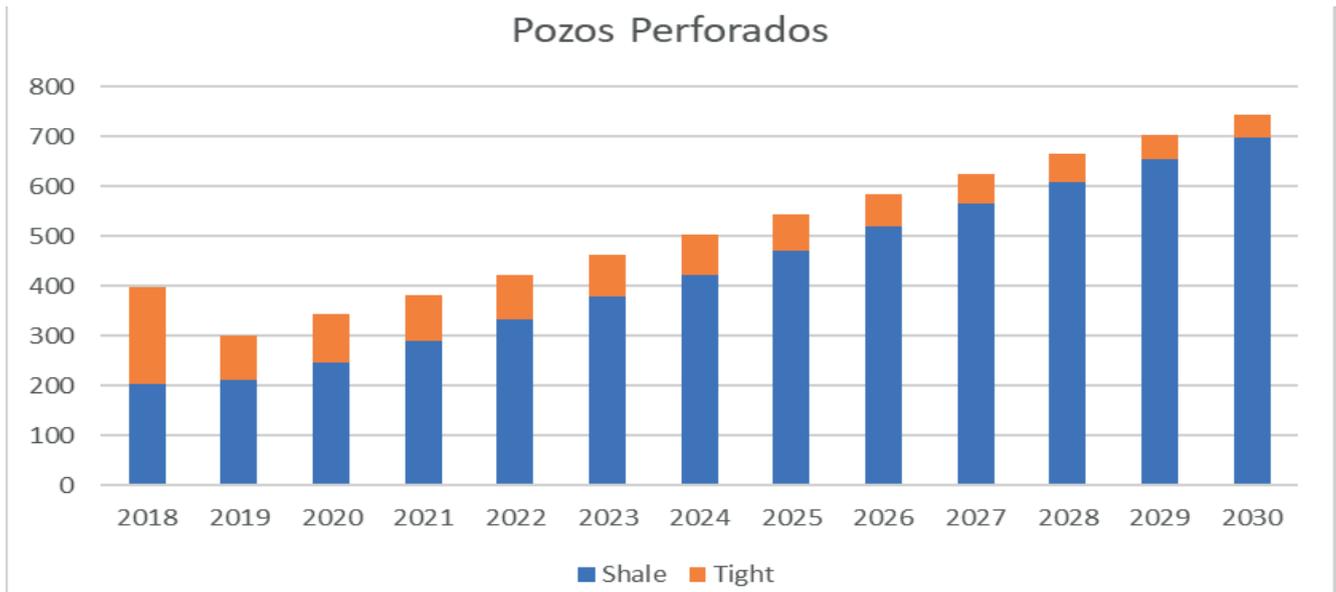


Gráfico23. Escenario de Pozos Perforados 2019-2030

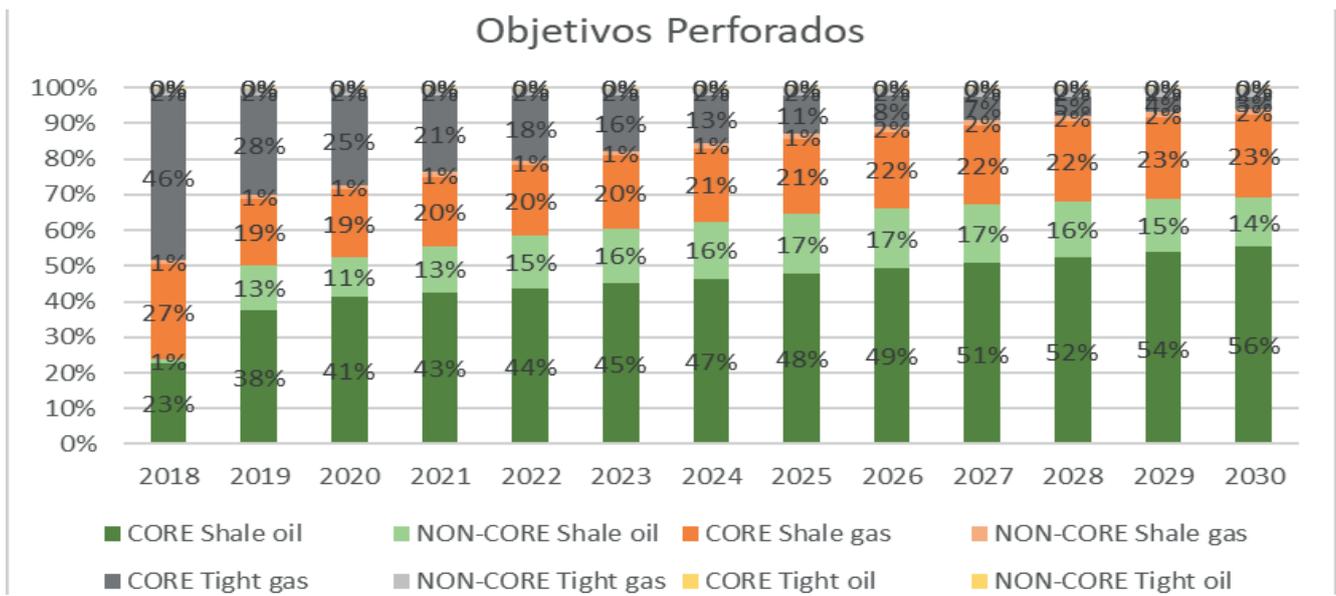


Gráfico24. Escenario de los objetivos de los Pozos Perforados 2019-2030

Estos resultados son presentados en el grafico 25.

