



# INSPIRE

## LATINOAMÉRICA **MEZCLA DE ETANOL EN LA GASOLINA**

Septiembre de 2021

© 2021 SGS Germany GmbH. Todos los derechos reservados. Este estudio de mercado es una publicación de SGS Germany GmbH. Está dirigido a brindar información sobre un tema o temas concretos y de ninguna manera es un tratamiento exhaustivo de estos. Este estudio de mercado se proporciona en el estado en que se encuentra y según su disponibilidad, por lo que SGS Germany GmbH no garantiza que la información aquí contenida no tenga errores ni cumpla algún criterio en particular de desempeño o de calidad. Este estudio únicamente refleja los hallazgos de SGS al momento de su elaboración. SGS Germany GmbH expresamente rechaza todas las garantías implícitas que incluyen, entre otras, las de comercialización, título, idoneidad para un fin específico, no violación, seguridad y precisión. No debe citarse o referirse el estudio de mercado en ninguna otra publicación o actas, ni reproducirse sin el consentimiento previo por escrito de SGS Germany GmbH.

Además, aplican nuestras Condiciones Generales de los Servicios de Inspección y Pruebas, que si las solicita, con gusto se las enviaremos.

Estado actual: Septiembre de 2021

# ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO .....	3
SECCIÓN 1. PERFILES DE PAÍS: REGLAMENTACIONES, GASOLINAS Y COMPONENTES DE MEZCLA .....	7
PUNTOS CLAVE .....	13
ARGENTINA .....	17
REGULACIONES .....	17
NORMAS DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES Y OBJETIVOS ACTUALES .....	18
COMPARACIÓN CON LAS NORMAS .....	18
ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA .....	20
BOLIVIA .....	24
REGULACIONES .....	24
NORMAS DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES Y OBJETIVOS ACTUALES .....	24
COMPARACIÓN CON LAS NORMAS .....	24
ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA .....	26
CHILE .....	29
REGULACIONES .....	29
NORMAS DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES Y OBJETIVOS ACTUALES .....	30
COMPARACIÓN CON LAS NORMAS .....	30
ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA .....	31
COLOMBIA .....	34
REGULACIONES .....	34
NORMAS DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES Y OBJETIVOS ACTUALES .....	37
COMPARACIÓN CON LAS NORMAS .....	37
ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA .....	38
ECUADOR .....	43
REGULACIONES .....	43
NORMAS DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES Y OBJETIVOS ACTUALES .....	44
COMPARACIÓN CON LAS NORMAS .....	44
ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA .....	45
PERÚ .....	49
REGULACIONES .....	49
NORMAS DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES Y OBJETIVOS ACTUALES .....	50
COMPARACIÓN CON LAS NORMAS .....	50
ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA .....	51
URUGUAY .....	59
REGULACIONES .....	59
NORMAS DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES Y OBJETIVOS ACTUALES .....	59
COMPARACIÓN CON LAS NORMAS .....	59
ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA .....	60
SECCIÓN 2. OPTIMIZACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA GASOLINA PARA LA MEZCLA CON ETANOL .....	

Aspectos económicos de la optimización de componentes de la mezcla .....	65 67
Puntos clave .....	67
Argentina.....	68
Bolivia .....	70
Chile.....	72
Colombia.....	74
Ecuador.....	76
Perú .....	78
Uruguay .....	80
SECCIÓN 3: ANÁLISIS DEL IMPACTO POTENCIAL DE LA MEZCLA DE ETANOL EN LAS EMISIONES .....	82
Metodología del modelo de emisiones .....	84
Puntos clave .....	84
Argentina.....	85
Bolivia .....	88
Chile.....	90
Colombia.....	92
Ecuador.....	95
Perú .....	97
Uruguay .....	101
SECCIÓN 4. ESTUDIOS DE CASO DEL IMPACTO POTENCIAL DEL ETANOL EN PARÁMETROS REGULADOS: CHILE, PERÚ .....	103
Puntos clave .....	104
Chile.....	105
Perú .....	114
GLOSARIO .....	122
LISTA DE FUENTES .....	126

## RESUMEN EJECUTIVO

SGS INSPIRE elaboró este informe para el U.S. Grains Council para brindar una mayor comprensión de cómo la mezcla de etanol con gasolina impacta en la calidad del combustible e influye en el avance hacia el logro de los objetivos con relación a las emisiones de gasolina en la región latinoamericana. El informe consta de una revisión regulatoria de los requisitos legislativos y normas de calidad del combustible, un resumen de las pruebas de laboratorio hechas en las mezclas de gasolina-etanol de ciertos países latinoamericanos e información sobre las características óptimas de los componentes de mezcla de la gasolina para mezclarse con el etanol. A continuación se presenta un resumen de los puntos clave del estudio divididos por secciones.

### 1. Sección 1 Perfiles de país: reglamentaciones, gasolina y componentes de mezcla

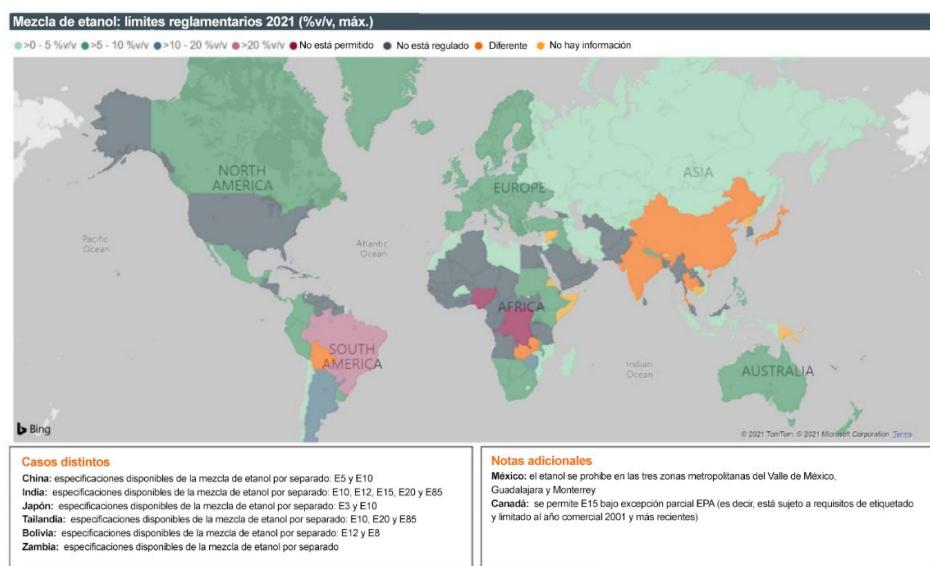
En la mayoría de los países latinoamericanos, la industria de la refinación no cubre la demanda nacional de gasolina, por lo que necesitan importarla. Estados Unidos (EE. UU.) es el principal importador de la zona, en particular en Centroamérica, excepto Nicaragua donde la industria de refinación está relativamente bien desarrollada y además, las importaciones provienen en su mayoría del Ecuador.

En los países donde hay industria de refinación, las refinerías tienen diferentes configuraciones de unidades y capacidades, ubicaciones físicas y están bajo diversos factores económicos. Es por eso por lo que producen diferentes subproductos de gasolina o gasolinas terminadas. Por lo general, los proveedores de gasolina producen de uno a seis grados simultáneamente y la calidad difiere de cada lote de componentes de mezcla de gasolina, dependiendo de qué componentes de mezcla (que cumplan con las especificaciones) son los más económicos al momento de producirlos.

En Latinoamérica, las dos componentes de mezcla más usados son la gasolina catalítica y la reformada. Argentina, Chile, Colombia y México también producen otros componentes de mezcla, porque cuentan con refinerías más complejas.

Como lo muestra la figura 1, en varias partes del mundo se añade etanol a los componentes de mezcla de gasolina por diversas razones. Varios países de Latinoamérica cuentan con industrias de etanol nacional bien establecidas, no obstante en la región aumentan las importaciones de etanol estadounidense, algo particularmente palpable en Perú, México, Jamaica y Colombia.

**Figura 1: Etanol permitido en la gasolina convencional, 2021**



Fuente: SGS INSPIRE, 2021

Al comparar las especificaciones de la gasolina nacional con la calidad real de esta en la región, se observa un alto grado de conformidad, excepto por el contenido de etanol y octanaje de varias muestras.

## 2. Sección 2: Optimización de los componentes de la gasolina para la mezclar con etanol

La información a partir de fuentes nacionales e investigaciones de Penn Energy brindaron datos sobre los componentes de mezcla de gasolina producidos nacionalmente en la región. La mezcla de componentes optimizados de los países con refinerías sencillas se componen principalmente de gasolina reformada, catalítica e Isomerado. En el caso de los países con refinerías más complejas (Argentina, Chile, Colombia y México) o con alto volumen de importación, la mezcla de componentes es de gasolina reformada, catalítica, Isomerado, isobutano y Alquilado, en distintas proporciones.

La mayoría de las refinerías de Latinoamérica cuentan con configuraciones sencillas y producen subproductos sencillos debido a la incapacidad de producir combustibles de alto octanaje y bajos en azufre sin que tengan un alto contenido de aromáticos. Los países importadores compran lo que hay en el mercado.

Con el uso de una herramienta de creación de modelos basada en Excel (Solver) para optimizar mezclas se demostró que la adición del etanol a la gasolina disminuye la necesidad de utilizar componentes complejos y costosos en la mezcla, como el Alquilado o isopentano, para mejorar su calidad debido a que el etanol aumenta el octanaje y disminuye el contenido de hidrocarburos y azufre en dicha mezcla. El incremento de la proporción de etanol en la gasolina ayudaría a que los gobiernos aceleraran sus planes para mejorar la calidad del combustible. Este es el caso particular de Bolivia, Ecuador o Colombia.

Muchos países podrían aumentar la proporción de etanol reduciendo la de la gasolina catalítica, que de todas formas es un subproducto de refinería muy extendido en la zona, como en Argentina o Colombia. Algunos países, principalmente del Caribe o al norte de Suramérica, deben añadir componentes de mezcla más complejos y caros para cumplir con las especificaciones de calidad del combustible Euro 6.

## 3. Sección 3: Análisis del impacto potencial de la mezcla de etanol en las emisiones

Con el [Modelo internacional de emisiones vehiculares \(IVE\)](#), SGS INSPIRE analizó el impacto potencial de la mezcla de etanol en la gasolina a distintos niveles (10%, 15%, 20%, 25% y 30%) en los parámetros de emisiones no reguladas: monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), compuestos orgánicos volátiles evaporativos (COV evap), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx), amoniaco (NH<sub>3</sub>), plomo, butadieno, acetaldehídos, formaldehídos, benceno, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), metano (CH<sub>4</sub>), materia en partículas con diámetro menor a 10 micrómetros (PM10) y con diámetro menor a 2,5 micrómetros (PM2.5).

SGS INSPIRE recabó información de fuentes internacionales y nacionales sobre las flotas vehiculares por tipo de vehículo y combustible en cada país, además de información sobre la edad promedio de la flota, distancia recorrida promedio por tipo de vehículo por país, condiciones geográficas y climáticas (altitud, humedad, temperatura) por país.

En la mayoría de las mezclas de gasolina-etanol analizadas, la adición de etanol disminuyó las emisiones de CO, COV, NOx, SOx, NH<sub>3</sub>, butadieno, formaldehídos, benceno, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, PM2.5 y PM10. En algunos países como Bolivia o Chile, no disminuyó la emisión de butadieno, pero sigue siendo muy baja con respecto a otros países. Las emisiones de acetaldehídos aumentó solo a partir de E20, es decir, cuando se añade a la gasolina 20% v/v de etanol. Con 30% v/v de etanol mezclado en la gasolina, las emisiones de acetaldehído aumentan 10% a partir de la línea base o E0 (adición de 0% v/v de etanol). Este aumento es significativamente más bajo comparado con la disminución del 62% de emisiones de benceno observada de E30 a E0 en todos los países. De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de EE. UU., los acetaldehídos tienen baja toxicidad aguda por inhalación y moderada por exposición oral o dérmica.

Las emisiones más altas de todas fueron de CO<sub>2</sub>. Las emisiones de N<sub>2</sub>O no disminuyen significativamente. Las emisiones de CO difieren en la región. Fueron altas en los países con flotas de vehículos viejos que no implementan normas estrictas de emisiones vehiculares. En Ecuador, las emisiones de benceno fueron las únicas diferentes entre los dos grados de octanaje evaluados.

La comparación de las emisiones de los distintos grados de gasolina por octanaje muestra que algunos países usan el mismo componente de mezcla con oxigenantes (BOB) y experimentan las mismas emisiones, como Chile, Colombia o República Dominicana; otros usan un BOB muy similar, como Costa Rica y otros usan un BOB diferente, como es el caso de Argentina. En Argentina, las emisiones de COV evap, plomo, benceno, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, PM2.5, PM10 son las mismas para dos grados (grado 2 con 150 mg/kg de azufre y grado 3 con 10 mg/kg de azufre), mientras que las emisiones de CO, COV, NOX, SOX, NH<sub>3</sub>, butadieno, acetaldehídos y formaldehídos disminuyen al aumentar el octanaje.

4. Sección 4: Casos de estudio del impacto potencial del etanol en parámetros regulados: Chile, República Dominicana, Guatemala y Perú

SGS recolectó muestras de gasolina terminada en gasolineras de Chile, República Dominicana, Guatemala y Perú. Las muestras se transportaron al laboratorio de SGS en Speyer, Alemania y se mezclaron (*splash blending*) con etanol cumpliendo con la norma de la UE EN 15376 en volúmenes cada vez mayores (10%, 15%, 20%, 25% y 30%).

Se seleccionaron estos países por ser representativos de las distintas subregiones de Latinoamérica y por su potencial de consumo de etanol.

De acuerdo con el análisis realizado, la adición de etanol disminuyó el azufre y los hidrocarburos (naftenos, aromáticos, olefinas, parafinas y benceno), reduciendo al mismo tiempo las emisiones del tubo de escape.

Dependiendo del país, la PVR aumenta hasta E10 a E15. Después de alcanzar 15% v/v, la PVR empieza a disminuir; dicha disminución es más pronunciada conforme se añade más etanol.

Los valores de destilación no cambian significativamente, excepto por la reducción de T50 del E0 a E15; no obstante, se puede concluir que la adición de etanol no afecta a la destilación.

El contenido de oxígeno de E10 en Chile es mayor al permitido en las normas "Euro" (3,7% en peso). En Perú y la República Dominicana, el contenido de oxígeno es menor a 3.7% en peso de las normas "Euro".

La adición de etanol a la gasolina, si bien el etanol es higroscópico, no afecta significativamente el contenido de agua de la mezcla final. Las mezclas de hidrocarburo-alcohol disuelven más agua que la existente al momento de la mezcla y brindará protección contra la separación de fase en caso de que pequeñas cantidades extras de agua contaminen la mezcla de combustible, siempre y cuando su temperatura no aumente. El nivel de mejora en la tolerancia al agua (la cantidad de agua que se puede disolver antes de que se dé la separación de fase) aumentará con la concentración de alcohol en el combustible. Por ejemplo, una mezcla de 10% v/v de etanol con una mezcla típica de hidrocarburo a temperatura ambiente puede disolver hasta 0,5% v/v de agua.

El valor calorífico y la proporción aire:combustible de la mezcla de etanol con gasolina disminuye, pero dicha disminución es mucho menor que el contenido de etanol añadido (es decir, una disminución de 8 a 9% del valor calorífico y de 11 a 12% v/v de proporción aire:combustible con la adición de 30% v/v de etanol).

En ningún país se encontraron aniones ni cationes. Solo en Chile se halló éter metil tertbutílico (MTBE).

La adición de etanol aumenta significativamente el octanaje, lo cual es benéfico en especial para el uso eficiente de los vehículos modernos. En muchos de los casos estudiados, el octanaje aumenta a o alrededor de 100. Para las flotas existentes en la mayoría de países, la gasolina RON 95 es la adecuada para la tecnología vehicular; no obstante, de acuerdo con las especificaciones de las gasolinas categoría 6 de la Carta mundial de combustibles (WWFC, por sus siglas en inglés)<sup>1</sup>, se debe lograr un

<sup>1</sup> [https://www.acea.auto/files/WWFC\\_19\\_gasoline\\_diesel.pdf](https://www.acea.auto/files/WWFC_19_gasoline_diesel.pdf)

RON mínimo de 98 a 102 para cumplir con los GEI futuros o previstos en vehículos ligeros de EE. UU. y las normas de ahorro de combustible y los objetivos futuros de la UE de CO<sub>2</sub>. Se pretende que esta categoría permita la introducción de motores y vehículos con mayor eficiencia de combustible y menores emisiones de escape.

Además, añadir etanol en volúmenes mayores al 15% v/v mantendría la PVR a niveles reglamentarios, ya que el pico se logra a 10 a 15% v/v y después empezar a disminuir. Es por eso por lo que es benéfico mezclar etanol por arriba de 10 a 15% v/v ya que afectaría la PVR de manera positiva.

# SECCIÓN 1. PERFILES DE PAÍS: REGLAMENTACIONES, GASOLINAS Y COMPONENTES DE MEZCLA

Es una tarea difícil el comprender la composición del componente de mezcla de la gasolina. Esto se debe a que todas las refinerías son diferentes debido a sus distintas configuraciones de unidad y capacidades, ubicaciones físicas y motores económicos. Además, de acuerdo con datos de SGS, el 70% del total de la gasolina final que se consume en todo el mundo se mezcla en terminales y solo el 30% se distribuye directamente de las refinerías. El mezclado se lleva a cabo fundamentalmente en los principales centros de comercio del mundo, que son Europa (Holanda y Bélgica y en menor medida en Francia, Italia y España), Asia (Emiratos Árabes Unidos, Dubái) y EE. UU. (Houston).

Por lo general, los proveedores de gasolina producen de uno a seis grados simultáneamente y cada lote de componente de mezcla de gasolina siempre es diferente. Normalmente, los factores decisivos de qué componentes de la mezcla se usan en la producción de gasolina son: la disponibilidad de los componentes, su precio al día de entrega de los componentes de mezcla y si cumple con las especificaciones.

Los principales componentes que se usan en la producción de gasolina son:

- Alquilados
- Gasolina de pirólisis
- Gasolina catalítica
- Reformados
- Isomerados
- Naftas
- Refinados
- Butanos
- Gasolinas naturales o condensados en algunos países
- Mezclas químicas como los xilenos mezclados, hidrocarburos mezclados con 4 a 9 átomos de carbono como los pentanos, hexanos, etc.

Por lo general, la gasolina es una mezcla de una base específica de gasolina y otros compuestos. La base principal, que tiene un mayor volumen en el componente de mezcla final, normalmente es reformado y gasolina catalítica. Los componentes más utilizados para aumentar el octanaje en la mezcla son Isomerados, Alquilados y butanos. Los otros componentes, como refinados, pentanos, hexanos y otras gasolinas petroquímicas, se usan en una proporción menor en los componentes de mezcla de gasolinas.

En las refinerías, a partir de los productos de destilación ligera, por lo general el butano ( $nC_4$ ) se mezcla con la gasolina porque potencia el octanaje, como ya se mencionó, pero debido la alta presión de vapor Reid (PVR), la cantidad que se puede mezclar es limitada, en particular durante la temporada de verano con menor PVR<sup>2</sup>. Por lo tanto, las mezclas de gasolina de verano, en general contienen menos  $nC_4$  que las de invierno.

Cuando se mezclan naftas FCC con gasolina, es probable que se necesite desulfuración. Normalmente el proceso de desulfuración resulta en pérdida de RON en cualquier punto entre 1 y 5 puntos de octanaje, lo que a su vez requiere de mezclar con componentes de mezcla con alto octanaje. Las unidades de hidrocraqueo producen nafta que se puede mezclar directamente en gasolina o enviar a otras unidades para un mejoramiento previo al mezclado. La unidad de isomerización redistribuye los átomos dentro de las moléculas de nafta para producir moléculas con mayor calificación de octanaje, pero también aumenta la PVR, que limita el uso de unidades de isomerización al aumentar la calificación de octanaje de la gasolina terminada. Los reformadores eliminan átomos de hidrógeno

<sup>2</sup> Debe controlarse el valor de la presión de vapor Reid (PVR) en la gasolina, particularmente en el verano, porque es posible que aumente la formación de esmog y compuestos orgánicos volátiles (COV).

y redistribuyen las moléculas de hidrocarburos para formar moléculas “aromáticas” como benceno, tolueno y xilenos. Estos aromáticos tienen una alta calificación de octanaje cuando se utilizan en gasolina y también se usan como materias primas petroquímicas. Las unidades de isomerización aumentan las calificaciones de octanaje de la gasolina ligera de primera destilación (LSR).

La figura 2 resume los componentes de la mezcla de gasolina que se producen en las refinerías de petróleo y sus principales características. Los componentes de la mezcla de mayor octanaje son Alquilados, reformados y nC4. Tanto los Alquilados como los reformados tienen una PVR relativamente baja, lo que los hace componentes de mezcla excelentes.

**Figura 2: Componentes de la gasolina producidos en refinerías**

Componente	Fuente de unidad de proceso	AKI (RON + MON)/2	PVR psi	Azufre mg/kg	Aromáticos (% v/v)	Olefinas (% v/v)	Especificación de gasolina limitante
Butano normal	Destilación	90 a 92	70 a 74	2 a 6	0	1	PVR, V/L
Nafta ligera de primera destilación	Destilación cruda	60 a 66	10 a 13	10 a 500+	8	10	Octano, PVR, V/L
Nafta pesada (sin hidrotratamiento)	Destilación cruda, coquizador, hidrocraqueo	58 a 64	1 a 1.5	40 a 500+	38	20	Octanaje, azufre
Reformado	Reformado	85 a 87	2 a 3	2 a 6	50	0	DI, T50, Benceno
Gasolina FCC (sin hidrotratamiento)	FCC	82 a 87	1 a 2	10 a 500+	27	25	Azufre (si no fue tratada)
Alquilado	Unidad de alquilación	90 a 96	4 a 5	5 a 15	0	0	Ninguna
Isomerizado	Unidad de isomerización	78 a 83	7.8 a 8.5	1 a 10	0	0	PVR
Etanol	N/D	110 a 120	Aumento de 1 psi por 10 a 20% v/v Mezcla	0	0	0	PVR

Fuente: U.S. Energy Information Administration (EIA), Transport Energy Strategies, 2021

Muchos países latinoamericanos no producen los suficientes productos refinados para cubrir la demanda de gasolina, a pesar del alto número de refinerías en la región, como se enumeran a continuación.

**Figura 3: Capacidad de las refinerías latinoamericanas (millones de litros al día)**

México	
Cadereyta	43.72
Madero	30.21
Minantitlan	38.16
Salamanca	39.75
Salina Cruz	52.47
Tula	50.08
Total	254.38

Argentina	
Bahía Blanca	4.9
Buenos aires	17.5
Campana	13.8
Campo Durán	5.1
La Plata	32.8
Luján de Cuyo	17.5
Plaza Huincul	4.0
San Lorenzo	7.9
Total	103.5

Chile	
Aconcagua	16.5
BioBio	18.4
Gregorio	2.5
Total	37.5

Bolivia	
Cochabamba	6.5
Santa Cruz de la Sierra	3.2
Total	9.7

Perú	
Conchan	2.5
Iquitos	1.9
La Pampillas	18.6
Pucalpá	0.6
Talara	9.9
Total	33.5

República Dominicana	
Bonao	2.5
Haina	5.4
Total	7.9

Uruguay	
La Teja Montevideo	7.9

Jamaica	
Kingston	5.7

Costa Rica	
Limon	4.0

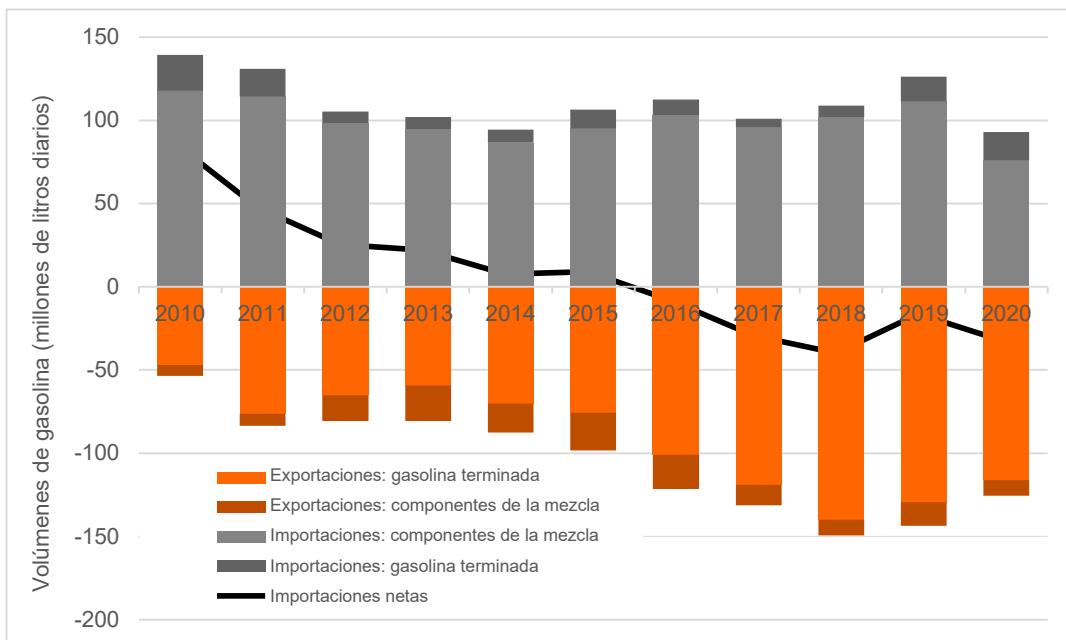
Nicaragua	
Managua	3.2

Fuente: HCX

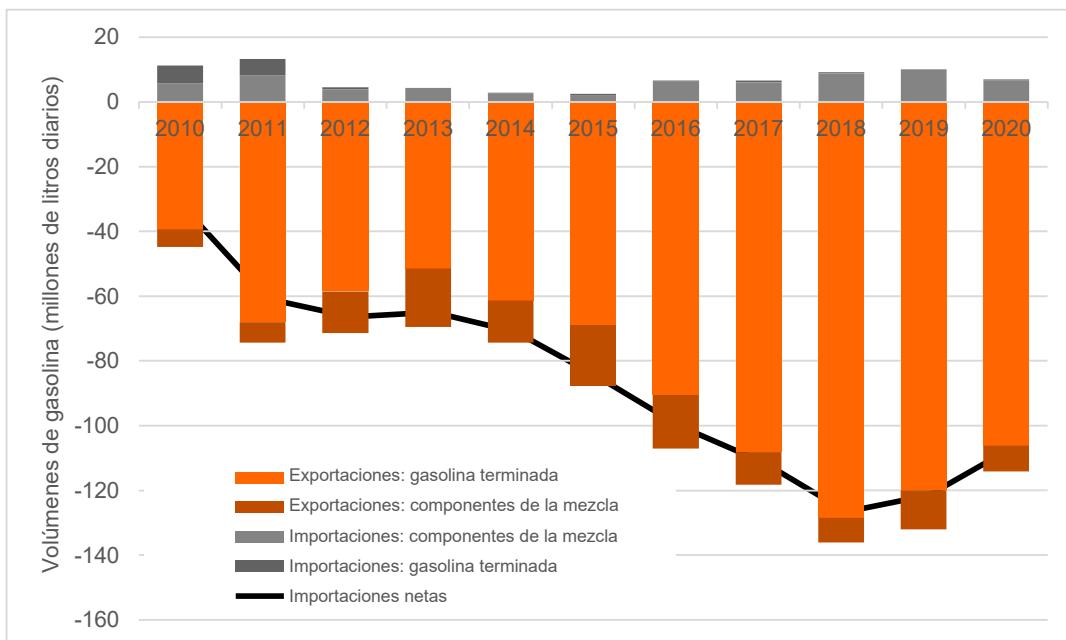
Como resultado, los países dependen de la importación de combustibles. Gran parte de Centroamérica, el Caribe y algunos países de Suramérica importan gasolina terminada o componentes de la mezcla de gasolina de EE. UU., que es uno de los principales exportadores de gasolina de todo el mundo. El producto que más exporta EE. UU. a los países latinoamericanos es la gasolina convencional.

En 2020, EE. UU. exportó 106.20 millones de litros diarios de gasolina para motor terminada desde la costa del Golfo (Distrito III de Administración del Petróleo para la Defensa, PADD III por sus siglas en inglés)<sup>3</sup> y a través del Océano Atlántico hacia otras regiones del mundo, de los cuales 65.2 millones de litros diarios se exportaron a México y 37 millones de litros a otros países latinoamericanos.

<sup>3</sup> La región de la costa norte del Golfo de México (PADD III) es un mercado de referencia de transacciones comerciales, debido a su importancia en el comercio nacional de Estados Unidos y en los mercados del océano Atlántico.

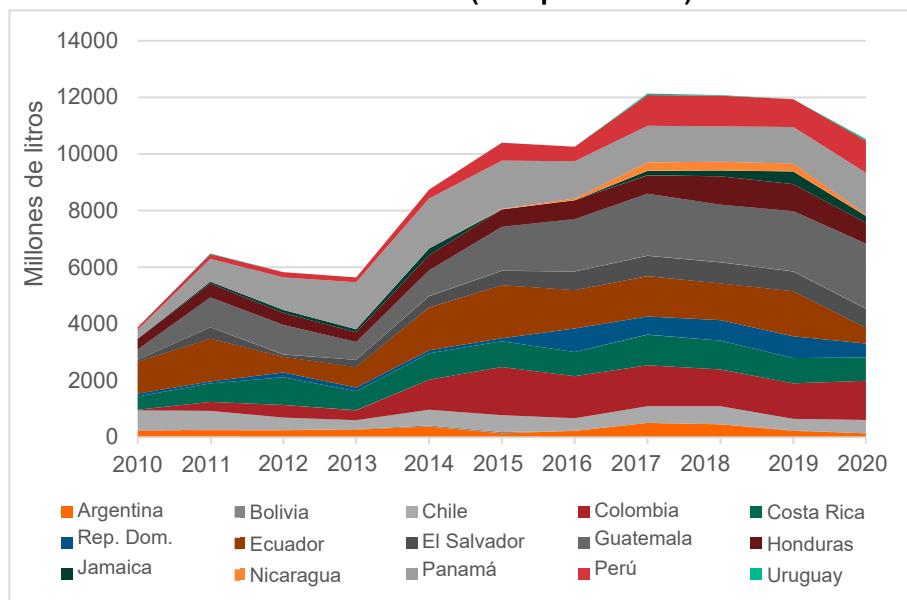
**Figura 4: Exportaciones de gasolina de Estados Unidos**

Fuente: EIA, Compilación SGS INSPIRE

**Figura 5: Exportaciones de gasolina desde la costa del Golfo de Estados Unidos (PADD III)**

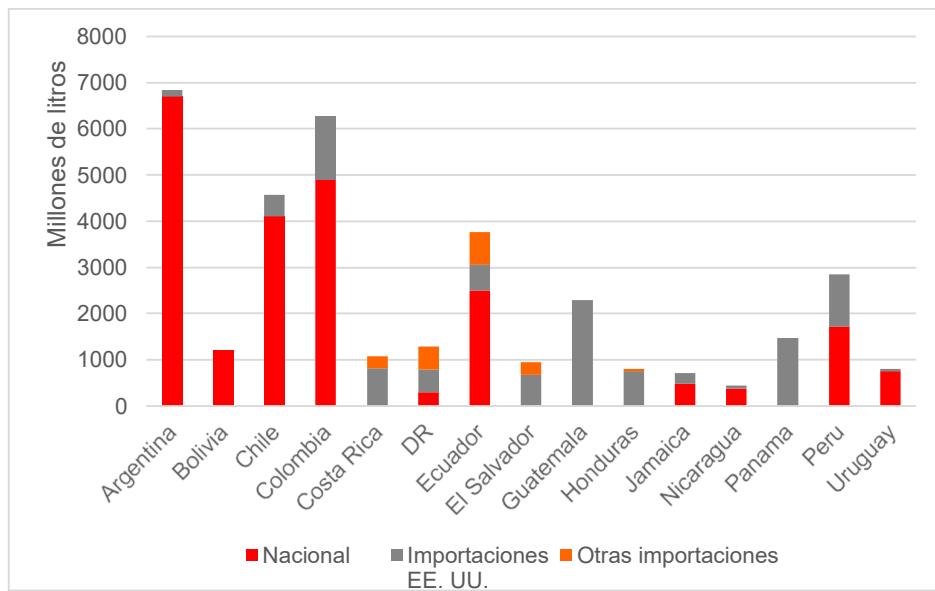
Fuente: HCX con datos de EIA

**Figura 6: Exportaciones de gasolina estadounidense a países latinoamericanos (excepto México)**



Fuente: EIA, compilación de SGS INSPIRE

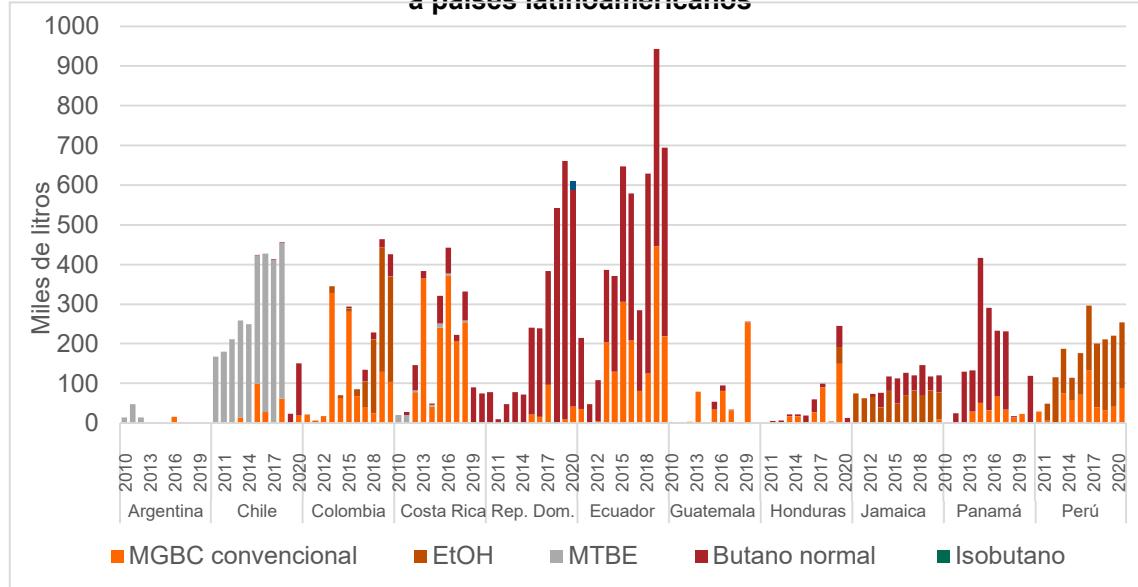
**Figura 7: Fuente del origen del consumo de gasolina en Latinoamérica en 2020 (excepto México)**



Fuente: Fuentes nacionales, EIA, Compilación de SGS INSPIRE

La mayoría de los países importan componentes de gasolina como componente de mezcla de gasolina convencional para motores (MGBC), butano, etanol y MTBE. Colombia, Jamaica y Perú importan etanol. República Dominicana, Ecuador, Panamá, y en menor cantidad Jamaica, importan butano.

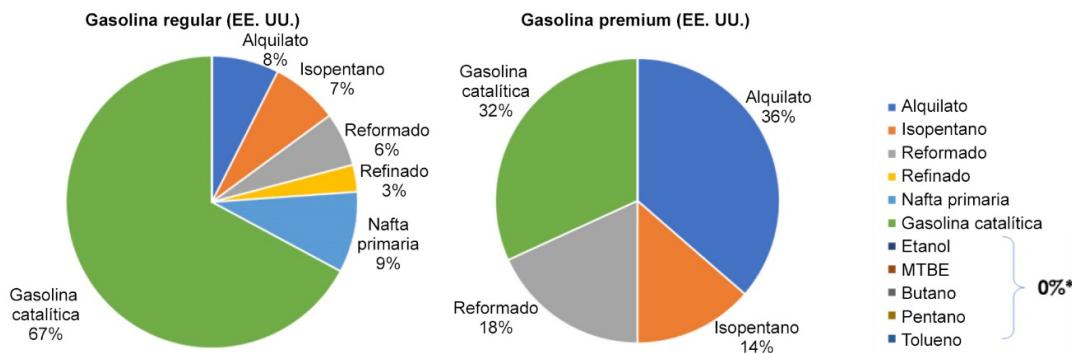
**Figura 8: Exportaciones de componentes de mezcla estadounidenses a países latinoamericanos**



Fuente: U.S. EIA, Compilación de SGS INSPIRE

A efectos de este estudio, consideraremos los componentes de mezcla de gasolina tanto las producidas en las refinerías de Latinoamérica como los que son originarios de EE. UU., así como gasolina terminada exportada a Latinoamérica desde Estados Unidos. En general, los componentes de mezcla de gasolina exportados de EE. UU. tienen una composición y formulación similar a otros en el mercado, pero varían en octanaje.

