

La pertinencia de nueva inversión en el Sistema Nacional de Refinación mexicano: un acercamiento desde la teoría

Javier Rendón González

Resumen:

El presente ensayo analiza la conveniencia y oportunidad de invertir en el Sistema Nacional de Refinación de México en la coyuntura actual. Para ello, se revisan los conceptos de inversión e inversión pública desde la perspectiva de varias vertientes de la teoría económica. Posteriormente, se contextualizan los conceptos teóricos a la industria de la refinación y se analiza la refinación como un proceso económico. Finalmente, con la contextualización de los conceptos se presenta un análisis a la situación de la refinación en México y se argumenta sobre pertinencia de rehabilitar las refinerías existentes mediante proyectos de reconversión sobre la alternativa de nuevas inversiones en refinación que aumenten la capacidad instalada.

Palabras clave: inversiones, inversión pública, petróleo, refinación, energía

Código JEL (*Journal of Economical Literature*): E220, H540, Q430, Q480

Abstract:

This essay analyzes whether it is convenient and opportune to invest at this time in the National Refining System of Mexico. To do this, they are reviewed the concepts of investment and public investment, from different perspectives of the economic theory. Subsequently, the theoretical concepts are contextualized into the refining industry and refining is analyzed as an economic process. Finally, with the contextualization of the concepts, it is analyzed the situation of the refining industry in Mexico and it is concluded

that it is pertinent to rehabilitate the refineries through reconversion projects, but it is not to invest in a new refinery that increases installed capacity.

Keywords: investments, public investment, oil, refining, energy

Journal of Economical Literature (JEL) Classification: E220, H540, Q430, Q480

1 Introducción

El sector petrolero, y en especial la industria de la refinación de hidrocarburos serán parte importante de la nueva estrategia económica de México. Sin embargo, considerando el panorama actual de la industria a nivel mundial, quizás no sea el momento idóneo para un plan de esa naturaleza por dos razones interrelacionadas: una desaceleración de la demanda global de refinados del petróleo y un incremento de la capacidad excedente de refinación.

La OPEP (2019) señala que el petróleo seguirá siendo una parte importante de la combinación energética mundial al menos hasta el 2040, pero su participación disminuirá en más de 3 puntos porcentuales, de casi el 32% en 2018, a aproximadamente 28% en 2040. Esto convertiría al petróleo en el tercer contribuyente más importante del crecimiento de la demanda mundial de energía, superado por el gas y las energías renovables.

Sin embargo, la demanda de petróleo presentará un comportamiento contrastante: disminuirá en los países de la OCDE en casi nueve millones de barriles de petróleo equivalente por día (Mbped); mientras que aumentaría poco más de 19.6 Mdped en los países que no pertenecen a esta, principalmente en India y China. Tal como se observa en la Tabla 1, la demanda tendrá un comportamiento regional variado, pero es claro que no tendrá un aumento generalizado.

Tabla 1: Demanda mundial de petróleo y sus derivados

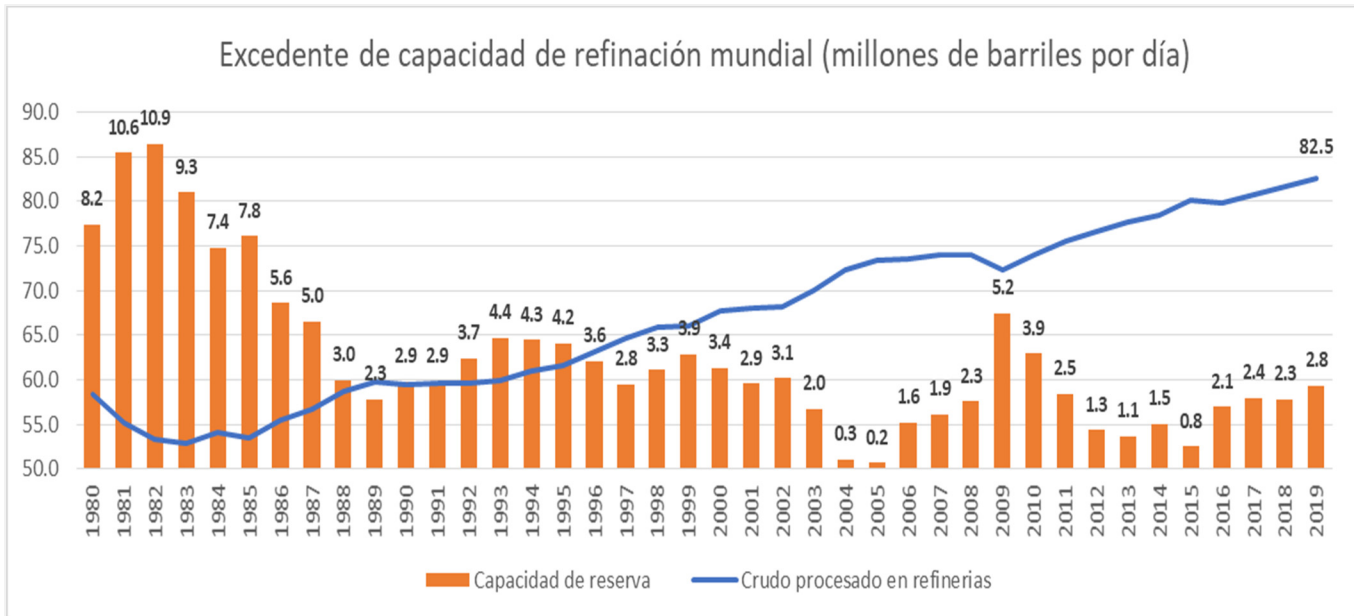
	Demanda (Mbped)				Variación
	2018	2020	2030	2040	(Mbped)
OCDE América	21.2	21.6	20.1	17.2	-4.0
OCDE Europa	12.8	12.8	11.6	9.9	-3.0
OCDE Asia Oceanía	7.4	7.3	6.4	5.4	-2.0
OCDE	41.5	41.6	38.1	32.5	-9.0
China	12.1	12.7	14.7	15.9	3.8
India	4.6	4.9	7.2	9.8	5.2
OPEP	8.5	8.7	10.5	11.4	2.9
Otros no OCDE	18.2	18.7	22.1	25.1	7.0
Rusia	3.4	3.4	3.7	3.6	0.2
Otros de Eurasia	1.9	2.0	2.3	2.4	0.5
No OCDE	48.6	50.5	60.5	68.2	19.6
Mundial	90.1	92.1	98.6	100.7	10.6

Fuente: OPEP (2019).

En sintonía con lo anterior, la OPEP (2019) también resalta el crecimiento de la capacidad de reserva de refinación mundial. En otras palabras, en la actualidad se podría refinar más petróleo crudo del que realmente llega a las refinerías del mundo. De hecho, se espera que a mediano plazo crezca esa brecha entre lo que potencialmente se podría procesar y lo que efectivamente llega a las refinerías.

Como se observa en la Gráfica 1, desde el 2015 va en aumento esta capacidad de reserva, que actualmente ronda los tres millones de barriles de petróleo por día (Mbpd) como excedente. A partir del 2015, la tasa de adiciones requeridas para cubrir la demanda global se desacelerará a razón de entre 0.4 o 0.5 Mbpd por año, estima la OPEP (2019). Considerando que las nuevas refinerías o las grandes expansiones generalmente tienen 0.3 Mbpd o más como capacidad inicial, el organismo infiere que será cada vez más difícil justificar la construcción de refinerías, y por el contrario, las expansiones de la capacidad requerida provendrán de la eliminación de cuellos de botella y la mejora de las instalaciones existentes, incluso retirando las unidades de proceso más antiguas y menos eficientes, o de refinerías completas.

Gráfica 1: Refinación en el mundo



Fuente: Elaboración propia con datos de OPEP (2019). La *Capacidad de reserva* la calcula la OPEP con base en la tasa de 84% utilización de la capacidad instalada mundialmente, tomando en cuenta la capacidad desinstalada en cada año, a partir de 2010.

Por su parte England y otros (2015) explican que, durante la década pasada tras la Gran Recesión de 2009, ocurrió un crecimiento en el gasto del sector que impulsó considerablemente los suministros de petróleo y gas. Los suministros de crudo aumentaron en 5.5 millones barriles por día (Mbd), algo que no sucedía desde finales de la década de 1990. En su mayor parte, esto se debió al auge tecnológico que permitió la explotación de gas shale (gas de esquisto).

A su vez, un crecimiento más débil de lo esperado en la demanda de Asia y la continua negativa de la Organización de Exportadores de Petróleo Empresas (OPEP) a reducir su producción, “era la receta perfecta para un colapso de los precios del crudo” (England, et al., 2015).

Una tendencia que ya divisaba desde 2015, ahora es una realidad evidente en México, como lo menciona Meza (2020) “a 82 años de la expropiación petrolera el panorama es muy

diferente. En este momento, los países se encuentran en medio de una guerra de precios del petróleo entre Rusia y Arabia Saudita, situación que llevó a las principales mezclas de crudo a tocar mínimos en casi dos décadas”.

Particularmente, en la industria mundial de la refinación de petrolíferos se han visto dos efectos concretos durante este mismo periodo entre la Gran Recesión de 2009 y la Pandemia de 2020: el estancamiento en los proyectos que aumenten la capacidad instalada de las refinerías existentes, y un esfuerzo de reconversión de procesos o cierre de instalaciones, con el fin de aumentar la productividad y mantener el margen de ganancias en refinación.

En este contexto de la industria internacional, los proyectos de instalaciones refinadoras en el mundo son considerados megaproyectos debido al nivel de inversión que requieren y al tiempo para su construcción (Del Río & Rinkenbach, 2019). Los resultados de estos megaproyectos, en términos de costos asociados y los tiempos de ejecución de las obras, han variado considerablemente con respecto a su estimación original; y esto incrementa la inversión requerida y en algunas ocasiones inclusive se han tenido que suspender proyectos ya en marcha.

Paralelamente, el presente Gobierno Federal de México en su Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND), considera al “sector energético como una de las palancas estratégicas para impulsar el desarrollo económico de México (...) La producción nacional de hidrocarburos ha presentado una tendencia a la baja en los últimos 15 años. Derivado de la falta de mantenimiento, el Sistema Nacional de Refinación operó en 2018, en promedio, a 41% de su capacidad. En particular, la producción nacional de combustibles está en mínimos históricos” (SEGOB, 2019).

Con este diagnóstico en mente, el gobierno actual estableció una serie objetivos, entre los que destacan:

- Fortalecer las finanzas y sostenibilidad de las empresas productivas del Estado, a la vez que se genera valor económico y rentabilidad para el Estado mexicano.
- Incrementar la producción del sector energético nacional de manera sostenible, bajo principios de eficiencia y promoviendo el contenido nacional y la inversión.
- Orientar el uso de los hidrocarburos para elaborar productos con mayor valor agregado, promoviendo el uso de técnicas de eficiencia energética.

Por su parte, Petróleos Mexicanos (Pemex), la empresa productiva del Estado mexicano en materia de hidrocarburos, presentó en su Plan de Negocios 2019-2023 un plan de reparaciones para atender las problemáticas del SNR. Éste incluye la rehabilitación de refinerías y reparaciones puntuales en equipos específicos identificados.