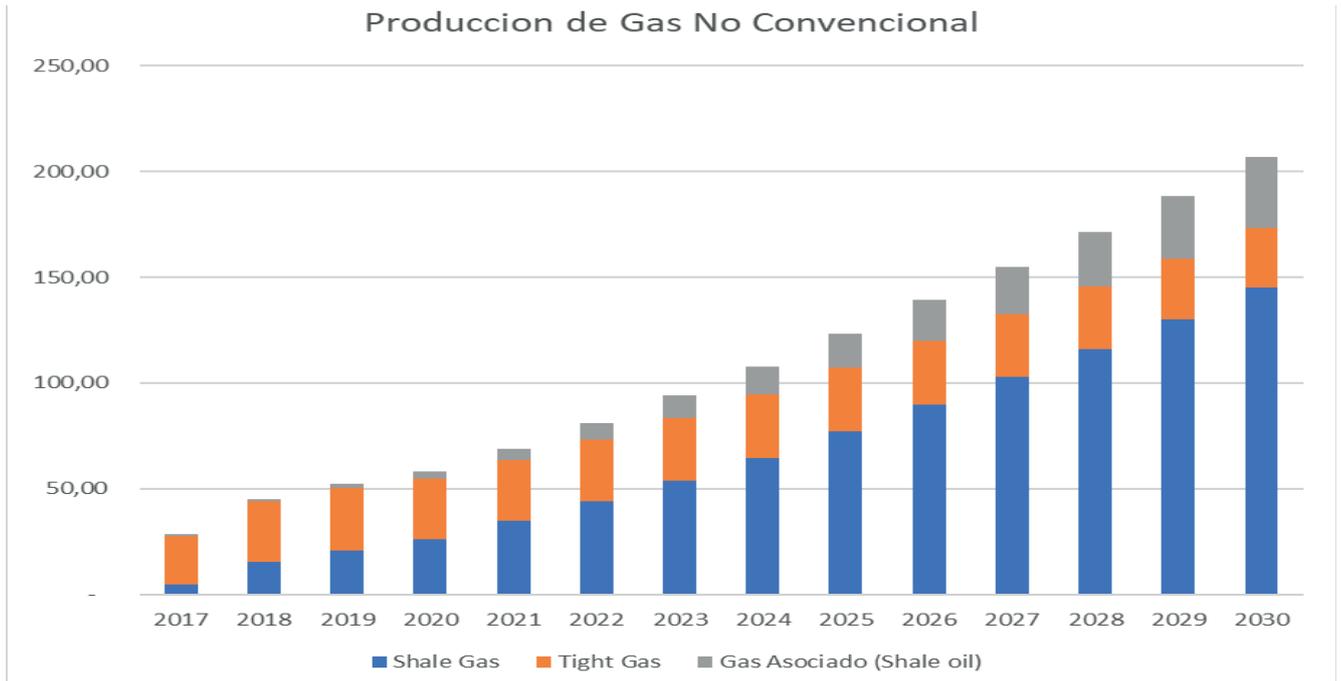


Gráfico25. Escenario de Producción de Gas No Convencional 2017-2030

## ESCENARIO DE INVERSIÓN

Al análisis con foco en Vaca Muerta se agrega una proyección de las inversiones en yacimientos convencionales.

Se destaca el peso de la inversión dirigida al shale oil.