**Figura 9: Componentes de la mezcla de gasolina en Estados Unidos**



Gasolinas típicas Regular y Premium de EE. UU. producidas en la refinería Merey Sweeney de Texas.

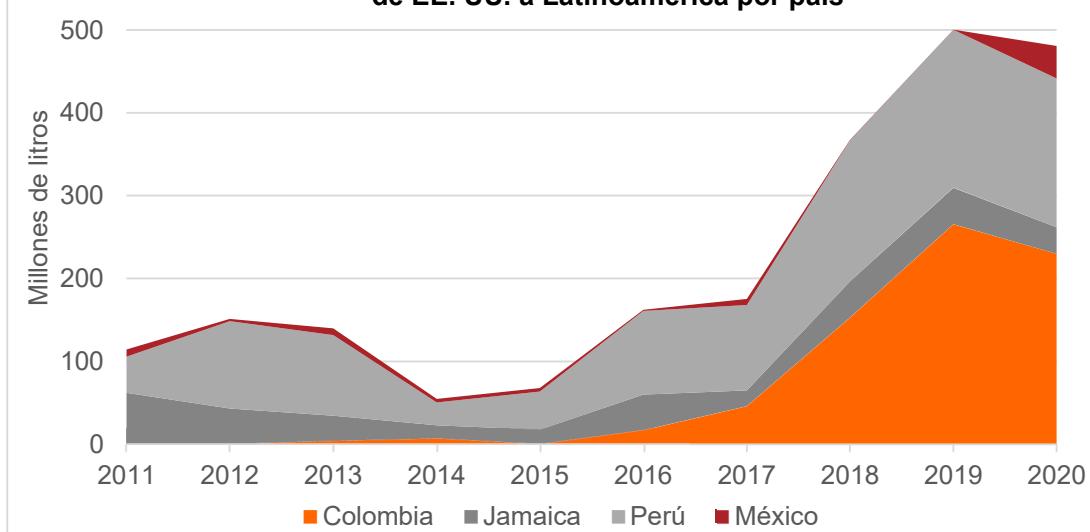
\* En el ejemplo no se presentan algunos componentes, pero se puede tratar de componentes de la mezcla en otras gasolinas de otros países y otras refinerías.

Fuente: HCX

En varias partes del mundo se añade etanol a los componentes de mezcla de gasolina por diversas razones. Este combustible renovable, hecho de biomasa, potencia el octanaje, reduce el azufre y los hidrocarburos del componente de mezcla y se usa para cumplir con los objetivos de políticas de biocombustibles. Varios países de Latinoamérica cuentan con industrias de etanol nacional bien establecidas, no obstante, las importaciones de etanol estadounidense son también importantes y van en aumento, como lo muestra la siguiente gráfica.

Los países que más importan desde EE. UU. son por tradición Perú y Jamaica, pero recientemente Colombia sobrepasó a ambos. En 2020 las importaciones de etanol disminuyeron en todos los países, debido a una menor demanda de transporte ocasionada por la pandemia del covid-19, excepto México. A efectos de este estudio, se usó el código HS 220720 (Alcohol etílico y otras bebidas alcohólicas, desnaturalizado, de cualquier graduación), ya que el combustible de etanol es desnaturalizado. A lo largo de los años Argentina, República Dominicana, México, Costa Rica y Chile han importado pequeñas cantidades de combustible de etanol, siempre menos de 1 millón de litros al año por país.

**Figura 10: Importaciones de combustible de etanol desnaturalizado de EE. UU. a Latinoamérica por país**



Fuente: Worldbank, U.S. Renewable Fuel Association, United Nations Comtrade, U.S. Department of Agriculture

Las fuentes consultadas para este análisis fueron administraciones nacionales o fuentes de la industria, Comtrade de las Naciones Unidas, Banco Mundial, el Departamento de Agricultura, la EIA y la Asociación de Combustibles Renovables de EE. UU.

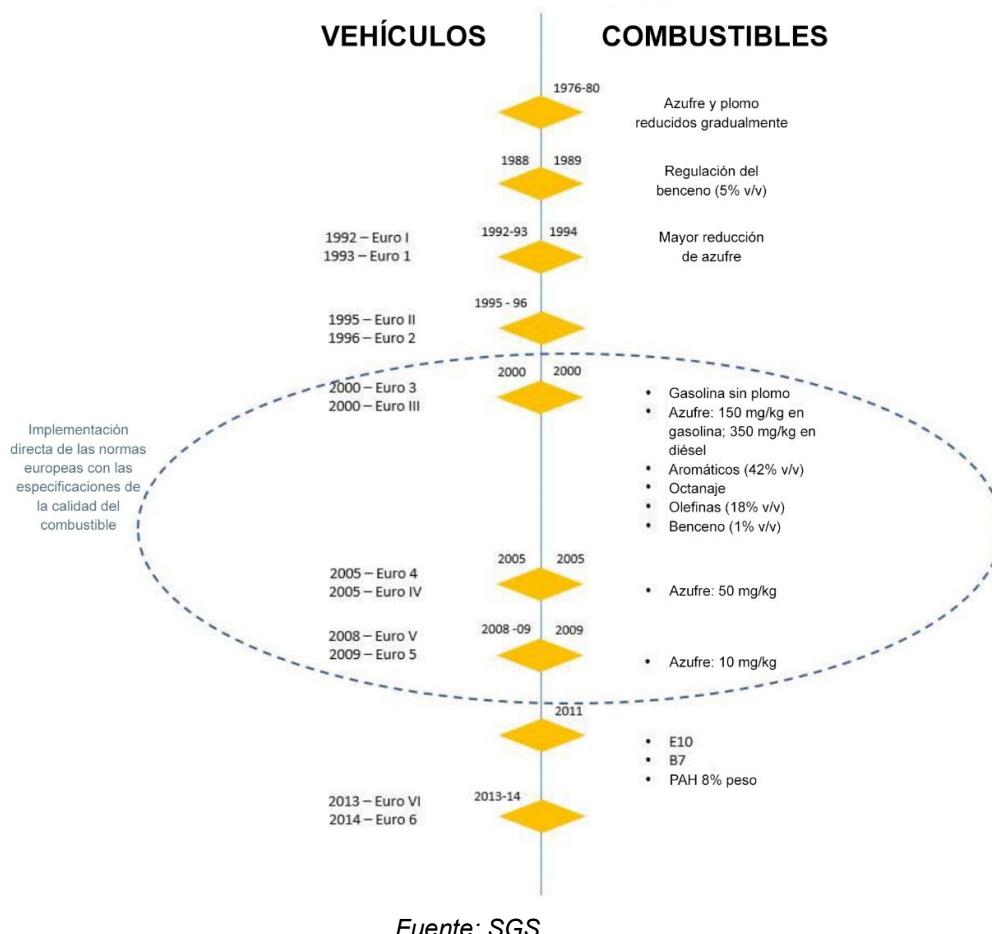
## PUNTOS CLAVE

Esta sección analiza los quince países elegidos a partir de cuatro puntos de vista diferentes:

- Regulaciones: que muestran las leyes y especificaciones históricas y actuales de la gasolina y el etanol
- Normas de calidad y objetivos actuales del combustible: esta sección compara las normas nacionales de combustible con las normas de referencia de autorización Euro e indica cuáles de ellas se implementan en cada país. También se especifican normas de emisiones vehiculares. Las especificaciones implementadas por las directivas europeas consecutivas para mejorar la calidad del combustible se alinearon por normas más estrictas de emisiones vehiculares
- Comparación con la norma: se compararon las especificaciones nacionales con las especificaciones de calidad de combustible de autorización Euro 6. Cuando hay datos sobre la calidad real del combustible en el mercado, compilados por SGS con base en las muestras tomadas de gasolineras, también se comparan con las especificaciones para saber si la gasolina cumple con la reglamentación
- Análisis del componente de mezcla: al analizar la producción de gasolina, importaciones e inventarios de refinería, a cada país se le añade un promedio de componentes de la mezcla

Este cuadro señala las directivas europeas, con su correspondiente norma de autorización Euro.

**Figura 11: Normas de calidad del combustible de autorización Euro y de emisiones vehiculares**

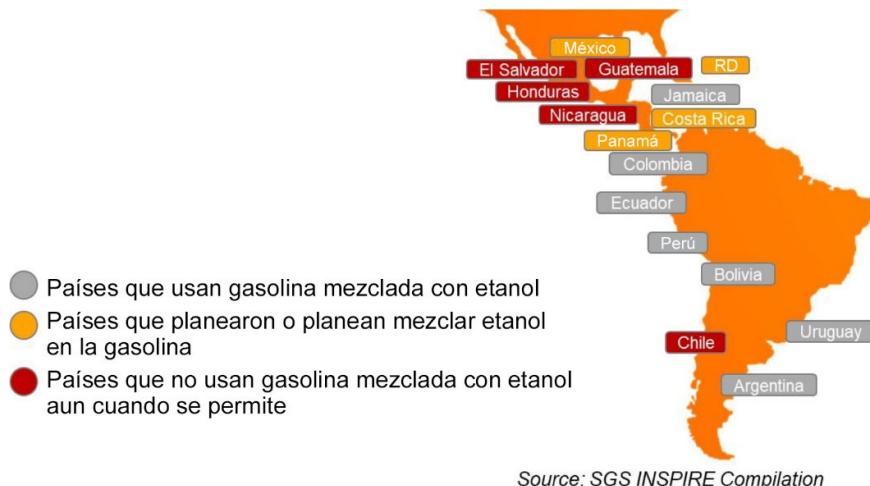


Fuente: SGS

Como se puede ver en esta sección, muchos países latinoamericanos cuentan con industrias de etanol bien establecidas y muchos países, en especial en Suramérica, mezclan con etanol de conformidad con los mandatos reguladores de mezcla. La mayoría de los países cuentan con especificaciones del etanol por lo que la mezcla de etanol en la gasolina debe cumplirlas. Como se describió en la sección anterior, aunque algunos países cuentan con producción nacional de etanol, deben importarlo de terceros; tal es el caso de Colombia, Perú, Jamaica y más recientemente México.

Existen países que no mezclan etanol, pero tienen el potencial de hacerlo, como Chile y algunos centroamericanos.

La figura 12 muestra el uso o ausencia de etanol mezclado en la gasolina por país de la región y la figura 13 compara la calidad del combustible y las normas de emisiones de gases del escape, así como el uso de etanol por país.

**Figura 12: Uso del etanol en Latinoamérica por país****Figura 13: Comparación entre las normas de combustibles y de emisiones vehiculares, y el uso del etanol en Latinoamérica**

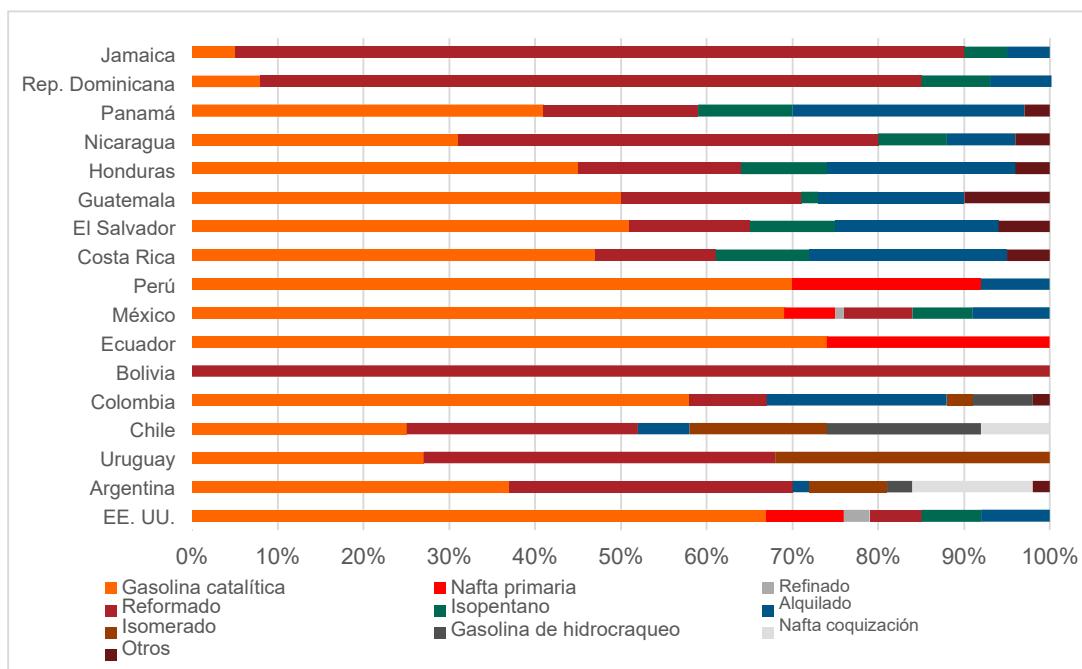
País	Norma Euro de autorización de calidad del combustible	Norma de emisiones de escape vehicular	Mandato de mezcla de etanol o permitido
<b>México</b>	Euro 3-4	Euro IV	E5.8 permitido (no se usa normalmente)
<b>Guatemala</b>	Euro 2	N/D	E10 (no se usa)
<b>El Salvador</b>	Euro 2	N/D	E0
<b>Honduras</b>	Euro 2	N/D	E0
<b>Nicaragua</b>	Euro 2	N/D	E0
<b>Costa Rica</b>	Euro 4	Euro 6	E10 permitido (no se usa)
<b>Panamá</b>	Euro 3	N/D	E10 (no se usa)
<b>Jamaica</b>	Euro 0	N/D	E10
<b>RD</b>	Euro 0	N/D	E10 permitido (no se usa)
<b>Colombia</b>	Euro 2	Euro 2/I-IV	E10/E0
<b>Ecuador</b>	Euro 2	Euro 3/I	E10 permitido (se usan E5 y E0)
<b>Perú</b>	Euro 1-4	Euro 4/IV	E7.8
<b>Bolivia</b>	Euro 2	Euro 2/III	E12 en un grado/E0
<b>Uruguay</b>	Euro 5/6	Euro III	E10
<b>Argentina</b>	Euro 3/Euro 5	Euro 5/V	E12
<b>Chile</b>	Euro 5	Euro 5/V	E5 (no se usa)

Fuente: Compilación de SGS INSPIRE

Las especificaciones de cada país se comparan con las especificaciones más recientes de la UE y de haberla, la calidad real del combustible en el país. La conclusión de este análisis es que la gasolina en la región cumple con las especificaciones nacionales, excepto en contenido de etanol en los países con un mandato de mezclado. Comparado con las especificaciones de la UE, el octanaje y azufre son los parámetros con un mayor número de incumplimientos.

En lo que respecta a los componentes de la mezcla en la gasolina que se usa en la región, los dos componentes de mezcla que más se utilizan son la gasolina catalítica y reformado. Argentina, Chile, Colombia y México también producen otros componentes de mezcla, porque cuentan con refinerías más complejas. La figura 14 representa la mezcla de los componentes de gasolina utilizados para producir gasolina en los países latinoamericanos (y EE. UU.) y se describen en la siguiente sección. Se toma en cuenta la producción nacional y las importaciones.

**Figura 14: Combinación de los componentes de mezcla de gasolinas que se usan en Latinoamérica y EE. UU.**



Fuente: Compilación de SGS INSPIRE

# ARGENTINA

## REGULACIONES

### Gasolina

Las especificaciones actuales de gasolina se definen en la [Resolución 5/2016](#) del 31 de mayo de 2016, la cual reemplaza a la [Resolución 1283/2006](#) del 6 de septiembre de 2006 y a la [Resolución 478/2009](#) del 5 de junio de 2009. La [Resolución 5/2016](#) también establece un plan para reducir los límites de azufre de la gasolina en el período de 2019 a 2022. La [Resolución 558/2019](#) y la Resolución modificaron el plan al retrasar la fecha de implementación de reducción de azufre de la gasolina grado 2 debido a que las refinerías nacionales no podían cumplir con los plazos del plan.

Actualmente hay dos grados de gasolina en el mercado:

- Gasolina grado 2 o regular
- Gasolina grado 3 o premium

Previo a 2016 en Argentina había otro grado de gasolina: la grado 1, con un contenido de azufre de 500 mg/kg que era mayor en comparación con los límites de azufre de los grados 2 y 3. La [Resolución 1283/2006](#) estableció que a partir de 2009 el suministro de gasolina grado 1 era opcional, y dividió la gasolina grado 2 entre zonas de gasolina de alta densidad y de baja densidad. Esta clasificación dependía de la población de las ciudades y provincias. En la [Resolución 478/2009](#) se eliminó esta división.

Los valores de presión de vapor Reid (PVR) dependen de las zonas geográficas y las temporadas.

**Figura 15: Fechas de implementación de la reducción obligatoria de azufre y contenido de azufre (mg/kg)**

Grado de la gasolina	Resolución 478/2009		Resolución 5/2016			Resolución 558/2019 y Resolución 576/2019	
Años de implementación	2009	2012	2016	2019	2022	2024	
Grado 1	Oferta opcional		No se suministra				
Grado 2		150	150		50	50	
Grado 3	150	50	50	10			

Fuente: [Resolución 1283, 2006](#), Compilación SGS INSPIRE

En 2011, la [Resolución 188](#) redujo el contenido permitido de manganeso de 18 mg/l a 8,3 mg/l en la gasolina y la [Resolución 5/2016](#) la disminuyó más a 2,5 mg/l.

### Etanol

El etanol (E100) no se usa como combustible limpio, sino que se mezcla con gasolina hasta 12% v/v. La [Resolución 450/2013](#) define las especificaciones del etanol en Argentina, así como el contenido máximo de compuestos oxigenados en la gasolina. Esta regulación fue sustituida por la [Resolución 37/2016](#) que modificó el contenido máximo de compuestos oxigenados en la gasolina. Los límites de oxigenados en Argentina son 2,5 mg/l de manganeso, 15% v/v de MTBE y 22% v/v de éteres totales.

**Figura 16: Contenido máximo de compuestos oxigenados de acuerdo con la Resolución 37/2016**

Producto	Nivel máximo (% v/v.)
MTBE (éter metil tertbutílico)	15
Etanol	121
Éteres con 6 átomos de C o más	22

- Este límite tiene una tolerancia de 2% v/v

*Fuente: Resolución 37/2016, Compilación SGS INSPIRE*

La mezcla de etanol en Argentina inició con la política que implementó el mandato del etanol, que de acuerdo con la [Ley 26.093/2006](#) empezó en 2010.

En enero de 2008 se implementó la [Ley 26.334](#) con el objetivo de promover la producción de etanol a partir de caña de azúcar. Esta ley permitió que los ingenios azucareros participaran bajo el régimen de promoción de biocombustibles, con la condición de que mantuvieran las normas y reglamentaciones básicas de la ley de biocombustibles.

Esta ley fue sustituida por la [Ley 27.640](#), publicada el 4 de agosto de 2021, que aprobó un nuevo marco reglamentario de biocombustibles en Argentina. Tendrá vigencia hasta el 31 de diciembre de 2030, pero el gobierno podría extenderlo una sola vez por cinco años más, hasta el 31 de diciembre de 2035. La nueva ley mantiene el mandato de mezcla de etanol a 12% v/v, 6% v/v para etanol de maíz y 6% v/v para etanol de caña de azúcar.

**Figura 17: Exigencias de mezcla de etanol en Argentina**

Legislación	Fecha de implementación	Exigencia de volumen (% v/v)
<a href="#">Ley 26093 de 2006</a>	Abril de 2010	5
<a href="#">Resolución 44/2014</a>	Septiembre de 2014	8,5
<a href="#">Resolución 44/2014</a>	Octubre de 2014	9
<a href="#">Resolución 44/2014</a>	Noviembre de 2014	9,5
<a href="#">Resolución 44/2014</a>	Diciembre de 2014	10
<a href="#">Resolución 37/2016</a>	Abril de 2016	12
<a href="#">Ley 27640 de 2021</a>	Agosto de 2021	12

*Fuente: Compilación de SGS INSPIRE*

## NORMAS DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES Y OBJETIVOS ACTUALES

Como ya se mencionó, Argentina cuenta con dos grados de gasolina en el mercado: grado 2 y grado 3. El grado 2 es similar a las especificaciones de autorización Euro 3 y el grado 3 es similar a las del Euro 5. No todas las propiedades son iguales a las especificaciones europeas, esta comparativa se basa principalmente en los límites de azufre.

Además, la normas en vigor de emisiones vehiculares para vehículos ligeros es Euro 5 y para vehículos pesados es Euro V.

## COMPARACIÓN CON LAS NORMAS

Las especificaciones de la gasolina en Argentina son muy diferentes de las especificaciones de autorización Euro 6 que actualmente aplican en la UE. No obstante, la calidad real cumple con las especificaciones de la UE, excepto las del azufre en el grado 2 y de MON en ambos grados. Con respecto a las especificaciones argentinas, el contenido de etanol está por debajo del mandato de mezcla de 12% v/v.

El cuadro siguiente presenta un panorama de esta comparación de las propiedades principales.

La calidad real que se muestra en el cuadro es el promedio de los valores de 10 muestras obtenidas en Buenos Aires y Comodoro Rivadavia, 6 muestras de grado 2 y 4 de grado 3.

**Figura 18: Comparación entre las especificaciones de Argentina y la UE  
y la calidad real de la gasolina argentina en 2020**

	Argentina						Promedio de la calidad real de la gasolina, invierno de 2020		UE					
Aplicación	Zona norte		Zona central		Zona sur		Estudio llevado a cabo por SGS en un número limitado de gasolineras en el país		Todos los países					
Fecha de implementación	2019						2020/2021		2017					
Grado Seleccionado	Gasolina Grado 2	Gasolina Grado 3	Gasolina Grado 2	Gasolina Grado 3	Gasolina Grado 2	Gasolina Grado 3	Grado 2	Grado 3	RON 95 E5	RON 95 E10	RON 98 E5	RON 98 E10		
Nombre	Resolución 5/2016 y Resolución 558/2019						Valores promedio		EN 228:2012 + A1:2017 (autorización Euro 6)					
Contenido de benceno	< 1 %v/v						0,51% v/v		< 1 %v/v					
Compuestos aromáticos	< 40 %v/v						28,6% v/v		< 35 %v/v					
Olefinas	-						13,1% v/v		< 18 %v/v					
Contenido de plomo	< 5 mg/l						< 2,5 mg/l		< 5 mg/l					
Manganese	< 2,5 mg/l						< 0,1 mg/l		< 2,0 mg/l					
RON	> 93	> 97	> 93	> 97	> 93	> 97	96,3	98,6	- 95	> 95	> 98	> 98		
MON	> 83	> 85	> 83	> 85	> 83	> 85	84,3	87,5	- 85	> 88	> 85	> 88		
Contenido de azufre	<150 mg/kg	<10 mg/kg	<150 mg/kg	<10 mg/kg	<150 mg/kg	<10 mg/kg	74,3 mg/kg	5,2 mg/kg	< 10 mg/kg					
Contenido de oxígeno	< 4,5 %m/m						-		<2,7 %m/m	<3,7 %m/m	<2,7 %m/m	<3,7 %m/m		
Etol (EtOH)	<> 12 - 14 %v/v						11,6% v/v		<5 %v/v	<10 %v/v	<5 %v/v	<10 %v/v		
PVR 37,8°C (Verano)	<> 35 - 70 kPa			<> 45 - 80 kPa			-		<> 60 - 70 kPa					
PVR 37,8°C (Invierno)	<> 45 - 80 kPa		<> 55 - 90 kPa			65	65,3							
PVR 37,8°C (Transición)			<> 45 - 80 kPa				-							
MTBE	< 15 %v/v						2,54% v/v		-					
Éteres 5 o más átomos de C	< 22 %v/v						2,54% v/v		Con base en contenido de oxígeno	<22 %v/v	Con base en contenido de oxígeno	<22 %v/v		

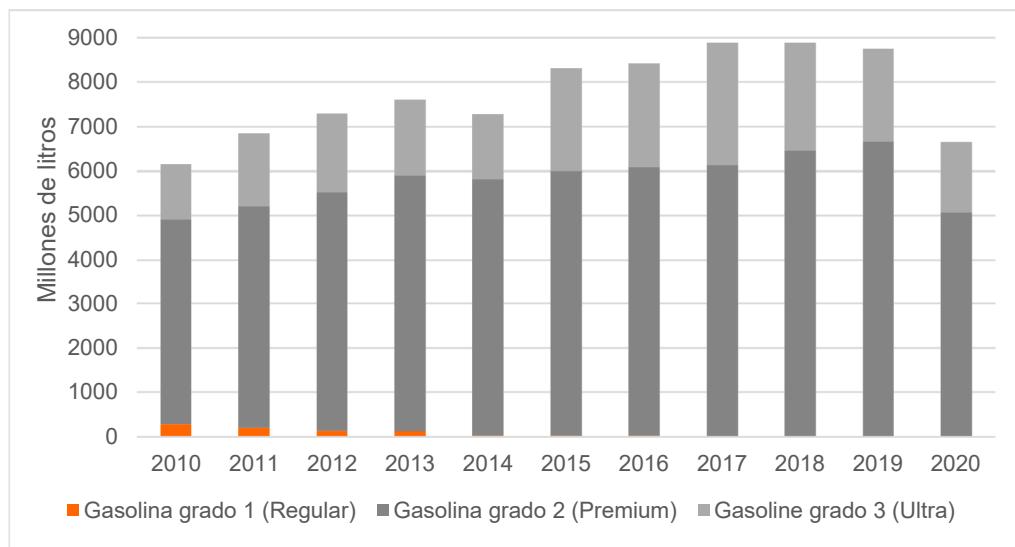
\* Los valores que no cumplen con las especificaciones de la UE se presentan en naranja y en azul los que no cumplen con las especificaciones de Argentina

Fuente: Especificaciones argentinas y de la UE, SGS Worldwide Fuel Survey, 2021

## ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA

La producción total de gasolina en Argentina es cercana a los 9.000 millones de litros al año, con una tasa de aproximadamente 20% de gasolina grado 3 (RON 97) y 80% de grado 2 (RON 93). En 2020, la producción general de gasolina disminuyó 20% con respecto a 2019. La gasolina grado 1 se dejó de producir en 2014.

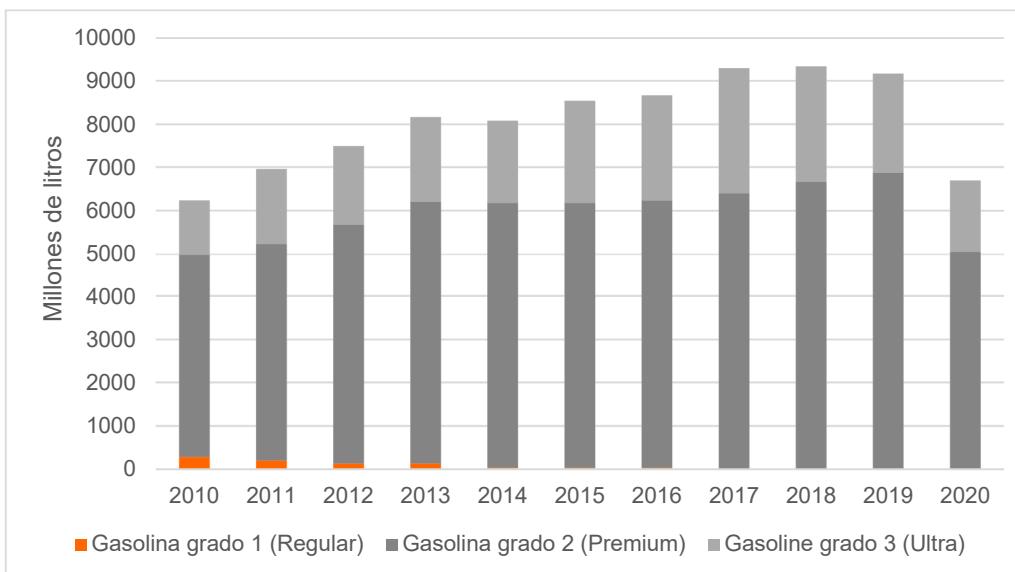
**Figura 19: Producción de gasolina en Argentina por octanaje**



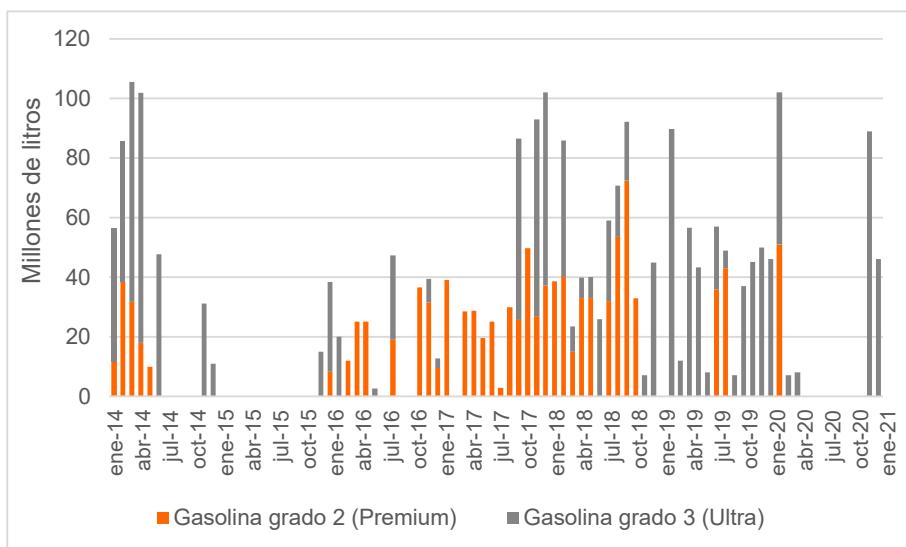
Fuente: Secretaría de Energía, Compilación de SGS INSPIRE

La demanda de gasolina es un poco mayor que la oferta, como lo muestra la figura 20. La tendencia es aproximadamente 5% mayor, lo que resulta en bajas importaciones de gasolina, representadas en la figura 21.

**Figura 20: Demanda de gasolina en Argentina por octanaje**

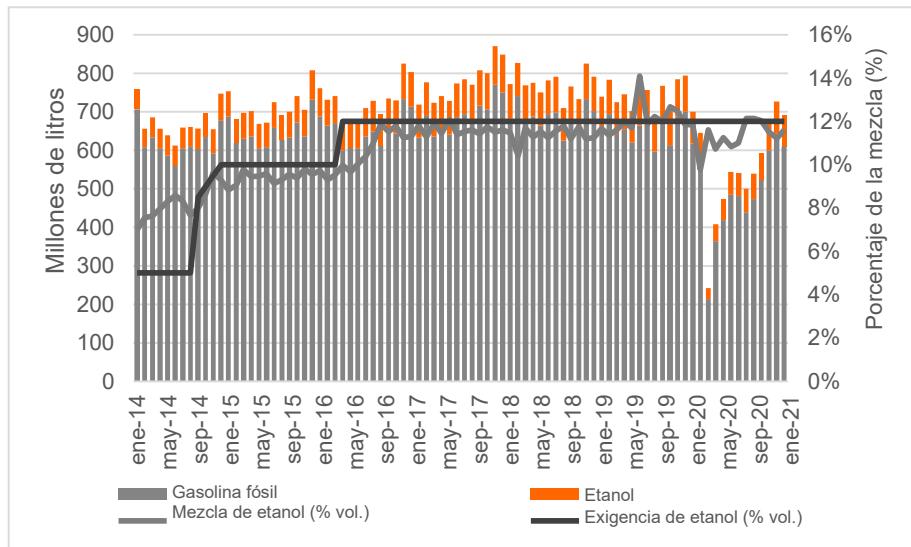


Fuente: Secretaría de Energía, Compilación de SGS INSPIRE

**Figura 21: Importaciones de gasolina en Argentina, de 2014 a 2021**

Fuente: Secretaría de Energía, Compilación de SGS INSPIRE

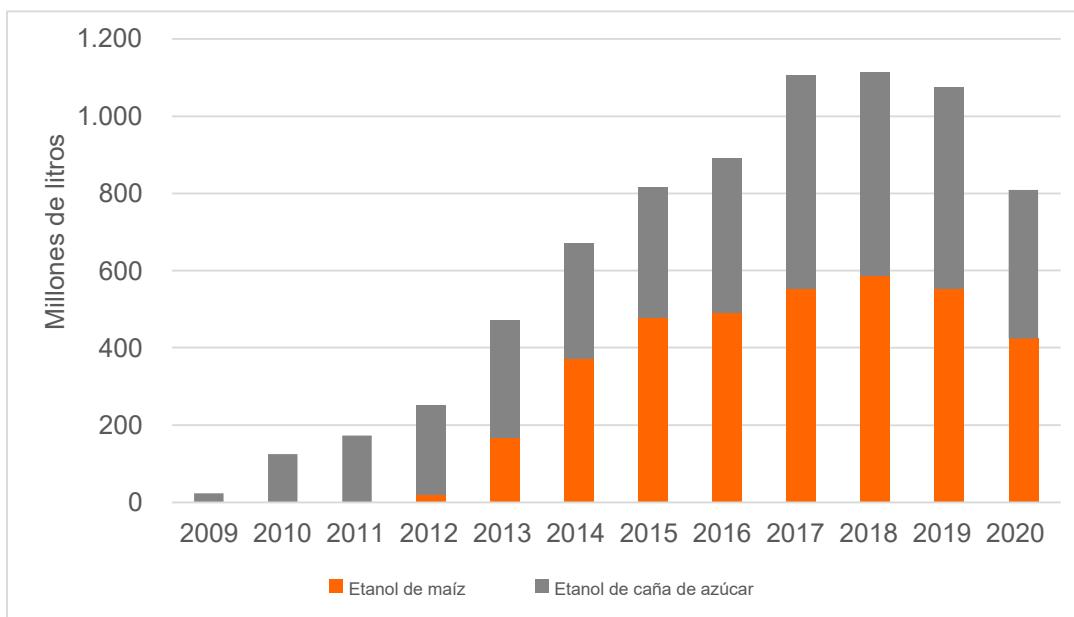
La siguiente figura muestra el volumen de etanol mezclado en la gasolina desde 2014. Se puede observar que el volumen de etanol mezclado en gasolina correspondió al mandato de mezcla de etanol en Argentina, excepto cuando aumentó de E10 a E12. Este cambio ocurrió oficialmente en abril de 2016, pero debido a la falta de etanol nacional hasta octubre de 2016, no se cumplió hasta esa fecha y la mezcla se mantuvo al nivel de 10% v/v.

**Figura 22: Etanol mezclado en gasolina en Argentina de 2014 a 2021**

Fuente: Ministerio de Energía y Minería, Secretaría de Energía, Compilación de SGS INSPIRE

En Argentina hay diecinueve plantas de etanol, con una capacidad de producción total de 1.400 millones de litros. Trece plantas usan caña de azúcar como materia prima y seis utilizan maíz. El [Decreto 543/2016](#) exhorta a los proveedores de etanol a lograr una tasa equilibrada de uso de materias primas (50% de etanol de caña de azúcar y 50% de maíz) que parece que se consiguió con éxito, como lo muestra la siguiente figura.

**Figura 23: Producción y consumo de etanol en Argentina de 2009 a 2020**

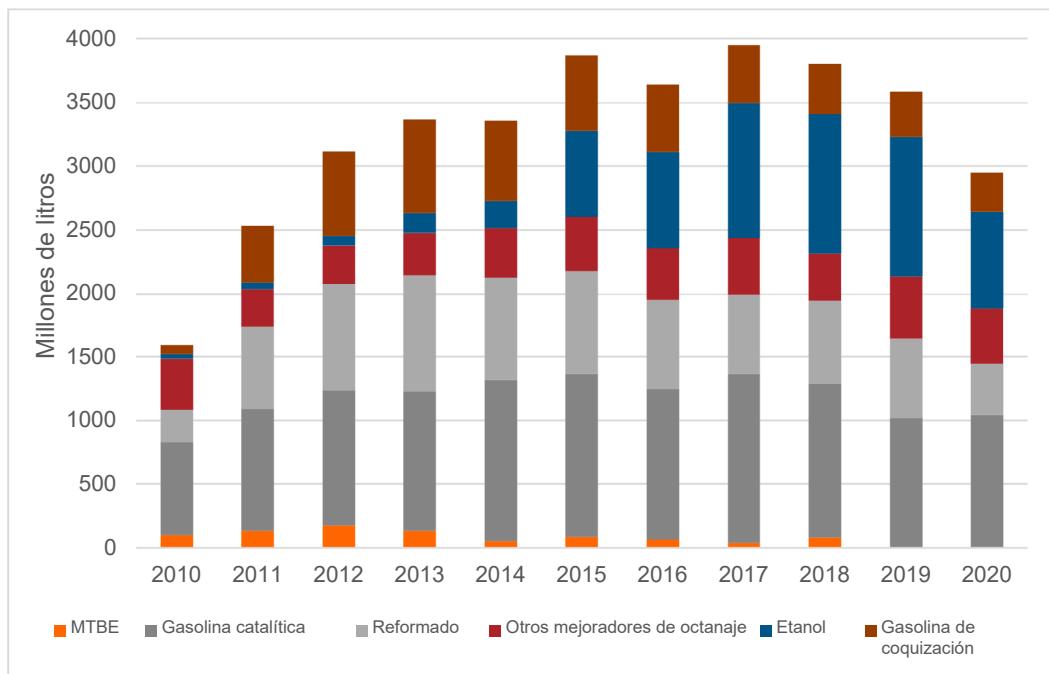


Fuente: Secretaría de Energía, Compilación de SGS INSPIRE

Casi no se comercializa etanol en Argentina, por lo que prácticamente lo que se produce es igual al consumo.