La petrolera estima que con los proyectos de rehabilitación, sumados a la adecuación y modernización de la infraestructura de proceso, permitirán recuperar e incrementar gradualmente la capacidad de producción del SNR (Pemex, 2019). Sin embargo, todavía se mantendrá por debajo de la demanda nacional de petrolíferos, especialmente de gasolina automotriz, con lo que se mantendría la dependencia a producto de importación.

Asimismo, el Plan de Refinación 2018-2024 del Gobierno Federal, presentado en diciembre de 2019, busca que en un lapso no mayor a tres años México sea autosuficiente en producción de gasolinas y diésel. Los aspectos más relevantes que señalan Del Río y Rinkenbach (2019) sobre el del plan son:

- 75 mil millones de pesos adicionales al presupuesto de Pemex para rehabilitar sus seis refinerías. Se buscaba rehabilitarlas en su totalidad durante el primer año, para aumentar la producción de gasolinas y llegar a su capacidad de diseño original en el año 2020. Con esto se contemplaba producir 600 mil barriles de gasolina por día (bpd) y 440 mil bpd de diésel.
- 50 mil millones de pesos en el primer año del plan, para la construcción de la nueva refinería, en Tabasco. Su costo total se calcula en 160 mil millones de pesos, con un

tiempo de construcción estimado en tres años. Procesará 340 mil bpd de crudo, obteniendo 170 mil bpd de gasolinas y 120 mil bpd de diésel de ultra bajo azufre.

Al final del periodo abarcado por el plan, en el 2022, el Sistema Nacional de Refinación de México sería capaz de procesar 1.8 millones de bpd, obteniendo como productos 781 mil bpd de gasolina y 560 mil bpd de diésel, exponen los autores.

Para cumplir con los objetivos de la política energética de México, tan ambiciosos en tiempo y montos, Pemex requerirá una fuerte inversión. Y un plan de inversión que compromete tantos recursos de las finanzas públicas requiere una valoración económica cuidadosa de sus costos y beneficios. Con mayor razón si éste involucra al sector del petróleo y gas, que atraviesa un periodo de cambios en todo el mundo, provocado por innovaciones tecnológicas en la oferta, en combinación con estancamiento de la demanda.

Es en este contexto que el presente ensayo pretende analizar si es el momento adecuado para invertir en el Sistema Nacional de Refinación. Con este objetivo en mente, se realizará primero una revisión del concepto inversión, y la inversión pública en particular, desde la perspectiva de la teoría económica.

Posteriormente se contextualiza la inversión y los demás conceptos que responden a la pregunta secundaria, dentro del sector de la refinación de petrolíferos. Para ello se analiza y desglosa el proceso de refinación como un proceso económico; posteriormente se analiza el panorama de la industria de refinación en el mundo y en México. Finalmente, se presenta un análisis a la situación de la refinación en México y sugerencias para análisis posteriores que sigan el mismo enfoque de revisión teórica.

2 Revisión de la Teoría

2.1 Inversión en la teoría neoclásica

Para valorar la pertinencia y oportunidad de la inversión, se debe esclarecer primero su concepto y relación con la producción, la demanda y el consumo. El punto de partida usual en el pensamiento económico heterodoxo proviene de teoría neoclásica.

El modelo neoclásico que permite observar las implicaciones de la inversión es el de crecimiento exógeno de Solow y Swan. En el marco de este modelo se utiliza la identidad de la renta nacional, que se puede resumir en $Y_t = C_t + I_t$, sin considerar al gobierno y por lo tanto, el producto nacional se distribuye entre consumidores e inversores. De esta identidad obtenemos que $Y_t - C_t \equiv S_t = I_t$, y por lo tanto, el ahorro de las familias es igual a la inversión, que es lo mismo que la demanda de las empresas (Sala-i-Martín, 1999).

Asimismo, través de la función de producción neoclásica $Y_t = F(K_t, L_t, A_t)$ se combinan el trabajo (L), el capital (K) y la tecnología (A) para producir bienes finales (Y). Con los supuestos de rendimientos constantes a escala, productividad marginal positiva pero decreciente, y las condiciones Inada –que implican que la productividad marginal del capital tiende a cero cuando el capital tiende a infinito, y que tiende a infinito cuando el capital se aproxima a cero- se obtiene la función de producción de tipo Cobb-Douglas $Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$, donde se observa que la economía crece si aumenta el stock de capital, la fuerza laboral o si mejora la tecnología (Sala-i-Martín, 1999).

Siguiendo el desarrollo de Sala-i-Martín (1999), con las ecuaciones anteriores se obtiene la siguiente expresión:

$$Y_t = F(K_t, L_t, A_t) = C_t + I_t = (1 - s)F(K_t, L_t, A_t) + (K_t + \delta K_t)$$

La cual indica que la producción es igual a las demandas por consumo y por inversión. A su vez, la inversión es igual al capital neto –capital más la depreciación- en un momento dado.

Al despejar el capital K_t se obtiene: $K_t = sF(K_t, L_t, A_t) - \delta K_t$, lo cual indica la relación presente entre el aumento de capital (K_t) y el crecimiento de la producción.

Finalmente, Sala-i-Martin (1999) presenta la ecuación fundamental del modelo Solow-Swan con función de producción Cobb-Douglas: $k_t = sAk_t^\alpha - (\delta + n)k_t$. La importancia de esta expresión, señala el autor, es que revela cuál será el incremento del stock de capital per cápita en el próximo instante k_t , y así sucesivamente hasta el infinito. Por lo tanto, de acuerdo con este modelo, el stock de capital por persona (k_t) aumenta con la diferencia entre el ahorro bruto de la economía y el término $(\delta + n)k_t$. Cuando aumenta la tasa de ahorro, la inversión agregada aumenta; y como la inversión sirve para aumentar la cantidad de máquinas, el stock de capital aumenta. Se identifica aquí una relación entre el ahorro, la inversión, el crecimiento de la producción y el ingreso.

Asimismo, Cárdenas (2018) resalta dos elementos más que son característicos de la inversión en la teoría neoclásica. El primero es que, desde el lado de la demanda, la inversión se encuentra vinculada a la obtención de beneficios, y por tanto a la rentabilidad esperada. Esto es algo muy vinculado a la teoría de la inversión vista desde la Economía de la empresa, como se abordará más adelante.

El segundo elemento que destaca Cárdenas (2018), es la teoría del acelerador o principio de aceleración, el cual se basa en los planteamientos de Mitchel y Clark. De acuerdo con este principio, la inversión responde a las cambiantes condiciones de la demanda. Las empresas ampliarán o reducirán su capacidad productiva en función de la producción esperada. Si la inversión aumenta, habrá un exceso de demanda de bienes. En tal situación, las empresas tienen dos opciones: elevar precios o elevar su oferta. Si prefieren elevar su oferta aumentarán su capacidad de producción en planta y equipamiento, pero debido a la incertidumbre del mundo real, es de esperar que las firmas no aumenten en forma inmediata, sino en forma gradual.

De este modo, la teoría neoclásica presenta un marco conceptual básico sobre la inversión y sus efectos sobre la economía. El ahorro de las personas se convierte en inversión de las empresas. La inversión de las empresas genera un aumento en la producción de toda la economía. Y el aumento en la producción termina reflejándose como un aumento en el ingreso de las personas, cerrando el ciclo. Asimismo, con la teoría neoclásica surge la intuición de que la inversión, como decisión de las empresas, va ligada a la búsqueda de ingresos y beneficios.

2.2 Inversión en la teoría heterodoxa: Kalecki y su crítica a la teoría neoclásica

Kalecki presenta dos críticas principales a la visión neoclásica de la inversión (Cárdenas, 2018), las cuales están vinculadas a la teoría del acelerador. La primera es que los incrementos de la demanda no llevan de forma inmediata a incrementos de la capacidad productiva si existe subutilización. Por ello, en su versión tradicional, el acelerador no puede explicar las variaciones del stock de capital o capacidad instalada -que es una variable poco volátil que se observa físicamente- en comparación con la Formación Bruta de Capital Fijo -que es una variable que se observa en términos monetarios y es más volátil-. Debido a ello, el aumento de la demanda de corto plazo no se compensa con aumento de inversión, sino con aumento de la utilización de la capacidad ya instalada.

Consecuentemente, la segunda crítica radica en que, para que la teoría sea coherente con los hechos, la inversión se debe adelantar a la demanda, al menos por un periodo del ciclo productivo. Es necesario postular que hay un largo retardo entre la toma de decisiones de inversión y su realización; de lo contrario resultaría paradójico que la inversión lidere al ciclo económico y determine la demanda, pero a la vez esta misma sea determinada por la demanda del mismo periodo (Cárdenas,2018).

Por otro lado, Kalecki comparte algunos puntos sobre el tema de la inversión con la teoría de Keynes, teoría que podría ser un nexo entre neoclásicos y heterodoxos. Para Kalecki y

Keynes la inversión es la causa del ahorro y no a la inversa, por lo que la toma de decisiones de inversión es lo importante, y no las decisiones de ahorro (Cárdenas, 2018).

Sin embargo, Kalecki critica la teoría de Keynes –ligada al concepto de eficiente marginal de capital- considerándola un modelo esencialmente estático, pues no aporta información relevante sobre las decisiones de inversión, ya que las empresas invertirán hasta que las tasas de interés iguallen a la eficiencia marginal del capital, pero no señalar la cantidad invertida ni por qué se producen ciclos de inversión (ídem).

En su teoría, Kalecki confirma que la tasa de interés no determina la oferta de ahorro ni la demanda de inversión (ídem). Utiliza el principio de riesgo creciente para guiar las decisiones de inversión. Este principio sugiere que el riesgo es función creciente de la cantidad invertida, y mientras las tasas de interés de corto plazo dependen de factores monetarios o financieros, las tasas de interés de largo plazo dependen de un coeficiente de riesgo.

La dinámica de la inversión se basa en que las decisiones de invertir dependen positivamente de dos factores, el ahorro interno de las empresas y el crecimiento de beneficios. Sin embargo, también dependen negativamente del capital existente, por lo cual la propia creación de capital supone un límite a la inversión futura. Esto implica que la inversión se limita a sí misma (ídem), y no existen procesos de acumulación lineales y estables; por el contrario, se generan ciclos de inversión de forma endógena, con fluctuaciones constantes.

La intuición subyacente es que los propios factores que permiten desarrollar la inversión generan un desincentivo a continuar con la misma: cuánto más se ha invertido, menos se desea seguir haciéndolo (Cárdenas, 2018). Más específicamente, Kalecki lo sustenta desglosando la rentabilidad en dos términos: beneficios y capital. La inversión responde positivamente ante cambios en los beneficios, y negativamente ante cambios en el capital, por lo cual, la inversión no puede tener un incremento perpetuo.

En síntesis, Kalecki considera los siguientes determinantes de la inversión:

1. El ahorro interno de la empresa, que es función del riesgo creciente, de la inercia de periodos anteriores, o de la respuesta a la inversión de empresas competidoras.
2. El volumen de beneficios, o elasticidad de la inversión ante cambios en el volumen de beneficios.
3. El volumen del stock de capital existente, o elasticidad de la inversión ante cambios en el volumen de stock de capital.

De este modo, la teoría heterodoxa deja de lado el concepto de ahorro de las personas y pone más énfasis en la inversión como una decisión de las empresas, por el lado de la demanda. Al ser una decisión hecha por agentes racionales, es guiada por los conceptos de beneficios futuros y capital ya existente. Los beneficios empresariales cobran importancia, aunque no se ahonda en los factores que los generan. Paralelamente, se establece que la inversión no puede ser continua, sino hecha por periodos, y por lo tanto, sujeta la oportunidad o pertinencia del contexto económico.