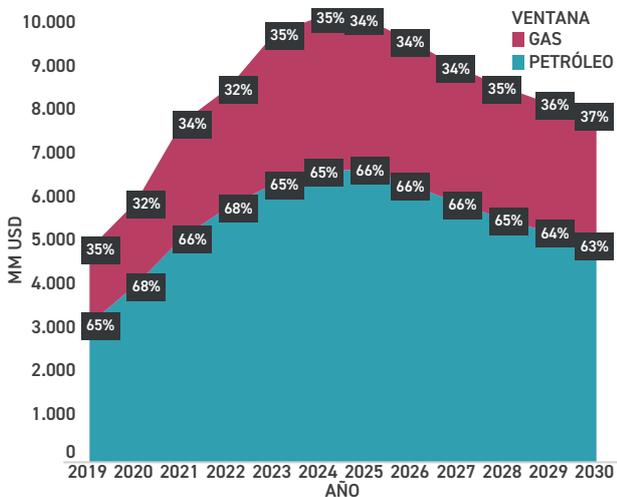


Gráfico26. Escenario de Inversión en E&P de Vaca Muerta por destino 2019-2030

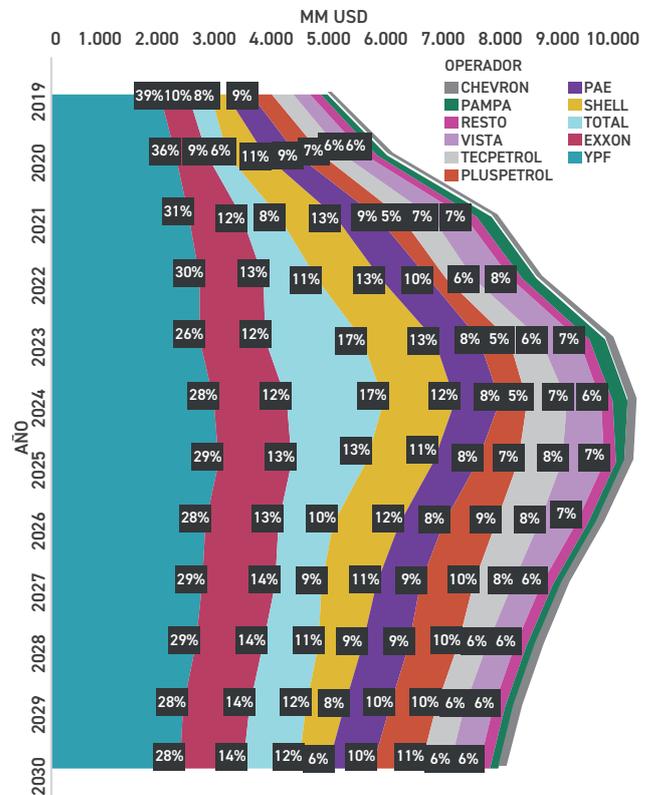


Gráfico27. Escenario de Inversión en E&P de Vaca Muerta por Operador 2019-2030