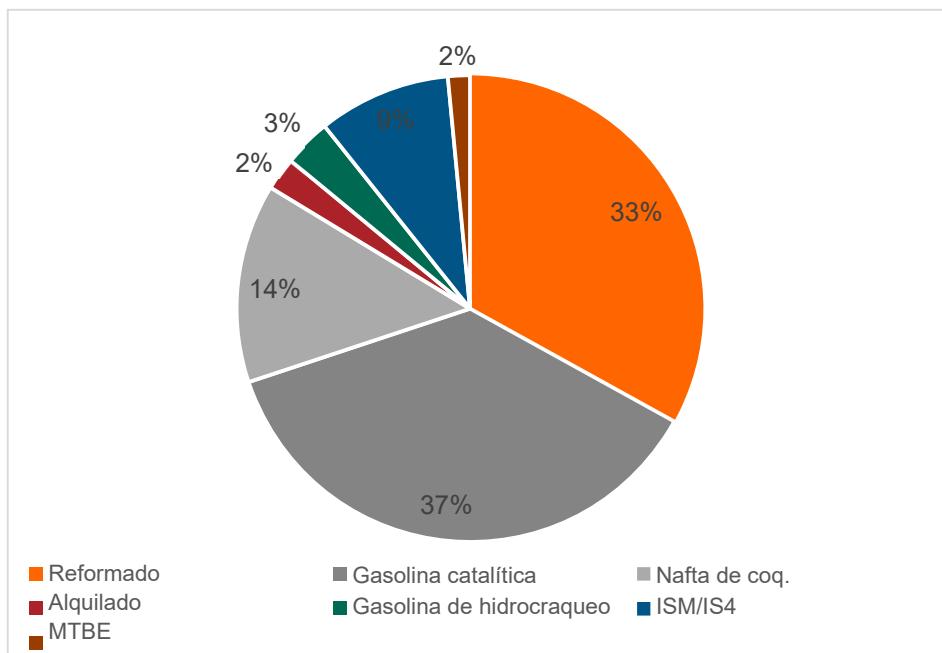
Los datos de servicio de Shipping On-line (SOL) de SGS indican que se comercializaron 792 millones de litros a Argentina de abril de 2020 a abril de 2021. De esta cantidad, 774 millones de litros fueron de gasolina terminada y solo 18 millones de litros de componentes de mezcla de gasolina regular. Los cargamentos más grandes se enviaron a la terminal energética Axion y a la terminal Tegral. De acuerdo con SOL de SGS, los países que exportaron gasolina a Argentina fueron Estados Unidos, Brasil y Gibraltar (países europeos). De acuerdo con Comtrade de Naciones Unidas, en 2019 las exportaciones a Argentina llegaron de Estados Unidos, Bélgica, Alemania y España. De estas importaciones de gasolina, es probable que Argentina no sea el destino final.

Argentina cuenta con una capacidad importante de refinamiento y refinerías complejas. En la siguiente figura, se pueden observar los productos procesados en las refinerías argentinas utilizados para la producción de gasolina. Como se puede ver, los principales productos utilizados para producir gasolina son *gasolina catalítica* y *etanol*, probablemente debido a su ventaja en el precio con respecto a otros.

**Figura 24: Productos procesados relacionados con la gasolina en Argentina de 2010 a 2020**

Fuente: Secretaría de Energía de Argentina, 2021

Los datos indican que los componentes de mezcla de la gasolina fabricados para la producción de gasolina en Argentina son como se muestran en la figura 25.

**Figura 25: Combinación de los componentes de la mezcla de gasolina en Argentina**

Fuente: HCX con datos de Wood Mackenzie PennEnergy Research y Oil and Gas Journal

# BOLIVIA

## REGULACIONES

### Gasolina

Las especificaciones actuales de la gasolina se definen en el [Decreto supremo N° 2741](#) del Ministerio de Hidrocarburos y Energías, publicados el 27 de abril de 2016.

El decreto supremo N° 2741 define dos grados de gasolina:

- Gasolina regular (en español de Bolivia “gasolina especial”), con un octanaje investigado (RON) mínimo de 85
- Gasolina premium con un RON mínimo de 95

El contenido de azufre máximo de ambos grados es de 500 mg/kg. Las únicas diferencias entre las especificaciones de los dos grados son el RON mínimo y el contenido máximo de aromáticos, el resto de los límites son lo mismo.

El [17 de noviembre de 2017](#), la refinería YPFB presentó al mercado un nuevo grado de gasolina con RON 91, llamado “gasolina Súper 91”.

De acuerdo con YPFB, la introducción de este grado tuvo como objetivo satisfacer la demanda de los vehículos modernos y diversificar la gama de productos en el país. La gasolina RON 91 se produjo en la refinería Guillermo Elder Bell en Santa Cruz e inicialmente se distribuyó en 12 gasolineras en la ciudad de Santa Cruz. El [22 de noviembre de 2018](#), YPFB empezó a suministrar un nuevo grado de gasolina con RON 92 y 12% v/v de etanol (E12), llamada “gasolina súper etanol 92”. Inicialmente se vendió en 6 gasolineras en el departamento de La Paz. YPFB proporcionó [un mapa](#) con las gasolineras que vendían la gasolina RON 92. Otros proveedores de combustible también brindaron este grado de gasolina. Las especificaciones de la gasolina RON 92 se publicaron el 29 de octubre de 2018 en la resolución administrativa RAR-ANH-DJ N° 0352-2018. El contenido de azufre máximo de este grado se fijó en 500 mg/kg.

En [noviembre de 2018](#) el gobierno anunció que trabajaba hacia la comercialización de un nuevo grado de gasolina con RON 97. Todavía no se sabe cuándo se comercializará.

En [mayo de 2019](#) Bolivia presentó al mercado un nuevo grado de gasolina, la gasolina Especial Plus, E8, con un RON mínimo de 87. De acuerdo con la Agencia Nacional de Hidrocarburos de Bolivia, la gasolina especial plus (E8) ya se distribuye en las zonas de La Paz y Cochabamba, y la intención de la ANH es venderla en todo el país, para progresivamente sustituir el grado regular.

Las especificaciones de etanol anhidro se definen en la Resolución ministerial N° 183-18 del 28 de diciembre de 2018.

## NORMAS DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES Y OBJETIVOS ACTUALES

Las especificaciones de calidad del combustible de Bolivia son similares a las especificaciones de autorización Euro 2. No todas las propiedades son iguales a las especificaciones europeas; esta comparativa se realiza principalmente de acuerdo con el azufre.

Además, la normas en vigor de emisiones vehiculares son Euro 2 para vehículos ligeros y Euro III para vehículos pesados.

## COMPARACIÓN CON LAS NORMAS

La figura 26 representa la comparación entre las especificaciones de Bolivia y la UE y la calidad real de la gasolina en invierno de 2019 a 2020. Las diferencias de las especificaciones entre Bolivia y la UE están relacionadas en su mayoría con el octanaje. El RON y MON son más bajos que en la gasolina de la UE y en Bolivia se usa manganeso mientras que en la UE no. El límite de aromáticos es también más alto en las especificaciones de Bolivia que en las de la UE. El contenido de azufre es mucho mayor en Bolivia, pero el

contenido de azufre real en la gasolina es cerca de 10 mg/kg, lo que muestra una gran mejora con respecto a años anteriores.

El contenido de olefinas es significativamente más bajo que el requerido por las especificaciones.

La calidad real que se muestra en el cuadro es el promedio de los valores de 8 muestras obtenidas en Santa Cruz y La Paz, 5 muestras de regular y 3 de E12.

**Figura 26: Comparación entre las especificaciones de Bolivia y la UE, datos de calidad real de Bolivia**

	Bolivia				Promedio de la calidad real de la gasolina de Bolivia, invierno de 2019 a 2020		UE								
Fecha de implementación	2016		2018	2019	N/D		2017								
Grado seleccionado	Gasolina regular	Gasolina premium	Gasolina para E8	Gasolina para E12	Normal	E12	RON 95 E5	RON 95 E10	RON 98 E5	RON 98 E10					
Nombre	Decreto supremo 2741			Resolución 121-18	Resolución 042-19	Valores promedio		EN 228:2012 + A1:2017 (de autorización Euro 6)							
Contenido de benceno	< 3%v/v (2,7%v/v para E12 en verano)				1,18% v/v		< 1 %v/v								
Compuestos aromáticos	< 42 %v/v	< 48 %v/v	< 42 %v/v		20,9% v/v	22,1% v/v	< 35 %v/v								
Olefinas	< 18 %v/v				3,6% v/v		< 18 %v/v								
Contenido de plomo	< 0,013 g/l				< 2,5 mg/l		< 5 mg/l								
Manganeso	< 18 mg/l				6,8 mg/l		< 2,0 mg/l								
RON	> 85	> 95	> 85	> 92	88,1	929	- 95	> 95	> 98	> 98					
MON	-				-		> 85	> 88	> 85	> 88					
Contenido de azufre	< 500 mg/kg				10,9 mg/kg		< 10 mg/kg								
Contenido de oxígeno	< 2,7 %m/m				-		<2,7% m/m	<3,7% m/m	<2,7% m/m	<3,7% m/m					
Etanol (EtOH)	-	< 8 %v/v	< 12 %v/v	8,47% v/v	13,31% v/v	<5 %v/v	<10 %v/v	<5 %v/v	<10 %v/v	<10 %v/v					
PVR 37,8°C (Verano)	<> 48-79 kPa				69,9 kPa		<> 60 - 70 kPa								
Éteres con 5 átomos de C o más	-				0% v/v		Con base en el contenido de oxígeno	<22 %v/v	Con base en el contenido de oxígeno	<22 %v/v					

\* Los valores que no cumplen con las especificaciones de la UE se presentan en naranja y en azul los que no cumplen con las especificaciones de Bolivia

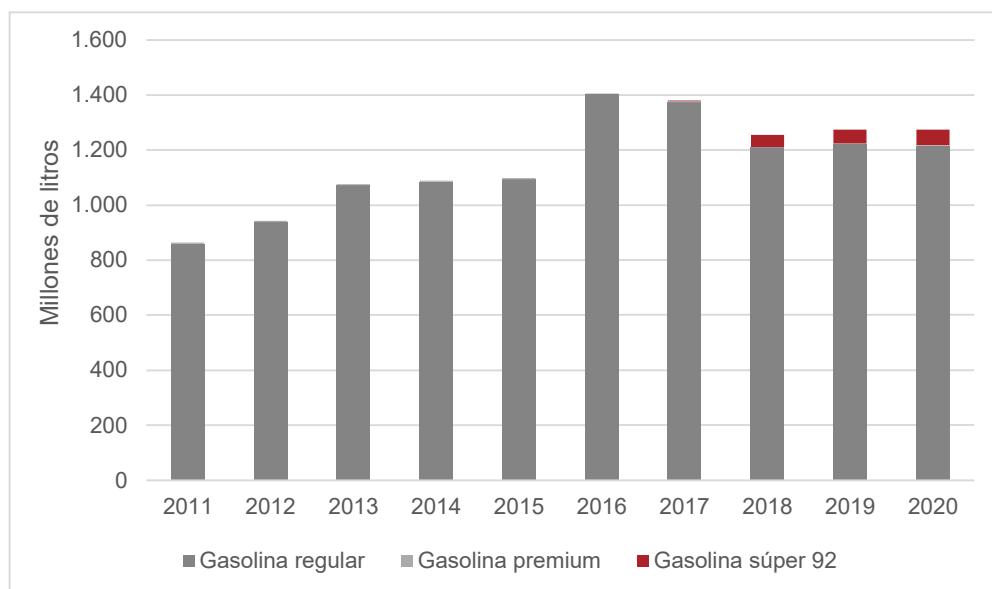
Fuente: Especificaciones bolivianas y de la UE, SGS Worldwide Fuel Survey, 2021

## ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA

La figura 27 muestra los volúmenes de producción de gasolina. En 2020, la gasolina regular representó el 95,4% del total producido, mientras que la gasolina premium representó el 0,3% y la E12 el 4,3%.

En 2020, la producción local ascendió a casi todo el consumo local de gasolina.

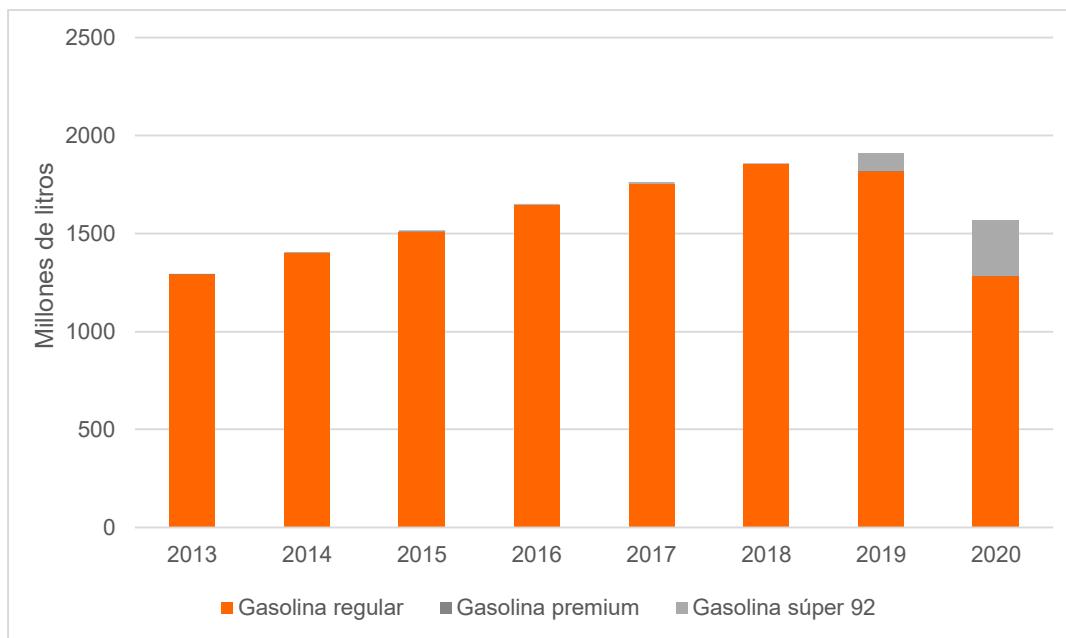
**Figura 27: Producción de gasolina en Bolivia**



Fuente: ANH, 2021

La figura 28 muestra los volúmenes de consumo de gasolina en Bolivia. Casi no se utiliza la gasolina premium, mientras que el consumo de la gasolina E12 empezó en 2019 y se triplicó en 2020.

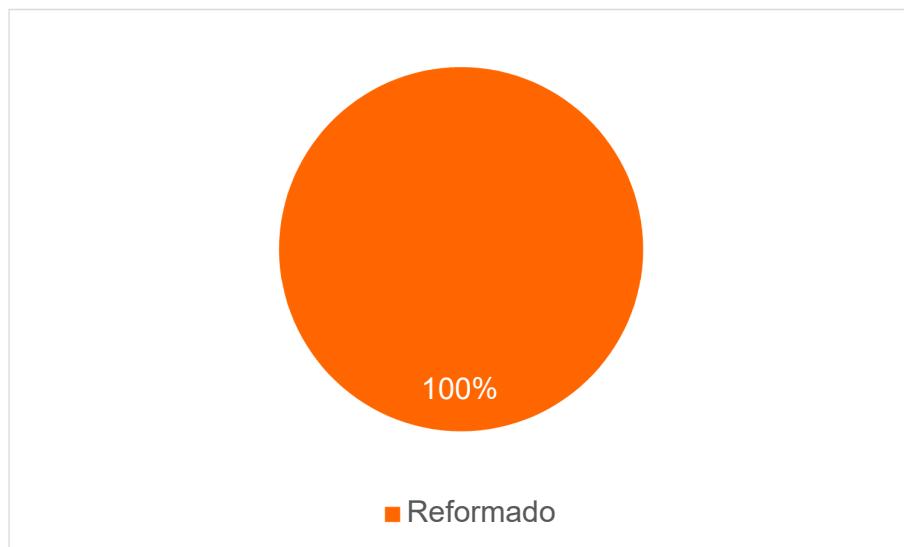
**Figura 28: Consumo de gasolina en Bolivia**



Fuente: ANH, 2021

Bolivia tiene una capacidad de refinación de 3 a 10 millones de litros diarios. El componente de la gasolina que se usa principalmente es reformado.

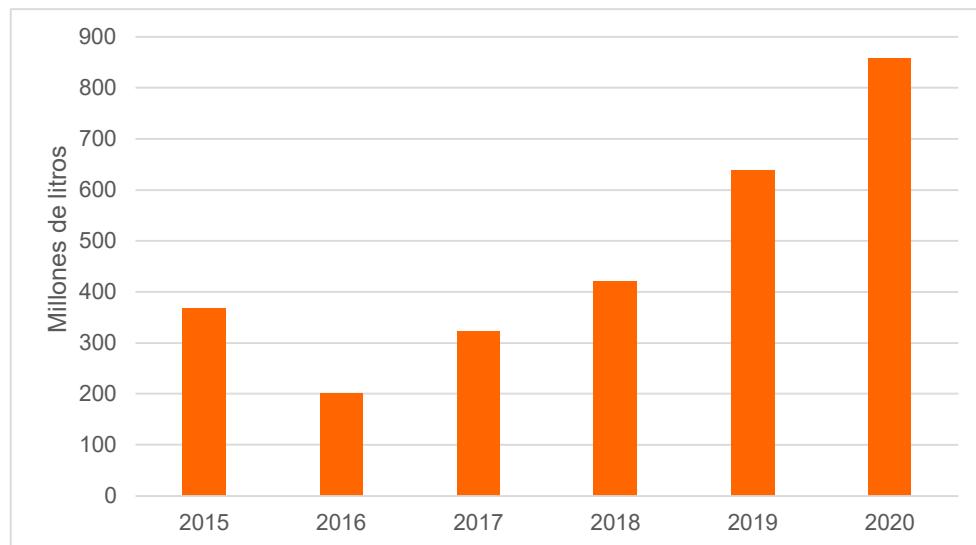
**Figura 29: Combinación de los componentes de la mezcla de gasolina en Bolivia**



Fuente: HCX

Bolivia importa la mayoría del combustible de Brasil, Chile, Argentina y Estados Unidos.

**Figura 30: Importaciones de gasolina de Bolivia**



Fuente: YPBF, 2021

Aunque en Bolivia se comercializan las gasolinas E12 y E8, no existe mandato del etanol. Se han implementado varias medidas para promover la producción y comercialización del combustible de etanol.

En 2017, el gobierno de Bolivia destacó los beneficios de una [política nacional del etanol](#), que traería crecimiento económico, reducción de la importación de gasolina, [una mezcla potencial del 15% con gasolina](#) y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En marzo de 2018, el Ministerio de Hidrocarburos, YPFB, la empresa paraestatal de petróleo y gas y la Federación de empresarios de Santa Cruz, firmaron un memorándum dirigido a conseguir la producción de 80 millones de litros de etanol en 2018.

El 5 de septiembre de 2018, la Cámara de Diputados de Bolivia votó el [proyecto de ley N° 303/2018-2019](#). El propósito de esta ley era establecer el marco regulatorio que permite la producción, almacenamiento, transporte, comercialización y mezcla de biocombustibles, con el objetivo de reemplazar gradualmente las importaciones y al mismo tiempo proteger la inocuidad alimentaria y la soberanía energética. De acuerdo con la ley, la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) sería la responsable de:

- Expedir licencias de explotación para la producción, almacenamiento, transporte y comercialización de biocombustibles
- Determinar la proporción de biocombustibles a mezclar con gasolina o diésel, en un porcentaje de hasta 25%. Esto se publicará mediante un Decreto supremo
- Determinar las especificaciones técnicas de los combustibles mezclados

Todo el combustible de etanol que se consume en Bolivia lo producen 3 empresas del país: Azúcar Aguaí, Ingenio Azucarero La Bélgica y Guabirá.

# CHILE

## REGULACIONES

### Gasolina

Las especificaciones actuales de la gasolina en la región metropolitana de Santiago se definen en el [Decreto 66 de 2010](#), y están en vigor desde abril de 2010. Este decreto no solo estipula las especificaciones de combustible, sino las normas de emisiones vehiculares ya que se trata de una política integral dirigida a mejorar la calidad del aire en Santiago. Las características específicas de la región metropolitana de Santiago en lo que respecta a la orografía y clima significa que se concentran más contaminantes que en otras partes del país, en especial durante la temporada otoño invierno.

Las especificaciones nacionales y regionales que actualmente aplican en el resto del país se establecieron en el [Decreto 60 de 2012](#), publicado en marzo de 2012.

El [Decreto 66 de 2010](#) impuso especificaciones obligatorias a los grados de gasolina que se venden en la región metropolitana con un límite de 15 ppm de azufre. El cuadro siguiente muestra las principales características de la gasolina que se vende en la región metropolitana:

**Figura 71: Especificaciones de la gasolina en Chile, Decreto 66/2010**

Parámetro	Límite y unidad	Método de prueba
Máximo de azufre	15 mg/kg	ASTM D 5453, ASTM D 7039, ASTM D 2622
Máximo de oxígeno	2% peso	ASTM D 6293, ASTM D 4815
Presión de Vapor Reid (RVP) máximo	55 y 69 kPa (1)	ASTM D 323, ASTM D 4953, ASTM D 5191
Máximo de olefinas	12%v/v	ASTM D 6293, ASTM D 1319, ASTM D 6839
Máximo de aromáticos	38%v/v	ASTM D 6293, ASTM D 1319, ASTM D 6839
Máximo de benceno	1%v/v	ASTM D 4053, ASTM D 3606, ASTM D 5580

(1) 55 kPa del 1 de septiembre al 31 de marzo y 69 kPa del 1 de abril al 31 de agosto

*Fuente: Especificaciones chilenas*

Los parámetros no incluidos en el [Decreto 66 de 2010](#) se regulan conforme a la norma chilena NCh 64:1995.

El [Decreto 60 de 2012](#), publicado dos años después, intentó armonizar las especificaciones de otras partes del país con las establecidas para la región metropolitana de Santiago.

Las principales diferencias de las especificaciones de 2012 comparadas con el [Decreto 66 de 2010](#), son: el contenido de olefinas (20% v/v en vez de 12%v/v) y la presión de vapor Reid (PVR) de 83 kPa en dos regiones: Magallanes y la Antártica Chilena, en lugar de los 69 kPa que se aplican en el resto del país.

### Etanol

El etanol (E100) no se usa como combustible limpio, ni tampoco se mezcla con gasolina. No obstante, el [Decreto 11, de 2008](#), define las especificaciones de calidad del etanol y biodiésel.

## NORMAS DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES Y OBJETIVOS ACTUALES

Las especificaciones de calidad del combustible chileno son similares a las especificaciones autorizadas Euro 5. No todas las propiedades son iguales a las especificaciones europeas, esta comparativa se basa principalmente en los límites de azufre.

Además, la normas en vigor de emisiones vehiculares en Chile para vehículos ligeros es Euro 5 y para vehículos pesados es Euro V.

### COMPARACIÓN CON LAS NORMAS

Las especificaciones de la gasolina en Chile son similares a las europeas que autorizan las normas de emisiones Euro 6. La figura 72 presenta esta comparación de las propiedades principales y la calidad real de la gasolina en el invierno 2020-2021. Como se puede observar, la calidad real de la gasolina en Chile cumple las especificaciones chilenas y europeas, excepto el octanaje (RON y MON) que para los grados premium y premium plus son ligeramente menores que el requisito europeo de 95.

Otra diferencia es que Chile no usa etanol, sino MTBE.

La calidad real mostrada es el valor promedio de 8 muestras tomadas en Santiago y Antofagasta, 2 muestras de RON 93, 4 de RON 95 y 2 de RON 97.

**Figura 72: Comparación entre las especificaciones de Chile y la UE**

	Chile		Promedio de calidad real de la gasolina de Chile en invierno de 2019/2021 de SGS WWFS		UE			
Fecha de implementación	2012/2010		N/D		2017			
Grado seleccionado	Gasolina	Gasolina de la región metropolitana	Premium	Premium plus	RON 95 E5	RON 95 E10	RON 98 E5	RON 98 E10
Nombre	Decreto 60, NCh 64	Decreto 66, 2010	Valores promedio		EN 228:2012 + A1:2017 (autorización Euro 6)			
Contenido de benceno	< 1 %v/v		0,61% v/v		< 1 %v/v			
Compuestos aromáticos	< 38 %v/v		28,9% v/v		< 35 %v/v			
Olefinas	20 %v/v	12 %v/v	9,1% v/v		< 18 %v/v			
Contenido de plomo	< 0,013 g/l		< 2,5 mg/l		< 5 mg/l			
Manganese	Reporte		< 0,1 mg/kg		< 2,0 mg/l			
RON	-		93,8	96,4	> 95	> 95	> 98	> 98
MON	-		84,5	85,7	> 85	> 88	> 85	> 88
Contenido de azufre	< 15 mg/kg		6 mg/kg		< 10 mg/kg			
Contenido de oxígeno	< 2 %m/m		-		<2,7 %m/m	<3,7 %m/m	<2,7 %m/m	<3,7 %m/m
Etanol (EtOH)**	-		0 mg/kg		<5 %v/v	<10 %v/v	<5 %v/v	<10 %v/v
PVR 37,8°C (Verano)	<> 69 kPa <> 83 kPa (Magallanes y región Antártica)	<> 55 kPa	-		<> 60 - 70 kPa *Depende del país, la PVR está regulada en la Directiva de Calidad de Combustibles de la UE			
PVR 37,8°C (Invierno)	<> 45 - 80 kPa	<> 69 kPa	52,4 kPa					
Éteres con 5 átomos de C o más	-		10,15% v/v (MTBE)		Con base en el contenido de oxígeno	<22 %v/v	Con base en el contenido de oxígeno	<22 %v/v

\* Los valores que no cumplen con las especificaciones de la UE se presentan en naranja y en azul los que no cumplen con las especificaciones chilenas.

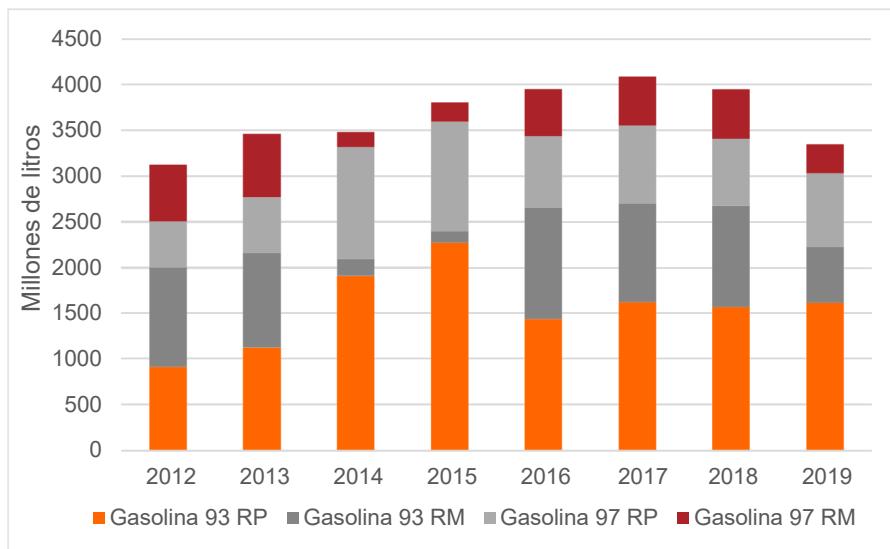
\*\*En Chile se permite hasta 5% v/v de acuerdo con el Decreto 11 de 2008.

*Fuente: Especificaciones chilenas y de la UE, SGS Worldwide Fuel Survey, 2021*

## ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA

Desde 2012 la producción total de gasolina en Chile se ha mantenido entre aproximadamente 3,000 y 4,000 millones de litros anuales. La producción de gasolina llegó a más de 4,000 millones de litros en 2017, pero disminuyó a 3,400 millones de litros en 2019.

**Figura 73: Producción de gasolina en Chile, por grado y refinería**



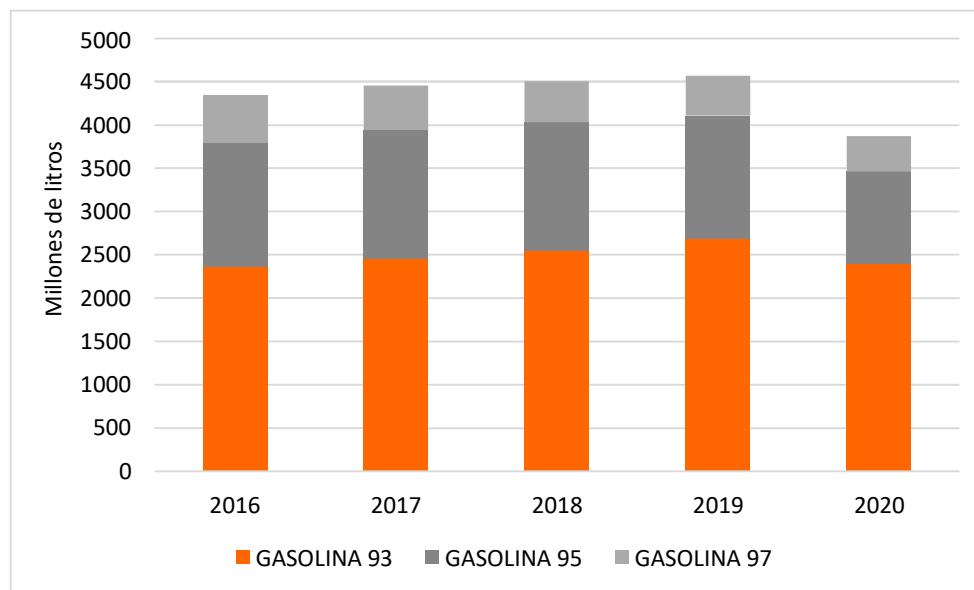
RM: Región

metropolitana RP:

Resto del país

*Fuente: Comisión Nacional de Energía, Chile*

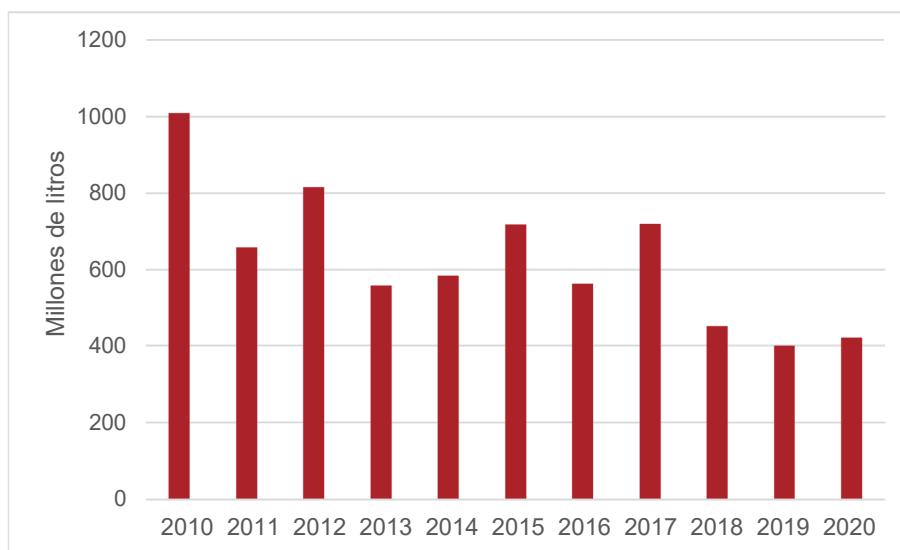
En 2020 las ventas de gasolina por grado en Chile fueron las siguientes: 62% gasolina RON 93, 28% gasolina RON 95 y 11% gasolina RON 97. La gasolina RON 95 se produce mezclando las gasolinas RON 93 y RON 97.

**Figura 74: Demanda de gasolina en Chile por octanaje**

Fuente: Superintendencia de Electricidad y Combustibles, 2021

La demanda de gasolina es mayor a la producción en Chile. En 2020, la demanda de gasolina fue 10% mayor que la producción de gasolina. Es por eso que Chile necesita importar gasolina, que en 2017 llegó al máximo en los últimos 5 años, pero disminuyó en 2018.

Los datos del servicio de SGS Shipping Online (SOL) indican que Chile importó 1.043 millones de litros de abril de 2020 a abril de 2021. De esta cantidad, 708 millones de litros fueron de gasolina terminada con octanaje sin determinar, 196 millones de litros de gasolina RON 93, 65 millones de litros de gasolina RON 84, 64 millones de litros de MTBE y 9 millones de litros de reformado. Estos datos concluyen que casi toda la gasolina importada es un producto terminado y que la gasolina se vuelve a exportar de Chile a otros países.

**Figura 75: Importaciones de gasolina a Chile, de 2010 a 2020**

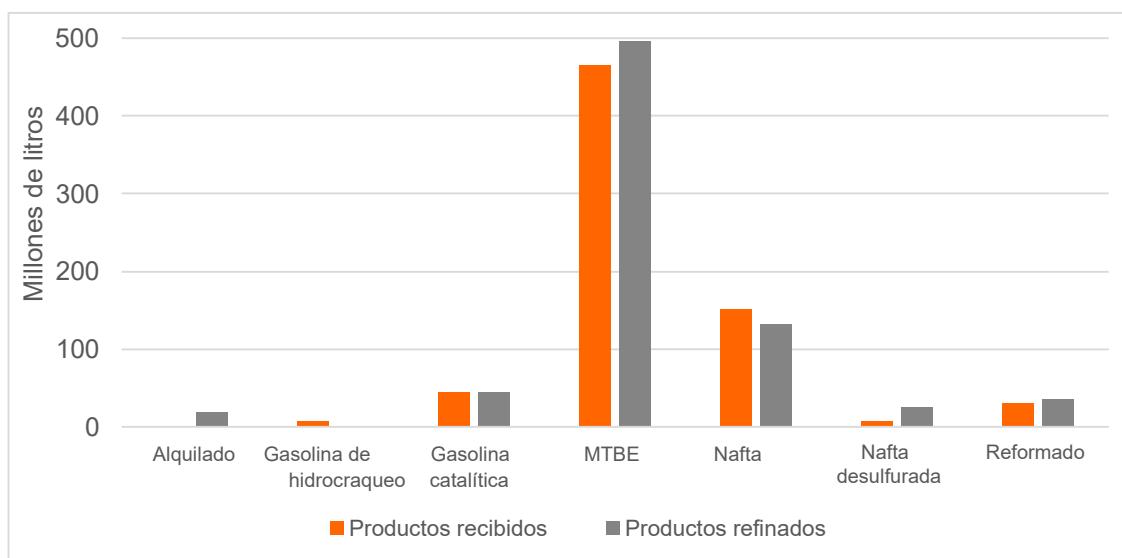
Fuente: Comisión Nacional de Energía, Chile

De acuerdo con la Comtrade de Naciones Unidas, las importaciones de gasolina a Chile vienen de Europa y EE. UU.

Según Energía Abierta Chile, el 9% de la gasolina importada en 2021 era de origen española y el 91% llegó de EE. UU. Además, de acuerdo con SGS SOL, la mayor parte de la gasolina la importa ENAP, la empresa nacional petrolera de Chile.

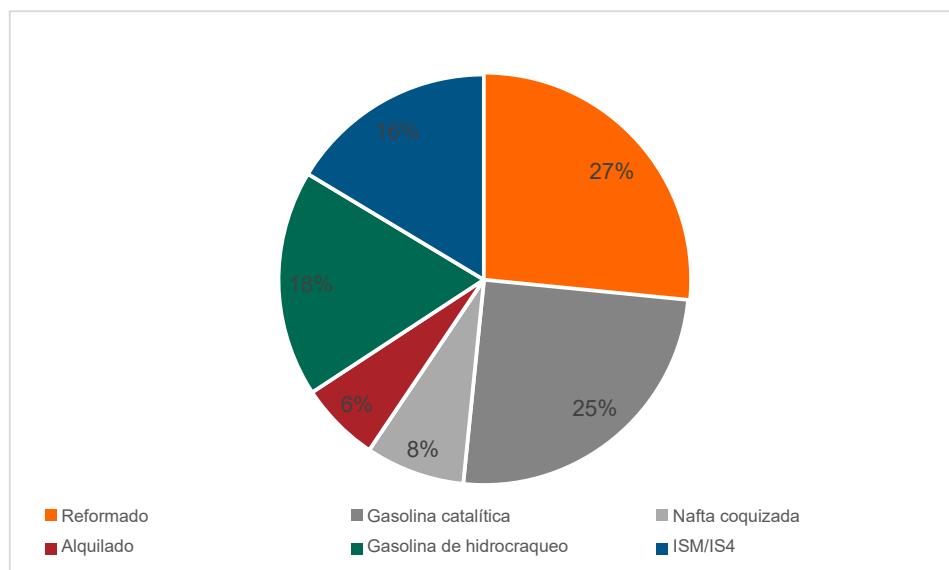
El MTBE es el componente de gasolina que más se produce, seguido de nafta y gasolina catalítica, pero su producción es significativamente menor. No se producen Alquilados, pero los recibe ENAP de importaciones. No obstante, como lo muestra la siguiente figura, la mezcla de componentes para producir gasolina se basa mayormente en reformado, gasolina catalítica y de hidrocráqueo.