2.3 Inversión en la teoría de la economía de la empresa

En la economía de la empresa el planteamiento de la inversión se realiza con un enfoque diferente, con base en los cálculos de economicidad. Se buscan modelos que ayuden no sólo a aclarar un fenómeno de inversión –como en la teoría económica convencional-, sino que también sirva para la toma de decisiones empresariales. En otras palabras, se trata de representar y sustentar comportamientos empresariales (García, 1973).

La teoría de la inversión desde la óptica empresarial se clasifica en dos sectores: decisiones de inversión para expectativas ciertas y para expectativas inciertas. El campo tradicional es el de las expectativas ciertas y se basa en la premisa de que los datos más relevantes de los cálculos son conocidos o se establece sobre premisas fijadas.

Los modelos establecidos bajo expectativas ciertas se clasifican en: estáticos, dinámicos y simultáneos; donde los dos primeros entran dentro de la denominación de la teoría clásica de inversiones. Los modelos estáticos suelen criticarse desde el campo teórico por tener fundamentos sencillos, sin embargo, García (1973) refiere que son los procedimientos de cálculo más extendidos en la práctica. Estos modelos se usan predominantemente en casos de inversiones de reposición, para recuperar la capacidad productiva desgastada; o bien, nuevas inversiones de ampliación de instalaciones existentes. La característica común de estos modelos es que no consideran el factor tiempo, entendido como periodo de vida del objeto de inversión, o también entendido a través de la función del costo del dinero o tasa de interés (García, 1973).

Existen cuatro procedimientos estáticos, cada uno con sus respectivas fórmulas que aportan información para la toma de decisiones o selección entre proyectos de inversión alternativos:

1. Comparación de costes de producción:
2. Cálculo comparativo de los beneficios:
3. Cálculo de rentabilidades:
4. Cálculo del periodo de recuperación de la inversión.

A través de esta clasificación de procedimientos estáticos, se observa que las variables clave para la toma de decisiones empresariales son en gran medida los costos, los beneficios y la rentabilidad.

De este modo, la economía de la empresa enriquece al concepto de inversión al desglosar diversos motivos que sustenten las decisiones de inversión de las empresas. Nuevamente resaltan los beneficios obtenidos, pero también aparecen los costos e incluso el tiempo en que se recuperará la inversión o la rentabilidad del proyecto. Asimismo, aparece la posibilidad de comparar entre proyectos alternativos, lo cual representa el concepto de costo de oportunidad. En definitiva, esta visión teórica enriquece el estudio de las causas de la inversión, pero todavía se requiere más profundidad en los efectos de la inversión, sobre

todo cuando se trata grandes proyectos, ubicados en sectores estratégicos de una economía nacional.

2.4 Consideraciones teóricas de la Inversión Pública

De acuerdo con Gutiérrez (1990), la incorporación del sector público al análisis de proyectos de inversión no tiene por qué implicar un gran cambio con respecto a la teoría económica de la empresa. El autor considera sólo dos posibles diferencias con el análisis de inversiones en el sector privado: primero, que podría ser aceptable que la tasa de rentabilidad se encontrara por debajo del promedio de la economía; segundo, que podría tratarse de proyectos que requieren de periodos de maduración más largos.

Sobre la primera diferencia posible, Gutiérrez (1990) explica que las pérdidas en las empresas públicas pueden justificarse únicamente cuando el sacrificio de un grupo de la sociedad sea claramente recompensado por los beneficios obtenidos por otro grupo. En otras palabras, si existe la garantía de que la sociedad obtendrá un mejoramiento real en términos de Pareto, entonces podrían ser aceptables hasta cierto punto las pérdidas.

Sobre la relación entre inversión pública y privada, Cavallo y Daude (2011) señalan que la existencia de infraestructura pública tiene un efecto positivo sobre la inversión privada y muestran evidencia que indica cierta complementariedad entre la inversión pública y la privada. Sin embargo, también indican que esta complementariedad puede desaparecer si los proyectos de inversión pública son de dudosa calidad o si son financiados de maneras que puedan tener efectos adversos en la disponibilidad del crédito, el costo de los insumos o la estabilidad macroeconómica.

Asimismo, Ramírez y Galán (2019) señalan que la inversión pública en infraestructura se presenta en ocasiones como una solución a la baja actividad económica nacional; sin embargo, el rápido aumento de esta inversión puede presentar algunos problemas. Los

países no son capaces de traducir la inversión pública en crecimiento sostenido del producto nacional si tienen una capacidad de absorción limitada de la inversión en su economía; lo cual va muy ligado con sus instituciones, su administración y las habilidades desplegadas por su gobierno.

Los mismos autores señalan que varios países en desarrollo han aumentado su inversión pública, impulsados principalmente por la necesidad de llenar brechas existentes en infraestructura y desarrollo, así como para fomentar el crecimiento económico. Sin embargo, concluyen que ha existido una débil relación entre la aceleración de la inversión pública y el crecimiento de la producción, precisamente por los límites en sus capacidades de absorción (Ramírez & Galán, 2019).

Mejorar la infraestructura tiene un impacto positivo en el producto nacional, particularmente en países en desarrollo. Los mayores retornos de las inversiones ocurren en las primeras etapas del desarrollo, cuando la infraestructura existente es poca (Cavallo & Daude, 2011). Sin embargo, cuando existen restricciones a la capacidad de absorción, incrementar la magnitud de la inversión demasiado rápido puede reducir el éxito de proyectos de inversión, limitando así su efecto en la producción agregada. Por lo tanto, es preferible una ampliación gradual (Presbitero, 2016, citado por Ramírez & Galán, 2019).

Aunque la inversión pública no es una mala señal por sí misma, construir capital público requiere inversión, y es en este proceso de inversión donde se podrían generar distorsiones del tipo *crowding-out* –o efecto desplazamiento– (Cavallo & Daude, 2019). Los autores ejemplifican que estas distorsiones pueden ocurrir en contextos como: países con instituciones débiles, restricciones al financiamiento, integración insuficiente en los mercados globales de capital y apertura insuficiente al comercio internacional. El riesgo del *crowding-out* no eliminará por completo los efectos positivos de la inversión pública, pero no permitirá un uso óptimo de los recursos empleados, lo cual tiene implicaciones negativas en el bienestar social.

Cavallo y Daude (2019) remarcan que importa más la calidad que la cantidad de la inversión pública. Por ello, la inversión pública debe ir enfocada a incrementar la productividad y la competitividad, buscando sectores donde los retornos de inversión sean mayores y las externalidades o efectos arrastre hacia otros sectores también lo sean. El *crowding-out* siempre será un riesgo latente sobre la inversión privada; sin embargo, el tamaño de su impacto depende de factores como la calidad de las instituciones y políticas relacionadas con el acceso a mercados financieros y al comercio exterior.

Cuando se trata de inversión para infraestructura pública, lo más importante es la selección del proyecto (Cavallo & Daude, 2019). Se deben seleccionar proyectos con los mayores impactos. Para una mejor selección, los países deben crear instituciones capaces de hacer una buena planeación, un análisis costo- beneficio, así como monitoreo y evaluación constante. Si sólo se le da importancia a los montos invertidos, es más probable que grandes cantidades de inversión pública tengan efectos colaterales no deseados, como el *crowding-out* de inversión privada, con poca ganancia de productividad para toda la economía (Ramírez & Galán, 2019).

De manera paralela a la creación y fortalecimiento de instituciones públicas que decidan, existen diversos criterios que permiten evaluar la inversión en proyectos grandes que usualmente corresponden al sector público. Entre otros, Gutiérrez (1990) enlista los siguientes:

1. Utilidades: la rentabilidad es el incentivo más importante para cualquier inversionista. Sin embargo, en el sector público además del análisis costo-beneficio que considera todas las ganancias y todos los costos, independientemente de quién disfruta y paga por ellos, también los objetivos políticos juegan un papel decisivo.
2. Disponibilidad y precio de los recursos: lo cual involucra analizar la elasticidad de la demanda de los mismos recursos durante la construcción y una vez que está en operación el proyecto.
3. Restricciones presupuestales y falta de perspectiva de tiempo: la regla más simple de análisis sugiere tomar el proyecto que garantice mayor valor presente neto. Sin

embargo, este criterio no toma en consideración el hecho de que algunos proyectos tienen un valor presente neto muy bajo, pero pueden ser muy redituables si se extiende el horizonte temporal de análisis.

4. Importancia *expost* de los insumos requeridos para la producción cuando el proyecto esté operativo: las elasticidades de demanda, tanto de corto como de largo plazo y un rápido proceso de cambio tecnológico son aspectos muy delicados. Cambios radicales cuando el proyecto se encuentra en una fase muy avanzada de construcción pueden implicar el abandono o subutilización del proyecto.
5. Efectos de la demanda externa: dependiendo del grado de apertura económica, las economías de escala son mejor explotadas cuando los mercados locales se complementan los foráneos. Se debe tomar en cuenta la capacidad de absorción del producto nacional en mercados extranjeros. También se debe considerar a la oferta internacional, su capacidad para abastecer el mercado nacional, y su influencia en los precios nacionales.

Adicionalmente, Gutiérrez (1990) pone énfasis en el cambio tecnológico. Si el cambio tecnológico es constante o muy rápido dentro de la industria donde recaerá la inversión pública, se necesitará un alto nivel de utilidades para mantener una adecuada rotación de capital fijo.

Para el caso de México, Álvarez (2020) explica que la inversión es una tarea pendiente durante los últimos gobiernos de México, pues la inversión pública no es un simple gasto, porque tiene un efecto multiplicador en la economía que hace crecer el nivel de ingreso. No obstante, las inversiones pública y privada han sido insuficientes para estimular verdaderamente el crecimiento económico de México.

En administraciones pasadas, la inversión ha sido limitada por presiones de gasto procurando equilibrio en las finanzas públicas, por lo cual la economía mexicana ha sido limitada a un menor nivel de crecimiento potencial en el pasado. Además, la insostenibilidad de esta política económica para México se demuestra al comparar la grave

caída de la inversión con el crecimiento de la deuda pública, ya que reduce las posibilidades de crecimiento económico futuro (Álvarez, 2020).

Para su aprovechamiento, la inversión debe ser bien diseñada e implementada en áreas realmente necesarias para el país. Es en este punto donde Álvarez (2020) enlista dos fallas principales en la inversión pública de México. La primera falla que detecta es que las instituciones encargadas de llevar a cabo los programas y proyectos no han seguido bien las normativas, o que las instituciones encargadas de regular no han cumplido bien sus funciones.

No se trata sólo de elevar el gasto público en inversión, sino también de asegurar su calidad y su impacto económico de largo plazo (Álvarez, 2020). Por ello, en México existe un Sistema Nacional de Inversión Pública, donde se señala que todo programa o proyecto de inversión debe ser propuesto a la SHCP para que se determine su factibilidad e incorporación a la Cartera de Programas y Proyectos de Inversión, para obtener presupuesto. Además, existen diversos lineamientos para dar seguimiento a las obras registradas, presentando información periódica. Es obligatorio evaluar que las obras sigan siendo rentables o factibles.

Considerando este marco institucional para la inversión pública en México, Álvarez (2020) considera sorprendente que se presenten tantos problemas de obras públicas, como irregularidades detectadas por la Auditoría Superior de la Federación en pasadas administraciones, en programas de Pemex, CFE y otras dependencias federales.