# VACA MUERTA

ÁREA DE PENSAMIENTO ESTRATÉGICO

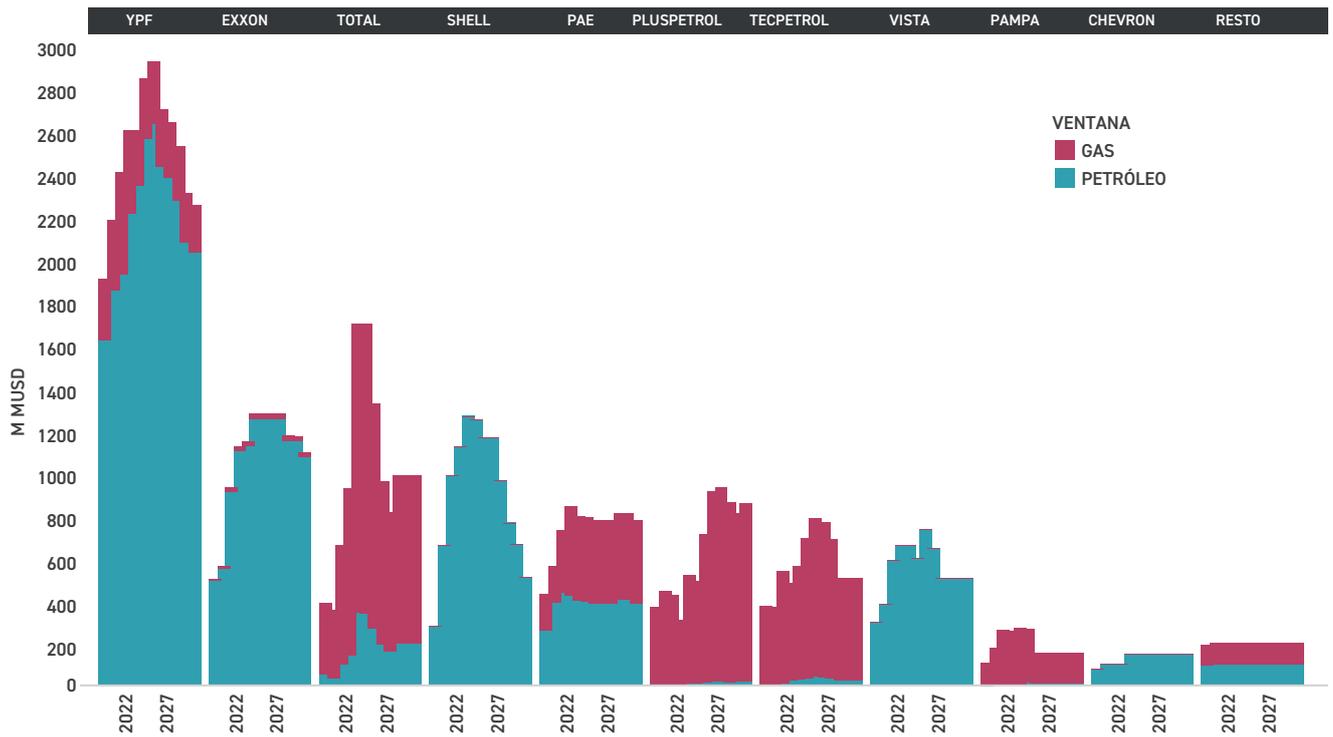


Gráfico 28. Escenario de Inversión en E&P de Vaca Muerta por Operador y Destino 2019-2030