**Figura 76: Productos procesados en las refinerías chilenas**



Fuente: Ministerio de Energía de Chile, 2021

**Figura 77: Productos procesados en las refinerías chilenas excepto MTBE**



Fuente: HCX con datos de Wood Mackenzie PennEnergy Research y Oil and Gas Journal

# COLOMBIA

## REGULACIONES

### Gasolina

Las especificaciones actuales de la gasolina se definen en la [Resolución 1180, 2006](#) del 21 de junio de 2006, la cual reemplaza a la [Resolución 1565/2004](#) del 27 de diciembre de 2004 y a la [Resolución 1289/2005](#) del 7 de septiembre de 2005. La [Resolución 1180, 2006](#) estableció objetivos para reducir los límites de azufre en la gasolina en 2010 y desde entonces no se han modificado las especificaciones de la gasolina.

Actualmente hay cuatro grados de gasolina en el mercado:

- Grado regular de gasolina no oxigenada
- Grado extra de gasolina no oxigenada
- Grado regular de gasolina oxigenada
- Grado extra de gasolina oxigenada

La gasolina que más se vende en Colombia es el grado oxigenado E10; la gasolina E0 solo se consume en las provincias que hacen frontera con Venezuela, en donde ocurre gran parte del contrabando y en volúmenes mucho menores que la E10.

Las diferencias en propiedades entre los grados regular y extra son el índice antidetonante (AKI), benceno y aromáticos.

**Figura 78: Principales diferencias entre los grados de la gasolina en Colombia**

Propiedad	E0 regular	E0 extra	E10 regular	E10 extra
AKI	81	87	84	89
Aromáticos (% vol.)	28	35	25	31,5
Benceno (% vol.)	1,0	2,0	0,9	1,8

Fuente: [Resolución 1180, 2006](#)

En 2018, varios ministros aprobaron un documento que establece el plazo para mejorar la calidad de aire. En este documento, denominado [COMPES 3943](#) y publicado por el Consejo Nacional de Política Económica y Social de Colombia, se dio a conocer un programa para actualizar la calidad del combustible en términos de azufre. Para la gasolina, el programa es el siguiente:

**Figura 79: Plazo para la reducción de azufre en la gasolina en Colombia**

Plazo	Azufre en la gasolina
Mayo de 2021	100 ppm
Diciembre de 2021	50 ppm
2026-2030	10 ppm

Fuente: [COMPES 3943](#)

El 7 de abril de 2021, los Ministerios de Minas y Energía y de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia emitieron la [Resolución 40103](#) para modificar las especificaciones del biodiésel, diésel, gasolina y gasolina oxigenada, así como para implementar las especificaciones del diésel renovable. Esta Resolución primero se anunció como proyecto de ley en diciembre de 2020.

Los principales cambios introducidos se hicieron oficiales después de su publicación en el Diario Oficial el 7 de abril de 2021. No obstante, los combustibles que cumplan con las especificaciones anteriores pueden seguir en el mercado por seis meses más o hasta terminar existencias.

**Figura 80: Cambios en la gasolina incorporados en la Resolución 40103**

	Actual	A partir del 1 de mayo de 2021	A partir del 7 de abril de 2021	A partir del 31 de diciembre de 2021	Hasta el 30 de diciembre de 2030	Hasta el 31 de diciembre de 2030
<b>Gasolina regular (Gasolina corriente)</b>						
RON	AKI 81		AKI 81		84	88
Azufre (mg/kg)	300	100		50		10
Aromático s (% v/v)	28				28	35
<b>Gasolina premium (gasolina extra)</b>						
RON	AKI 87		RON 93			
Azufre (mg/kg)	300	100		50		10
Aromático s (% v/v)	35	35				35

Fuente: Resolución 40103, 2021 sobre la calidad de la gasolina

**Figura 81: Cambios incorporados en la Resolución 40103 para la gasolina oxigenada**

	Actual	A partir del 1 de mayo de 2021	A partir del 7 de abril de 2021	A partir del 31 de diciembre de 2021	Hasta el 30 de diciembre de 2030	Hasta el 31 de diciembre de 2030
<b>Gasolina regular (Gasolina corriente)</b>						
RON	AKI 84		AKI 84		89	92
Azufre (mg/kg)	270	90		50		10
Aromático s (% v/v)	25				25	31,5
<b>Gasolina premium (gasolina extra)</b>						
RON	AKI 89		97			
Azufre (mg/kg)	270	90		50		10
Aromático s (% v/v)	31,5	31,5				

Fuente: Resolución 40103, 2021 de la calidad de la gasolina

El proyecto de ley de 2020 implementó un nuevo programa para la reducción del azufre en todo el conjunto de gasolinas a 10 mg/kg, el cual ha sido modificado ligeramente en la versión final de la ley, es decir, la Resolución 40103 de 2021. Se conseguirá 10 mg/kg finalmente en 2031.

Otro cambio interesante es la incorporación del parámetro RON; hasta ahora solo se requería AKI. La diferencia de RON entre la gasolina regular y la premium es bastante, tanto para la gasolina no oxigenada como para la oxigenada. Además, el RON será bastante bajo comparado con las normas internacionales.

## **Etanol**

El etanol (E100) no se usa como combustible limpio, sino que se mezcla con gasolina hasta 10% v/v. La Resolución 789/2016, define las especificaciones de etanol anhidro, normal y desnaturalizado, en Colombia.

La mezcla de etanol en gasolina en Colombia empezó con la Ley 693/2001, que estableció que el etanol mezclado con gasolina debe ser obligatorio en todas las ciudades con más de 500.000 habitantes. El motivo detrás de la implementación de la mezcla de etanol se relacionaba con la política de mejorar la calidad de aire en las grandes ciudades y promover la agroindustria en el país.

La ley 693/2001 estableció las normas sobre el uso del combustible de etanol y promovió su producción, suministro y consumo. El siguiente cuadro muestra la legislación más importante de etanol en Colombia, incluidos los mandatos de mezcla de etanol.

**Figura 82: Legislación relacionada con los mandatos del etanol en Colombia**

Ley/Resolución	Contenido
<u>Ley 693/2001 del 19 de septiembre de 2001</u>	E10 en ciudades con más de 500.000 habitantes
<u>Decreto 1135 del 31 de marzo de 2009</u>	Aumento de vehículos E85 en Colombia
<u>Resolución 90932 del 31 de octubre de 2013</u>	Mezcla E10 en los grados extra y regular
<u>Resolución 41072 del 1 de octubre de 2015</u>	Mandato de mezcla E10 en la zona suroeste
<u>Resolución 40434 del 18 de mayo de 2017</u>	En algunas zonas se suspendió el mandato de mezcla
<u>Resolución 40626 del 4 de julio de 2017</u>	Mandato de mezcla E8 en el grado regular
<u>Resolución 40185 del 27 de febrero de 2018</u>	De vuelta al mandato de mezcla E10 en los grados extra y regular
Más cambios	Varios cambios debido a la pandemia del covid-19
<u>Resolución 40111 del 9 de abril de 2021</u>	E10 excepto en algunos departamentos con E5
<u>Resolución 40261 del 12 de agosto de 2021</u>	Retrasos en varios departamentos para la reintroducción de E10

*Fuente: Fedebiocombustibles, Ministerio de Minas y Energía de Colombia*

La última vez que el gobierno modificó el mandato de mezcla de etanol fue en la Resolución 40261 del 12 de agosto de 2021. Los paros en varias plantas productoras de etanol obligaron a que el gobierno redujera el mandato de mezcla de etanol en ciertos departamentos. El mandato de mezcla de etanol corresponderá a los niveles mostrados en la figura 83.

**Figura 83: Fechas de aplicación de los mandatos de mezcla de etanol en todo el país y en ciertos departamentos**

Fecha de aplicación	Departamentos con excepciones	Mandato de mezcla de etanol
Septiembre de 2021	En todo el país con algunas excepciones	6%
2021 de octubre		6%
Noviembre de 2021		6%
Diciembre de 2021		8%
A partir de enero de 2022		10%
Agosto de 2021	Arauca, Guainía, La Guajira, Vaupés y Vichada	2%
2021 de octubre		5%
A partir de abril de 2022		10%
Agosto de 2021	San Andrés, Providencia, Santa Catalina, Norte Santander, centro de la ciudad de Río de Oro	0%
Julio de 2022		5%
A partir de enero de 2023		10%

Fuente: Resolución 40261 del 12 de agosto de 2021

## NORMAS DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES Y OBJETIVOS ACTUALES

Las especificaciones de la gasolina en Colombia difieren de las europeas que autorizan las normas de emisiones Euro 6, vigentes en la actualidad. Colombia aplica las normas de autorización Euro 2 para combustibles, pero las normas Euro I-4 para emisiones de vehículos ligeros y Euro IV para los vehículos pesados.

## COMPARACIÓN CON LAS NORMAS

La figura 84 presenta la comparación de las principales propiedades establecidas en las especificaciones de Colombia, las especificaciones actuales de la UE y la calidad real de la gasolina de invierno en 2020-2021, de acuerdo con el Estudio Mundial de Combustibles de SGS. Las diferencias más importantes son RON, MON y la calidad de azufre. El contenido promedio de etanol está por debajo del mandato de mezcla de etanol de 10% v/v, y el azufre está por debajo de las especificaciones de Colombia, pero no de la UE.

La calidad real que se muestra es los valores promedio de 8 muestras tomadas en Bogotá, Cartagena y Medellín, 4 muestras de regular y 4 de gasolina premium.

**Figura 84: Comparación entre las especificaciones de Colombia y la UE, y de la calidad real**

	Colombia		Promedio de calidad real de la gasolina de Colombia en invierno de 2020/2021		UE			
Fecha de implementación	2006		N/D		2017			
Grado seleccionado	Gasolina regular oxigenada	Gasolina extra oxigenada	Normal	Premium	RON 95 E5	RON 95 E10	RON 98 E5	RON 98 E10
Nombre	Resolución 1180, 2006		Valores promedio		EN 228:2012 + A1:2017 (autorización Euro 6)			
Contenido de benceno	< 0,9 %v/v	< 1,8 %v/v	0,41% v/v		< 1 %v/v			
Compuestos aromáticos	< 25 %v/v	< 31,5 %v/v	17,3% v/v		< 35 %v/v			
Olefinas	-		15% v/v		< 18 %v/v			
Contenido de plomo	< 0,013 g/l		< 2,5 mg/l		< 5 mg/l			

Manganese	-	0 mg/kg		< 2,0 mg/l			
RON	-	91,5	98,6	> 95	> 95	> 98	> 98
MON	-	81,9	87,0	> 85	> 88	> 85	> 88
AKI	> 84	> 89	86,7	92,8	-		
Contenido de azufre	< 270 mg/kg		31,8	< 10 mg/kg			
Contenido de oxígeno	< 3,5 %m/m		-	< 2,7 %m/m	<3,7 %m/m	< 2,7 %m/m	<3,7 %m/m
Etanol (EtOH)	<> 9,5 - 10,5 %v/v		9,33% v/v	< 5 %v/v	<10 %v/v	< 5 %v/v	<10 %v/v
PVR 37,8°C	<> 65 kPa		58,9 kPa	<> 60 - 70 kPa			
Éteres con 5 átomos de C o más	-		0 kPa	Con base en el contenido de oxígeno	<22 %v/v	Con base en el contenido de oxígeno	<22 %v/v

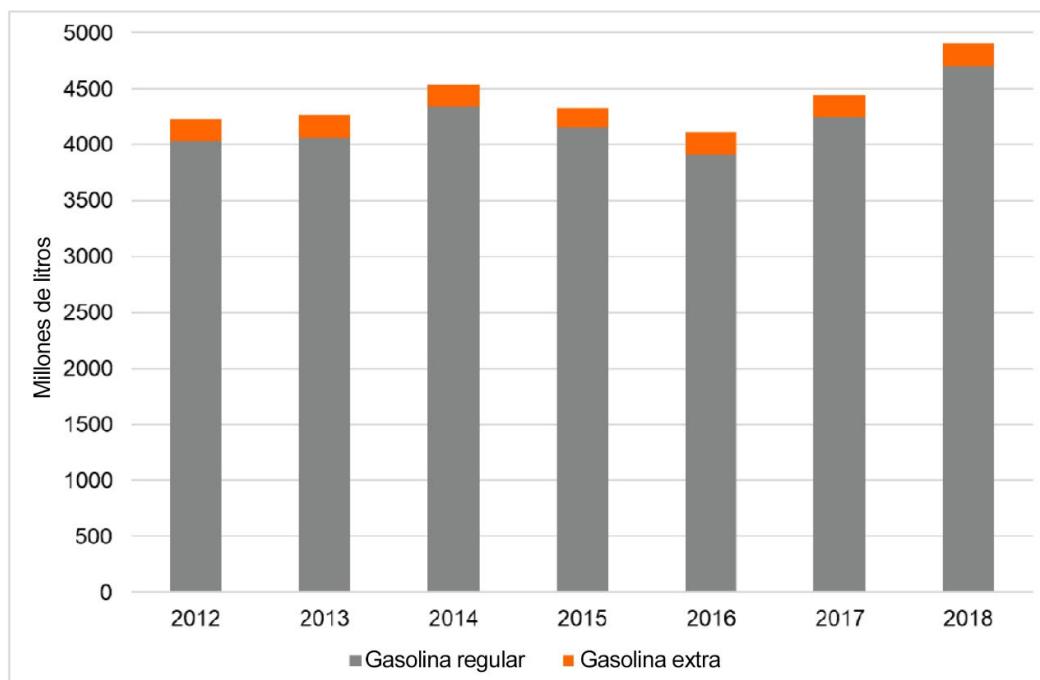
\* Los valores que no cumplen con las especificaciones de la UE se presentan en naranja y en azul los que no cumplen con las especificaciones colombianas.

Fuente: Especificaciones de Colombia y de la UE, SGS Worldwide Fuel Survey, 2021

## ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA

La producción total de gasolina en Colombia se ha mantenido entre 4.000 y 5.000 millones de litros anuales, con una participación de mercado de aproximadamente 5% de gasolina extra (AKI 87) y 95% de la gasolina regular (AKI 81).

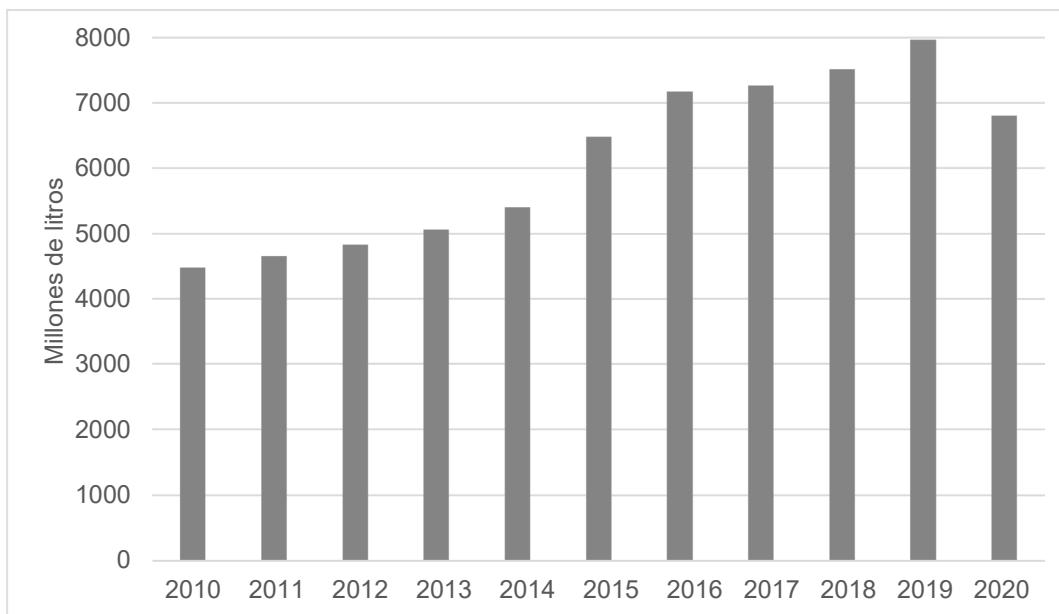
**Figura 85: Producción de gasolina no oxigenada en Colombia por octanaje**



Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética

La demanda de gasolina es mayor que la producción en Colombia. De 2012 a 2020, la demanda de gasolina fue 30% mayor que la producción de gasolina.

**Figura 86: Demanda de gasolina no oxigenada en Colombia**

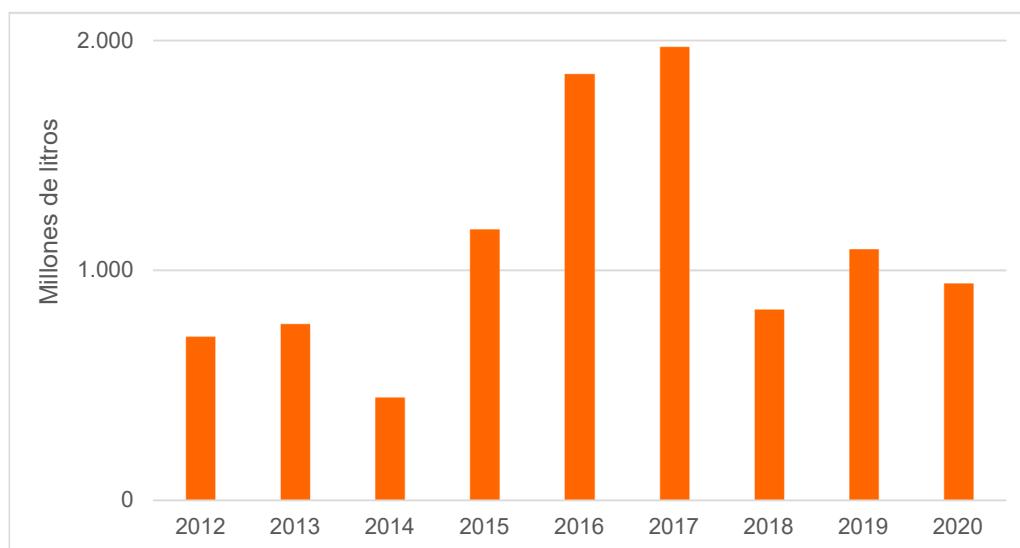


Fuente: Unidad de Planeación Minero-Energética, ECOPETROL

Colombia necesita importar gasolina, que en 2016 y 2017 llegó a su máximo, pero disminuyó en 2018.

Los datos del sistema SOL del SGS indican que Colombia importó 800 millones de litros de abril de 2020 a abril de 2021. De esta cantidad, 778 millones de litros fueron de gasolina terminada sin grado determinado y 20 millones de litros de gasolina RON 83. De acuerdo con Comtrade de Naciones Unidas, Colombia importa principalmente de Estados Unidos.

**Figura 87: Importaciones de gasolina a Colombia, de 2012 a 2020**

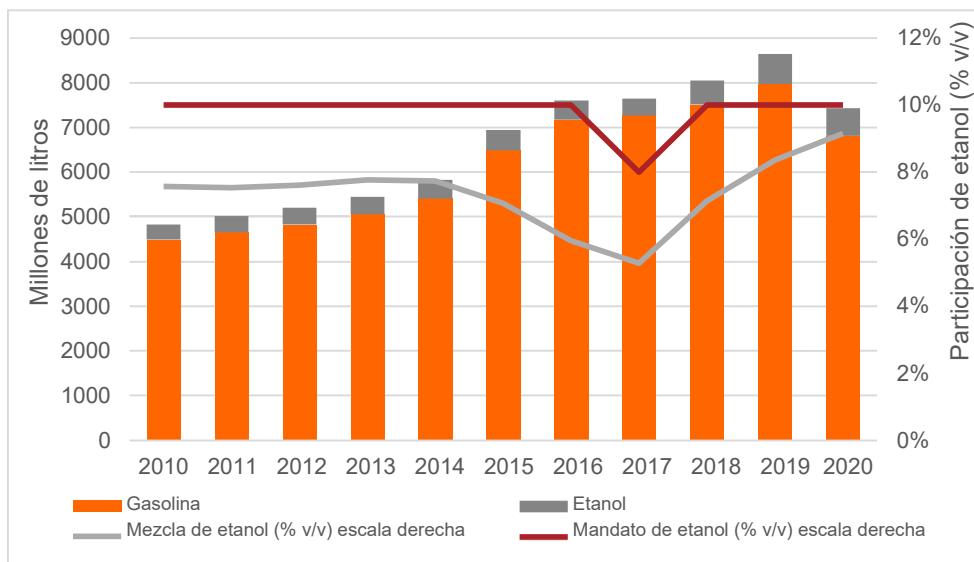


Fuente: *Unidad de Planeación Minero-Energética*

La figura 88 muestra el volumen de etanol mezclado con gasolina desde 2012. Se puede observar que el volumen de etanol mezclado con gasolina cumple con el mandato de mezcla de etanol en Colombia.

A través de los años, el mandato se ha implementado de forma progresiva en un mayor número de ciudades y regiones. Actualmente el E10 es el grado predominante en todo el país, excepto en los departamentos que hacen frontera con Venezuela, en donde hay contrabando y distribución del E0. En 2017, el mandato disminuyó a E8 durante algunos meses debido a la disminución de disponibilidad de caña de azúcar. Anteriormente, la mezcla de etanol en Colombia estaba más relacionada con la disponibilidad nacional de etanol que con cumplir el mandato. No obstante, a partir de 2015, Colombia empezó a importar etanol de EE. UU. y actualmente el 30% de las ventas nacionales de etanol son de importaciones.

**Figura 88: Etanol mezclado con gasolina en Colombia de 2020 a 2021**



Fuente: *Unidad de Planeación Minero-Energética, Fedebiocombustibles, compilación de SGS INSPIRE*

Colombia utiliza un 100% de caña de azúcar como materia prima para producir de etanol. Hay siete plantas de etanol en Colombia con una capacidad de producción total de 2 millones de litros diarios. La siguiente figura representa las plantas de producción de etanol en Colombia y su capacidad de producción.

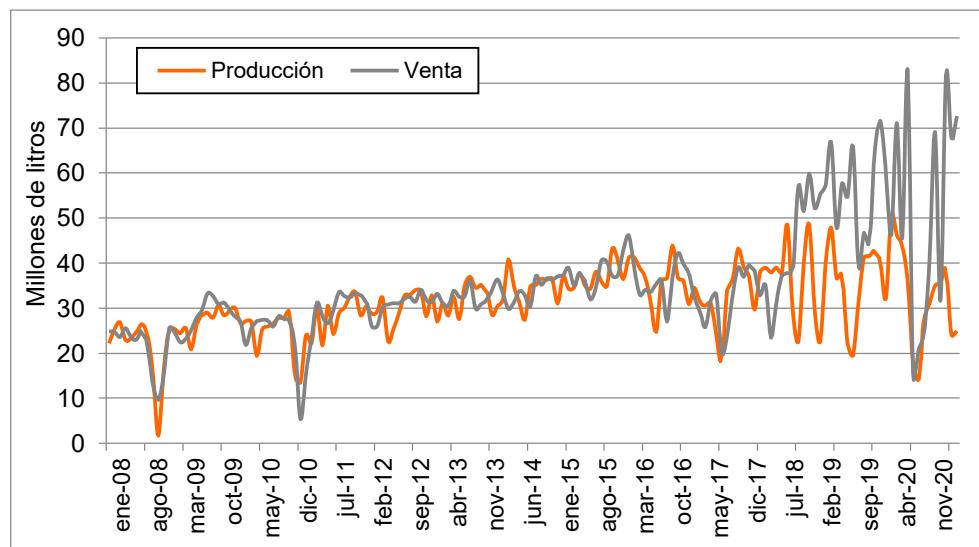
**Figura 89: Plantas de etanol en Colombia, 2021**

Fábrica	Etanol (l/día)
Incauca, Miranda (Cauca)	350.000
Ingenio Riopaila Castilla, La Paila (Valle del Cauca)	400.000
Ingenio Risaralda, La Virginia (Risaralda)	100.000
Bioenergy, Puerto López (Meta)	500.000
Ingenio Providencia, Palmira (Valle del Cauca)	300.000
Ingenio Mayagüez, Candelaria (Valle del Cauca)	250.000
Manuelita, Palmira (Valle del Cauca)	250.000

Fuente: *Fedebiocombustibles, 2021*

Colombia todavía tiene potencial de incrementar la superficie de cultivo de caña de azúcar. También tiene potencial de incrementar el rendimiento de la caña de azúcar sembrada por hectárea. De acuerdo con Fedebiocombustibles, la producción de caña de azúcar aumentó 22% en Colombia de 2008 a 2017.

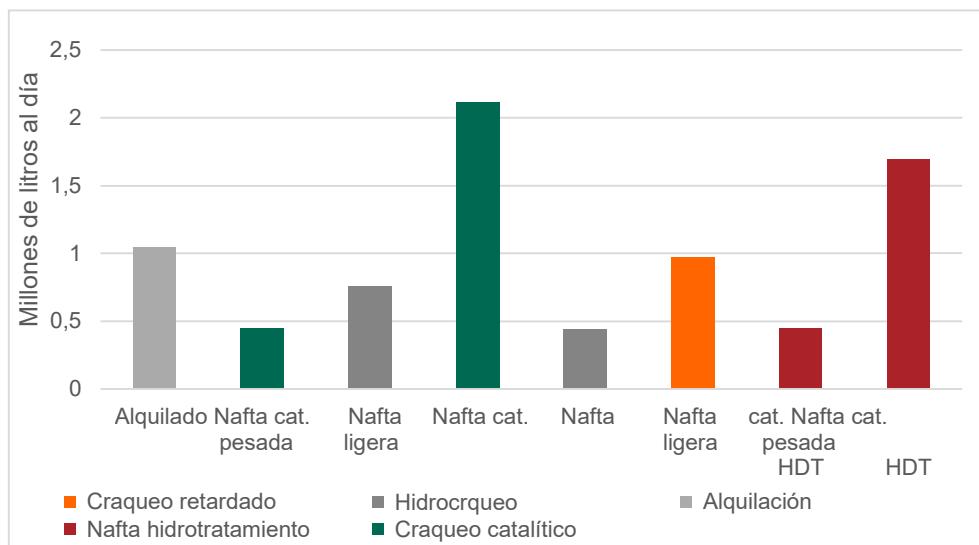
**Figura 90: Producción y ventas de etanol en Colombia de 2010 a 2020**



Fuente: Fedebiocombustibles, ANH, 2021

La refinería de Cartagena es, por mucho, la más grande de Colombia. En la siguiente figura se describen los componentes de la mezcla de gasolina que se producen en la refinería. La mayor cantidad de componentes de gasolina son nafta catalítica ligera y pesada (cat), fabricada mediante craqueo catalítico e hidrotratamiento. También produce Alquilados.

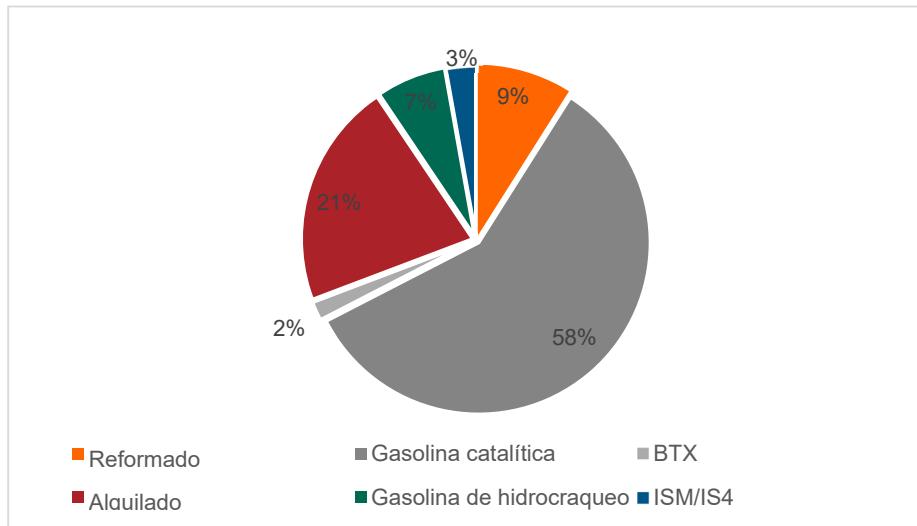
**Figura 91: Subproductos obtenidos para producir gasolina en la refinería de Cartagena, Colombia**



Fuente: Refinería de Cartagena, Colombia, 2019

El contenido promedio de los componentes de gasolina utilizados para producir gasolina en Colombia, tomando en cuenta los subproductos de refinería, es el siguiente:

**Figura 92: Productos procesados en las refinerías colombianas, 2020**



Fuente: HCX con datos de Wood Mackenzie PennEnergy Research y Oil and Gas Journal

# ECUADOR

## REGULACIONES

### Gasolina

Las especificaciones actuales de la gasolina se definen en la norma NTE INEN 935:2020 de febrero de 2020. Estas especificaciones actualizan la especificación NTE INEN 935:2016, publicada en febrero de 2016. La [Resolución N° MPCEIP- SC-2020-0010-R](#) del 9 de enero de 2020, hace cumplir la norma, haciéndola obligatoria para todo el país.

Las especificaciones de la gasolina se clasifican en cinco tipos según el octanaje. Son dos grados más en comparación con las especificaciones de 2016.

**Figura 93: Grados de la gasolina anteriores y actuales según el octanaje**

NTE INEN 935:2016	NTE INEN 935:2020
	RON 85
RON 87	RON 87
	RON 89
RON 92	RON 92
RON 93	RON 93

*Fuente: Especificaciones ecuatorianas*

La gasolina grado RON 85 ya estaba en el mercado, pero no contaba con especificaciones oficiales. Se introdujo la RON 89 de manera provisional para aumentar el octanaje de la gasolina regular a futuro.

Las gasolinas RON 85, 87, 89 y 92 tienen un contenido de azufre de 650 mg/kg y la RON 93 de 300 mg/kg.

Con la enmienda a la norma NTE INEN 935:2016 se intentó reducir el azufre en la gasolina a 150 mg/kg. Finalmente no se aprobó y en 2020 se publicó una nueva versión de la norma de gasolina –la NTE INEN 935:2020–, sin la disminución de azufre.

Se permite hasta 10% v/v de mezcla con etanol, un cambio adicional a las especificaciones de 2016, cuando no se incluía etanol. En la gasolina con etanol, algunos parámetros tienen distintos límites.

**Figura 94: Diferencias en parámetros específicos de la gasolina con base en el contenido de etanol**

Parámetro, unidad	Gasolina sin etanol	Gasolina con etanol
Relación vapor-líquido temperatura, °C	56	53
Presión de vapor, kPa	60/62	67
Contenido de oxígeno, peso%	Reporte	3,7

*Fuente: NTE INEN 935:2020*

En septiembre de 2020, el gobierno publicó el [Decreto Ejecutivo 1158](#), que obliga la actualización de las especificaciones al nivel Euro 5 dentro de los 120 posteriores a su publicación. El decreto permitió el suministro de combustibles que cumplían con la especificación anterior hasta los 120 días posteriores a la publicación oficial de la nueva norma.

El decreto 1158 se publicó el 15 de octubre de 2020, lo que significa que las nuevas especificaciones debieron promulgarse a más tardar el 15 de enero de 2021, sin embargo, el INEN todavía no publica las normas actualizadas.

## Etanol

El etanol (E100) no se usa como combustible limpio, pero se puede mezclar con gasolina hasta 10 % v/v. La norma NTE INEN 2 478:2009 describe los requerimientos del etanol anhídrido.

La mezcla de etanol en la gasolina en Ecuador comenzó en enero de 2010 en varias gasolineras de Guayaquil, ciudad costera. Este proyecto piloto denominado ECOPAÍS, estaba destinado a introducir la gasolina E5 en distintas ciudades del Ecuador. Bajo el proyecto ECOPAÍS, la gasolina era una mezcla de gasolina extra (RON 87) y etanol. Hasta 2014, la “gasolina ECOPAÍS” se extendió a otras ciudades en la región del Guayas, como Durán, Milagro y Yaguachi.

El Decreto Ejecutivo Nº 1303 de 2012 fue el primer instrumento legislativo que promovía la producción de biocombustibles para ayudar al sector agrícola. Permitía la mezcla de etanol con gasolina y de biodiésel con diésel, pero no especificaba un volumen concreto de etanol a ser mezclado.

En 2015, el Decreto 675 permitió hasta 10% v/v de mezcla de etanol en la gasolina ECOPAÍS. La distribución y comercialización de la gasolina ECOPAÍS se planeó para aplicarse de forma progresiva en todo el territorio ecuatoriano, con base en el abastecimiento del etanol anhidro producido nacionalmente. La gasolina ECOPAÍS sustituirá paulatinamente toda la demanda de gasolina comercializada como “extra”, por RON 87-85. Actualmente, el 52% de las gasolineras de Ecuador venden gasolina ECOPAÍS, un total de 529 estaciones.

## NORMAS DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES Y OBJETIVOS ACTUALES

Las especificaciones de la gasolina en Ecuador son diferentes de las europeas que autorizan las normas de emisiones Euro 6, vigentes en la actualidad en la UE. Ecuador tiene normas de autorización Euro 2, pero las normas de emisiones vehiculares Euro 3 para gasolina (Euro I para diésel).

## COMPARACIÓN CON LAS NORMAS

La figura 95 muestra la comparación entre las especificaciones de Ecuador y la UE y la calidad real de las muestras de gasolina de invierno tomadas por SGS en gasolineras seleccionadas entre 2019 y 2020. Las diferencias de las especificaciones entre Ecuador y la UE están relacionadas en su mayoría con el octanaje y azufre. EL RON y MON son más bajos que en la gasolina de la UE. El contenido de azufre es mucho mayor que en la gasolina de la UE.

La calidad real que se muestra en el cuadro es el promedio de 8 muestras obtenidas en Guayaquil y Quito, 5 muestras de RON 87 baja regular y 3 muestras de gasolina RON 92 regular.

**Figura 95: Comparación entre las especificaciones de Ecuador y la UE, y datos de calidad real**

	Ecuador					Promedio de la calidad real de la gasolina de Ecuador en invierno de 2019/2020		UE			
Fecha de implementación	2020					N/D		2017			
Grado seleccionado	RON 85	RON 87	RON 89	RON 92	RON 93	Regul ar baja 87	Regular 92	RON 95 E5	RON 95 E10	RON 98 E5	RON 98 E10
Nombre	NTE INEN 935:2020					Valores promedio		EN 228:2012 + A1:2017 (autorización Euro 6)			
Contenido de benceno	< 1 %v/v			<2 %v/v	<1,3 %v/v	0,6% v/v	0,84% v/v	< 1 %v/v			
Compuestos aromáticos	< 30 %v/v		< 35 %v/v			24,6% v/v	31,5% v/v	< 35 %v/v			
Olefinas	< 18 %v/v		< 25 %v/v			10,8% v/v	15,4% v/v	< 18 %v/v			
Contenido de plomo	< 0 mg/l					< 2,5 mg/l		< 5 mg/l			

Manganese	0 mg/l					< 0,1 mg/l		< 2,0 mg/l			
RON	85	87	89	92	93	85,6	93,2	> 95	> 95	> 98	> 98
Contenido de azufre	650 mg/kg				<300 mg/kg	284 mg/kg		< 10 mg/kg			
Contenido de oxígeno	< 3,7 %m/m (para gasolina con etanol)			-		<2,7 %m/m	<3,7 %m/m	<2,7 %m/m	<3,7 %m/m		
Etanol (EtOH)	< 10 %v/v					0,25% v/v	< 5 %v/v	<10 %v/v	< 5 %v/v	<10 %v/v	
PVR 37,8°C (Verano)	<60 kPa	<67 kPa	<60 kPa	<60 kPa	<62 kPa	50,5 kPa	> 60 - 70 kPa				
Éteres con 5 átomos de C o más	-					0% v/v	Con base en el contenido de oxígeno	<22 %v/v	Con base en el contenido de oxígeno	<22 %v/v	

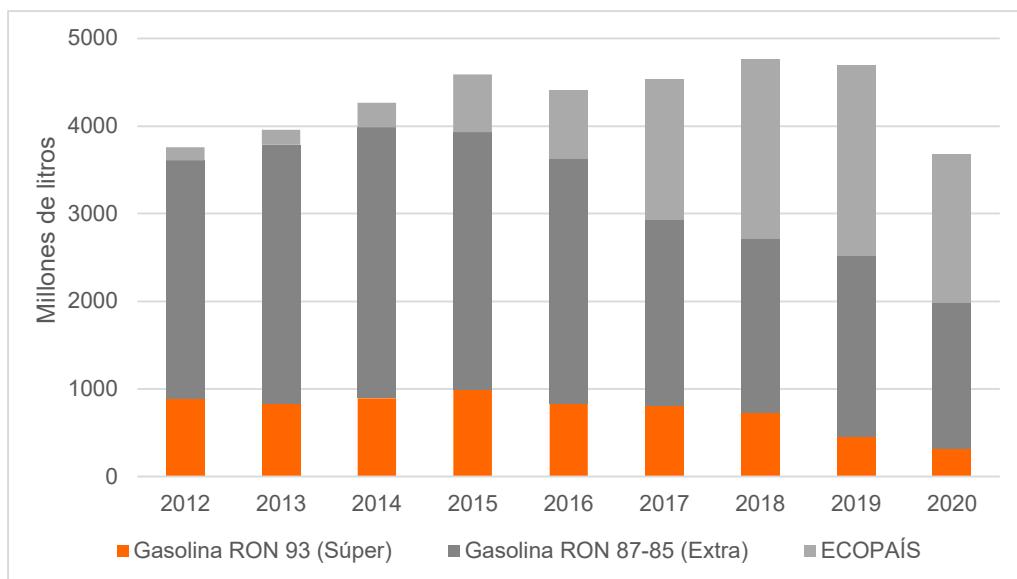
\* Los valores que no cumplen con las especificaciones de la UE se presentan en naranja y en azul los que no cumplen con las especificaciones ecuatorianas.