La segunda falla de la inversión pública en México está relacionada con la disciplina fiscal, porque su cumplimiento ha implicado limitar el gasto e inversión pública (Álvarez, 2020). Esta disciplina fiscal ha afectado a varios programas y proyectos de inversión que pudieron haber sido bien diseñados y hasta cierto grado implementados, por ejemplo, en administraciones recientes están los casos del Tren México-Toluca, el Tren México-

Querétaro, o las obras de la línea 12 del Sistema Transporte Colectivo (STC) Metro de la Ciudad de México (Álvarez, 2020).

Por todo lo anterior, el autor indica que el actual gobierno federal de realizar un cambio en la política económica de México. Este cambio debe contemplar la parte administrativa e institucional, y también debe sustituirse la disciplina fiscal del pasado reciente, por con una política fiscal contracíclica, que permita incurrir en déficit para estimular el crecimiento.

En el mismo orden de ideas, Cavallo y Daude (2011) señalan que las reformas institucionales pueden mejorar la efectividad de la inversión pública, además de impactar positivamente en la inversión privada; aunque estas reformas llevan tiempo y suelen tener un alto costo político. Esto concuerda con Álvarez (2020), quien indica que incluso sería deseable una reforma a la Ley Orgánica del Banco de México, para permitirle una política monetaria que refuerce a la fiscal en cuanto al crecimiento, y no sólo vigile la inflación.

De este modo, la perspectiva de la inversión pública extiende la teoría de la inversión a través de dos vertientes: los criterios de selección de proyectos y los efectos buscados con la inversión. Los proyectos de inversión no se seleccionan únicamente buscando beneficios o la rentabilidad más obvias, también consideran sus efectos en toda la economía presente, y sobre todo en la economía futura, por lo cual la dimensión temporal cobra una relevancia mucho mayor. Igualmente, aparece la dimensión institucional como nuevo factor a considerar al seleccionar y llevar a cabo proyectos de inversión.

Por su parte, los efectos buscados con la inversión pública no se centran únicamente en el agente que realiza la inversión o en la industria donde se encuentra este. Se busca invertir para beneficiar el desempeño de otras empresas, las privadas, y también se busca impulsar el mayor número de industrias a través de la misma inversión. En este orden de ideas, en la inversión pública también es razonable la posibilidad de no realizar una si esta puede tener efectos negativos en otros agentes, en el presente y en el futuro; contrario a la inversión

privada, donde la búsqueda de beneficios y el mayor valor presente neto son los únicos objetivos.

2.5 Síntesis del concepto de inversión desde diversos enfoques teóricos

La revisión de la inversión a través de las diversas vertientes de la teoría económica permite sintetizar una serie de conceptos sirven como referencia al analizar proyectos de inversión. En sectores económicos específicos, como el de la refinación de petrolíferos en este caso, las decisiones de inversión se pueden cimentar sobre los siguientes conceptos:

1. **Los beneficios:** la búsqueda de beneficios es el propósito básico de toda inversión, ya sea privada o pública. A su vez, los beneficios van muy ligados a:
 - a. **Aumentar ingresos**
 - b. **Reducir costos**
 - c. **Los agentes beneficiados:** este último factor cobra relevancia en las inversiones públicas, pues dependiendo de la naturaleza del proyecto, se puede plantear que los beneficios no sean inmediatos para el agente que invierte, e incluso pueden ser compartidos con otros agentes económicos (empresas y consumidores del mercado, de mercados relacionados o incluso agentes económicos del futuro).

2. **El tiempo:** el tiempo es importante de dos maneras diferentes pero interrelacionadas:
 - a. **Tiempo considerado dentro proyecto:** que involucra el periodo de construcción o maduración del proyecto, el tiempo para recuperar el capital invertido y el tiempo de vida útil. Todos estos periodos se pueden calcular y ajustar –hasta cierto punto- antes de la decisión de invertir, para lograr los objetivos de la inversión.

- b. **Tiempo por fuera del proyecto:** este involucraría a los periodos cuya duración no se puede controlar o ajustar para lograr los objetivos de la inversión. Estos periodos podrían ser shocks de demanda u oferta en el mercado específico donde planea invertir, los ciclos macroeconómicos más generales, o incluso los ciclos políticos, que influyen en la inversión pública. Este concepto estaría ligado a la teoría de Kalecki sobre los ciclos de inversión endógenos.
3. **La tecnología:** es un factor muy ligado a la inversión y al tiempo. Los cambios tecnológicos usualmente no los puede controlar quien decide la inversión. La tecnología puede favorecer al proyecto permitiendo mayor eficiencia en la producción, pero también puede perjudicarlo, acortando su tiempo de vida antes de volverse obsoleto o exigiéndole mayor rentabilidad para cubrir los costos de renovar el capital más seguido.
4. **El marco institucional:** hace referencia al agente que decide sobre la inversión y los recursos con los que cuenta para tomar esa decisión y controlarla mientras se pone en marcha. Esto incluye a las fórmulas y metodologías de la Economía de la Empresa, que brindan información para decidir. Asimismo, incluye las instancias institucionales –más evidentes en proyectos de inversión pública- para diseñar y elegir el proyecto, así como para controlar que su construcción y operación se ajusten al diseño.

3 La refinación desde la perspectiva económica

3.1 Conceptos básicos

Como todo proceso productivo visto desde un enfoque económico, la refinación de petrolíferos consta de insumos, que se combinan entre sí, dentro de una planta industrial, mediante diversas transformaciones determinadas por la tecnología disponible, para generar diversos productos con valor agregado que satisfacen las necesidades de los consumidores. A continuación se expondrán estos conceptos.

3.1.1 Refinación como proceso productivo

La refinación se define como “el conjunto de procesos que se aplican al petróleo crudo con la finalidad de separar sus componentes útiles y, además adecuar sus características a las necesidades de la sociedad, en cuanto a productos terminados” (Gobierno de México, 2010)

Asimismo, desde un punto de vista económico, la refinación agrega valor dentro de la cadena productiva petrolera mediante la conversión del petróleo crudo, que en sí mismo tiene escaso valor como producto de consumo final. Por lo tanto, el principal objetivo económico de la refinación consiste en maximizar el valor agregado, convirtiendo petróleo crudo en productos terminados. (MathPro, 2011)

3.1.2 Refinerías y el capital físico

Las refinerías son los centros productivos donde se lleva a cabo este proceso, en el cual el petróleo crudo se transforma en sus derivados (Secretaría de Energía, 2010). Cabe resaltar la satisfacción de las necesidades de la sociedad (Gobierno de México, 2010) como un punto importante para determinar el proceso de refinación. Al definir a las refinerías, se

destaca su proceso de producción continua, así como la gran densidad de capital que requieren para su funcionamiento (MathPro, 2011).

Las refinerías se clasifican de acuerdo con su complejidad, la cual es un rubro que denota la amplitud, capacidad e intensidad de capital (MathPro, 2011). A mayor complejidad de una refinería, mayor su capacidad de agregar valor al petróleo crudo. De acuerdo con su complejidad, las refinerías se clasifican de la siguiente manera:

- Complejidad baja: integrada por refinerías con unidades de destilación atmosférica, o *topping*, sólo realizan la destilación del crudo y ciertas operaciones de apoyo esenciales.
- Complejidad moderada: integrada por refinerías con esquema de *hydroskimming*, que además de la destilación del crudo y operaciones de apoyo, incluyen procesos que permiten convertir la nafta en gasolina y controlar el contenido de azufre de los productos refinados.
- Complejidad alta: integrada por refinerías de conversión o craqueo, que además de tener procesos *hydroskimming*, también hacen craqueo catalítico y/o hidrocraqueo, con los cuales se transforma una parte del crudo pesado en flujos de refinación liviana que se añaden a la gasolina, combustible pesado, diésel y materias primas de petroquímicos.
- Complejidad muy alta: integrada por refinerías de conversión profunda o coquización. Con el proceso de coquización básicamente se destruye todo el aceite residual de los crudos pesados, y los convierten en productos livianos.

3.1.3 Petróleo crudo como insumo

El insumo básico de las refinerías es el petróleo crudo. Sin embargo, aunque pareciera un insumo homogéneo, en realidad existen muchos tipos diferentes de crudo, cada uno con una mezcla particular de componentes debido a su distinto origen geográfico. La mayoría de los

componentes presentes en el petróleo crudo son hidrocarburos -componentes orgánicos compuestos por átomos de hidrógeno y carbono-, aunque también contienen pequeñas cantidades de otros elementos, como azufre, nitrógeno, e incluso metales como níquel, vanadio, entre otros. (MathPro, 2011)

Los petróleos crudos se pueden clasificar de acuerdo con su gravedad (Blanco, 2018), en las siguientes categorías:

- Ligero o liviano, con una gravedad API (American Petroleum Institute) mayor a los 31.1° API
- Mediano, con gravedades API entre 22.3° y 31.1°API
- Pesado, con una gravedad API entre 10° y 22.3° API
- Extrapesado, con una gravedad API menor a 10° API

También se pueden clasificar los crudos por su contenido de azufre (Blanco, 2018), de la siguiente manera:

- Petróleo crudo dulce, con menos de 1% de su peso en contenido de azufre
- Petróleo crudo amargo, con más de 1% de su peso en contenido de azufre

En México (Secretaría de Energía, 2010), se extraen los siguientes tipos de crudo:

- Crudo Istmo: con densidad 33.6° API y 1.3% en peso de azufre.
- Crudo Maya: con densidad de 22° API y 1.3% en peso de azufre.
- Crudo Olmeca: superligero con densidad de 39.3° API y 0.8% en peso de azufre.
- Crudo mezcla: Combinación de crudos exportados por México, compuesta por los crudos Maya, Istmo y Olmeca.

3.1.4 La tecnología y la función de producción

La transformación del petróleo crudo, resumida en la teoría económica por la función de producción, se logra mediante diversos de procesos de refinación, determinados por la tecnología disponible. Entre los diversos procesos de refinación que enlista (Gobierno de México, 2010), se destacan los siguientes:

- Destilación atmosférica: consiste en la separación de una mezcla de hidrocarburos líquidos mediante la aplicación de calor hasta lograr vaporizar cada componente, aprovechando que cada uno de ellos posee diferente punto de ebullición.
- Desintegración catalítica: consiste en descomponer las moléculas pesadas otras más simples, mediante la aplicación de calor, presión y el uso de catalizadores. Sirve para incrementar el rendimiento de la gasolina.
- Hidrotratamiento: proceso para estabilizar petrolíferos y eliminar los componentes contaminantes que contienen, haciéndolos reaccionar con hidrógeno a temperaturas entre 315 y 430 °C y a presiones que varían de 7 a 210 kg/cm².
- Reducción de viscosidad: proceso para obtener hidrocarburos de bajo peso molecular, como gases, gasolina o gasóleos, a partir de residuos de alta viscosidad.
- Coquización: proceso hecho con equipo instalado en una línea de conducción de gas para incrementar la presión y garantizar el flujo de fluido a través de la tubería.