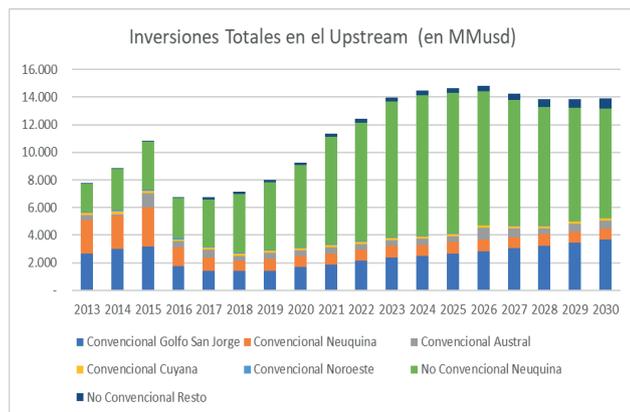


Gráfico 29. Escenario de Inversiones Totales en E&P de Argentina 2019-2030

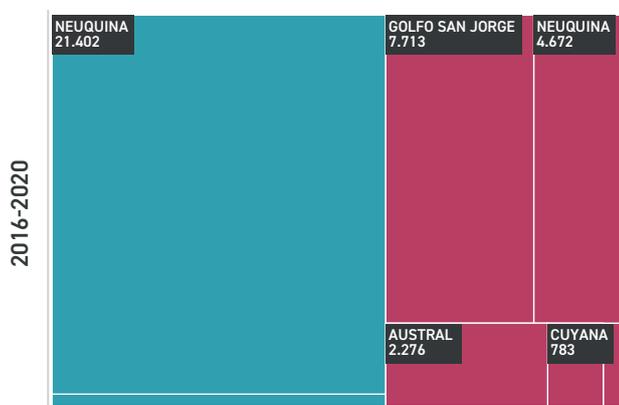


Gráfico 30. Escenario de Inversiones Totales cortes quinquenales

## POSIBLES ESCENARIOS DE IMPACTO SOCIAL

Coexisten distintas miradas que atienden al factor social vinculado a Vaca Muerta. Cabe destacar que como se menciona en Codeseira et al (2015) los cambios en Vaca Muerta se darán en un plano donde la confrontación de objetivos e intereses encontrarán en sus convergencias y divergencias un nuevo equilibrio de poder, de mayor o menor estabilidad que el anterior. Se requiere un análisis cualitativo, que permita identificar los eventos que señalan el camino hacia el futuro más posible mediante una mejor interpretación de la interacción entre los actores. Sólo analizando el equilibrio de poder entre los actores podremos comprender la estabilidad del equilibrio alcanzado. Y desde ese lugar evaluar la conveniencia o no de políticas, estrategias. O bien a partir de ese nuevo arreglo de mercado establecer nuevas políticas o estrategias.

Para atenuar estos potenciales desequilibrios el Ministerio de Producción y el Ministerio de Energía y Minería evaluaron el desarrollo productivo de Vaca Muerta, sus impactos locales y nacionales y delinearon políticas para encaminar a Vaca Muerta a un desarrollo asertivo. La conclusión de dicho estudio fue que impacto para nada despreciable sobre el PBG de la provincia de Neuquén y el PIB de la Argentina: 5% taa y 0,4% taa respectivamente. Con respecto al impacto sectorial, el desarrollo de Vaca Muerta afectará los requerimientos de logística, recursos materiales y humanos e infraestructura directamente relacionada con la producción, con cla-

ros aumentos en los requerimientos de insumos de algunos sectores, como metales comunes y productos del metal, motores, bombas y resto de industria, minerales no metálicos y transporte por tuberías<sup>19</sup>.

Por otro lado, en términos del avance del fracking y de la aceptación político y social, desde el 2012 se vienen generando posiciones encontradas, normas de control y prohibiciones, pero no han detenido el avance de la industria. Al respecto, como se menciona Costie et al (2019) en las posiciones tempranas que daba lugar a coaliciones y reacciones a los rápidos cambios institucionales dieron cuenta sobre cómo los actores de políticas afines persiguen sus objetivos y coordinan su comportamiento en sistemas institucionales relativamente inestables. Donde la evolución de las coaliciones pro-fracking y anti-fracking se ha desarrollado asimétricamente frente a sistemas institucionales inestables donde el poder político se ha distribuido de manera desigual<sup>20</sup>.