Fuente: Especificaciones ecuatorianas y de la UE, SGS Worldwide Fuel Survey, 2021

## ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA

Como se muestra en la figura 96, Ecuador produce dos grados de gasolina, RON 87 (en la gasolina extra y ECOPAÍS) y RON 93. Con el paso de los años, la producción de gasolina ha disminuido.

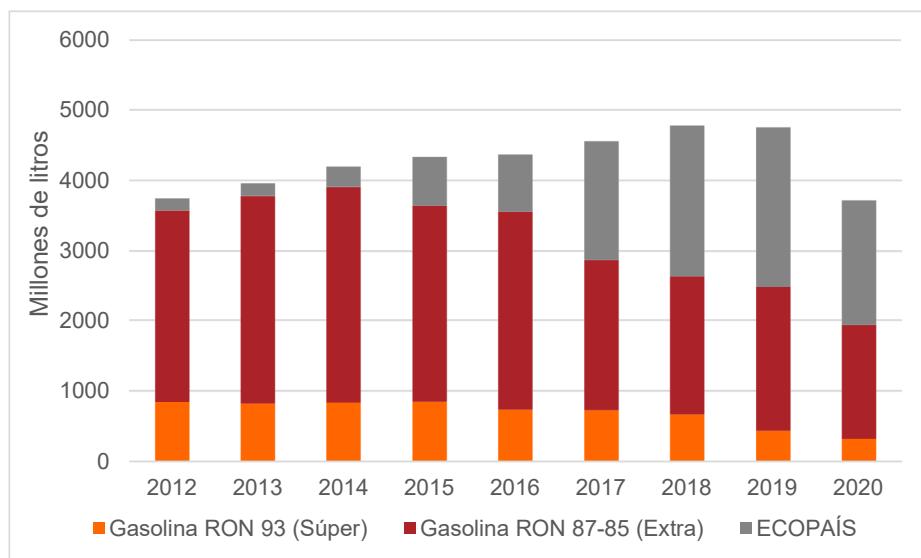
Figura 96: Producción de gasolina en Ecuador



Fuente: Petroecuador, 2021

Ecuador produce 96 millones de litros de etanol al año. Toda la producción se usa para mezclar en la gasolina extra y producir la gasolina ECOPAÍS. Como lo que se muestra en la figura 97, la demanda de gasolina ECOPAÍS ha tenido un aumento significativo en los últimos años.

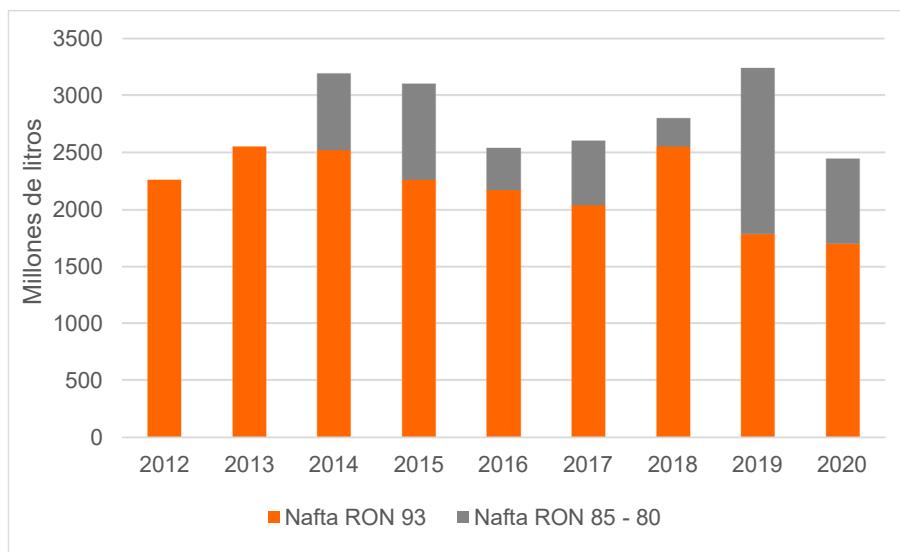
**Figura 97: Demanda de gasolina en Ecuador por grado de etanol de 2012 a 2020**



Fuente: Petroecuador

De acuerdo con Petroecuador, Ecuador no importa gasolina, pero importa nafta RON 85-80 y Ron 93. No obstante, de acuerdo con SGS SOL, las importaciones de gasolina fueron aproximadamente de 300 millones de litros, que pudieron haberse reexportado a otros países. La mayoría de la gasolina importada no tenía un grado específico y solo una pequeña cantidad era gasolina RON 93. Además, como se puede observar, las empresas privadas empezaron a importar gasolina, a diferencia del pasado que solo a la paraestatal Petroecuador se le permitía la importación de productos petrolíferos, aunque la mayoría de la gasolina importada llegaba a la terminal Petropenínsula. De acuerdo con Comtrade de Naciones Unidas, la gasolina proviene de Estados Unidos, Suecia y China.

**Figura 98: Importación de naftas a Ecuador de 2010 a 2020**

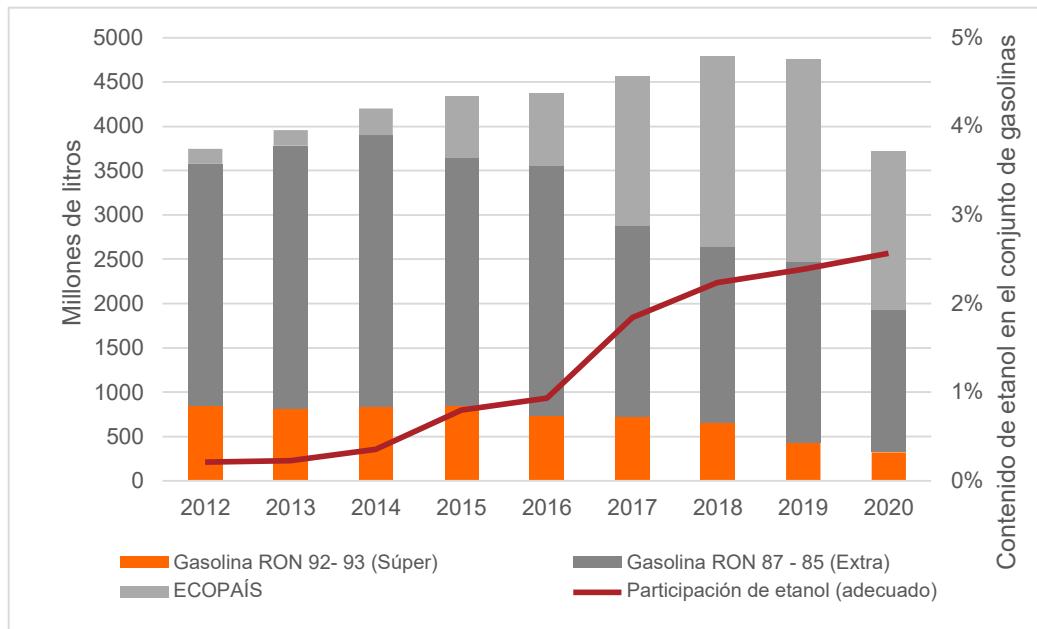


Fuente: Petroecuador, 2021

La figura 99 muestra el volumen de etanol mezclado en el conjunto total de gasolina desde 2012, aunque en Ecuador solo un grado de gasolina contiene etanol, es decir ECOPAÍS. Siempre y cuando desde el 2010 se haya mezclado aproximadamente 5% v/v en la gasolina ECOPAÍS (aunque estaba permitido 10% v/v), se

puede observar que el volumen de etanol mezclado en la gasolina aumentó con el paso de los años, debido al incremento en el consumo de la gasolina ECOPAÍS gracias al precio benéfico.

**Figura 99: Etanol mezclado en la gasolina en Ecuador de 2012 a 2020**



Fuente: Petroecuador, Compilación de SGS INSPIRE

En Ecuador no existe un mandato específico de etanol, solo un permiso para mezclar con gasolina. La distribución y comercialización de la gasolina con etanol se basa en la oferta de etanol anhidro producido nacionalmente.

Las tres empresas que proporcionan etanol anhidro a Petroecuador son Producargo S.A., Codana S.A. y Soderal S.A. Proporcionan aproximadamente 96 millones de litros al año.

De acuerdo con Petroecuador la refinería Esmeraldas, la mayor del país, tiene las siguientes [unidades de procesamiento](#) para la producción de gasolina:

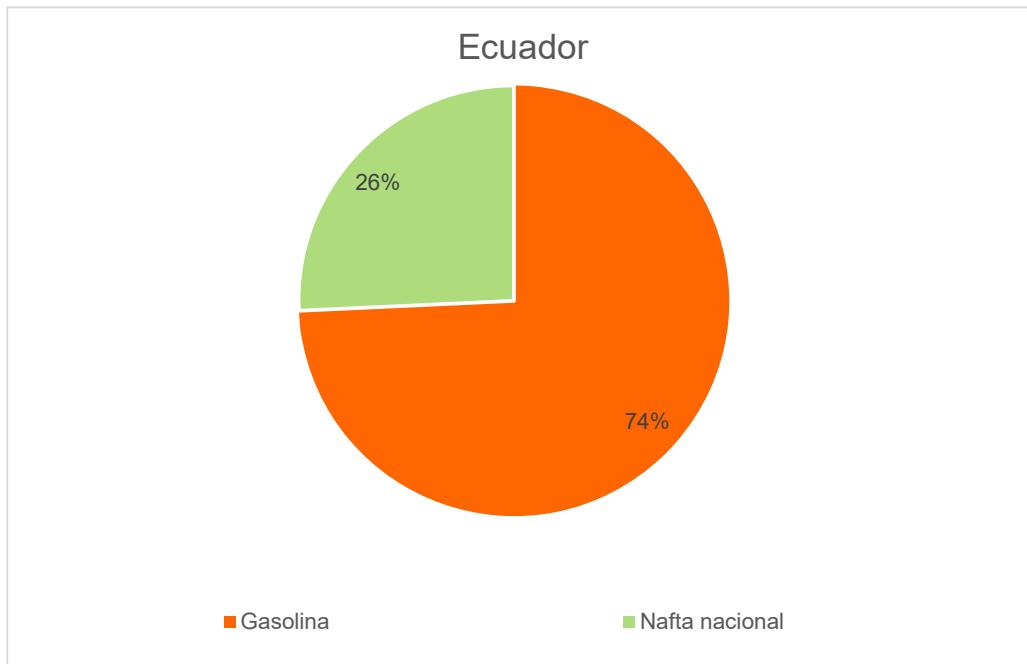
**Figura 100: Capacidad operativa de la refinería Esmeraldas del Ecuador**

Unidad	Capacidad	Carga (bariles al día)
Hidrotratamiento	67%	8,735
Reformada catalítica	85%	8,485
Hidrodesulfuración	95%	23,235

Fuente: Petroecuador

Por lo tanto, los componentes de la mezcla que se usan para producir gasolina en Ecuador son gasolina catalítica (nafta de alto octanaje) y nafta nacional (nafta de bajo octanaje).

**Figura 101: Componentes de la mezcla de gasolina producida en Ecuador**



Fuente: HCX con datos de Wood Mackenzie PennEnergy Research y Oil and Gas Journal

# PERÚ

## REGULACIONES

### Gasolina

Las especificaciones actuales de la gasolina se definen en la norma [NTP 321.102](#) del 31 de enero de 2017, que sustituyó a la norma [NTP 321.102](#) de 2002. La [Resolución Directoral N° 001-2017-INACAL/DN](#) del 31 de enero de 2017, incorporó esta norma a la legislación.

La norma de 2017 implementó dos grados de gasolina de acuerdo con el octanaje:

- Gasolina regular RON 91
- Gasolina premium RON 97

El nivel máximo de contenido de azufre requerido para todos los grados es de 50 mg/kg y el valor de la PVR es de 10 psi (69 kPa). La especificación de gasolina NTP 321.102 del 2002 ya expirada incluía cuatro grados de acuerdo con el octanaje:

- Gasolina regular RON 84
- Gasolina súper RON 90
- Gasolina premium RON 95
- Gasolina súper extra RON 97

El nivel máximo de contenido de azufre requerido para todos los grados era de 1.000 mg/kg y el valor de la PVR de 10 psi (69 kPa).

No obstante, el artículo 2 del [Decreto Supremo N° 025-2017-EM](#), el cual establecía las medidas relacionadas con el uso de mezclas de diésel, gasolina y etanol, determinó que a partir del 1 de enero de 2018 el contenido de azufre de las mezclas de gasolina de alto octanaje y etanol (RON 95, RON 97 y RON 98) no debe ser mayor a 50 mg/kg. Esta obligación se aplicó a las importaciones. La fecha de implementación fue el 31 de marzo de 2018, para el resto de actores, como los proveedores.

La gasolina sin etanol se surte en Perú solo en las provincias del Amazonas, San Martín, Loreto, Ucayali y Madre de Dios. Estas provincias se encuentran en el Amazonas o cerca de él, cuya accesibilidad es más difícil que el resto de provincias del país.

Perú tiene un mandato de mezcla de etanol del 7.8% v/v. La [Resolución Ministerial N° 515/2009](#) del 7 de diciembre de 2009, especifica los grados de mezcla de etanol del país. Los grados deben tener la tasa de octanaje establecida en la resolución previo a la mezcla de etanol:

- Mezcla de etanol RON 84
- Mezcla de etanol RON 90
- Mezcla de etanol RON 95
- Mezcla de etanol RON 97

De acuerdo con el SGS Worldwide Fuel Survey (WWGS) de la temporada invernal 2019/2020, en el mercado se encuentran los cuatro grados. El contenido máximo de azufre de los grados RON 84 y RON 90 en el mercado es 2,000 mg/kg y el valor de PVR está en 11 psi (76 kPa). Para RON 95 y RON 97, el máximo contenido de azufre permitido es 50 mg/kg.

### Etanol

La especificación de etanol anhídrico desnaturalizado [NTP 321.126](#) de 2011, y verificada en 2017, es la norma peruana de combustible de etanol para mezclar con gasolina.

El mezclado de etanol en el Perú comenzó con el mandato de mezcla de etanol. El programa inicial se estableció en 2007, pero fue modificado varias veces hasta que todas las regiones introdujeron el mandato a finales de 2011.

Las dos instrumentos legislativos iniciales relacionados con los biocombustibles buscaban su promoción y regulación en el mercado peruano.

La **Ley 28054 de promoción de mercado de biocombustibles** del 20 de abril de 2007, estableció el marco legal para promover el uso de los biocombustibles en el Perú, así como promover la inversión para su producción y distribución. Además, el **Decreto Supremo 021-2007-EM Regulación de la comercialización de biocombustibles** también de abril de 2007, estableció los requerimientos legales para su distribución en Perú, además de los estándares y procedimientos mínimos de calidad para registrar mezclas de biocombustibles en el Ministerio de Energía y Minas.

## NORMAS DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES Y OBJETIVOS ACTUALES

Perú tiene dos grados en el mercado: la gasolina y la mezcla con etanol. La mezcla con etanol es similar a las especificaciones de autorización Euro 1, mientras que las especificaciones de la gasolina son similares a las del Euro 4. No todas las propiedades son iguales a las especificaciones europeas, esta comparativa se basa principalmente en los límites de azufre.

Además, la normas en vigor de emisiones vehiculares para vehículos ligeros es Euro 4 y para vehículos pesados es Euro IV. Las normas de emisiones vehiculares 6/VI se implementarán de 2023 a 2025, dependiendo del combustible y del tamaño del vehículo.

## COMPARACIÓN CON LAS NORMAS

La figura 110 muestra la comparación entre las especificaciones de Perú y la UE y la calidad real de la gasolina de invierno de 2019 a 2020. Las diferencias de las especificaciones entre Perú y la UE están relacionadas en su mayoría con el octanaje y azufre. Los requerimientos de RON son significativamente más bajos que en las especificaciones de la UE. El mandato de mezcla de etanol requerido en Perú es 7.8% v/v, mientras que en la UE dependiendo del país es de 5% v/v o 10% v/v. El contenido de azufre permitido en Perú es mucho mayor que en las especificaciones de la UE, pero el contenido real es apenas un poco más alto que en la gasolina europea. Además, se halló un poco de manganeso en la RON 84 de Perú, el cual no se usa en la UE.

La calidad real que se muestra es el valor promedio de 12 muestras: Se tomaron 2 muestras de RON 84 E7.8, 4 de RON 90 E7.8, 4 de RON 95 E7.8 y 2 de RON 97 E7.8 en Arequipa y Lima.

**Figura 110: Comparación entre las especificaciones del Perú y la UE, y datos de calidad real**

	Especificaciones de Perú				Promedio de la calidad real de la gasolina del Perú en invierno de 2019 a 2020				Especificaciones de la UE				
	Fecha de implementación	2009			N/D			2017			RON 95 E5	RON 95 E10	RON 98 E5
Grado seleccionado	Mezcla de etanol RON 84	Mezcla de etanol RON 90	Mezcla de etanol RON 95	Mezcla de etanol RON 97	Mezcla de etanol RON 84	Mezcla de etanol RON 90	Mezcla de etanol RON 95	Mezcla de etanol RON 97	RON 95 E5	RON 95 E10	RON 98 E5	RON 98 E10	
Nombre	Resolución Ministerial N° 515-2009-MEM/DM				Valores promedio				EN 228:2012 + A1:2017 (autorización Euro 6)				
Cont. de benceno	< 2% v/v (gasolina sin etanol)				0,66% v/v				< 1 %v/v				
Compuestos aromáticos	< 45% v/v (gasolina sin etanol)				28,3% v/v				< 35 %v/v				
Olefinas	< 25% v/v (gasolina sin etanol)				13,4% v/v				< 18 %v/v				
Cont. de plomo	< 0,013 g/l				< 2,5 mg/l				< 5 mg/l				
Manganeso	< 8,3 mg/l (gasolina sin etanol)				29 mg/kg	0	0	0	< 2,0 mg/l				
RON	> 84	> 90	> 95	> 97	87,9	93,2	97	98,8	> 95	> 95	> 98	> 98	
MON	-				-				> 85	> 88	> 85	> 88	
Cont. de azufre	< 2000 mg/l (< 50 mg/kg gasolina sin etanol)				165 mg/kg	168 mg/kg	12 mg/kg	10 mg/kg	< 10 mg/kg				

Cont. de oxígeno	< 0,35 %m/m (gasolina sin etanol)	-	<2,7 % m/m	<3,7 % m/m	<2,7 % m/m	<3,7 % m/m
Etanol (EtOH)	< 7,8 %v/v	7,59% v/v	<5 %v/v	<10 %v/v	<5 %v/v	<10 %v/v
PVR 37,8°C (Verano)	< 76 kPa	66,8 kPa			> 60 - 70 kPa *Depende del país, la PVR está regulada en la Directiva de Calidad de Combustibles de la UE	
Éteres con 5 átomos de C o más	-	0% v/v	Con base en el contenido de oxígeno	<22 %v/v	Con base en el contenido de oxígeno	<22 %v/v

\* Los valores que no cumplen con las especificaciones de la UE se presentan en naranja y en azul los que no cumplen con las especificaciones peruanas.

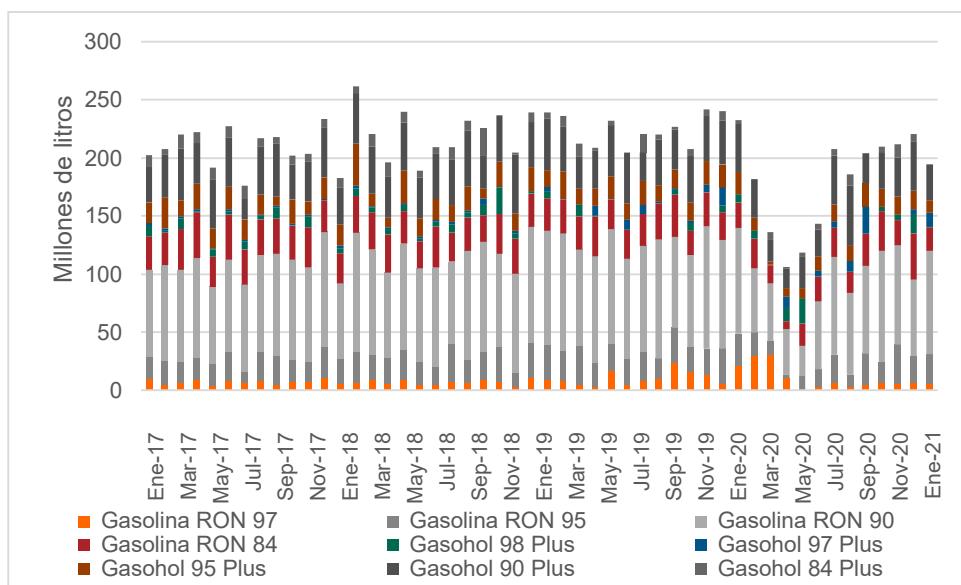
Fuente: *Especificaciones peruanas y de la UE, SGS Worldwide Fuel Survey, 2021*

## ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA

Perú no produce toda la demanda de gasolina del mercado. En el mercado se venden cinco grados de octanaje, no obstante, la especificación solo incluye cuatro de ellos. La gasolina RON 98 se vende en provincias con una densidad de población importante, como materia prima de alta calidad.

Perú produce principalmente gasolinas RON 90 y RON 84 e importa RON 95, RON 97 y RON 98. Como se observa en la figura 109, las refinerías nacionales no cuentan con la suficiente capacidad para producir gasolina de alto octanaje. Esa es la razón principal por la que el gobierno solo requiere gasolina con un octanaje mayor a 95 para tener 50 mg/kg de azufre. El grado RON 98 es una materia prima cara que los fabricantes de combustibles ofrecen como producto premium y solo se vende en ciudades grandes como Lima o Callao. Además, las especificaciones técnicas de la gasolina no abarcan este grado. La producción total de gasolina en Perú es irregular y varía significativamente cada mes. Va desde 170 millones a 260 millones de litros al mes.

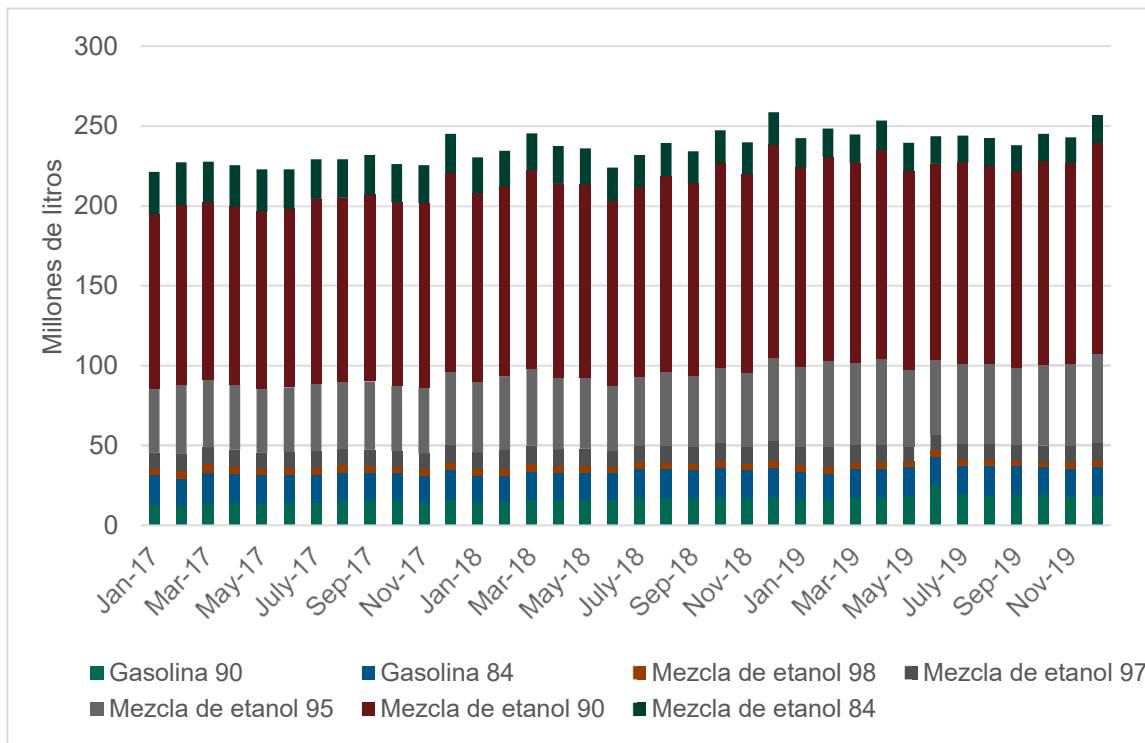
**Figura 111: Producción de gasolina y mezcla de etanol en Perú por octanaje**



Fuente: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería de Perú (OSINERGMIN),

La demanda de gasolina es aproximadamente 10% mayor que la oferta en Perú. El consumo mensual de gasolina aumentó desde enero de 2017, pero no significativamente.

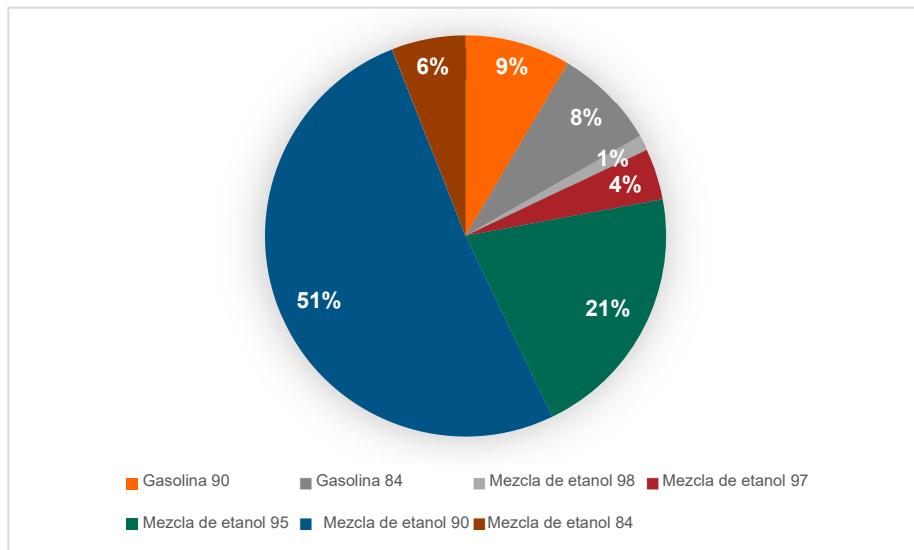
**Figura 112: Demanda de gasolina en Perú por octanaje**



Fuente: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería de Perú (OSINERGMIN),  
Compilación de SGS INSPIRE

La figura 113 ilustra la participación de cada octanaje en el mercado de la gasolina en Perú a septiembre de 2020.

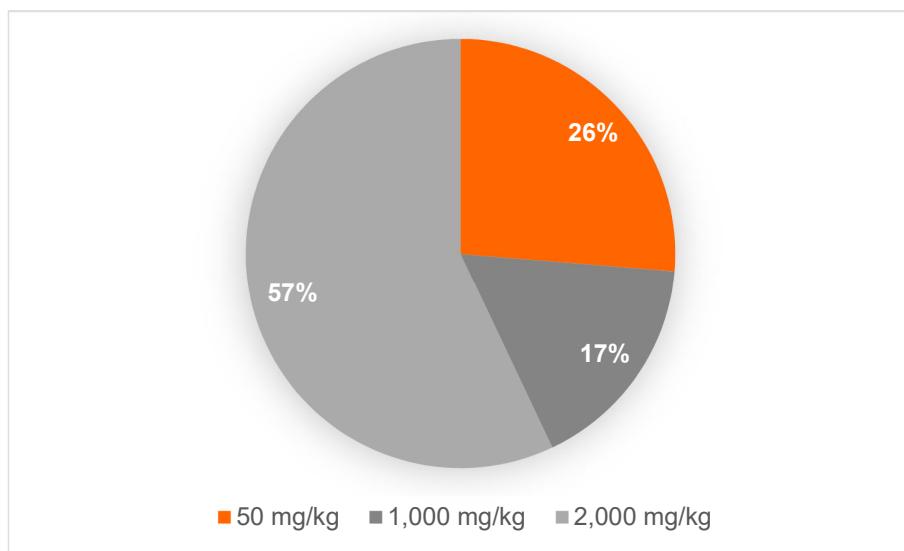
**Figura 113: % de participación de gasolina por octanaje, septiembre de 2020**



Fuente: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería de Perú (OSINERGMIN),  
Compilación de SGS INSPIRE

La figura 114 ilustra el % de participación de gasolina con 50 mg/kg de azufre en el mercado, comparado con la gasolina de 1.000 mg/kg de y la gasolina mezclada con etanol de 2.000 mg/kg.

**Figura 114: % de participación de gasolina por grado de azufre en Perú, septiembre de 2020**



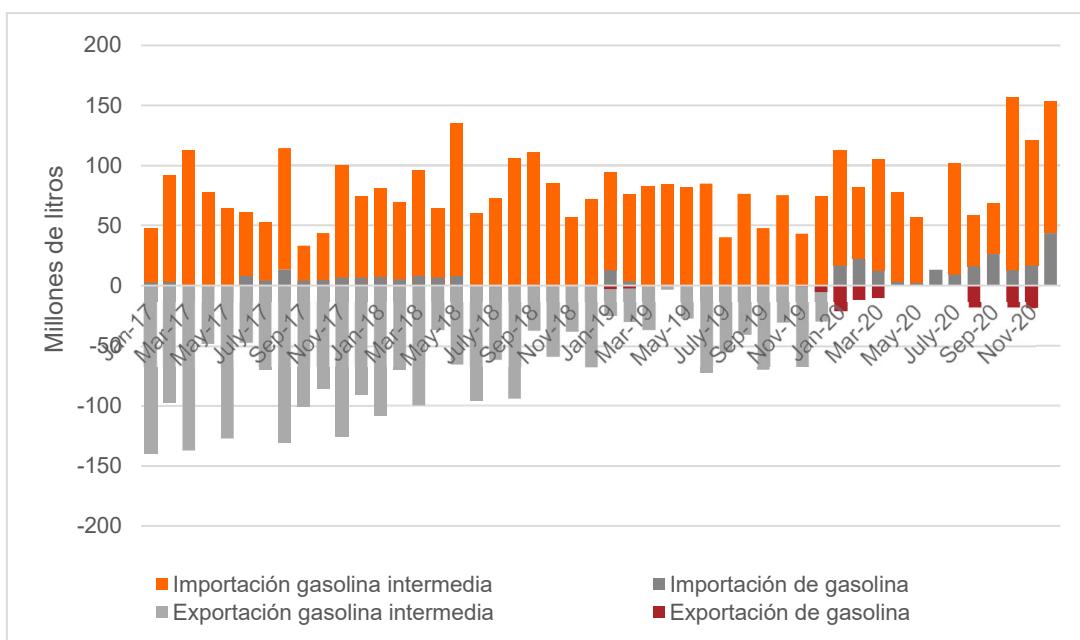
Fuente: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, OSINERGMIN,  
Compilación de SGS INSPIRE

La figura 115 muestra que las importaciones y exportaciones de gasolina terminada son insignificantes, mientras que la nafta craqueada (gasolina intermedia) se comercializa en volúmenes importantes; no obstante, las importaciones y exportaciones disminuyeron entre 2017 y 2019. La disminución más significativa de exportaciones coincide con el ligero aumento en la demanda nacional de gasolina.

Además, los datos de SGS SOL indican que en la terminal de la refinería Talara de Petroperú se importaron casi 700 millones de litros de gasolina (sin grado especificado). También se importaron pequeñas cantidades de otros componentes de la mezcla de gasolina.

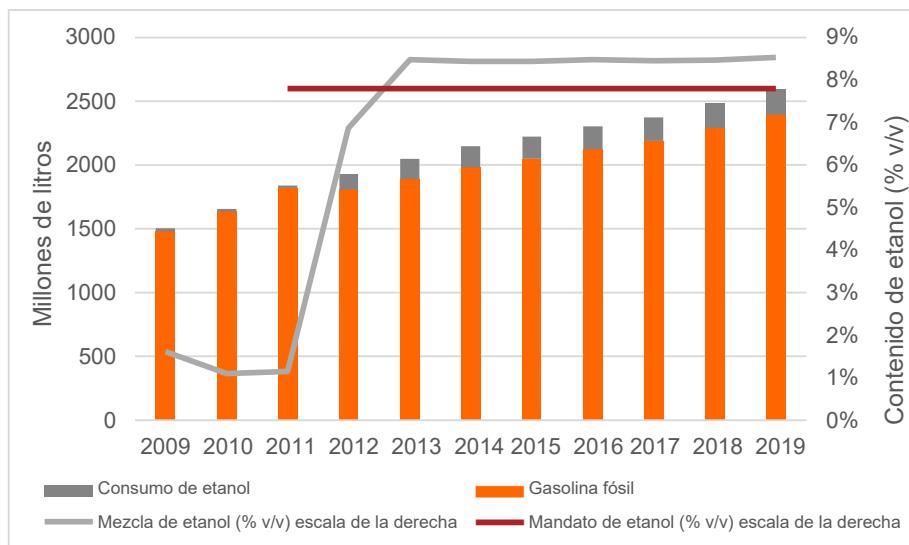
De acuerdo con Comtrade de Naciones Unidas, en 2019 las importaciones provinieron de Brasil, Colombia, México y Europa.

**Figura 115: Importaciones de gasolina en Perú, de 2009 a 2020**



Fuente: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería de Perú (OSINERGMIN),  
Compilación de SGS INSPIRE

Como se muestra en la figura siguiente, el mandato de etanol se cumplió a mediados de 2012 (en las provincias en las que era obligatorio) y desde entonces se ha mantenido estable en 8,5% v/v. En años recientes ha disminuido el creciente ritmo de demanda de la gasolina E7.8, ya que cada vez más los taxis y autobuses cambian a gas natural licuado (LNG) y gas licuado de petróleo (LPG).

**Figura 116: Etanol mezclado en la gasolina en Perú de 2009 a 2019**

Fuente: U.S. Department of Agriculture Gain Report Biofuels Annual, Compilación SGS INSPIRE

El [Decreto supremo 013-2005-EM - Regulación de la promoción del mercado de biocombustibles](#) establece en 7.8 %v/v el contenido de etanol en gasolina que se distribuye en Perú, en todas las provincias, excepto el Amazonas y las regiones vecinas. El nivel mínimo de mandato se aplica en todos los grados de la gasolina.

El programa inicial para introducir la mezcla de etanol en Perú en 2005 fue el siguiente:

**Figura 117: Programa inicial de introducción de la mezcla de etanol en Perú**

	30 de junio de 2006	1 de enero de 2008	1 de enero de 2020
Regiones	La Libertad, Lambayeque, Ancash, Piura, Barranca y Huaura	Loreto, Ucayali, Amazonas, San Martín y Huánuco	Todas las regiones

Fuente: Decreto supremo 013- 2005 EM

Cuatro decretos adicionales [Decreto supremo N° 064-2008-EM](#), [Decreto supremo N° 091-2009-EM](#), [Decreto supremo N° 061-2010-EM](#) y el [Decreto supremo N° 024-2011-EM](#) se publicaron años después y modificaron algunas de las disposiciones que regulan la distribución de biocombustible en Perú y establecieron nuevos programas de mínimos de mezcla de biocombustibles en combustibles fósiles. El último programa dejó fuera de alcance del requerimiento de mezcla de etanol a las regiones del Amazonas. Las otras regiones cumplieron con el programa a tiempo.

La gasolina sin etanol se surte en Perú solo en las provincias de Amazonas, San Martín, Loreto, Ucayali y Madre de Dios. Estas provincias se encuentran al noreste del país, en el Amazonas o cerca de él, cuya accesibilidad es más difícil que el resto de provincias del país.