3.1.5 Los productos petrolíferos

Los diferentes tipos de refinerías, a través de los diversos procesos de refinación, pueden producir una gran variedad de productos petrolíferos. Estos productos pueden servir tanto de insumos para industrias como la petroquímica, así como estar listos para llevarse hasta un consumidor final, como sería el caso de las gasolinas (Gobierno de México, 2010). A continuación se enlistan los principales productos de la refinación:

Tabla 2: Productos de la refinación de petróleo crudo

Producto	Tipo	Uso
Gas LP	Combustible	Doméstico, industrial
Gas Solvente	Solvente	Industrial
Gasolinas	Combustible	Automotriz
Gas Nafta	Solvente	Industrial
Turbosina	Combustible	Aviación
Kerosina	Combustible	Doméstico, industrial
Diésel	Combustible	Automotriz
Emulsiones	Asfaltos	Pavimentación e impermeabilización
Vaselinas	Producto químico	Industrial
Aceites lubricantes	Lubricante	Automotriz
Grasas	Lubricante	Automotriz
Parafinas	Productos químicos	Industrial
Combustóleo	Combustible	Industrial
Asfaltos	Asfaltos	Pavimentación e impermeabilización

Fuente: Gobierno de México, *Refinación*

3.1.6 Los márgenes de refinación y el valor agregado de la producción

Los márgenes de las refinerías son una medida del valor que agrega el proceso de refinación, por unidad de insumo (McKinsey&Company, 2020). Comúnmente, se cuantifica este valor por barril de petróleo crudo procesado. Las refinerías suelen medir los márgenes en varios niveles para medir diferentes dimensiones del desempeño:

- **Margen bruto:** es la diferencia entre el valor de los productos fabricados y la materia prima (crudo en su mayoría) utilizada. Se utiliza para medir las diferencias en el rendimiento entre diferentes refinerías o los cambios en las condiciones del mercado.
- **Margen variable:** resta todos los costos variables (costos de energía, catalizadores, productos químicos, etc.) al margen bruto. Mide la diferencia entre valor y costo de cada unidad marginal de producción.
- **Margen operativo:** resta todos los costos fijos (mano de obra, mantenimiento y materiales) del margen variable. Mide la diferencia entre valor y costos, necesaria para que continúe operando la refinería.

3.2 La industria de la refinación y su panorama internacional

La industria de la refinación es estratégica para la economía, ya que brinda valor agregado al petróleo crudo. Se trata de una industria intensiva en capital, en donde el tamaño y complejidad tecnológica, junto con el costo salarial y las regulaciones ambientales, son relevantes para su viabilidad (Romo, 2016). A esta industria la constituyen principalmente un conjunto de grandes plantas de producción continua –propiedad de corporativos privados o empresas estatales que suelen abarcar también otras actividades productivas en el sector petrolero-, en las que el petróleo crudo es separado.

La industria de la refinación también comprende el transporte y almacenamiento de los productos elaborados, así como su entrega a los consumidores intermedios o finales, a través de puntos de distribución (Romo, 2016). Los productos de esta industria a su vez sirven para abastecer a otras, entre las industrias del transporte y la generación de electricidad, entre otras.

En la historia reciente, la industria de la refinación ha enfrentado distintas condiciones de mercado, como un exceso de capacidad de producción a finales de los años ochenta y principios de los años noventa o el colapso de los márgenes de ganancia en los primeros años de la década pasada (Romo, 2016).

Es importante destacar que prácticamente toda la capacidad instalada de la refinación mundial, los complejos de refinación, se terminaron de construir en la década de 1980. A partir de entonces, el sendero de la industria ha variado ligeramente entre las regiones del mundo. En los países europeos, Estados Unidos y Canadá se siguió una política de mejora operativa para aumentar la productividad de las refinerías existentes. La causa principal de esta tendencia fue lograr un desarrollo paralelo con el crecimiento y tamaño de sus parques vehiculares (Del Río & Rinckenbach, 2019). A partir del avance tecnológico que permitió

extraer *shale* -caracterizado por proveer aceite ligero-, se han construido pequeñas refinerías modulares en los Estados Unidos para procesar crudo ligero.

Durante el mismo periodo, países como China, India y Brasil han generado la construcción de nuevos proyectos de refinación, debido al pronunciado crecimiento económico que atraviesan y también por el aumento de su parque vehicular. En este sentido, China y la India específicamente han buscado su seguridad energética con la construcción de sus refinerías, Brasil intentó capturar más valor agregado con la integración de su sistema petrolero y petrolífero (Del Río & Rinkenbach, 2019).

Por su parte, Serbutoviez y Silva (2008) señalan que los costos de servicios y materias primas durante el último par de décadas han provocado una reducción en los márgenes de rentabilidad de la refinación, afectando las finanzas de las empresas de esta industria. Esta reducción de los márgenes de refinación, a su vez explica la disminución en la tasa de utilización de refinerías, ocurrida principalmente en los países industrializados.

Desde hace varios años, factores como el aumento de la demanda de materia prima, la disminución de los márgenes, y en menor medida el lento crecimiento en la tasa de utilización de refinerías han llevado a un aumento significativo en los gastos en la industria de la refinación (Serbutoviez & Silva, 2008). Por estas razones, los autores señalan que las principales tendencias en la industria son:

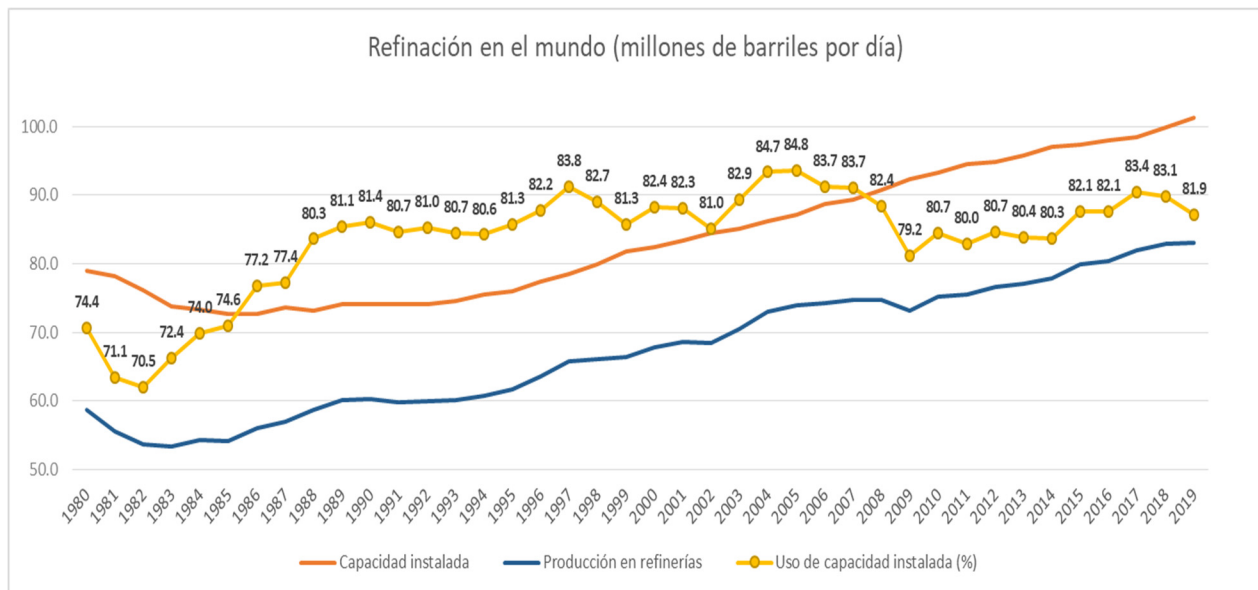
1. Disminución de proyectos que aumenten la capacidad instalada ya existente para la destilación.
2. Una fuerte aceleración de los proyectos de conversión que aumenten la refinación a través de procesos más eficientes, con la capacidad ya instalada previamente.

Las experiencias internacionales recientes muestran que la construcción de instalaciones del tipo de una refinería son proyectos que requieren una etapa intensiva de planeación y análisis de costo-beneficio. Por ello, muchos de los proyectos que mostraron deficiencias en

esta etapa presentaron retrasos significativos en tiempo de ejecución y también aumentó sustancialmente la inversión requerida (Del Río & Rinckenbach, 2019).

Tal como lo sugieren en sus artículos Serbutoviez y Silva, y Del Río y Rinckenbach, la industria mundial de la refinación de petróleo atraviesa un periodo de cambios estructurales durante las últimas décadas. Como lo muestra la Gráfica 2, ha ocurrido un aumento en el uso de la capacidad instalada mundial: de estar ligeramente arriba del 70% a principios de la década de 1980, pasó a estar por encima del del 80% en 2019.

Gráfica 2: Refinación en el mundo

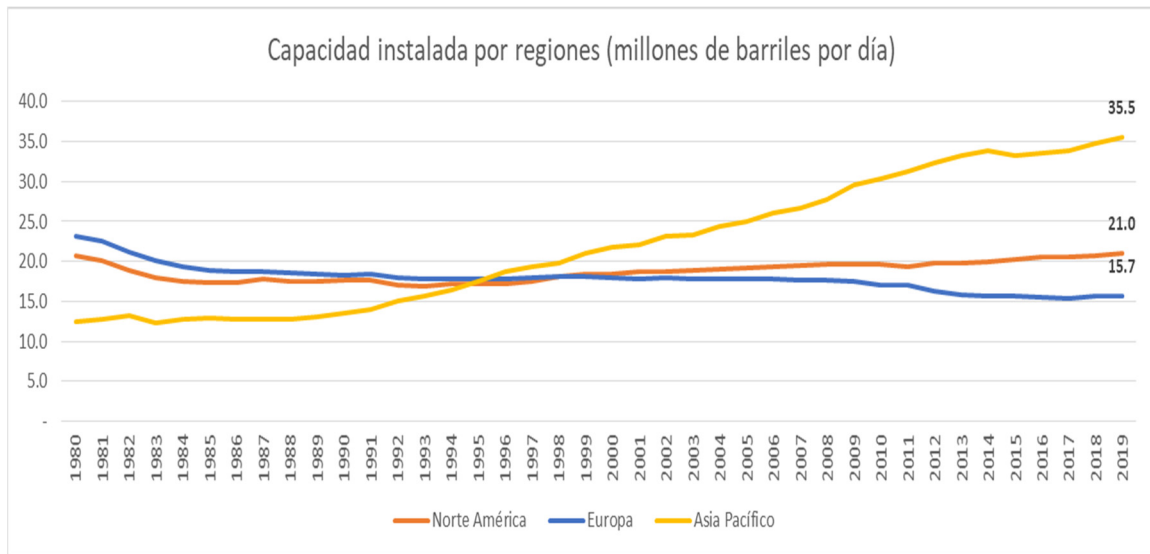


Fuente: Elaboración propia con datos de BP (2020).