El arreglo futuro del equilibrio económico-social que acompañe el desarrollo de Vaca Muerta será fundamental para la estabilidad del mismo. Los primeros años se sentaron las bases de ello, los próximos años deberán consolidarse. No se vislumbran situaciones críticas en términos de oposición al fracking, por lo menos en las regiones fundamentales, o reparos a la licencia social vinculada al desarrollo de Vaca Muerta.

<sup>19</sup>.-“Desarrollo de Vaca Muerta. Impacto económico agregado y sectorial” Romero C. et al (2018) Ministerio de Producción de la Nación y Ministerio de Energía y minería.

<sup>20</sup>.-Costie et al (2019) - Hydraulic fracturing, coalition activity and shock: Assessing the potential for coalition-based collective action in Argentina’s Vaca Muerta formation).



05

## REFERENCIAS



- Romero C & Mastronardi L et. al (2018) “Desarrollo de Vaca Muerta. Impacto económico agregado y sectorial.” Ministerio de Producción de la Nación y Ministerio de Energía y minería
- Costie et al (2019) - *Hydraulic fracturing, coalition activity and shock: Assessing the potential for coalition-based collective action in Argentina’s Vaca Muerta formation*
- Codeseira L. (2013) “Análisis Espacial del Desarrollo del Shale Gas de Vaca Muerta” Tesis de Maestría en energía (CEARE/UBA)
- Cámara Argentina de la Construcción / APE (2014) “Vaca Muerta y su impacto en la Infraestructura”
- Instituto de Energía (2014) “Requerimientos para el desarrollo del reservorio de Vaca Muerta (Neuquén / Argentina) – Documento N° 5. ACADEMIA NACIONAL DE INGENIERIA
- Codeseira L. et al (2015) “Posibles escenarios de conflictividad social en torno a la explotación de hidrocarburos no convencionales en la provincia de Neuquén. Líneas de acción para su prevención y abordaje” (2015) Proyecto SPU – Ministerio de Educación / Fac. Cs Sociales / UBA.
- Instituto Del Transporte (2019) “Programa De Desarrollo Regional: “Plan Estratégico De Logística Integral Para La Provincia De Neuquén” CFI (nro Expte: 16946 11 01) UNSAM – Abril 2019.
- Hausman & Kellogg (2015) “Welfare and distributional implications of shale gas”
- McCollum et. Al (2018) “Local labor market shocks and residential mortgage payments: Evidence from shale oil and gas booms”
- Maniloff y Mastro Monaco (2015) “The local economic impacts of hydraulic fracturing and determinants of Dutch disease”
- Cascio y Narayan (2015) “Who Needs a Fracking Education? The Educational Response to Low-Skill Biased Technological Change”
- Marchand y Weber (2018) “Local labor markets and natural resources: a synthesis of the literature”
- Newell et al. (2019) “Trophy hunting vs. Manufacturing energy: the price-responsiveness of shale gas”
- Bjørnland & Zhulanova (2018) “The Shale Oil Boom and the U.S. Economy: Spillovers and Time-Varying Effects”
- Feng et al (2019) “Does the shale gas boom change the natural gas price-production relationship? Evidence from the U.S. market”
- Craddock et al (2019) “Characterization and range of kerogen properties in the Vaca Muerta Formation, Neuquén Basin, Argentina”
- Abramov A. (2019) “Optimization of well pad design and drilling-well clustering” PETROLEUM EXPLORATION AND DEVELOPMENT Volume 46, Issue 3, June 2019
- Secretaría de Gobierno de Energía – Capítulo IV
- Energy Information Administration

Cámara Argentina de la construcción

**VACA MUERTA**

**CLAVES PARA EL DESARROLLO**

**AUTOR** Luciano Codeseira

**DISEÑO** Hey, Baires!