Las mezclas de etanol se surten en las provincias de Ancash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Ica, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima Norte, Lima Sur, Moquegua, Pasco, Piura, Puno, Tacna y Tumbes. Todos los grados de mezclas de etanol en el mercado contienen la misma cantidad de etanol.

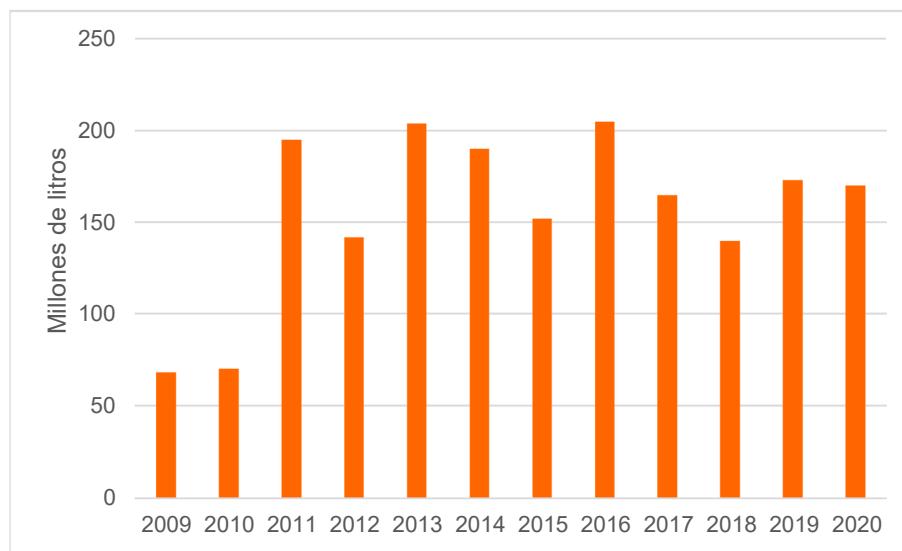
**Figura 118: Mezcla de etanol por región en Perú**



Fuente: Compilación de SGS INSPIRE

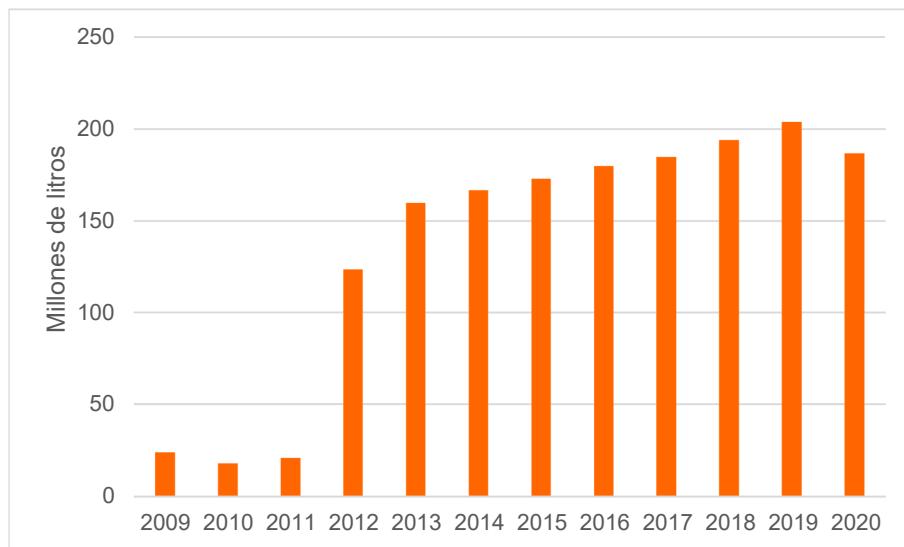
En Perú hay dos instalaciones de producción de etanol localizadas en la parte norte del país: Aurora y Caña Brava. Perú utiliza caña de azúcar como materia prima para la producción de etanol. Las instalaciones de Aurora, propiedad de Coazucar, están configurada para producir azúcar o etanol, en función de la economía del momento dado.

**Figura 119: Producción de etanol en Perú de 2009 a 2020**



Fuente: U.S. Department of Agriculture Gain Report Biofuels Annual, Compilación SGS INSPIRE

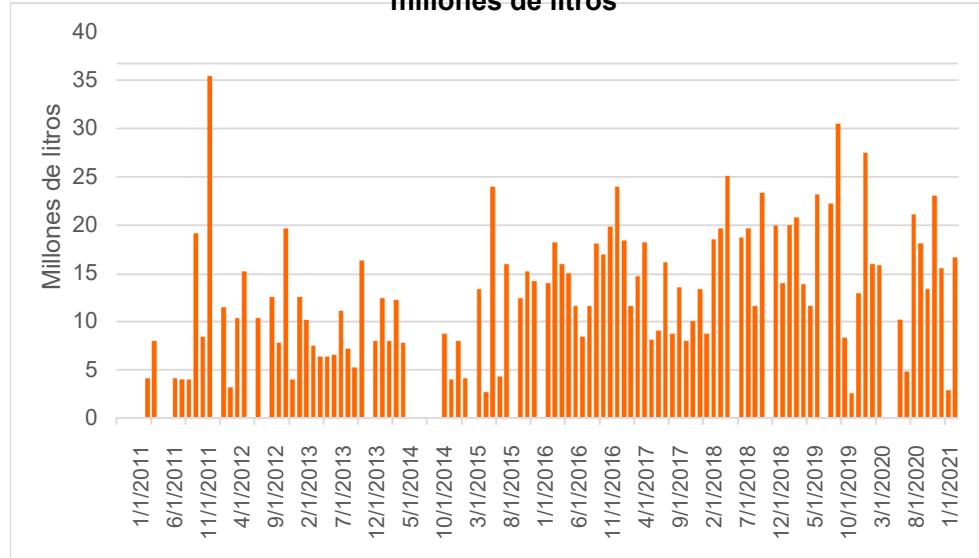
**Figura 120: Consumo de etanol en Perú de 2009 a 2020**



Fuente: U.S. Department of Agriculture Gain Report Biofuels Annual, Compilación SGS INSPIRE

Tradicionalmente Perú se ha enfocado en suministrar al mercado de la UE con etanol, mientras que para el mercado nacional recurre en mayor medida al etanol de EE. UU. y el brasileño de vez en cuando.

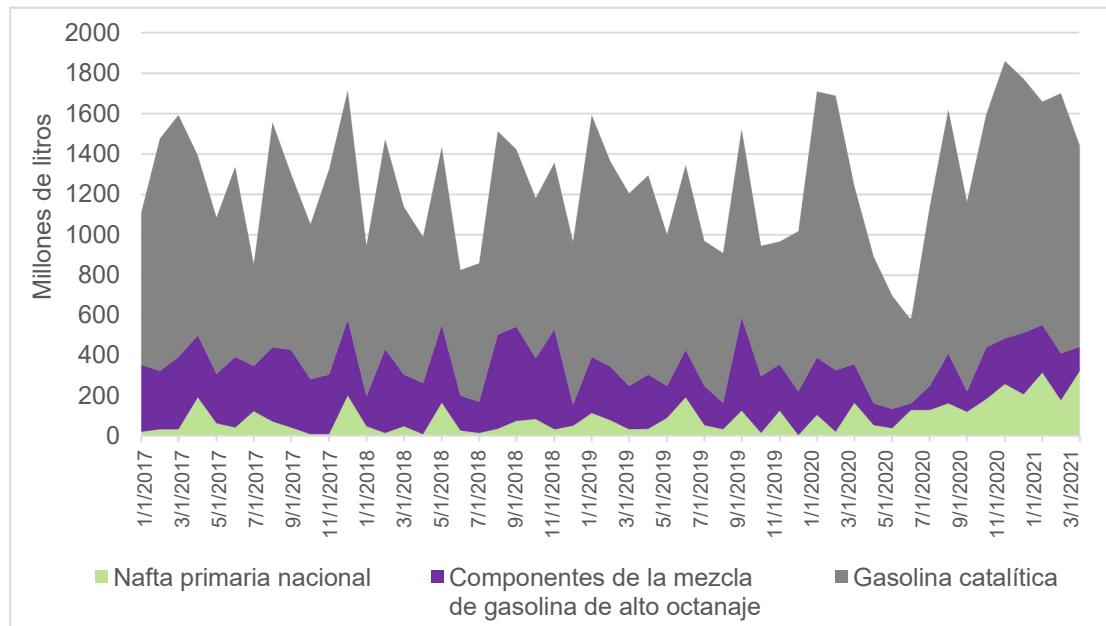
**Figura 121: Exportación de etanol estadounidense a Perú, millones de litros**



Fuente: EIA, 2021

De acuerdo con el Ministerio de Energía y Minas del Perú, los principales componentes de la mezcla utilizados para producir gasolina en el país son los siguientes:

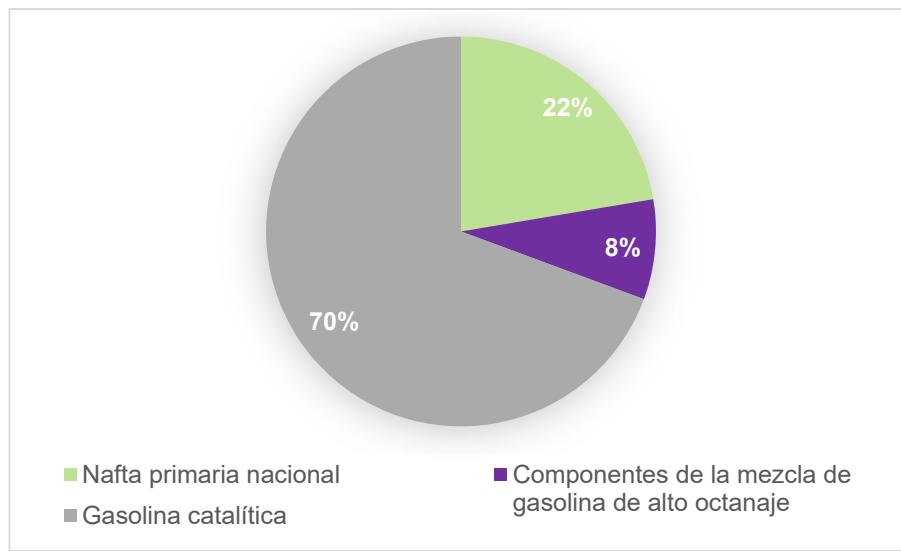
**Figura 122: Componentes de la mezcla de gasolina en Perú, de 2017 a 2021**



Fuente: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería de Perú (OSINERGMIN), Compilación de SGS INSPIRE

Tomando en cuenta esto último, los componentes de la mezcla de gasolina en Perú deben ser como se muestra en la figura 123.

**Figura 123: Componentes de la mezcla de gasolina en Perú**



Fuente: Ministerio de Energía y Minería, Compilación de SGS INSPIRE

# URUGUAY

## REGULACIONES

### Gasolina

Las especificaciones actuales de la gasolina se definen en la [Resolución 110/014](#), publicada en el Diario Oficial el 18 de junio de 2014. Esta resolución modificó los parámetros de olefinas, redujo el contenido permitido de 25% v/v a 20% v/v. La resolución 110/014 reemplazó a la [Resolución 150/008](#) del 18 de noviembre de 2008, la cual regulaba las especificaciones de todos los combustibles en Uruguay.

La [Resolución 150/008](#) señalaba que a partir del 1 de octubre de 2012, el contenido de azufre máximo permitido en gasolina de automotores era 30 mg/kg. También especificó tres grados de gasolina: RON 87, RON 95 y RON 97. La Resolución 110/2014 más reciente incluía solo las gasolinas RON 93 y RON 97; la gasolina RON 87 se eliminó gradualmente.

Los valores de presión de vapor Reid (PVR) dependen de la temporada. El nivel máximo de PVR en verano (de noviembre a marzo) es de 10.5 psi (72.4 kPa) y en invierno (de abril a octubre) es de 12 psi (82.7 kPa).

La ANCAP, Administración Nacional de Combustibles Alcohol y Pórtland, empezó la producción de gasolina RON 95 y RON 97 que cumplen las especificaciones mejoradas de las normas de emisiones vehiculares autorización Euro 5 en 2019.

La ANCAP es el único productor e importador de combustibles de Uruguay. La gasolina que la ANCAP produce e importa tiene mejor calidad que la requerida en las especificaciones nacionales.

### Etanol

El etanol (E100) no se usa como combustible limpio, pero se puede mezclar con gasolina hasta 10 % v/v.

La Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA) no regula específicamente la calidad del etanol, pero el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT) publicó dos normas, una para el etanol hidratado ([Norma UNIT 1124:2010](#) del 30 de septiembre de 2010) y otra para etanol anhídrico a mezclar con gasolina ([Norma UNIT 1122:2009](#) del 30 de noviembre de 2009). El etanol que se vende en el mercado uruguayo debe cumplir con los límites que se incluyen en dichas normas, de acuerdo con la [Ley 18.195](#) de biocombustibles, para regular su promoción, producción, abastecimiento y uso.

La mezcla de etanol en Uruguay empezó en 2007, cuando se implementó la [Ley 18.195](#). La ley 18.195 le exigía a ANCAP que incorporara el etanol nacional hasta un 5% v/v de manera voluntaria hasta el 31 de diciembre de 2014. Solo a partir del 1 de enero de 2015 se implementó como mandato el 5% v/v. Desde esa fecha y hasta la actualidad, el máximo permitido de contenido de etanol es de 10% v/v.

## NORMAS DE CALIDAD DE COMBUSTIBLES Y OBJETIVOS ACTUALES

La ANCAP ya produce autorización de gasolina Euro 6, aunque las especificaciones son menos rigurosas y solo alcanzan el nivel de la gasolina Euro 4/Euro 5. Uruguay no cuenta con reglamentaciones específicas en vigor para vehículos ligeros, pero aplica las normas de emisiones vehiculares Euro III para vehículos pesados.

## COMPARACIÓN CON LAS NORMAS

La figura 124 muestra las diferencias entre las especificaciones en la Resolución 110/2014 y las que sigue la ANCAP. También se incluye la calidad real de la gasolina uruguaya en el invierno 2019/2020. Como se mencionó, la calidad de la gasolina que produce ANCAP es muy similar a las especificaciones de autorización Euro 6 que actualmente se aplican en la UE. Con base en los resultados de las pruebas realizadas en la calidad real, el octanaje es el único parámetro que no cumple con las especificaciones europeas. Otros parámetros como benceno, aromáticos y olefinas están por debajo de los niveles máximos europeos.

La calidad real que se muestra en el cuadro es el valor promedio de 7 muestras: 4 muestras de RON 95 E10 y 3 de premium plus RON 97 E10 tomadas en Montevideo y Nueva Palmira.

**Figura 124: Comparación entre las especificaciones gubernamentales y de la industria uruguaya, y las autorizadas Euro 6 de la UE y datos de calidad real**

	Especificaciones de Uruguay				Promedio de la calidad real de la gasolina de Uruguay en invierno de 2019/2020		Especificaciones de la UE					
Fecha de implementación	2019		2020		N/D		2017					
Grado seleccionado	Súper 95 30-S	Premium 97 30-S	Súper 95 30-S	Premium 97 30-S	Súper 95 30-S	Premium 97 30-S	RON 95 E5	RON 95 E10	RON 98 E5	RON 98 E10		
Nombre	Resolución 110/2014				Valores promedio		EN 228:2012 + A1:2017 (autorización Euro 6)					
Contenido de benceno	< 1 %v/v				0,54% v/v		< 1 %v/v					
Compuestos aromáticos	< 40 %v/v		< 35 %v/v		30,8% v/v		< 35 %v/v					
Olefinas	< 20 %v/v		< 18 %v/v		10,4% v/v		< 18 %v/v					
Contenido de plomo	< 0,005 g/l				<0,0025 g/l		< 5 mg/l					
Manganeso	< 2,5 mg/l				< 0,1 mg/l		< 2,0 mg/l					
RON	> 95	> 97	> 95	> 97	94,3	95,8	> 95	> 95	> 98	> 98		
MON	> 82	> 84	> 85		84,4	84,7	> 85	> 88	> 85	> 88		
Contenido de azufre	< 30 mg/kg		< 10 mg/kg		6,1 mg/kg		< 10 mg/kg					
Contenido de oxígeno	< 2,7 %m/m				-		<2,7 %m/m	<3,7 %m/m	<2,7 %m/m	<3,7 %m/m		
Etanol (EtOH)	< > 10 %v/v				10,9% v/v		<5 %v/v	<10 %v/v	<5 %v/v	<10 %v/v		
PVR 37,8°C (Verano)	<> 72 kPa		<> 50-80 kPa		-		<> 60 - 70 kPa					
PVR 37,8°C (Invierno)	<> 83 kPa		<> 45-67 kPa		58 kPa		*Depende del país, la PVR está regulada en la Directiva de Calidad de Combustibles de la UE					
Éteres con 5 átomos de C o más	-				0% v/v		Con base en el contenido de oxígeno	<22 %v/v	Con base en el contenido de oxígeno	<22 %v/v		

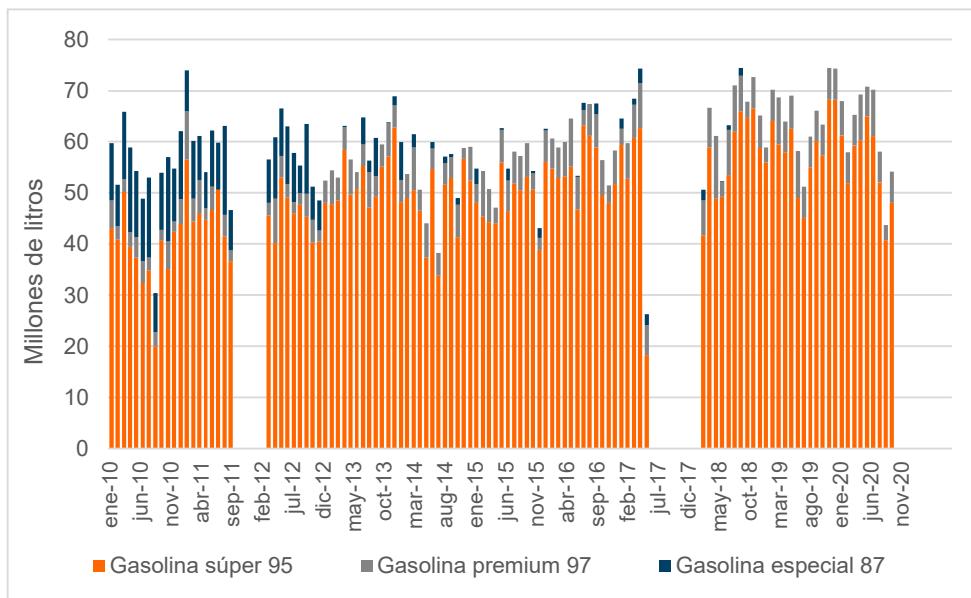
\* Los valores que no cumplen con las especificaciones de la UE se presentan en naranja y en azul los que no cumplen con las especificaciones uruguayas.

Fuente: Especificaciones uruguayas y de la UE, GS Worldwide Fuel Survey, 2021

## ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA

La producción total de gasolina en Uruguay varía entre 70 a 50 millones de litros al mes, pero el rendimiento de la refinería puede ser menor. En 2020, la gasolina RON 95 representó aproximadamente el 90% de la producción total y la RON 97 el 10%.

**Figura 125: Producción de gasolina en Uruguay por octanaje**

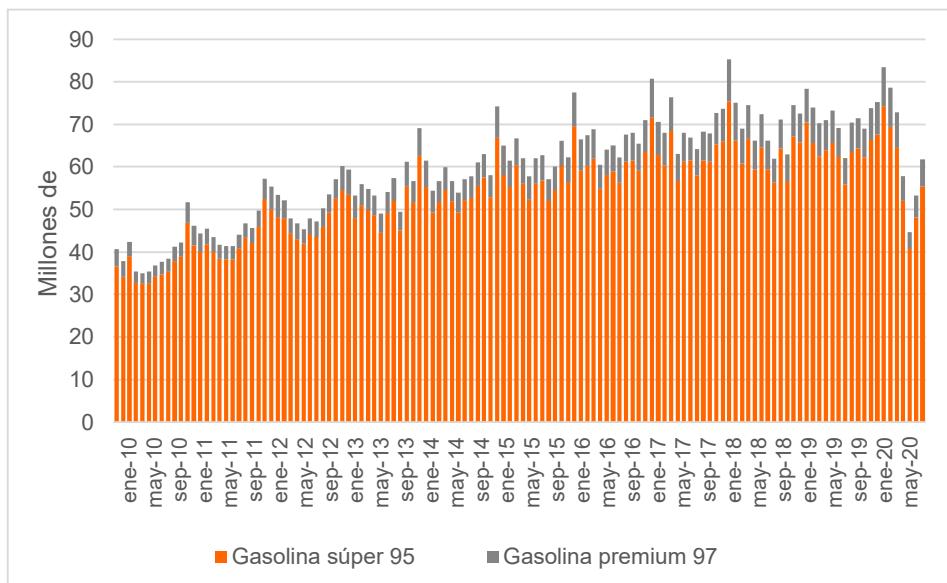


\*SP: súper

Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minería, Compilación de SGS INSPIRE

En los últimos años la demanda de gasolina ha aumentado constantemente en Uruguay. Alcanzó los 80-70 millones de litros antes de la pandemia del covid-19 cuando la demanda cayó a los valores de 2010.

**Figura 126: Demanda de gasolina en Uruguay por octanaje**

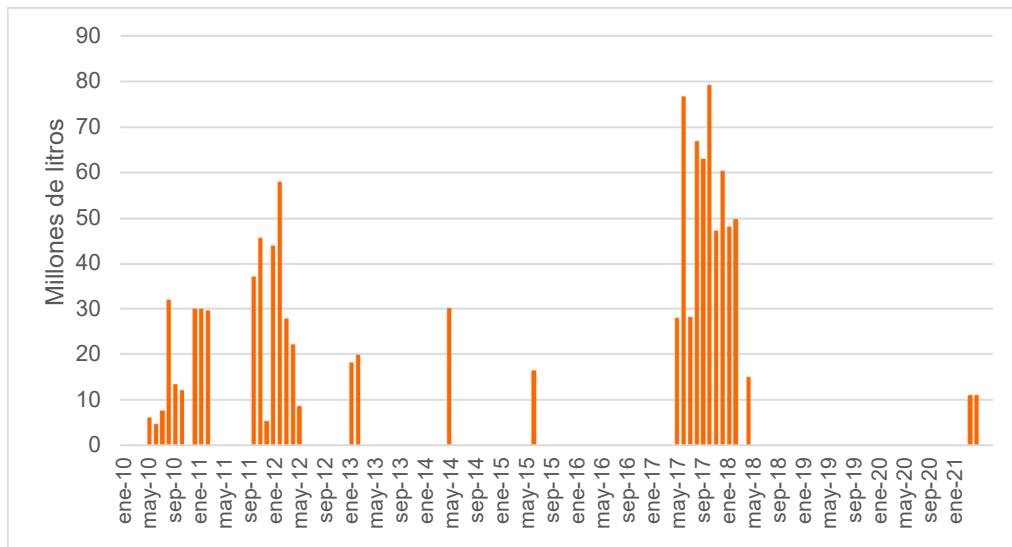


Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minería, Compilación de SGS INSPIRE

Cuando la refinería nacional no puede cubrir la demanda interna, Uruguay necesita importar gasolina. Esto normalmente pasa solo cuando la refinería necesita parar para mantenimiento.

De acuerdo con Comtrade de Naciones Unidas, en 2020 las importaciones de gasolina a Uruguay provinieron de Estados Unidos y en su mayoría de Bélgica y Alemania.

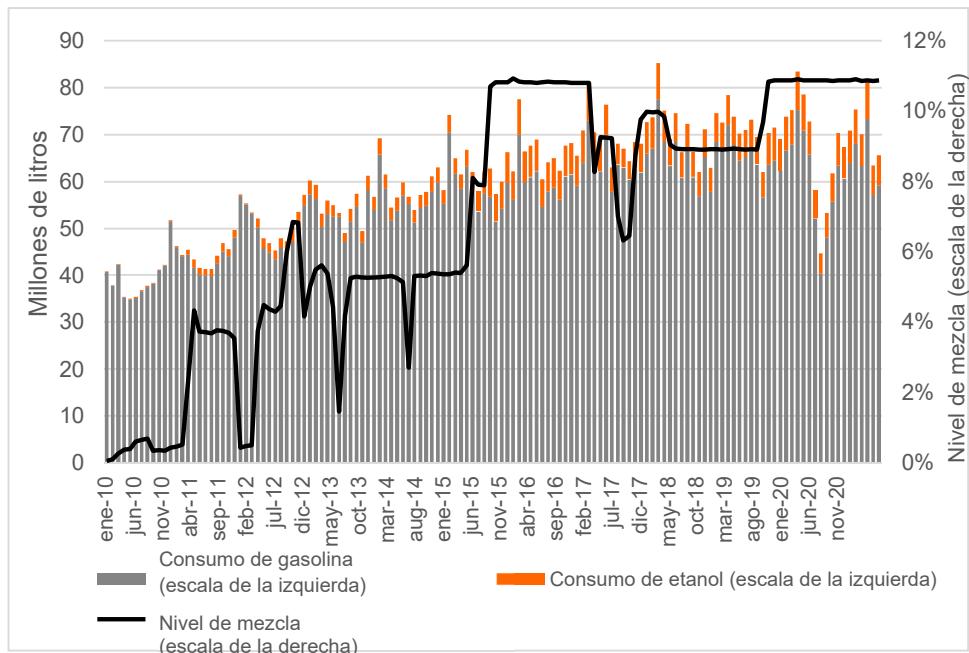
**Figura 127: Importaciones de gasolina a Uruguay de 2010 a 2020**



Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minería, Compilación de SGS INSPIRE

La siguiente figura muestra el volumen de etanol mezclado en gasolina desde 2010. Desde entonces ha aumentado de manera constante. Sin embargo, en algunos meses se ha mezclado muy poco etanol, lo cual se debe a que la mezcla de etanol depende por completo de la oferta nacional y cuando hay escasez de etanol se refleja en la baja mezcla de este alcohol. En 2015, cuando se hizo oficial el mandato de mezcla 5% v/v y se comisionó una nueva instalación de etanol, hubo un incremento significativo del volumen de etanol mezclado en la gasolina. En el momento de escribir este informe (agosto de 2021), se mezcla casi 11% v/v de etanol, sin importar los cambios en el consumo de gasolina en los meses. Esto está por arriba del mandato establecido de 10% v/v.

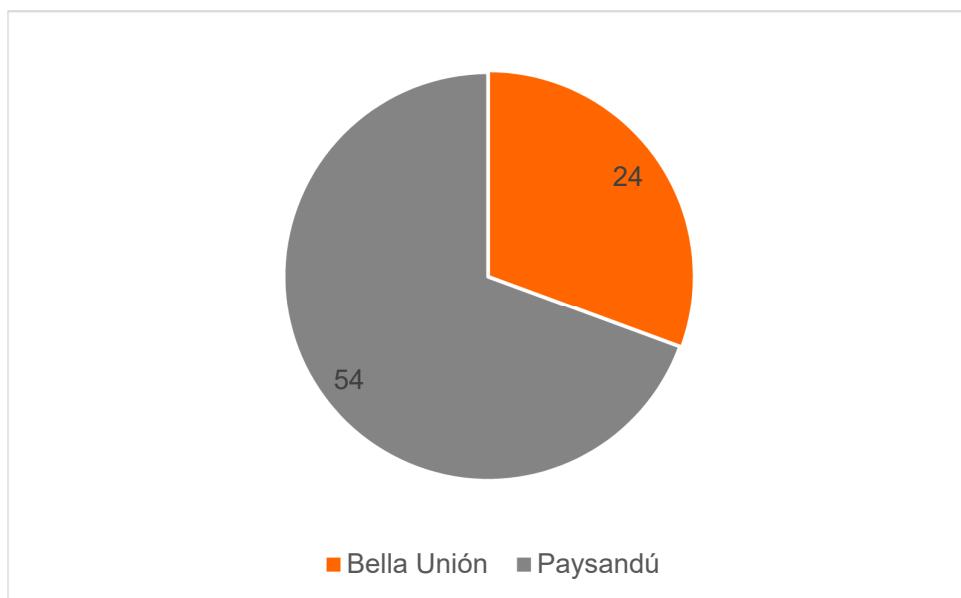
**Figura 128: Etanol mezclado en la gasolina en Uruguay de 2010 a 2020**



Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minería, Compilación de SGS INSPIRE

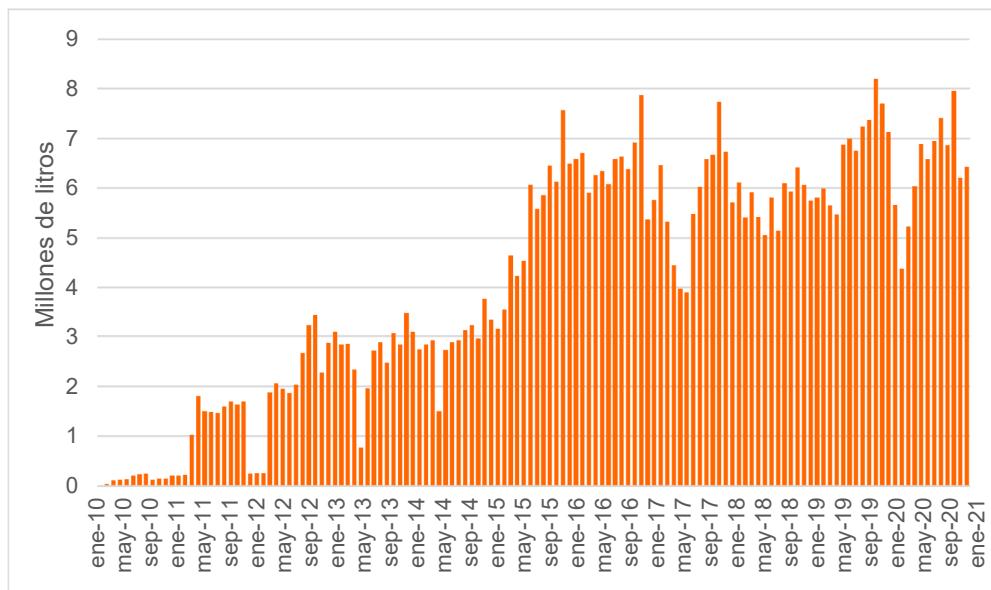
Hay dos plantas de etanol en Uruguay, Bella Unión en Artigas (capacidad de producción de 30 millones de litros) y Paysandú (capacidad de producción de 70 millones de litros). Las materias primas que se usan son caña de azúcar en Bella Unión y sorgo, cebada, maíz y trigo en Paysandú. Ambas plantas son propiedad de ALUR (Alcoholes del Uruguay), la rama de biocombustibles de ANCAP. Las figuras 129 y 130 a continuación indican la producción y consumo de etanol en Uruguay.

**Figura 129: Producción de etanol por instalación en 2020 en Uruguay (millones de litros)**



Fuente: ANCAP, Compilación de SGS INSPIRE

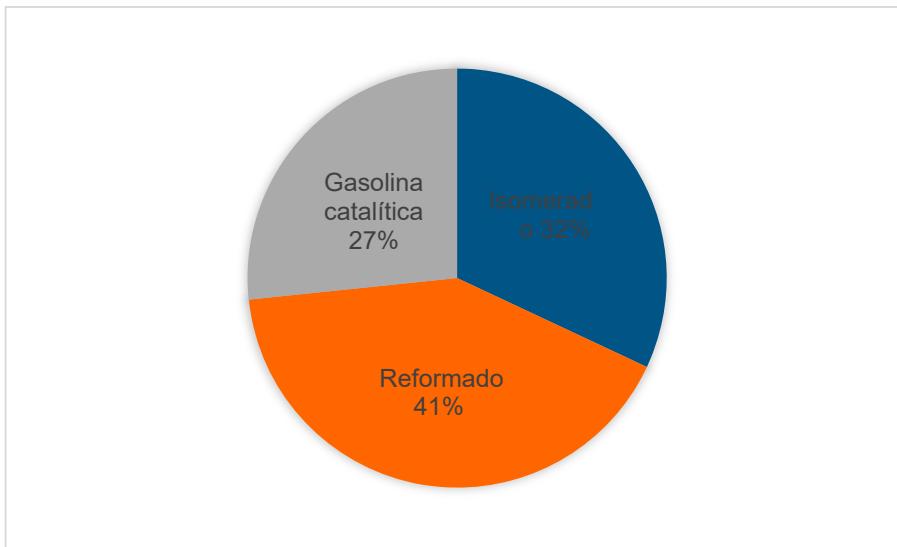
**Figura 130: Consumo de etanol en Uruguay de 2010 a 2020**



Fuente: Ministerio de Industria, Energía y Minería, Compilación de SGS INSPIRE

Desde su fundación, la ANCAP ostenta el monopolio en Uruguay tanto de la importación como del refinado del petróleo crudo y sus derivados. Uruguay tiene menor capacidad de refinación que otros países de Latinoamérica como Argentina o Chile; produce principalmente componentes de gasolina como catalítica , Isomerado y reformado.

**Figura 131: Componentes de la mezcla de gasolina que se producen en Uruguay**



Fuente: ANCAP, Compilación de SGS INSPIRE

## SECCIÓN 2. OPTIMIZACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA GASOLINA PARA LA MEZCLA CON ETANOL

Esta sección analiza los resultados del modelo de optimización de la mezcla y muestra cómo el incremento en la mezcla de etanol podría optimizar la combinación de los componentes de la mezcla en cada país.

El modelo de mezcla pretende minimizar el precio de una gasolina terminada generada con el modelo, basándose en los precios de sus componentes. Además, busca el cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos, con el uso de los componentes de la mezcla de gasolina disponibles en el país seleccionado. El modelo además optimiza el precio del componente de la mezcla mediante restricciones de calidad. Estas restricciones permiten que la mezcla cumpla con las propiedades establecidas en la gasolina terminada. El modelo trabaja con composición volumétrica (% v/v) de los componentes. Los componentes de la mezcla y su cantidad máxima se restringen de acuerdo con la disponibilidad en el país seleccionado.

La figura 132 muestra los precios que se tomaron en cuenta para los componentes de la mezcla de gasolina en el modelo.

**Figura 132: Precios de los componentes de la mezcla de gasolina utilizados en el modelo de optimización de 2019**

	Precio (USD/gal)
MTBE FOB USG	1,9
Alquilado FOB USGC barcaza	1,8
Reformado FOB USGC barcaza	1,8
Butano normal	0,7
Gasolina catalítica C5-400	1,6
Nafta de coquización	1,1
Isobutano	0,8
Isomerado C5	1,6
Pentano normal	0,7
Gasolina RBOB 83.7 USGC Houston prompt pipeline	1,6
Gasolina RBOB 91.3 USGC Houston prompt pipeline	1,7

Fuente: HCX

Con la herramienta de optimización de Excel, Solver, se evalúan múltiples combinaciones de componentes y se comparan los resultados de las ecuaciones con las propiedades de la gasolina terminada.

Después de múltiples iteraciones, el modelo obtuvo el % v/v de los componentes a ser mezclados con etanol, que cumplían todas las restricciones de calidad y de precio.

Los componentes de la mezcla utilizados en el modelo son principalmente reformado, gasolina catalítica, isobutano, Isomerado, Alquilado y etanol. No obstante, como se muestra en la [Sección 1](#), hay algunos países (es decir, Argentina, Ecuador, México, Perú) que producen otros componentes de la mezcla. En la figura 133 se definen los componentes de la mezcla incluidos en el modelo y otros componentes menores producidos en las refinerías de Latinoamérica, de acuerdo con los puntos de destilación. Es posible sustituir componentes con características similares en el proceso de mezclado de componentes para la producción de gasolina.