Tanto la capacidad instalada, como la producción en refinerías aumentaron a nivel global durante el periodo señalado; sin embargo, analizando más a detalle se pueden observar las diferentes estrategias que cada zona ha seguido. La Gráfica 3 muestra que en Europa y Norte América (Estados Unidos y Canadá) casi no aumentó la capacidad instalada de refinación, lo cual sugiere que la ausencia de proyectos de inversión para construir nuevas refinerías. Por el contrario, la región Asia Pacífico aumentó considerablemente su capacidad instalada, pasando de poco más de 12 millones de barriles por día, a más de 35 millones. Estas diferencias van en sintonía con el ritmo de crecimiento económico de cada

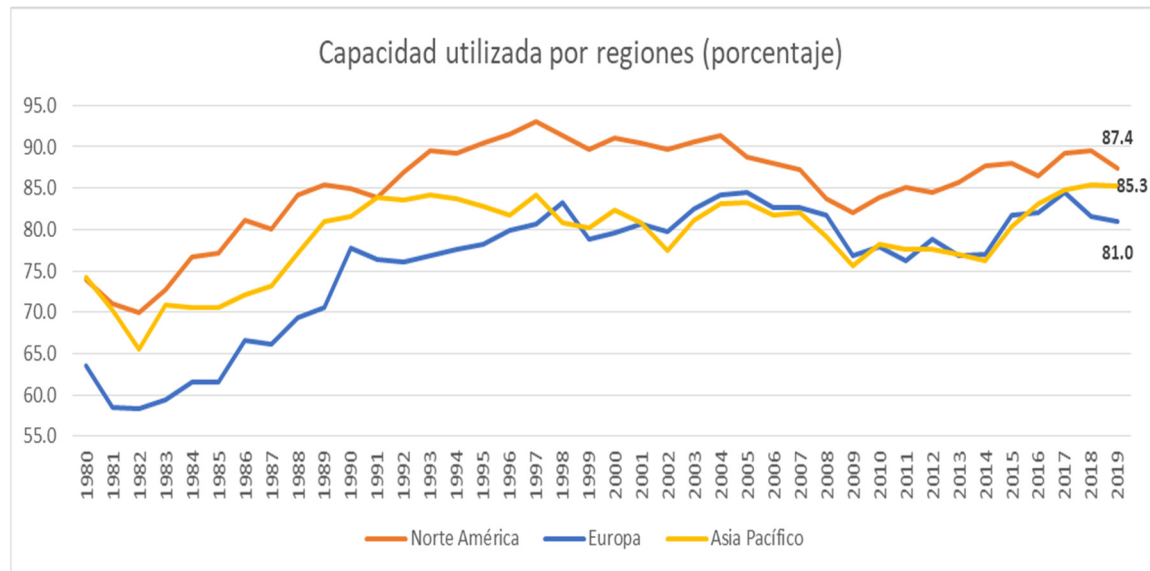
zona, lo cual a su vez ejemplifica que los beneficios de los proyectos de inversión pueden transmitirse a otros sectores económicos o complementarse con la dinámica de otros sectores.

Gráfica 3: Capacidad instalada por regiones



Fuente: Elaboración propia con datos de BP (2020).

Gráfica 4: Capacidad utilizada por regiones



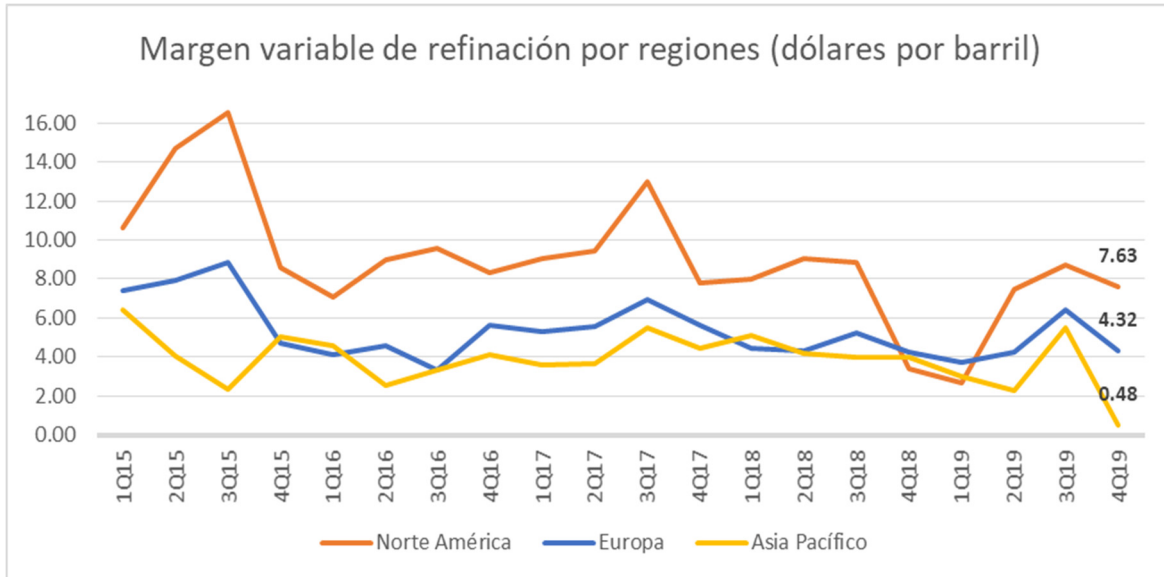
Fuente: Elaboración propia con datos de BP (2020).

Por su parte, la Gráfica 4 presenta un aumento los porcentajes de capacidad utilizada, lo cual puede ser signo de una tendencia generalizada en todas las regiones hacia procesos de refinación más eficientes, a través de procesos de conversión y el avance tecnológico en la industria. La última etapa de crecimiento en dicho porcentaje comenzó tras la Gran Recesión de 2009 y parece que duró hasta el año 2018, cuando nuevamente se presentan señales de estancamiento.

Sobre esta última tendencia en la industria de la refinación, la Gráfica 4 presenta un continuo descenso de los márgenes variables de refinación en las tres regiones analizadas. Esto es signo inequívoco de una disminución de la rentabilidad y los beneficios obtenidos por los proyectos de inversión en refinación.

Por otro lado, que ocurra esta situación a pesar de la tendencia hacia la reconversión de las refinerías para hacerlas más eficientes, puede ser señal de que se comienza una etapa desfavorable para la inversión, por causas fuera del control de aquellos que planifican y deciden sobre proyectos de inversión en refinación. Esto puede estar en sintonía con la teoría de Kalecki sobre los ciclos de la inversión. Más en favor de esta teoría, se observa que la región Asia Pacífico es la que más aumentó su capacidad instalada –lo cual es signo de mayor inversión realizada- (Gráfica 3) y también la que mayor caída presenta en su margen variable de refinación (Gráfica 5), sugiriendo que los ciclos de inversión son endógenos y mientras más se haya invertido, menos se deseará invertir en el futuro, al menos hasta que haya un mayor margen de refinación.

Gráfica 5: Margen variable de refinación por regiones



Fuente: Elaboración propia con datos de BP (2020). Los márgenes de refinación presentados son márgenes de referencia de tres importantes zonas de refinación a nivel mundial. Costa del Golfo de Estados Unidos, Noroeste de Europa (Rotterdam) y Singapur.

A través de esta revisión del panorama internacional de la refinación, se puede observar que conceptos pertenecientes a la teoría económica de la inversión, como los beneficios – representados a través del margen de refinación-, el tiempo –a través de los ciclos de inversión y los shocks en el mercado- y la tecnología –a través del avance en los procesos de refinación- ayudan a evaluar la pertinencia o no de un proyecto de inversión en refinación.

4 La teoría aplicada a la industria: el caso de México

4.1 Diagnóstico del Sistema Nacional de Refinación

La industria de la refinación en México ha sido pieza clave en el crecimiento de la economía del país, pues ha suministrado oportunamente los combustibles e insumos, principalmente al sector transporte (Romo, 2016). Durante la época del boom petrolero, se lograron avances tecnológicos en materia de refinación a través del Instituto Mexicano del

Petróleo. Sin embargo, Romo explica que posterior a dicho auge, la refinación en nacional enfrentó la falta de recursos de inversión para su actualización y crecimiento desde la década de los ochenta, sobre todo desde que la política petrolera se centró en el desarrollo del macro yacimiento Cantarell.

Desde 2016, Pemex Transformación industrial (Pemex TRI) -empresa productiva subsidiaria de Pemex- es la entidad encargada de refinar, transformar, procesar y comercializar hidrocarburos, petrolíferos, gas natural y petroquímicos (Pemex, 2018), y previamente era Pemex Refinación la entidad encargada de esa tarea. Dentro de Pemex TRI se encuentra el Sistema Nacional de Refinación (SNR), que consta de 6 refinerías en territorio mexicano y una capacidad instalada de 1,640 miles de barriles por día (mbd)¹. A continuación se enlista la infraestructura que integra al SNR²:

Tabla 3: Productos de la refinación de petróleo crudo

Nombre	Ubicación	Capacidad Instalada (mbd)
Ing. Héctor Lara Sosa	Caderyta, Nuevo León	275
Francisco I. Madero	Ciudad Madero, Tamaulipas	177
Ing. Antonio M. Amor	Salamanca, Guanajuato	220
Miguel Hidalgo	Tula, Hidalgo	315
Gral. Lázaro Cárdenas	Minatitlán, Veracruz	285
Ing. Antonio Dovalí Jaime	Salina Cruz, Oaxaca	330

Fuente: Elaboración propia con datos de PEMEX TRI.

Dentro del diagnóstico de su Plan de Negocios, Pemex (2019) señala que la configuración de la infraestructura del SNR presenta una brecha estructural que impide maximizar la generación de valor de los hidrocarburos. Tres de las seis refinerías tienen una configuración de tipo *Istmo FCC*, que requieren como materia prima crudos menos pesados y producen residuales de menor valor comercial, como el combustóleo. La configuración de

¹ Dentro del portal del SIE se explica que para el conteo de la capacidad instalada y el porcentaje del uso de dicha capacidad, sólo se toma en cuenta la capacidad de destilación atmosférica de crudo de cada refinería.

² El total de la capacidad instalada mencionado previamente (1,640 mbd) no corresponde con la suma de las capacidades instaladas de cada refinería, proporcionadas en la tabla. La discrepancia se debe a que el dato total proviene del SIE, pero los datos por refinería provienen del Portal de Pemex TRI. Para cálculos posteriores se utilizarán los datos de BP.

las tres restantes, del tipo *Maya cocking*, permite el proceso de crudos más pesados y maximiza la producción de petrolíferos de mayor valor.

Si bien Pemex enfrenta un estancamiento de varias décadas en la refinación de petrolíferos, es a partir del 2013 que atraviesa una continua caída en este rubro. Esta disminución en la producción, combinada con una demanda interna creciente, ha llevado a México a alcanzar una alta dependencia de gasolinas y diésel de importación. En 2018 el producto importado representó el 74% y 70% de los volúmenes comercializados a nivel nacional de gasolina y diésel, respectivamente (Pemex, 2019).

La disminución de la producción en el SNR coincide con el inicio de la llamada Reforma Energética y el conjunto de cambios estructurales que implicó en el sector energético de México. El presente Gobierno Federal ha argumentado dentro de su discurso político una causalidad entre el comienzo de la reforma y el declive de la refinación. Derivado de ello el *rescate al sector energético* en general y a la refinación de petróleo en particular se han convertido en ejes centrales de la política pública de la presente administración. Esto se ve plasmado tanto en el Plan Nacional de Desarrollo, el Plan Nacional de Refinación y el Plan de Negocios de Pemex, presentados en el apartado 1 del presente ensayo.

Lo cierto es que, más allá de la Reforma Energética, existen causas diversas que pueden explicar el estancamiento del Sistema Nacional de Refinación. Entre estas, destacan:

1. La dependencia de las finanzas públicas respecto a los ingresos petroleros ha hecho que recursos destinados al sector energético se asignen principalmente a la actividad que resultaba más rentable, es decir, la extracción y venta de petróleo crudo, en perjuicio de otras actividades productivas, como la refinación (IBD, 2019).
2. La organización que tenía Pemex antes de la Reforma Energética aumentaba de forma innecesaria los gastos de administración y complicaba la operación de la empresa (IBD, 2019).
3. Problemas de control operativo han limitado la eficiencia en la producción. Ejemplos de estos pueden ser: los rezagos en mantenimientos, las interrupciones en

servicios auxiliares, los paros no programados por incidentes operativos, el manejo de la creciente producción de residuales, así como la disponibilidad de crudo ligero para completar cargas a proceso (Pemex, 2019).

4. Los tipos de petróleo crudo suministrado por Pemex Exploración y Producción (PEP) no cumplen con las consideraciones técnicas requeridas por la configuración de las refinerías. Estas fueron diseñadas para procesar crudos ligeros, por lo que se generan dificultades para alimentarlas con la mezcla de crudo adecuada (Romo, 2016).
5. Existe una insuficiente capacidad de almacenamiento de crudos en refinerías y de destilados en sus Terminales de Almacenamiento y Reparto, lo que origina problemas de saturación en algunas líneas de transporte, principalmente en el centro del país (Romo, 2016).

Para Romo (2016), la manera en que se pueda satisfacer la demanda futura de productos refinados, que continúa creciendo es el principal reto que se deriva de las causas anteriores.

El autor propone las siguientes soluciones:

- Impulsar inversiones conjuntas entre Pemex y la iniciativa privada, donde la capacidad de negociación de Pemex se base su disponibilidad de infraestructura para utilizar.
- Que las empresas privadas nacionales constituyan la infraestructura nueva requerida para elevar la oferta de los petrolíferos; o bien exista la alternativa de compra de la infraestructura de refinación de Pemex
- Adquirir los faltantes del exterior a través de las importaciones, para lo cual se requiere construir la infraestructura de transporte para mejorar la conectividad de las refinerías y reducir los problemas de saturación, así como crear las condiciones para flexibilizar las operaciones en las que puedan participar las compañías privadas.

Además, Romo (2016) contempla la alternativa de relanzar las inversiones en Pemex, tanto para ampliar la capacidad de refinación o crear nueva, como lo manifestó el Gobierno Federal en su Plan Nacional de Refinación. Sin embargo, el autor considera que es una

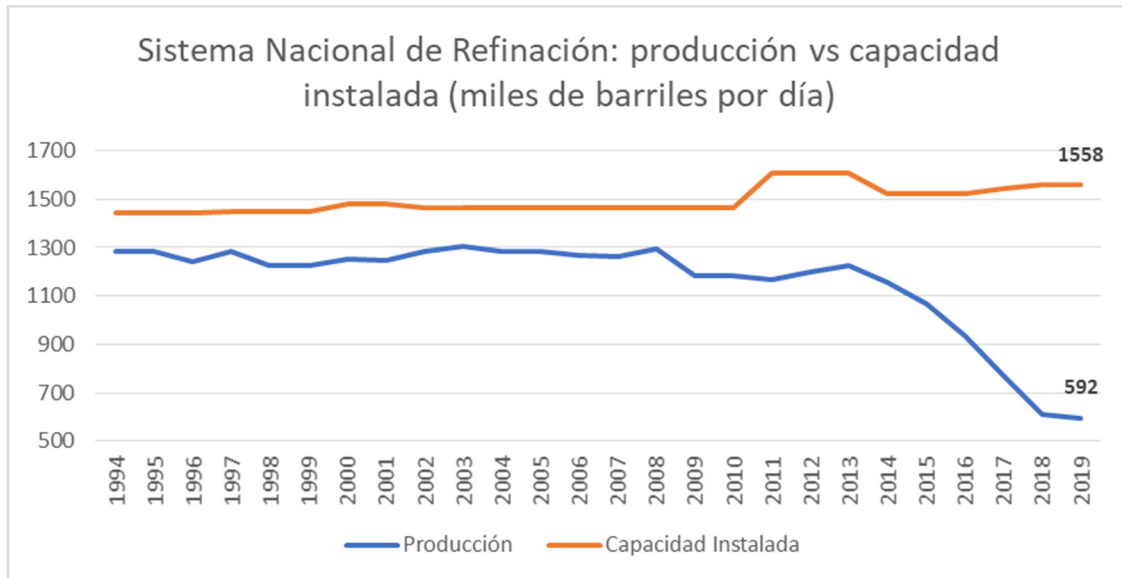
opción complicada dadas las restricciones financieras gubernamentales. El autor también consideraba la ausencia de voluntad política como una dificultad extra para las inversiones. En este momento sí existe dicha voluntad política en el gobierno en turno, pero hace falta un análisis profundo, basado en fundamentos de la teoría económica, para determinar la pertinencia o no de nueva inversión en el Sistema Nacional de Refinación.

4.2 Análisis de la pertinencia de inversión en la refinación de México

En la Gráfica 6 se aprecian los dos hechos significativos del Sistema Nacional de Refinación en las últimas 3 décadas: un estancamiento en la capacidad instalada y un irreversible declive en la refinación a partir de la Gran Recesión de 2009, y que se acentúa a partir de 2013, coincidiendo con la entrada en vigor de la Reforma Energética. Se pasa de refinar cerca de 1 millón 300 mil barriles por día en 1994, a sólo poco más de 600 mil barriles, en el 2019. Dada la importancia de la industria de la refinación en México, queda claro que es una situación problemática y debe resolverse. A primera vista, estos datos podrían sustentar al discurso político del gobierno actual; sin embargo, vale la pena ahondar más.

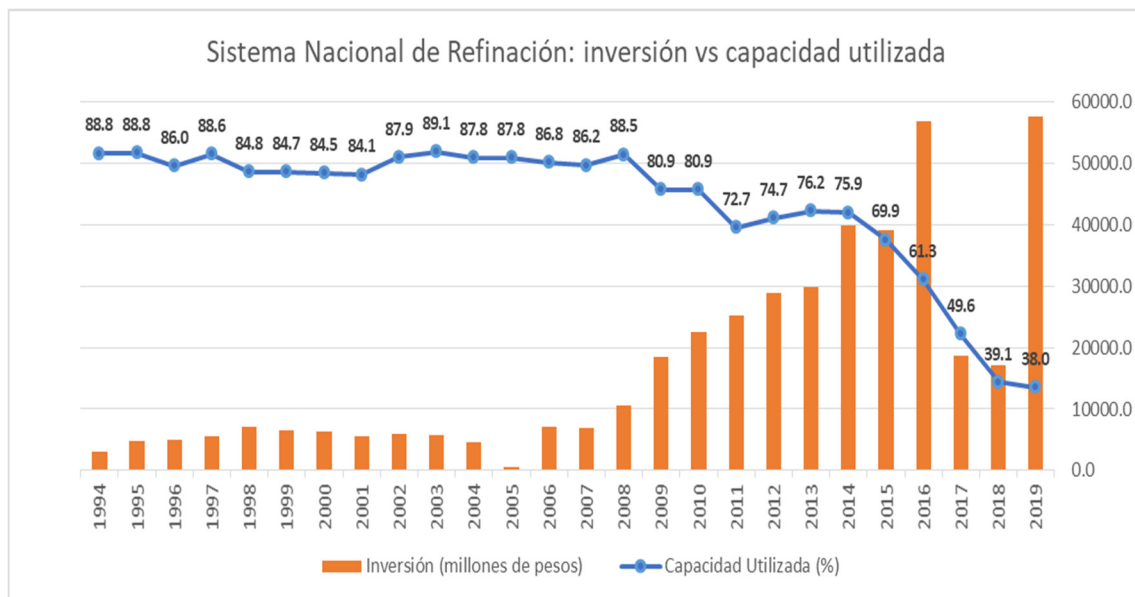
La Gráfica 7 presenta el descenso de la capacidad utilizada del SNR. Se pasa de un uso de 88% de su capacidad en 1994, a tan sólo 38% en el 2019. Sin embargo, el comienzo del declive, en 2008, coincide con un consistente aumento en la inversión pública destinada a la refinación, primero a Pemex Refinación, y luego a Pemex TRI, hasta el año 2016. Esto denota, como se vio en la teoría de la inversión pública, que importa más la calidad de la inversión pública que su cantidad. Asimismo, cobra relevancia el marco institucional que rodea a la inversión, por ser el encargado de que se planeen y se ejecuten de manera adecuada los proyectos, algo que pudo ser complicado con la organización administrativa de Pemex, tal como lo señaló el IBD (2019).

Gráfica 6: SNR: producción vs capacidad instalada



Fuente: Elaboración propia con datos de BP (2020)

Gráfica 7: SNR: inversión vs capacidad utilizada



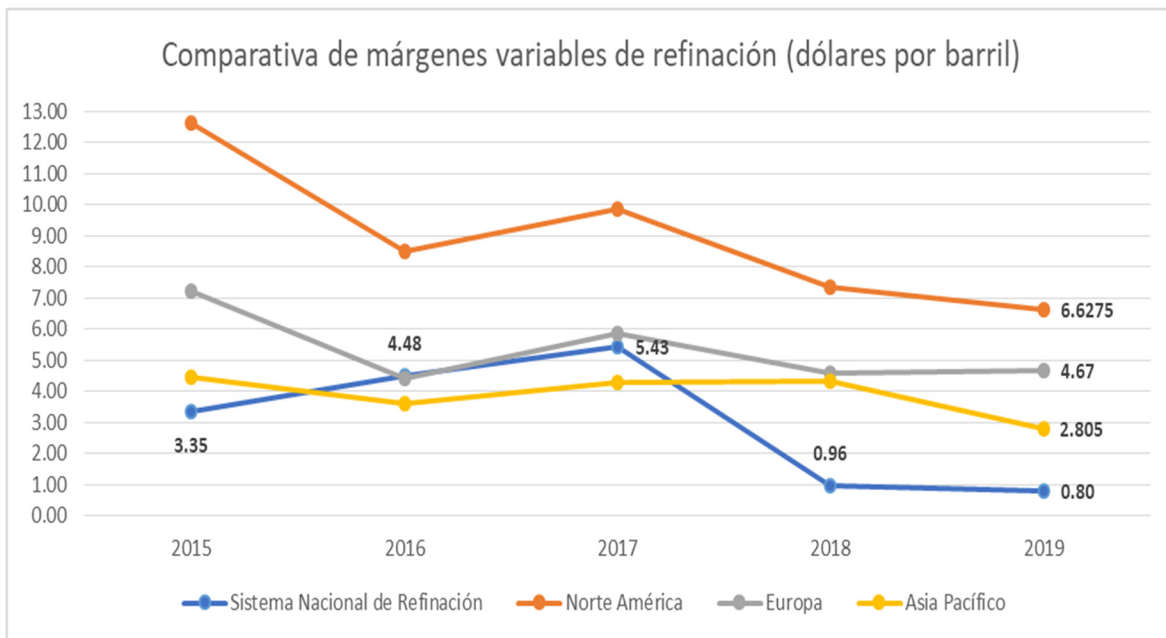
Fuente: Elaboración propia con datos de BP (2020)

La Gráfica 8 muestra los márgenes de refinación de las regiones antes vistas, en comparación con el del SNR. La tendencia general es negativa, pero además el margen del SNR lleva dos años consecutivos siendo el más bajo.

El margen variable de refinación permite ver la posibilidad de obtener o no beneficios, así como la presencia de algún ciclo en la industria que esté ajeno al control de los que planean y eligen los proyectos de refinación. En este caso, como la tendencia del margen sigue a la baja sin estabilizarse, no parece ser el momento adecuado para un proyecto que apueste por aumentar la capacidad instalada de refinación: presentaría pocos beneficios, o incluso pérdidas, cuando esa misma inversión pública sería de más calidad en algún otro sector económico.