**Figura 133: Comparación de los componentes de la mezcla de gasolina según los puntos de destilación**

Componentes de la mezcla de gasolina	Definición
Reformado	La combinación compleja de hidrocarburos que se obtienen en un proceso hidrorrefinador-powerformer y con un rango de ebullición aproximado de 27°C a 210°C (de 80°F a 410°F)
Componentes de la mezcla de alto octanaje	Combinación compleja de alto octanaje de los hidrocarburos que se obtienen por la deshidrogenación catalítica de una nafta nafténica. Consiste predominantemente de aromáticos y no aromáticos que tienen números de carbono en su mayoría en el rango de C5 a C11 y con un rango de ebullición aproximado de 45°C a 185°C (113°F a 365°F)
Gasolina de hidrocraqueo	Combinación compleja de hidrocarburos a partir de la destilación de productos de un proceso de hidrocraqueo. Consiste predominantemente de hidrocarburos saturados que tienen números de carbono en su mayoría en el rango de C4 a C10 y con un rango de ebullición aproximado de -20°C a 180°C (-4°F a 356°F)
Gasolina catalítica	Combinación compleja de hidrocarburos producidos a partir de la destilación de productos de un proceso de reformado catalítico. Consiste primordialmente de hidrocarburos aromáticos que tienen números de carbono en su mayoría en el rango de C7 a C12 y con un rango de ebullición aproximado de 90°C a 230°C (194°F a 446°F)
Alquilado (ligero)	Combinación compleja de hidrocarburos producidos a partir de la destilación de los productos de la reacción de isobutano con hidrocarburos monoolefínicos que por lo general van en números de carbono de C3 a C5. Consiste predominantemente de hidrocarburos saturados de cadena ramificada con números de carbono en el rango de C7 a C10 y con un rango de ebullición aproximado de 90°C a 160°C (194°F a 320°F)
Isomerado	Combinación compleja de hidrocarburos obtenidos a partir de la isomerización catalítica de hidrocarburos parafínicos de C4 a C6 de cadena lineal. Consiste predominantemente de hidrocarburos saturados como isobutano, isopentano, 2,2 dimetilbutano, 2-metilpentano y 3-metilpentano. El rango de ebullición es de aproximadamente de 40°C a 140°C (104°F a 284°F)
Isobutano	Compuesto incluido en el Isomerado
Nafta primaria nacional	Oleoproductos refinados, parcialmente refinados o sin refinar producidos por la destilación de gas natural. Consiste en hidrocarburos que tienen números de carbono predominantemente en el rango de C5 a C6 y con un rango de ebullición aproximado de 100°C a 200°C (212°F a 392°F)
Nafta de coquización	Combinación compleja de hidrocarburos que se obtienen mediante el fraccionamiento de destilado de coque hidrodesulfurado. Consiste predominantemente de hidrocarburos que tienen números de carbono en su mayoría en el rango de C5 a C11 y con un rango de ebullición aproximado de 23°C a 196°C (73°F a 385°F)

Fuente: CONCAWE, *Petroleum Substances Inventory*

En países que importan bastante gasolina, la combinación de los componentes de la mezcla es un promedio de productos fabricados nacionalmente y componentes que por lo general se importan.

En países netamente importadores, la combinación de los componentes de la mezcla es similar a la composición de las gasolinas convencionales producidas en EE. UU., dado que es el principal exportador de gasolina de la región.

## Aspectos económicos de la optimización de componentes de la mezcla

De acuerdo con el estudio [The Impact of Ethanol Blending on U.S. Gasoline Prices](#) llevado a cabo por el National Renewable Energy Laboratory de EE. UU. en 2008, la mezcla de etanol en EE. UU. mantenía los precios de la gasolina al menudeo unos 17 centavos por galón menos que lo que serían sin etanol.

Otro [estudio](#) de la Universidad de California, 'Cost Benefit Analysis of MTBE and Alternative Gasoline Formulations', concluye que el costo de usar MTBE compensa los beneficios, si se toman en cuenta las políticas de calidad del aire y del agua. Hay alternativas de formulaciones de la gasolina que logran los beneficios de la calidad del aire de CaRFG2 sin los riesgos adicionales a los recursos hídricos de California ni los costos del tratamiento del agua. La política californiana de gasolina, CaRFG2, mezclada con etanol tiene un costo neto para lograr los beneficios en la calidad del aire. CaRFG2 con MTBE tiene el costo neto más alto de lograr los beneficios en la calidad del aire. Los factores de costo más importantes del MTBE son el costo del tratamiento del agua a fin de evitar daños a la salud humana, el aumento del costo directo y la posible pérdida de valor de la navegación recreativa.

## Puntos clave

La mezcla de componentes optimizados de los países con refinerías sencillas se compone principalmente de gasolina reformada, catalítica e Isomerado. En el caso de los países con refinerías más complejas o con grandes importaciones, la combinación de los componentes de la mezcla es reformado, gasolina catalítica, Isomerado, isobutano y Alquilado, en distintas proporciones.

Por lo general, la adición de etanol reduce la gasolina catalítica antes del reformado. Esto se debe a que sus precios son similares (el reformado es un poco más caro que la gasolina catalítica), pero el reformado tiene mayor octanaje, lo que representa una ventaja en la combinación de los componentes de la mezcla.

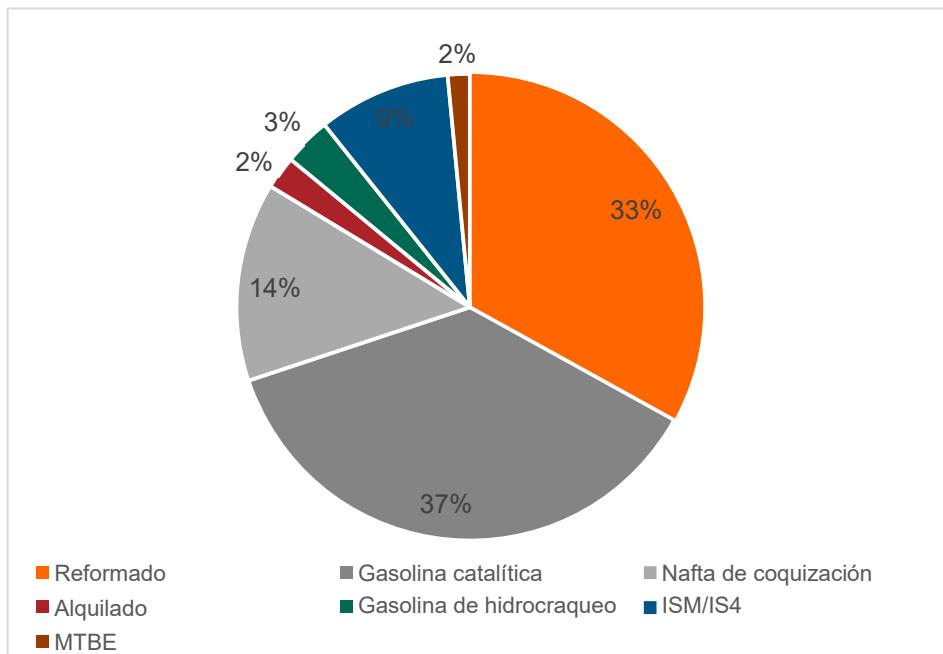
La adición de etanol en la combinación optimizada de los componentes de la mezcla provoca que se usen cortes más baratos, ya que el etanol aumenta el octanaje y no contiene azufre ni hidrocarburos. Además, hay una menor necesidad de añadir Alquilado, que es uno de los componentes de la mezcla más caros, y su proceso de producción (la unidad de alquilación) se encuentra con menor frecuencia en las refinerías que el reformado o las unidades FCC. Como se constata en varios países, el Alquilado es el componente de la mezcla que sale de la mezcla al añadir etanol.

En los países en los que no se utiliza etanol y el principal componente de la mezcla para aumentar octanaje es el MTBE, éste último puede sustituirse por etanol si se controla la PVR más allá de las especificaciones. Si los datos de la calidad real de la PVR están muy por debajo de los límites reglamentarios, es factible dicha sustitución.

## Argentina

En la figura 135 se muestra la combinación optimizada de los componentes de la mezcla para la producción de gasolina, así como la combinación optimizada si se añade etanol a los grados E10, E15, E20, E25 y E30. Se compara con los componentes actuales de la mezcla de gasolina en Argentina.

**Figura 134: Combinación de los componentes de la mezcla de gasolina en Argentina**



Fuente: HCX con datos de Wood Mackenzie PennEnergy Research y Oil and Gas Journal

Como puede verse, el promedio actual de la combinación de los componentes de la mezcla de la producción de gasolina usados en Argentina, que se encuentran en [secciones anteriores](#), y la combinación optimizada son muy parecidos. El reformado y la gasolina catalítica se incluyen en proporciones similares y también está presente el Isomerado. La principal diferencia es el isobutano, que debe sustituir la nafta de coquización utilizada actualmente en Argentina. Si se aumenta el contenido de etanol, disminuye la gasolina catalítica y el reformado se mantiene para el BOB usado hasta la E30. Esto se debe al hecho de que la gasolina catalítica es costosa, es el componente que más se produce en Argentina y su octanaje es más bajo que el reformado.

El gobierno argentino planea reducir el azufre en la gasolina de 150 mg/kg a 50 mg/kg en 2024, solo porque las refinerías necesitan tiempo para implementar los cambios para cumplir con la reducción de azufre de las nuevas normas. El incremento del contenido de etanol en la combinación de los componentes de la mezcla puede ayudar a reducir el azufre y aceleraría los planes para hacer más estrictas las especificaciones.

**Figura 135: Combinación de los componentes de la mezcla de mezclas de etanol y composición final de los grados de etanol**



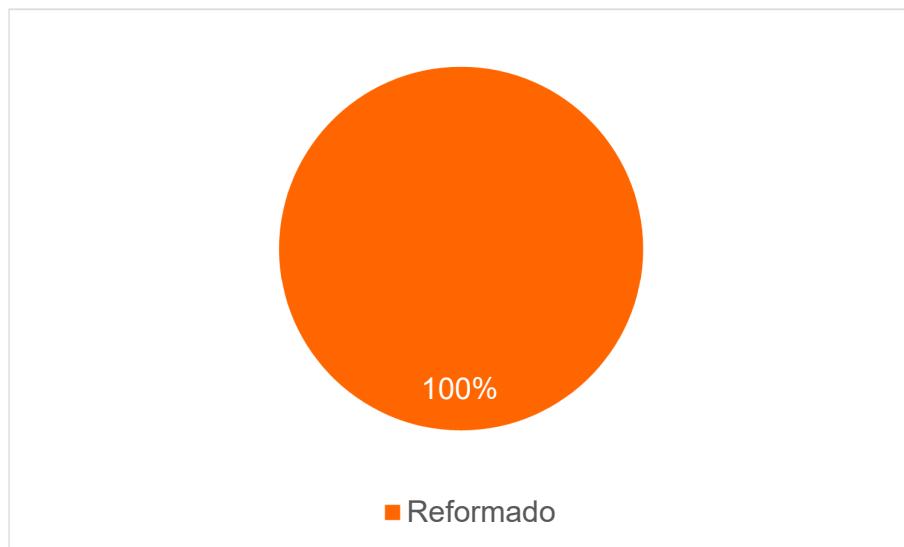
Fuente: HCX

## Bolivia

En la figura 137 se muestra la combinación optimizada de los componentes de la mezcla para la producción de gasolina, así como la combinación optimizada si se añade etanol a los grados E10, E15, E20, E25 y E30.

El componente de la gasolina que se usa principalmente es reformado.

**Figura 136: Combinación de los componentes de la mezcla de gasolina en Bolivia**

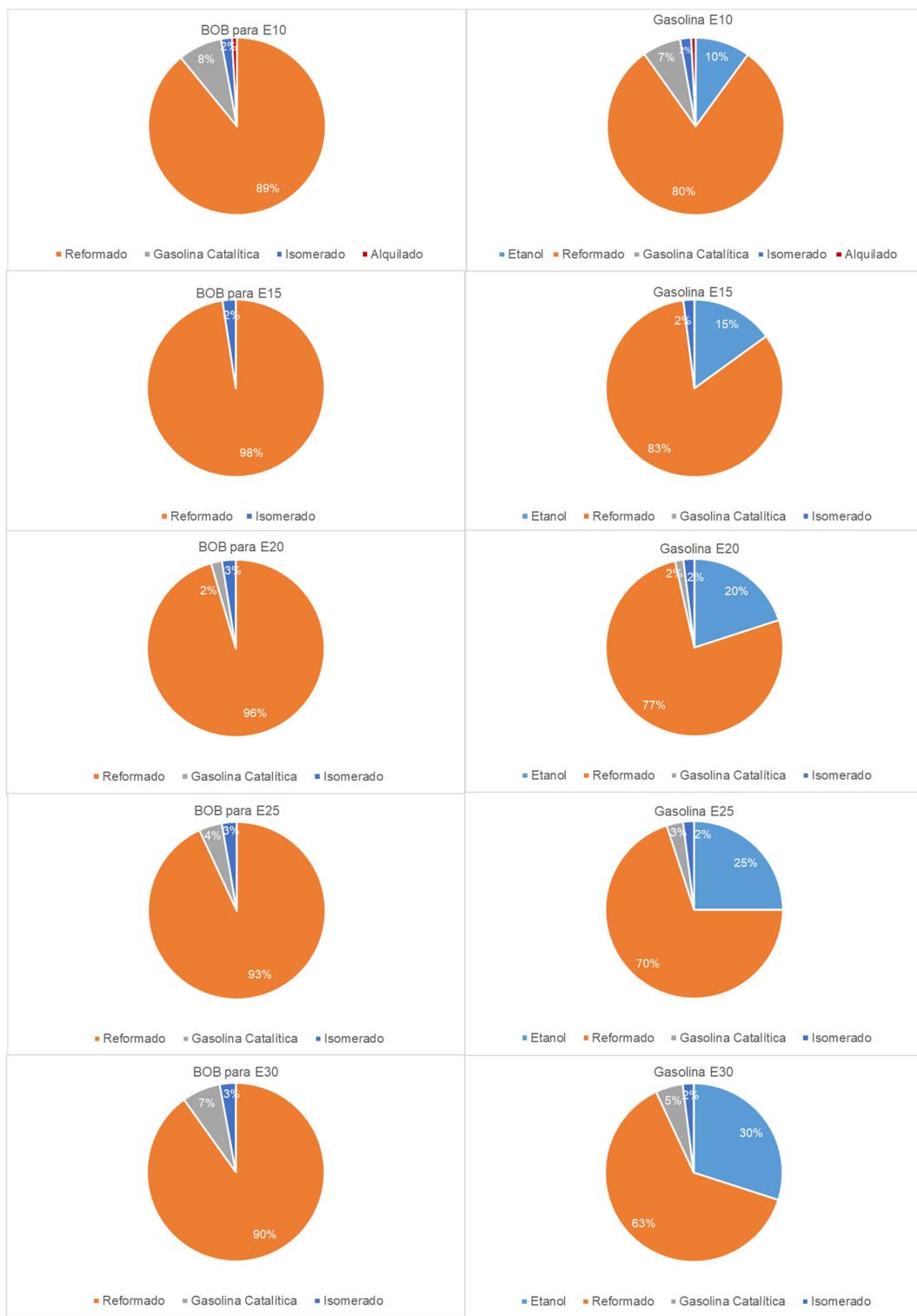


*Fuente: HCX*

Casi no hay diferencia entre la combinación optimizada que se muestra a continuación y los componentes de la mezcla de gasolina actuales en Bolivia (que [aquí](#) se muestran). En la actualidad, en Bolivia se usa mayormente el reformado, debido a la sencillez de sus refinerías. Además, se usan ciertas cantidades de Isomerados y gasolina catalítica. Las refinerías bolivianas producen gasolina con menos de 500 mg/kg de azufre, que es el límite reglamentario actual, pero no pueden producir gasolina de alto octanaje.

La historia de éxito al introducir la E12 en Bolivia demuestra que es posible la implementación más amplia de mezclas de etanol. El aumento de una mayor proporción de etanol en la combinación de los componentes de la mezcla de Bolivia puede ayudar a reducir el azufre y aumentar el octanaje. También reduciría la necesidad de incluir productos refinados más costosos, de los cuales carece el país.

**Figura 137: Combinación de los componentes de la mezcla de mezclas de etanol y composición final de los grados de etanol**

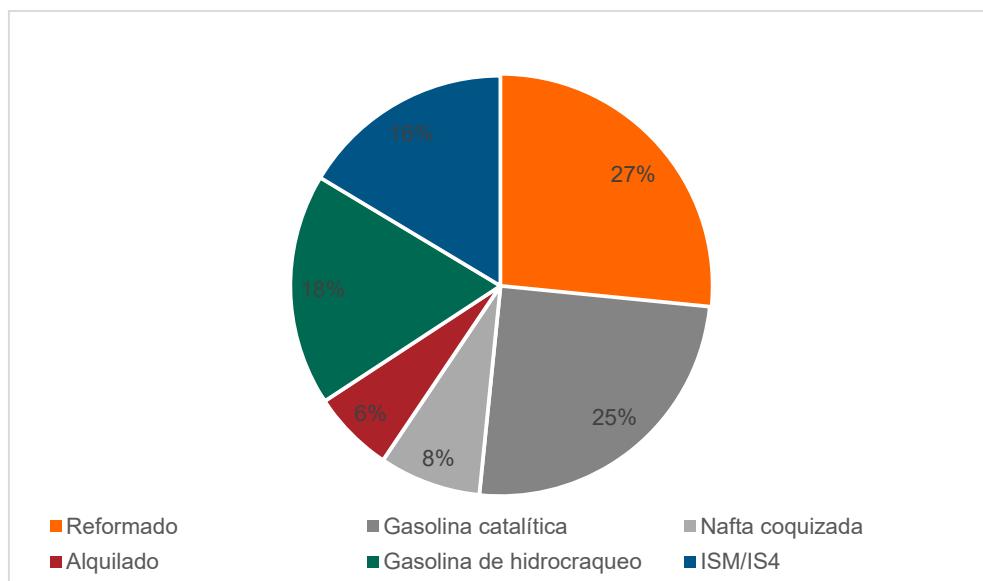


Fuente: HCX

## Chile

En la figura 139 se muestra la combinación optimizada de los componentes de la mezcla para la producción de gasolina, así como la combinación optimizada si se añade etanol a los grados E10, E15, E20, E25 y E30. Se compara con la combinación de los componentes de la mezcla de gasolina en Chile que a continuación se muestran también.

**Figura 138: Productos procesados en las refinerías chilenas excepto MTBE**



Fuente: HCX con datos de Wood Mackenzie PennEnergy Research y Oil and Gas Journal

Los **productos refinados chilenos** comparados con la mezcla derivada del modelo optimizado difieren en varios productos. Chile produce nafta de coquización, Alquilado y la gasolina de hidrocraqueo, pero el contenido de Isomerado es alto en la mezcla optimizada. La nafta de coquización y la gasolina de hidrocraqueo podrían sustituirse por otros hidrocarburos más sencillos como el isobutano para mejorar la calidad de la gasolina. La mezcla optimizada al añadir etanol reduce el contenido de Isomerado, gasolina catalítica, reformado e isobutano, ya que Chile puede producir los cuatro componentes de la mezcla. El Alquilado no se incluye en la mezcla de optimización, ya que es el corte más costoso de los componentes producidos nacionalmente.

La combinación de los componentes de la mezcla no contempla el uso de MTBE, aunque es importante en Chile. El etanol puede sustituir al MTBE como potenciador de octanaje, pero debe controlarse la PVR. El principal parámetro afectado por la sustitución del MTBE con etanol es la PVR, lo que es de gran importancia debido a la contaminación del aire en Santiago, pero la PVR de la gasolina base en Chile es muy baja. La sustitución del MTBE con etanol también ayudaría a reducir el contenido de aromáticos y olefinas.

**Figura 139: Combinación de los componentes de la mezcla de mezclas de etanol y composición final de los grados de etanol**

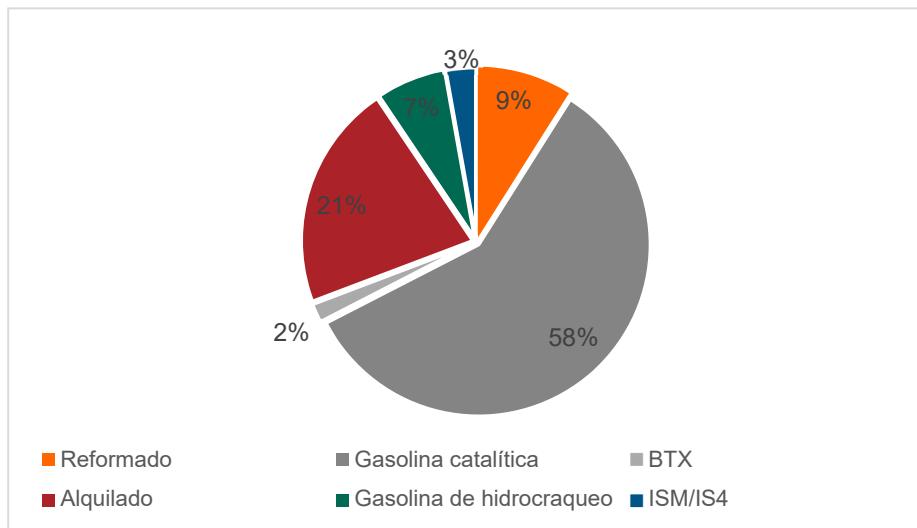


Fuente: HCX

## Colombia

En la figura 141 se muestra la combinación optimizada de los componentes de la mezcla para la producción de gasolina, así como la combinación optimizada si se añade etanol a los grados E10, E15, E20, E25 y E30. Se compara con la combinación de los componentes de la mezcla de gasolina en Colombia.

**Figura 140: Productos procesados en las refinerías colombianas, 2020**

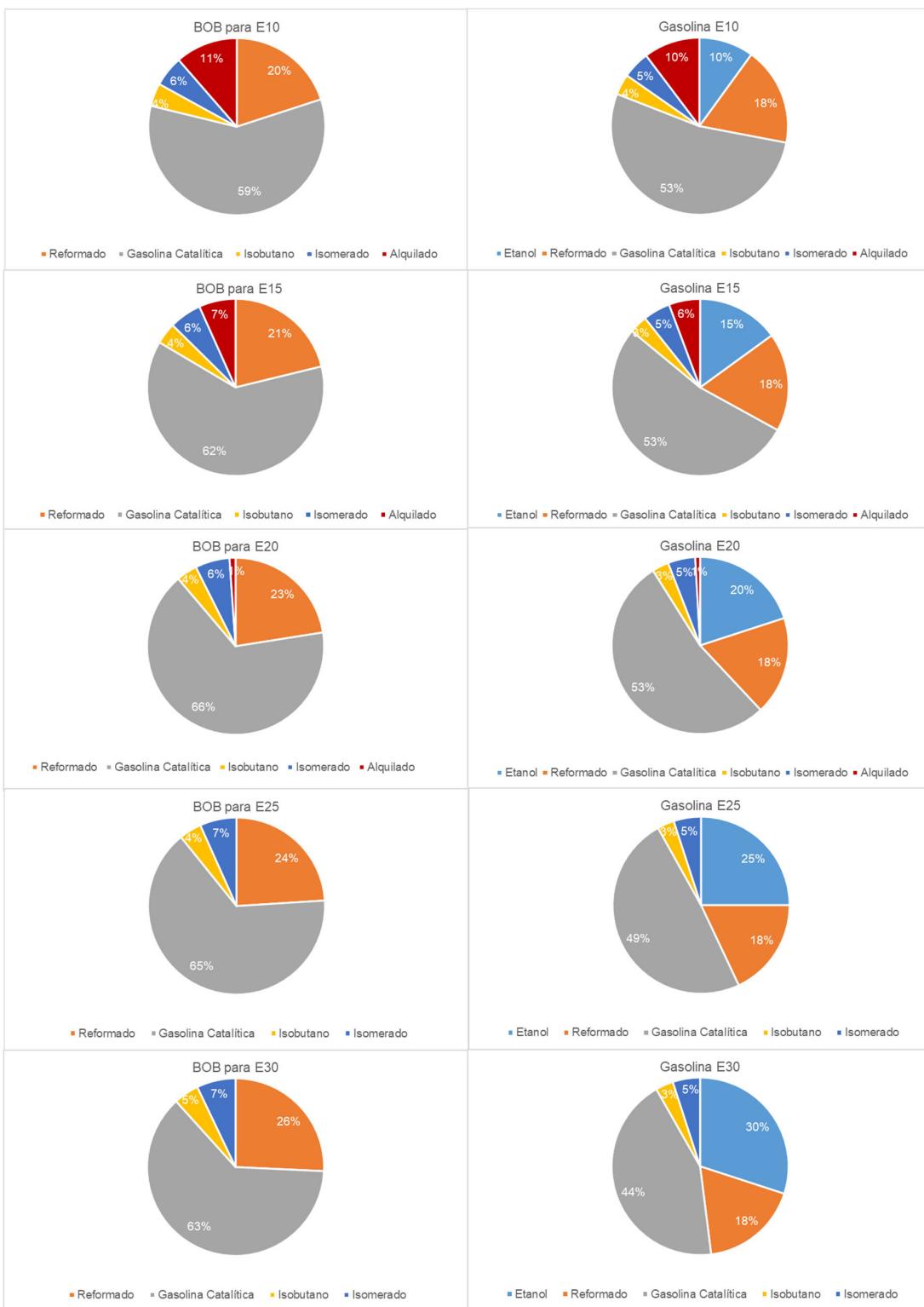


Fuente: HCX con datos de Wood Mackenzie PennEnergy Research y Oil and Gas Journal

El cambio más significativo entre la salida de productos de la refinería de Cartagena (que [aquí](#) se muestra) y la combinación optimizada de los componentes de la mezcla a continuación es el contenido de Alquilado y reformado. La mezcla optimizada contiene más reformado y menos Alquilado en comparación a los productos que se obtienen en ECOPETROL. Una mayor adición de etanol en la gasolina en Colombia reduciría la cantidad de gasolina catalítica y Alquilado, la primera porque es el componente que más se produce en ese país y su octanaje es más bajo que el del reformado y el segundo porque es más caro que el reformado.

El gobierno colombiano tiene planes oficiales para reducir el azufre en la gasolina a 10 mg/kg y aumentar el octanaje en 2030. Esto tardará en ser factible en nueve años porque las refinerías deben actualizarse. Además, las refinerías colombianas no pueden producir gasolina de alto octanaje y solo lo podrán aumentar fabricando subproductos con mayor contenido de aromáticos, como lo muestran las especificaciones futuras. Es por eso por lo que aumentó el límite de aromáticos propuesto en 2030. Al añadir más etanol a la gasolina se acelerarían los planes para reducir el azufre y aumentar el octanaje y no habría necesidad de aumentar el límite de aromáticos en las especificaciones.

**Figura 141: Combinación de los componentes de la mezcla de mezclas de etanol y composición final de los grados de etanol**



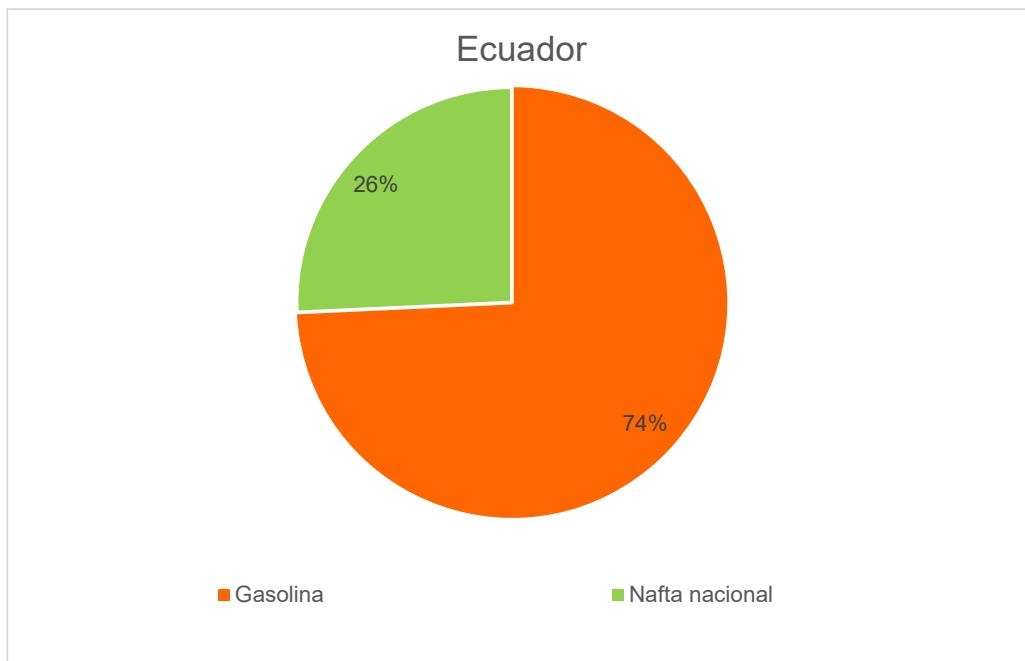
Fuente: HCX

## Ecuador

En la figura 147 se muestra la combinación optimizada de los componentes de la mezcla para la producción de gasolina, así como la combinación optimizada si se añade etanol a los grados E10, E15, E20, E25 y E30.

Esto también se compara con la combinación actual de los componentes de la mezcla de gasolina, que se muestra a continuación.

**Figura 146: Componentes de la mezcla de gasolina producida en Ecuador**

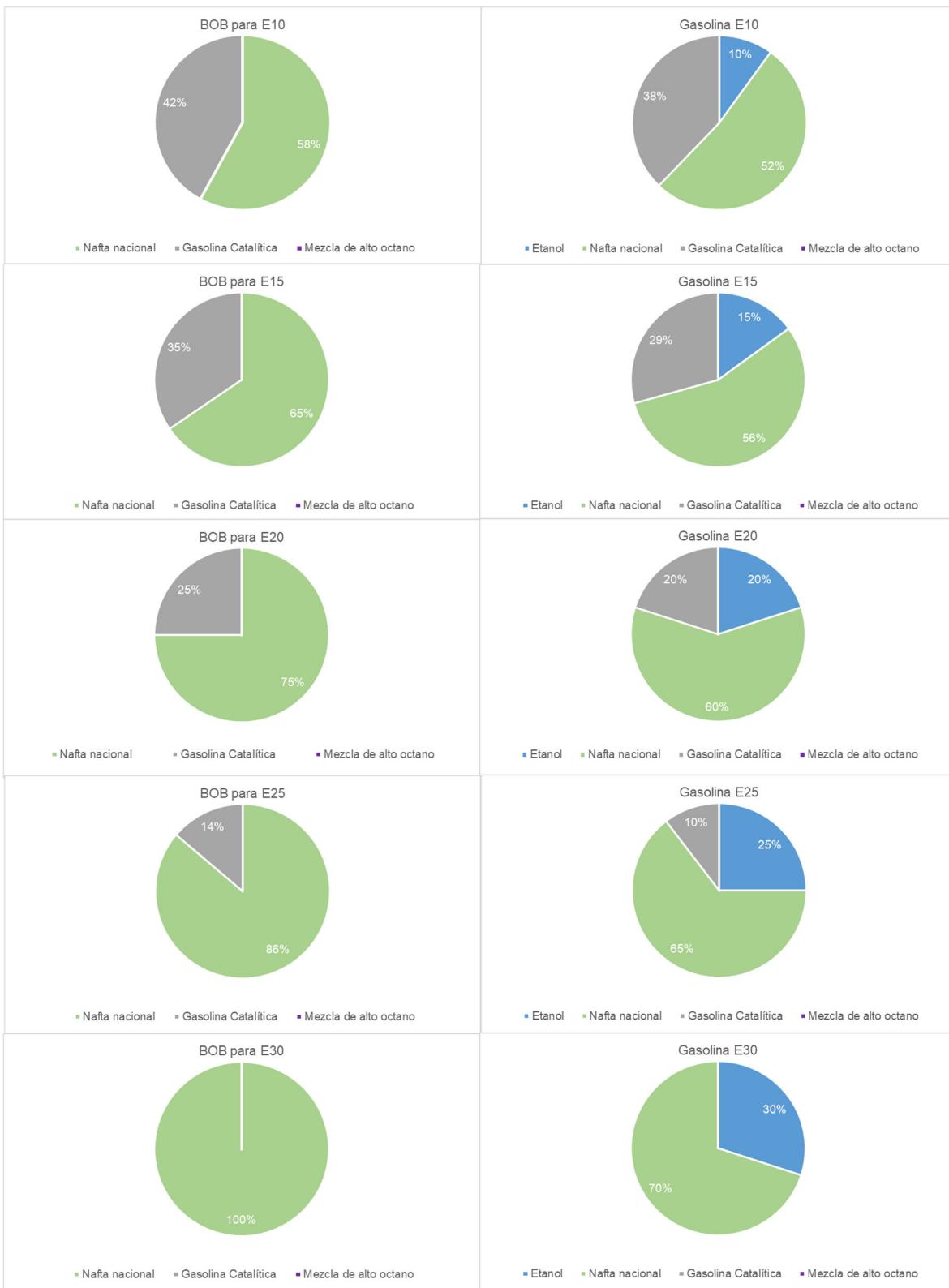


Fuente: HCX con datos de Wood Mackenzie PennEnergy Research y Oil and Gas Journal

La actual mezcla de gasolina ecuatoriana (que [aquí](#) se muestra) y la combinación optimizada de los componentes de mezcla a continuación muestran algunos de los mismos componentes. El modelo prioriza el uso de nafta producida nacionalmente y la gasolina catalítica siempre que se cumpla con las especificaciones de calidad, aun cuando a veces la importación de otros componentes pueda ser más barata. En el modelo de optimización de la mezcla los componentes de alto octanaje se consideran reformado. Se considera que la nafta nacional tiene RON 78, producida por Petroecuador.

EL aumento de contenido de etanol en la gasolina ecuatoriana implicaría la disminución proporcional de los componentes de la mezcla de alto octanaje y gasolina catalítica. Además, disminuiría el contenido de azufre e hidrocarburos. La mayoría de la gasolina que se consume en Ecuador es de bajo octanaje, lo cual se tendrá que abordar particularmente cuando se implemente la norma de calidad de autorización Euro 5, lo cual el país planea hacer pronto.

**Figura 147: Combinación de los componentes de la mezcla de mezclas de etanol y composición final de los grados de etanol**



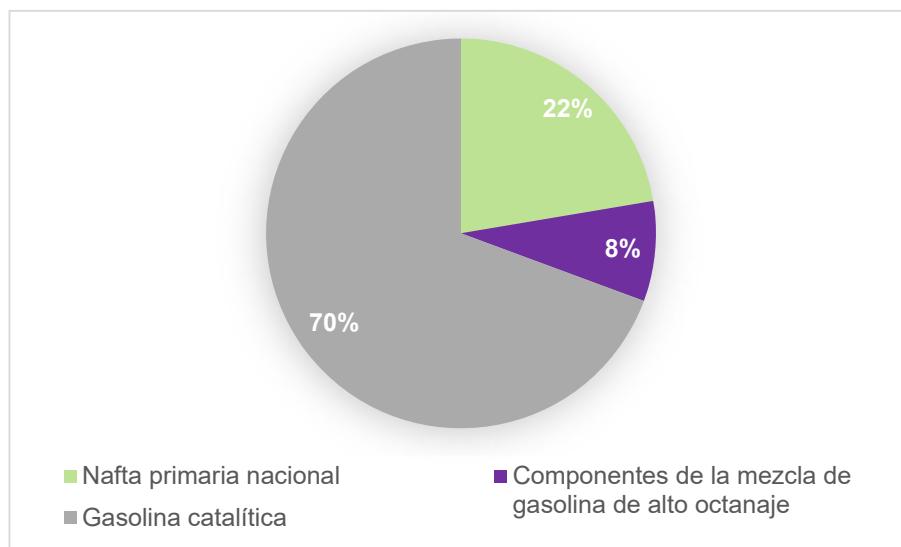
Fuente: HCX

## Perú

En la figura 163 se muestra la combinación optimizada de los componentes de la mezcla para la producción de gasolina, así como la combinación optimizada si se añade etanol a los grados E10, E15, E20, E25 y E30.

Se compara con la combinación de los componentes de la mezcla de gasolina como se muestra a continuación.

**Figura 162: Componentes de la mezcla de gasolina en Perú**



Fuente: Ministerio de Energía y Minería, Compilación de SGS INSPIRE

De acuerdo con el Ministerio de Energía y Minería del Perú, hay **tres componentes de la mezcla principales** en la gasolina peruana: nafta primaria nacional, gasolina catalítica y alto componente de la mezcla de gasolina. En la combinación optimizada de los componentes de la mezcla, el reformado se considera como componente de alto octanaje y que la nafta nacional tiene un RON 73. El modelo prioriza el uso de nafta producida nacionalmente y la gasolina catalítica siempre que se cumpla con las especificaciones de calidad, aun cuando a veces la importación de otros componentes pueda ser más barata.

La adición de etanol a la gasolina reduciría la necesidad de usar componentes de la mezcla de alto octanaje y también reduciría proporcionalmente la cantidad de gasolina catalítica.

Además, el aumento de contenido de etanol en la combinación de los componentes de la mezcla ayuda a reducir el azufre y aumentar el octanaje. Los límites de azufre en las normas de la mezcla de etanol siguen siendo muy altos y no representan la calidad real de la gasolina. Los límites reglamentarios de octanaje siguen siendo muy bajos comparados con las normas de calidad de autorización Euro 6. Por lo tanto, una mayor proporción de etanol en la gasolina podría ayudar a promulgar normas de combustibles más estrictas.