No obstante, dado el bajo porcentaje de uso de la capacidad ya instalada en el SNR, a pesar de los grandes montos invertidos en años pasados para esta industria, parece oportuno un proyecto de inversión que haga más eficientes los procesos dentro de las refinerías nacionales. Esto iría acorde con la tendencia mundial de apostar por proyectos de reconversión de procesos, realizando una inversión que se enfoque en la calidad, y en la cantidad de la inversión pública.

Gráfica 8: Comparativa de márgenes variables de refinación



Fuente: Elaboración propia con datos de BP (2020) y Pemex (2020). Los márgenes de refinación presentados son los promedios de los márgenes de referencia trimestrales de tres importantes zonas de refinación a nivel mundial. Costa del Golfo de Estados Unidos, Noroeste de Europa (Rotterdam) y Singapur.

Consideraciones finales

En síntesis, dados los conceptos de la búsqueda de beneficios, la temporalidad en la industria, la tecnología disponible y el marco institucional para planear y controlar proyectos, en este primer acercamiento a la interrogante del ensayo se pueden hacer dos conclusiones: La primera es que resulta pertinente y oportuno invertir para rehabilitar las refinerías existentes en el SNR, mediante proyectos de reconversión que permitan aprovechar la capacidad ya instalada en la industria nacional, adecuándola al tipo de petróleo crudo suministrado por Pemex Exploración y Producción.

De este modo, por el rezago tecnológico que enfrentan especialmente 3 de las 6 refinerías - identificado en el Plan de Negocios de Pemex- resulta conveniente la disposición de los 75 mil millones de pesos adicionales al presupuesto de la empresa, para rehabilitar sus refinerías y llegar a su capacidad de diseño original, tal como lo marca el Plan Nacional de Refinación (PNR). Esta inversión representaría alcanzar una producción de 1,640 mbd, de los cuales 600 serían de gasolina y 440 de diésel, de acuerdo con el PNR.

Con esta inversión se atendería el objetivo de marcado en el PND, de “incrementar la producción del sector energético nacional de manera sostenible, bajo principios de eficiencia y promoviendo el contenido nacional y la inversión” (SEGOB, 2019). Además, va en sintonía con la tendencia internacional de mejora y reconversión de las instalaciones ya existentes, que la OPEP (2019) y Serbutoviez y Silva (2008) observaron en sus respectivos análisis. Asimismo, concuerda con Gutiérrez (1990) en su énfasis sobre la importancia del cambio tecnológico en las inversiones públicas.

La segunda conclusión de este ensayo es que no parece adecuado invertir en este momento en la construcción de una nueva refinería que aumente la capacidad instalada. El proyecto de refinería en Dos Bocas, Tabasco, representaría una expansión de la capacidad instalada de 340 mbd, lo cual podría incrementar la producción nacional. Sin embargo, si se toma en cuenta la caída en los márgenes de refinación de los últimos años, cuyo impacto en la

industria lo resaltaron Serbutoviez y Silva (2008), no parecería un proyecto muy rentable. Considerando además que la OPEP (2019) indica que el excedente de capacidad instalada de refinación mundial es ya de casi 3 Mbpd y seguirá creciendo en los próximos años, no parece que la tendencia de la baja rentabilidad cambie en el corto plazo.

Por lo tanto, la construcción de la nueva refinería entra en contradicción con el objetivo estipulado en el PND, de “fortalecer las finanzas y sostenibilidad de las empresas productivas del Estado, a la vez que se genera valor económico y rentabilidad para el Estado mexicano” (SEGOB, 2019), porque destinaría inversión a un proyecto que, dado el contexto internacional, no parece muy rentable y que incluso podría ser subutilizado. Los mismos recursos se pueden destinar a otras áreas también necesitadas de la empresa Pemex, por ejemplo en el almacenamiento y ductos para los petrolíferos ya refinados, tal como lo señala Romo (2016).

Pareciera ser que, tal como Kalecki indicaba con su teoría (Cárdenas, 2018), existen ciclos de inversión en la industria internacional de la refinación, los cuales pueden ser inducidos endógenamente y tener efectos en empresas y regiones muy distantes entre sí: mientras más se ha invertido previamente –como se ha hecho, sobre todo en Asia Pacífico- menos se querrá invertir en un futuro, por el desincentivo de los bajos márgenes de refinación.

Gutiérrez (1990) considera oportuno tomar en cuenta la oferta internacional para analizar la conveniencia de un proyecto de inversión. Si la oferta internacional es capaz de abastecer el mercado nacional sin tener influencia negativa en los precios nacionales, entonces se debería considerar la opción de generar economías de escala mediante el mercado internacional, en vez de comenzar un proyecto de inversión. Este podría ser el caso en México, considerando el excedente en la capacidad de refinación mundial como una oportunidad.

Para profundizar más allá de este primer acercamiento en el tema de la inversión pública en la industria de la refinación, se podrían seguir enfoques más específicos de cada vertiente

de la teoría económica. Sobre todo, se podría utilizar el enfoque de la Teoría Económica de la Empresa para obtener respuestas más precisas sobre la rentabilidad y horizonte temporal adecuado para una inversión de este tipo. También se podrían seguir planteamientos de Economía Pública, que aborden el marco institucional que rodea a la inversión en proyectos energéticos.

Bibliografía

- Álvarez, O. (2020) La inversión pública en México, una lección pendiente. *Economía Informa*, 420, enero- febrero, 16-27.
- Blanco, Á. M. (2018). Factores determinantes de la rentabilidad en las empresas petroleras y su influencia en el Presupuesto Público: el comparativo PEMEX-ECOPETROL (Tesis de maestría). Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- British Petroleum (2020, junio) *BP Statistical Review of World Energy* [base de datos]. Recuperado de <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- Cárdenas, L. (2018) Notas sobre la teoría kaleckiana de la inversión. En *Cuadernos de economía*, Asociación Cuadernos de Economía, vol. 41(115), 119-129.
- Cavallo, E & Daude (2011) Public investment in developing countries: A blessing or a curse?. *Journal of COMPARATIVE ECONOMICS*, 39, 65-81
- Del Río, L. & Rinkenbach J. (2019) Refinerías: contexto y experiencias en reconfiguración y construcción [versión electrónica]. En *Energía a Debate*, No.88. Recuperado el 5 de marzo de 2020, de <https://www.energiaadebate.com/downstream/refinerias-contexto-y-experiencias-en-reconfiguracion-y-construccion/>
- England, J.; Bean, G. & Mittal, A. (2015) *Following the capital trail in oil and gas Navigating the new environment*: Deloitte University Press. Recuperado el 19 de marzo de 2020 de https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/es/Documents/energia/Deloitte_ES_Energia-Following-The-Capital-Trail-in-Oil-Gas-Navigating-The-New-Environment.pdf
- García, S. (1973) Teoría y política de inversión en la empresa, Análisis de los modelos de inversión: su valor aclaratorio y de decisión. En *ESIC Market*. No.10 (febrero-mayo 1973), 119-177

- Gutiérrez, R (1990) Momento óptimo para efectuar una inversión con contenido tecnológico y economías de escala. En *Investigación Económica*, UNAM, Facultad de Economía, vol. 49, num. 142, 109-140.
- Gobierno de México. (14 de febrero de 2010). Refinación. Obtenido de Gobierno de México:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/6977/Refinacion_Web.pdf
- Instituto Belisario Domínguez (2019, julio) Hacia la reducción de la dependencia en las importaciones de petróleo y petrolíferos en México. *Notas estratégicas*, No. 58, julio. México: Senado de la República. Recuperado el 5 de marzo de 2020 de <http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/4546/1%20Publicaci%C3%B3n%20NE%20Petr%C3%B3leo%20y%20petrol%C3%ADferos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MathPro. (2011). *Introducción a la Refinación del Petróleo y Producción de Gasolina y Diésel con Contenido Ultra Bajo de Azufre*. Maryland: MathPro. Recuperado el 18 de marzo de 2020 de https://theicct.org/sites/default/files/ICCT_RefiningTutorial_Spanish.pdf
- McKinsey&Company (2020) Refinery Reference Desk [base de datos]. Recuperado el 20 de junio de 2020 de <https://www.mckinseyenergyinsights.com/resources/refinery-reference-desk/margins/>
- Meza, N. (2020, marzo 19) Petróleo, la condena energética de México [en línea]. En Reporte Índigo, sección Reporte. Recuperao el 19 de marzo de 2020 de <https://www.reporteindigo.com/reporte/petroleo-la-condena-energetica-de-mexico-rescate-gobierno-problemas-financieros/#:~:text=En%20su%20intento%20por%20mantener,en%20la%20industria%20energ%C3%A9tica%20nacional.>
- OPEP (2019) Chapter 2 Energy Demand & Chapter 5 Refining Outlook. En *2019 World Oil Outlook*. [base de datos]. Recuperado de <https://woo.opec.org/chapter.php?chapterNr=>
- Pemex (2019) *Plan de Negocios de Petróleos Mexicanos y sus Empresas Productivas Subsidiarias 2019-2023*. Recuperado el 2 de septiembre de 2020 de

- https://www.pemex.com/acerca/plan-de-negocios/Documents/pn_2019-2023_total.pdf
- Pemex (2020) Reporte Anual 2019 a la Bolsa Mexicana de Valores. En Herramientas para Inversionistas. Recuperado el 2 de agosto de 2020 de <https://www.pemex.com/ri/herramientas/Paginas/default.aspx>
- Pemex (2018) Transformación Industrial: Instalaciones. Recuperado el 2 de agosto de 2020 de <https://www.pemex.com/nuestro-negocio/tri/Paginas/instalaciones.aspx>
- Ramírez, E & Galán, K (2019). Inversión Pública en México, una buena idea que depende de la ejecución. Área de investigación: entorno de las organizaciones. En XXIV Congreso Internacional de Contaduría, Administración e informática. Congreso llevado a cabo en Ciudad Universitaria, Ciudad de México.
- Romo, Daniel. (2016). Refinación de petróleo en México y perspectiva de la Reforma Energética. *Problemas del desarrollo*, 47(187), 139-164. México: Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
- Sala-i-Martin, X. (2000) El Modelo neoclásico de crecimiento Solow-Swan; Crecimiento endógeno y otras extensiones del modelo de Solow-Swan. En *Apuntes de crecimiento económico*. Pp. 10-21; 70-76. Antoni Bosch: Barcelona.
- Secretaría de Energía. (2010). Glosario de términos usados en el sector energético. En *Sistema de Información Energética* [base de datos]. Recuperado el 20 de marzo de 2020 de: http://sie.energia.gob.mx/docs/glosario_hc_es.pdf
- Secretaría de Energía. (2010) Inversión pública en la industria petrolera. En *Sistema de Información Energética* [base de datos]. Recuperado el 20 de marzo de 2020 de <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>
- Secretaría de Gobernación (2019, abril 30) Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 [versión electrónica]. En *Gaceta Parlamentaria*, No. 5266-XVIII, sección Anexos. Recuperado el 5 de mayo de 2020, de <http://gaceta.diputados.gob.mx/PDF/64/2019/abr/20190430-XVIII-1.pdf>
- Serbutoviez, S. & Silva, C. (2008) The Oil and Oil Services Industry International Context 2008. Francia: Institut Français de Pétrole. Recuperado el 6 de mayo de 2020, de https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/42/016/42016177.pdf