**Figura 163: Combinación de los componentes de la mezcla de mezclas de etanol y composición final de los grados de etanol**



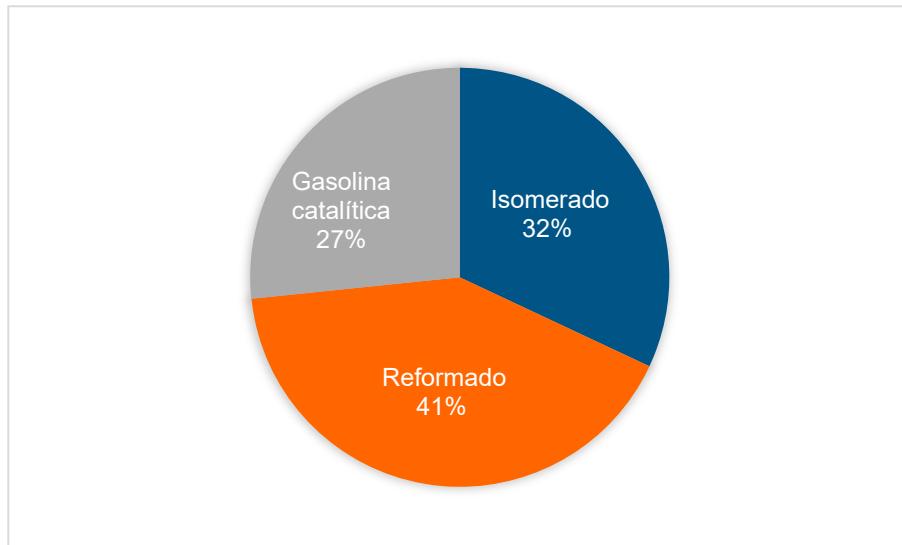
Fuente: HCX

## Uruguay

En la figura 165 se muestra la combinación optimizada de los componentes de la mezcla para la producción de gasolina, así como la combinación optimizada si se añade etanol a los grados E10, E15, E20, E25 y E30.

Se compara con la combinación de los componentes de la mezcla de gasolina como se muestra a continuación.

**Figura 164: Componentes de la mezcla de gasolina que se producen en Uruguay**



*Fuente: ANCAP, Compilación de SGS INSPIRE*

Según la ANCAP, la empresa nacional petrolera de Uruguay, hay [tres componentes de la mezcla en la gasolina](#): reformado, Isomerado y gasolina catalítica, además del etanol. El modelo de optimización de la mezcla contempla una composición de los componentes de la mezcla muy similar. Al añadir etanol, disminuye la proporción de los tres componentes, pero la que más disminuye es la gasolina catalítica. Esto se debe a la disponibilidad, precio (similar al Isomerado) y octanaje (mayor al del reformado).

ANCAP ya cumple con la norma de calidad de autorización Euro 5 y el aumento en la adición de etanol implicaría la disminución de reformado.

**Figura 165: Combinación de los componentes de la mezcla de mezclas de etanol y composición final de los grados de etanol**



Fuente: HCX

## SECCIÓN 3: ANÁLISIS DEL IMPACTO POTENCIAL DE LA MEZCLA DE ETANOL EN LAS EMISIONES

SGS INSPIRE analizó el impacto potencial de mezclar etanol en la gasolina a distintos niveles (10%, 15%, 20%, 25% y 30%) en los parámetros de emisiones no reguladas: monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), compuestos orgánicos volátiles evaporativos (COV evap), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), amoniaco (NH<sub>3</sub>), plomo, butadieno, acetaldehídos, formaldehídos, benceno, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), metano (CH<sub>4</sub>), materia en partículas con diámetro menor a 10 micrómetros (PM10) y con diámetro menor a 2,5 micrómetros (PM2.5).

La contaminación del aire es la presencia de una o más sustancias en una concentración o duración por arriba de los niveles naturales, con el potencial de producir efectos adversos (Seinfeld y Pandis, 2006). La figura 166 resume los contaminantes del aire y las clases de contaminantes de interés, sus principales fuentes y su evaluación de acuerdo con el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer.

**Figura 166: Contaminantes del aire, clases de contaminantes de interés y sus fuentes**

Principales contaminantes del aire					
Contaminante / clase de contaminante	Ejemplos	Fuentes principales de la industria del petróleo	IARC cancerígenos*	Potencia relativa de riesgo de cáncer	Precursor de ozono
Oxidantes fotoquímicos	Ozono	A partir de NO <sub>x</sub> , COV y CO	N/D		N/D
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	SO <sub>2</sub>	Combustión de combustible fósil	N/D		
Monóxido de carbono (CO)	CO	Combustión de combustible fósil, oxidación de COV biogénicos emisiones	N/D		Sí
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	NO <sub>x</sub>	Procesos de combustión	N/D		Sí
Contaminantes peligrosos del aire (CPA)	Benceno, 1,3-butadieno, formaldehído, ácidos	Combustión incompleta, procesamiento químico, uso de solvente	Grupo 1	Benceno: 0,026 1,3-butadieno: 0,155 Formaldehído: 0,005	
Plomo (Pb)	Pb	Combustión de combustible con plomo, procesamiento del plomo	Grupo 2A		
PM, incluye PM2.5, PM10	Iones inorgánicos (es decir, sulfato); óxidos metálicos; material carbonoso	Combustión de combustibles fósiles y biomasa, emisiones biogénicas, conversión de gas a partícula	N/D		

Carbono orgánico (CO)	Hopanos, esteranos, hidrocarburos aromáticos policíclicos, levoglucosano	Combustión de combustibles fósiles y de biomasa, oxidación de compuestos orgánicos gaseosos	N/D		
<b>Contaminantes secundarios del aire</b>					
Amoniaco (NH <sub>3</sub> )	NH <sub>3</sub>	Descomposición de materia orgánica de desperdicio, escape de gas	N/D		
Emisiones de gases de efecto invernadero	Monóxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), metano (CH <sub>4</sub> ), óxido nitroso (N <sub>2</sub> O) y gases fluorinados	Quema de combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas natural	N/D		Sí
Acetaldehídos	CH <sub>3</sub> CHO	Puede estar formado por la descomposición del etanol	Grupo B2	0,002	

\* Grupo 1: cancerígeno en humanos

Grupo 2A: posible cancerígeno en humanos

Grupo 2B: posible cancerígeno en humanos

Grupo 3: no clasificable como cancerígeno en humanos

Fuente: International Agency for Research on Cancer (IARC), U.S. Environmental Protection Agency (EPA), European Commission, The University of Illinois at Chicago, California Environmental Protection Agency

El modelo usado para este análisis es el [Modelo internacional de emisiones vehiculares \(IVE\)](#). El modelo es un modelo computarizado (JAVA) diseñado para calcular las emisiones de vehículos de motor (motocicletas, autos, camiones, autobuses) con distintas tecnologías y condiciones de manejo. Calcula las emisiones de contaminantes del criterio, contaminantes tóxicos y gases de efecto invernadero (GEI) tomando en cuenta las emisiones de escape y evaporativas.

El concepto de este modelo fue el de brindar a los países en desarrollo una herramienta rápida de cálculo de inventarios de emisiones de los vehículos en circulación. Debe desarrollar cálculos de las emisiones enfocados en el control de emisiones, predecir cómo las diferentes estrategias afectarán las emisiones locales y con el tiempo, medir el avance en la reducción de emisiones. Se ha usado para generar inventarios de emisiones vehiculares en Buenos Aires, Bogotá, Sao Paulo, Lima, Santiago de Chile, México, entre otras.

Fue desarrollado por la Universidad de California en Riverside, el Colegio de Ingeniería del Environmental Research and Technology Center, el International Center for Research on Sustainable Systems y la Research in Sustainable Global Systems Company, con financiamiento de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA).

El modelo IVE permite crear, agregar y manipular archivos nuevos de datos en su interior o importarlos desde otro software. Es posible cambiar directamente la ubicación y características del combustible para ajustar las tasas de emisión de la región analizada. También incorpora los patrones de conducción, lo cual permite corregir emisiones de acuerdo con los hábitos de manejo locales.

SGS INSPIRE recolectó información de la flota por tipo de vehículo y combustible de cada país. El modelo utiliza tasas de emisión con base en la tecnología vehicular (autos, camionetas, camiones, autobuses, motocicletas), antigüedad promedio de la flota vehicular, distancia promedio manejada por tipo de vehículo por país, así como condiciones geográficas y climáticas (altitud, humedad, temperatura).

## Metodología del modelo de emisiones

La base del proceso de predicción de emisiones del modelo IVE es aplicar una tasas de emisión base con una serie de factor de corrección para calcular la cantidad de contaminantes de una gran variedad de tipos de vehículos. La bases de datos de factores de emisiones base, así como la de los ajustes de factores están a disposición para descargar. Estos factores se pueden ajustar para la región analizada y se pueden generar y manipular nuevos archivos de datos en el modelo IVE.

A continuación se muestran los resultados de cada país del estudio. Los resultados se representan por grado, a menos que los grados usen el mismo componente de la mezcla de gasolina (BOB), que muestre las mismas emisiones.

El modelado se hizo con los datos del SGS Worldwide Fuel Survey de la calidad real de la gasolina de los países en los que hay esta información, los mismos datos que se muestran en la [Sección 1](#). Para Nicaragua, República Dominicana y Jamaica, el modelo se realizó con las especificaciones actuales de gasolina, ya que no había datos de la calidad real.

## Puntos clave

En la mayoría de los países, la adición de etanol disminuye las emisiones de CO, COV, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, butadieno, formaldehídos, benceno, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, PM2.5 y PM10. En algunos países como Bolivia o Chile, no disminuyó la emisión de butadieno, pero es demasiado baja con respecto a otros países.

Las emisiones de los COV evaporativos y CH<sub>4</sub> siguen siendo constantes con la adición de etanol en todos los países del informe, porque no se encontró un factor de corrección que redujera las emisiones que pudiera funcionar.

Las emisiones de acetaldehídos aumentó solo a partir de E20, es decir, cuando se añade a la gasolina 20% v/v de etanol. Con 30% v/v de etanol mezclado en la gasolina, las emisiones de acetaldehído aumentan 10% a partir de la línea base o E0 (adicción de 0% v/v de etanol). Este aumento es bajo comparado con la disminución del 62% de emisiones de benceno observada de E30 a E0 en todos los países. De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de EE. UU., los acetaldehídos tienen baja toxicidad aguda por inhalación y moderada por exposición oral o dérmica.

Las emisiones más altas de todas fueron de CO<sub>2</sub>. Las emisiones de N<sub>2</sub>O no disminuyen significativamente. Las emisiones de CO difieren en la región. Fueron altas en los países con flotas de vehículos viejos que no implementan emisiones vehiculares estrictas. En Ecuador, las emisiones de benceno fueron las únicas diferentes entre los dos grados de octanaje evaluados.

Al analizar la comparación de las emisiones de distintos grados de gasolina por octanaje se muestra que algunos países usan el mismo componente de mezcla para BOB y presentan las mismas emisiones, como Chile, Colombia o República Dominicana, otros usan un BOB muy similar, como Costa Rica y otros usan un BOB diferente, como es el caso de Argentina. En Argentina, las emisiones de COV evap, plomo, benceno, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, PM2.5, PM10 son las mismas para ambos grados, mientras que las emisiones de CO, COV, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, butadieno, acetaldehídos y formaldehídos disminuyen al aumentar el octanaje.

## Argentina

A continuación se describen las emisiones de los parámetros no regulados en kg por día.

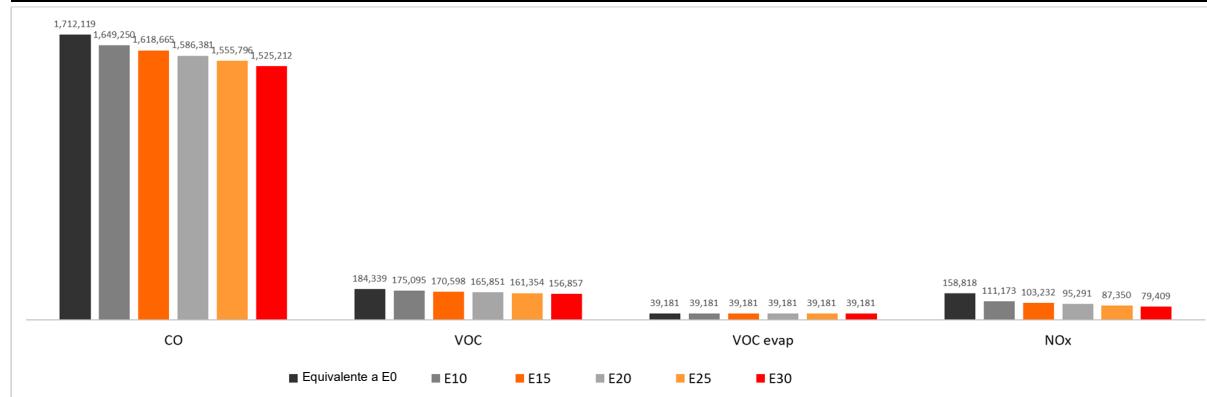
Como se observó, las emisiones que disminuyeron con la adición de etanol en el grado 2 y grado 3 argentinos son CO, COV, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, butadieno, formaldehídos, benceno, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, PM2.5 y PM10. Las emisiones de acetaldehídos aumentaron a partir de E20. Las mayores emisiones de todas fueron de CO<sub>2</sub> y las de N<sub>2</sub>O no disminuyeron significativamente.

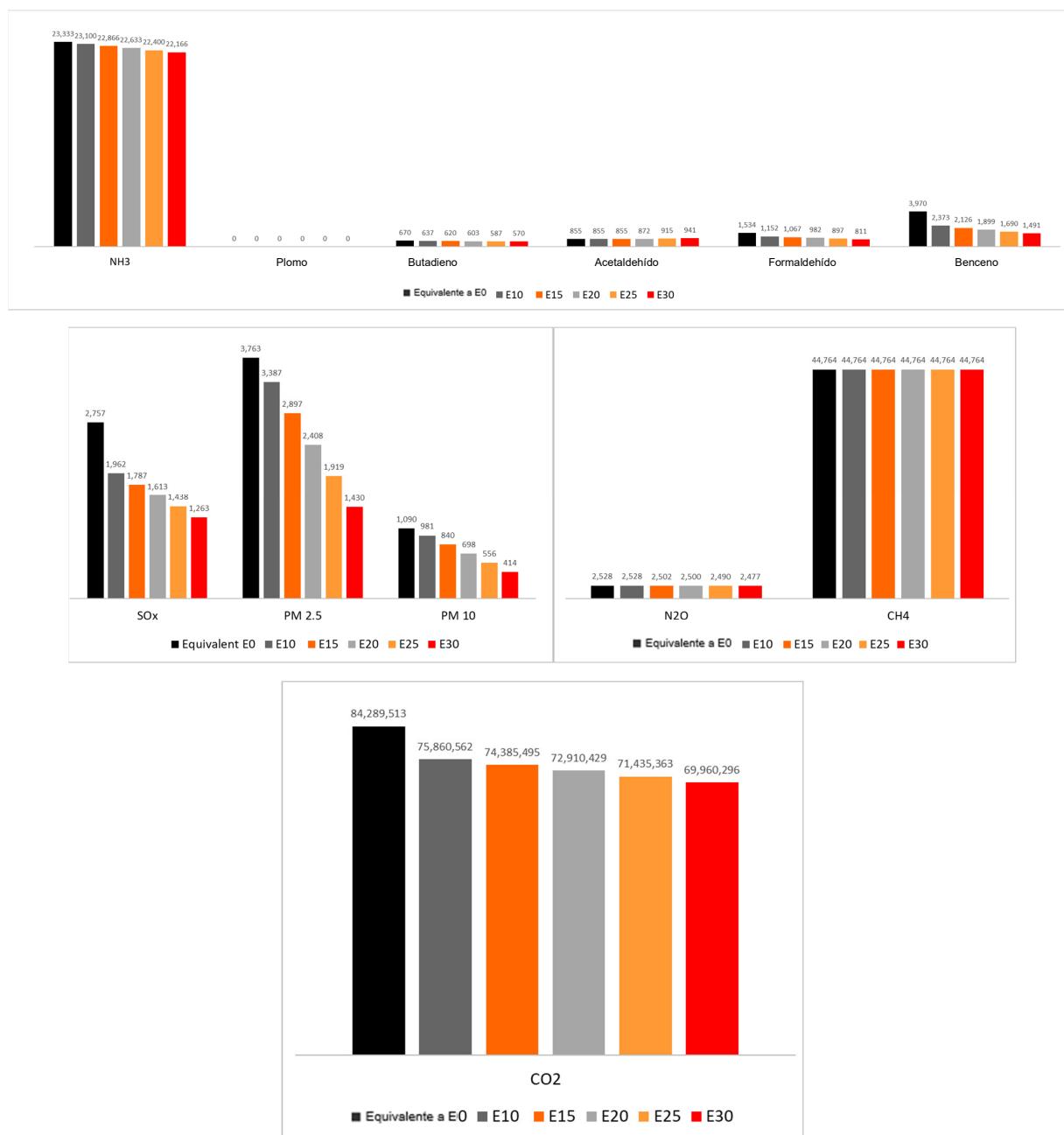
Al analizar la comparación de las emisiones de los grados de gasolina RON 93 y RON 97, se muestra que las emisiones de COV evap, benceno, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, PM2.5, PM10 son las mismas; otras emisiones disminuyen con el grado RON 97.

Esto indica que Argentina usa un BOB diferente para los dos grados.

**Figura 167: Grado 2 de Argentina: RON 93 - emisiones de parámetros no regulados por mezcla de etanol**

kg por día	Equivalente a E0	E10	E15	E20	E25	E30
<b>CO</b>	1,712,119	1,649,250	1,618,665	1,586,381	1,555,796	1,525,212
<b>COV</b>	184,339	175,095	170,598	165,851	161,354	156,857
<b>COV evap.</b>	39,181	39,181	39,181	39,181	39,181	39,181
<b>NO<sub>x</sub></b>	158,818	111,173	103,232	95,291	87,350	79,409
<b>SO<sub>x</sub></b>	2,757	1,962	1,787	1,613	1,438	1,263
<b>NH<sub>3</sub></b>	23,333	23,100	22,866	22,633	22,400	22,166
<b>Pbromo</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Butadieno</b>	670	637	620	603	587	570
<b>Acetaldehídos</b>	855	855	855	872	915	941
<b>Formaldehído</b>	1,534	1,152	1,067	982	897	811
<b>Benceno</b>	3,970	2,373	2,126	1,899	1,690	1,491
<b>CO<sub>2</sub></b>	84,289,513	75,860,562	74,385,495	72,910,429	71,435,363	69,960,296
<b>N<sub>2</sub>O</b>	2,528	2,528	2,502	2,500	2,490	2,477
<b>CH<sub>4</sub></b>	44,764	44,764	44,764	44,764	44,764	44,764
<b>PM 2.5</b>	3,763	3,387	2,897	2,408	1,919	1,430
<b>PM 10</b>	1,090	981	840	698	556	414





Fuente: HCX

**Figura 168: Grado 3 de Argentina: RON 97 - emisiones de parámetros no regulados por mezcla de etanol**

kg por día	Equivalente a E0	E10	E15	E20	E25	E30
<b>CO</b>	1,662,878	1,601,809	1,572,100	1,540,741	1,511,032	1,481,322
<b>COV</b>	177,077	168,196	163,875	159,315	154,994	150,674
<b>COV evap.</b>	39,181	39,181	39,181	39,181	39,181	39,181
<b>NO<sub>x</sub></b>	155,620	108,934	101,153	93,372	85,591	77,810
<b>SO<sub>x</sub></b>	1,015	722	658	594	529	465
<b>NH<sub>3</sub></b>	22,572	22,346	22,120	21,895	21,669	21,443
<b>Pbromo</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Butadieno</b>	624	593	577	561	546	531
<b>Acetaldehídos</b>	796	796	796	812	852	876
<b>Formaldehído</b>	1,428	1,072	993	914	835	755
<b>Benceno</b>	3,970	2,373	2,126	1,899	1,690	1,491
<b>CO<sub>2</sub></b>	84,289,513	75,860,562	74,385,495	72,910,429	71,435,363	69,960,296
<b>N<sub>2</sub>O</b>	2,123	2,123	2,102	2,100	2,092	2,081
<b>CH<sub>4</sub></b>	44,764	44,764	44,764	44,764	44,764	44,764
<b>PM 2.5</b>	3,763	3,387	2,897	2,408	1,919	1,430
<b>PM 10</b>	1,090	981	840	698	556	414

Aquí no se incluirán gráficas ya que son muy similares a las obtenidas de la gasolina regular grado 2.

Fuente: HCX

## Bolivia

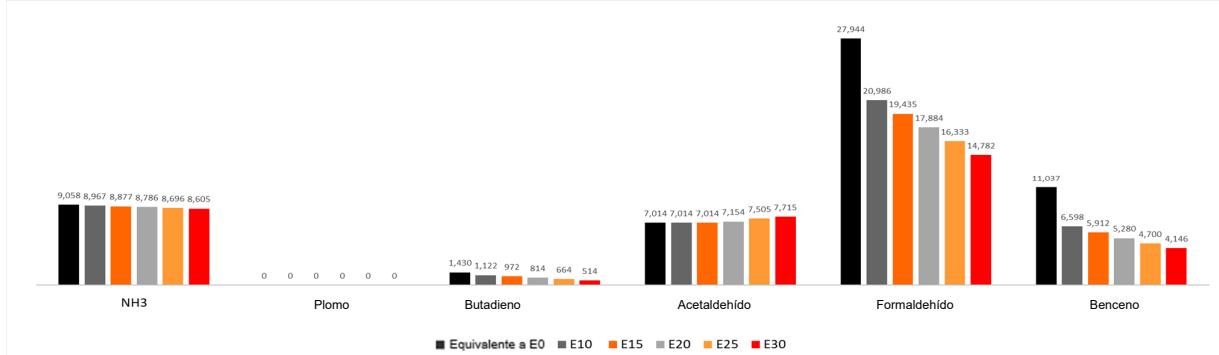
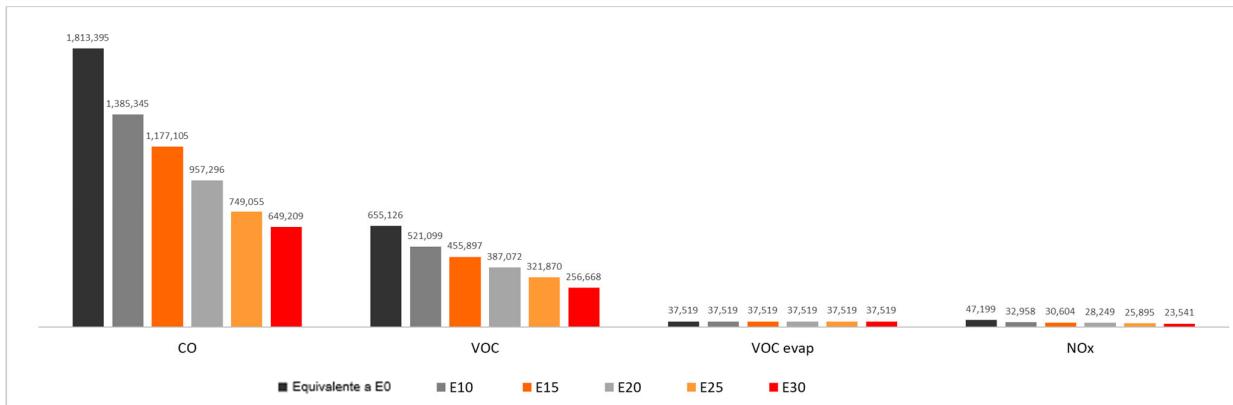
A continuación se describen las emisiones de los parámetros no regulados en kg por día.

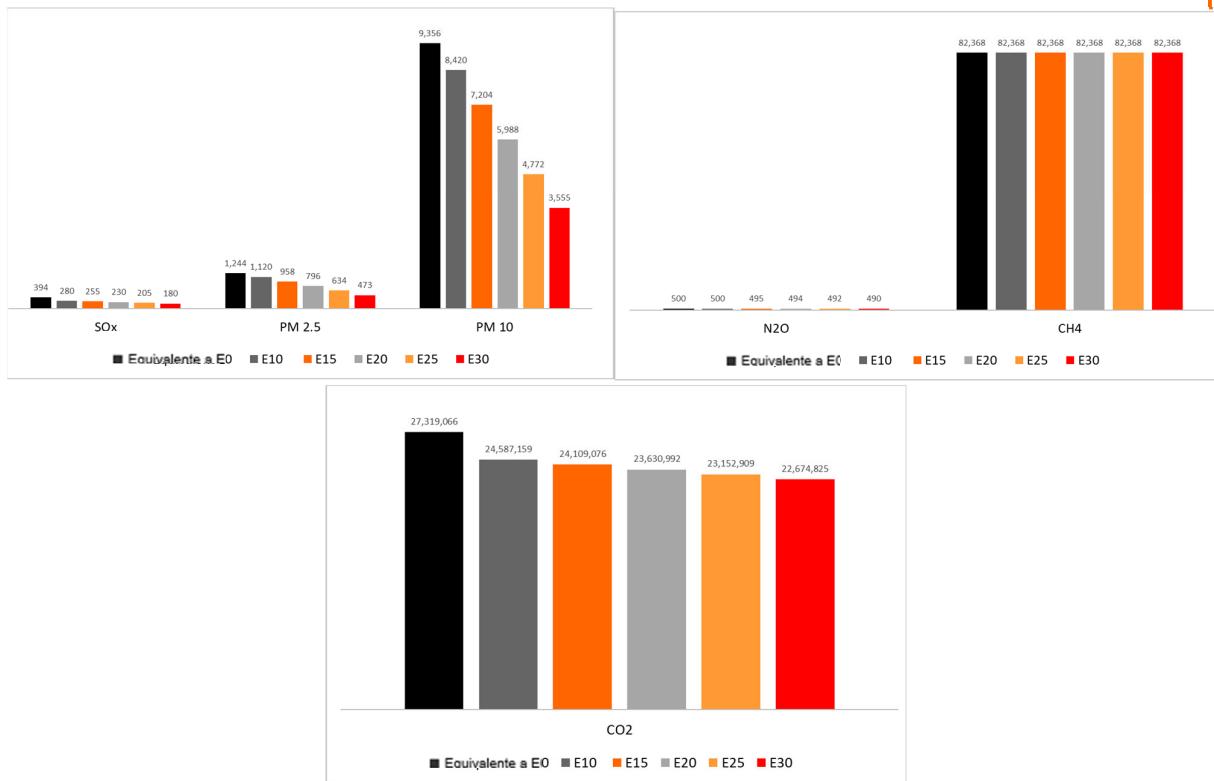
Como se observó, las emisiones que disminuyeron con la adición de etanol en los grados regular y E12 de Bolivia son CO, COV, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, formaldehídos, benceno, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, PM2.5 y PM10. Las emisiones de acetaldehídos aumentó a partir de E20.

Al analizar la comparación de las emisiones de los grados regular y E12 se muestra que todas las emisiones son las mismas, lo cual indica que usan el mismo BOB.

**Figura 169: RON 85 regular y E12 de Bolivia - emisiones de los parámetros no regulados por mezcla de etanol**

kg por día	Equivalente a E0	E10	E15	E20	E25	E30
<b>CO</b>	1,813,395	1,385,345	1,177,105	957,296	749,055	649,209
<b>COV</b>	655,126	521,099	455,897	387,072	321,870	256,668
<b>COV evap.</b>	37,519	37,519	37,519	37,519	37,519	37,519
<b>NO<sub>x</sub></b>	47,199	32,958	30,604	28,249	25,895	23,541
<b>SO<sub>x</sub></b>	394	280	255	230	205	180
<b>NH<sub>3</sub></b>	9,058	8,967	8,877	8,786	8,696	8,605
<b>Plomo</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Butadieno</b>	1,430	1,122	972	814	664	514
<b>Acetaldehídos</b>	7,014	7,014	7,014	7,154	7,505	7,715
<b>Formaldehído</b>	27,944	20,986	19,435	17,884	16,333	14,782
<b>Benceno</b>	11,037	6,598	5,912	5,280	4,700	4,146
<b>CO<sub>2</sub></b>	27,319,066	24,587,159	24,109,076	23,630,992	23,152,909	22,674,825
<b>N<sub>2</sub>O</b>	500	500	495	494	492	490
<b>CH<sub>4</sub></b>	82,368	82,368	82,368	82,368	82,368	82,368
<b>PM 2.5</b>	1,244	1,120	958	796	634	473
<b>PM 10</b>	9,356	8,420	7,204	5,988	4,772	3,555





Fuente: HCX

## Chile

A continuación se describen las emisiones de los parámetros no regulados en kg por día.

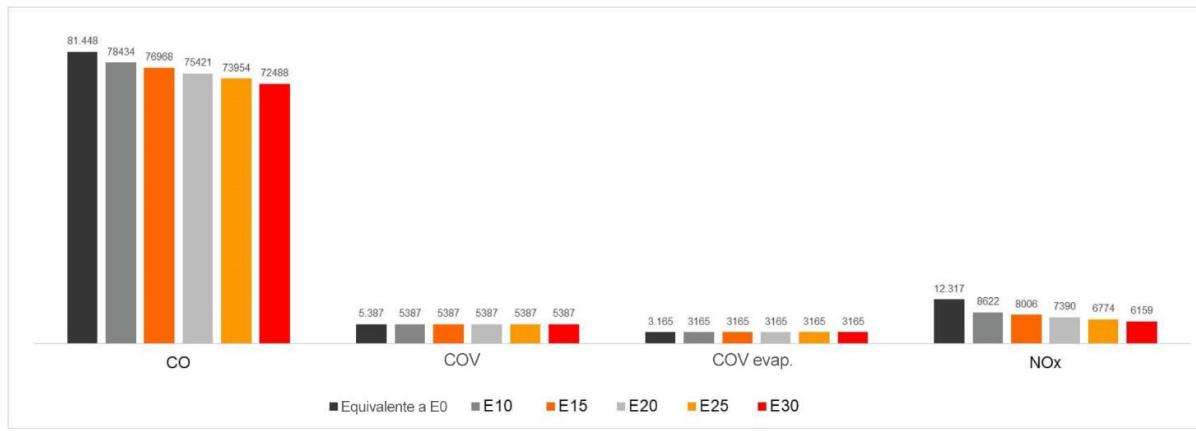
Como se observó, las emisiones que disminuyeron con la adición de etanol en los grados RON 93, RON 95 y RON 97 son CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, formaldehídos, benceno, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, PM2.5 y PM10. Las emisiones de acetaldehídos aumentaron a partir de E20. Las emisiones de CO<sub>2</sub> son las más altas de todas por mucho.

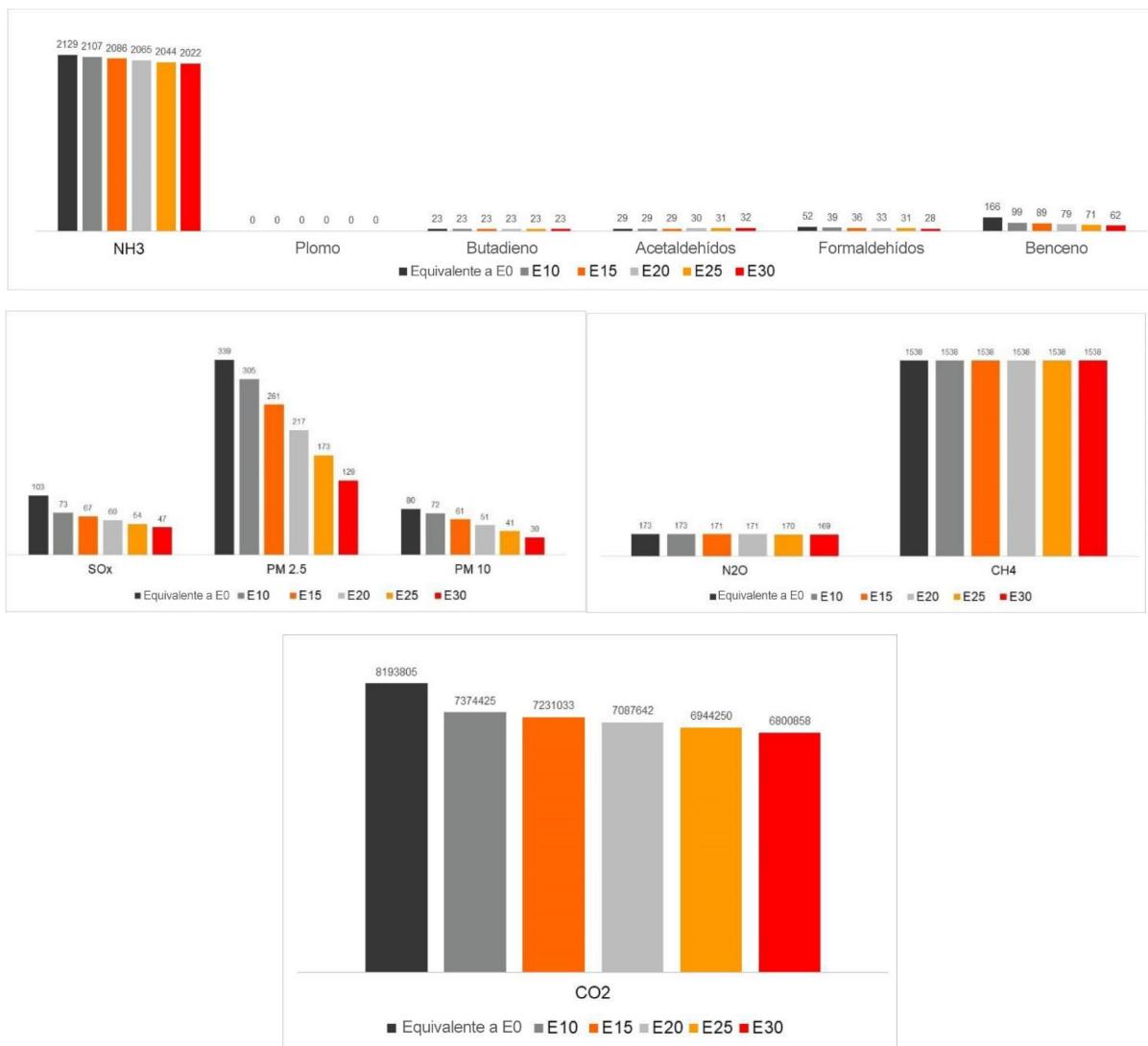
Chile es el único país en el que las emisiones COV no cambian cuando se añade etanol. Esto se debe a la tecnología vehicular que adopta el modelo. Los vehículos chilenos deben cumplir las normas de emisiones de Euro III a Euro V y cuentan con una válvula de recirculación de gases de escape (RGE). Es por eso por lo que las emisiones de COV no cambian con la adición de etanol.

Al analizar la comparación de las emisiones de los grados premium y premium plus se demuestra que todas las emisiones son las mismas, lo cual indica que usan el mismo BOB.

**Figura 170: Premium y premium plus de Chile: RON 93, RON 95 y RON 97 - emisiones de los parámetros no regulados por mezcla de etanol**

kg por día	Equivalente a E0	E10	E15	E20	E25	E30
<b>CO</b>	81448	78434	76968	75421	73954	72488
<b>COV</b>	5387	5387	5387	5387	5387	5387
<b>COV evap.</b>	3165	3165	3165	3165	3165	3165
<b>NO<sub>x</sub></b>	12317	8622	8006	7390	6774	6159
<b>SO<sub>x</sub></b>	103	73	67	60	54	47
<b>NH<sub>3</sub></b>	2129	2107	2086	2065	2044	2022
<b>Pbromo</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Butadieno</b>	23	23	23	23	23	23
<b>Acetaldehídos</b>	29	29	29	30	31	32
<b>Formaldehído</b>	52	39	36	33	31	28
<b>Benceno</b>	166	99	89	79	71	62
<b>CO<sub>2</sub></b>	8193805	7374425	7231033	7087642	6944250	6800858
<b>N<sub>2</sub>O</b>	173	173	171	171	170	169
<b>CH<sub>4</sub></b>	1538	1538	1538	1538	1538	1538
<b>PM 2.5</b>	339	305	261	217	173	129
<b>PM 10</b>	80	72	61	51	41	30





Fuente: HCX

## Colombia

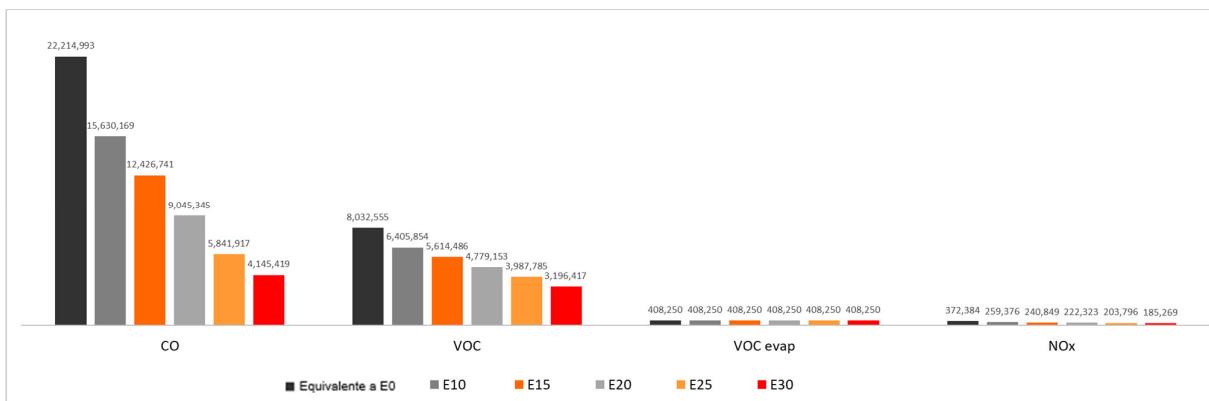
A continuación se describen las emisiones de los parámetros no regulados en kg por día.

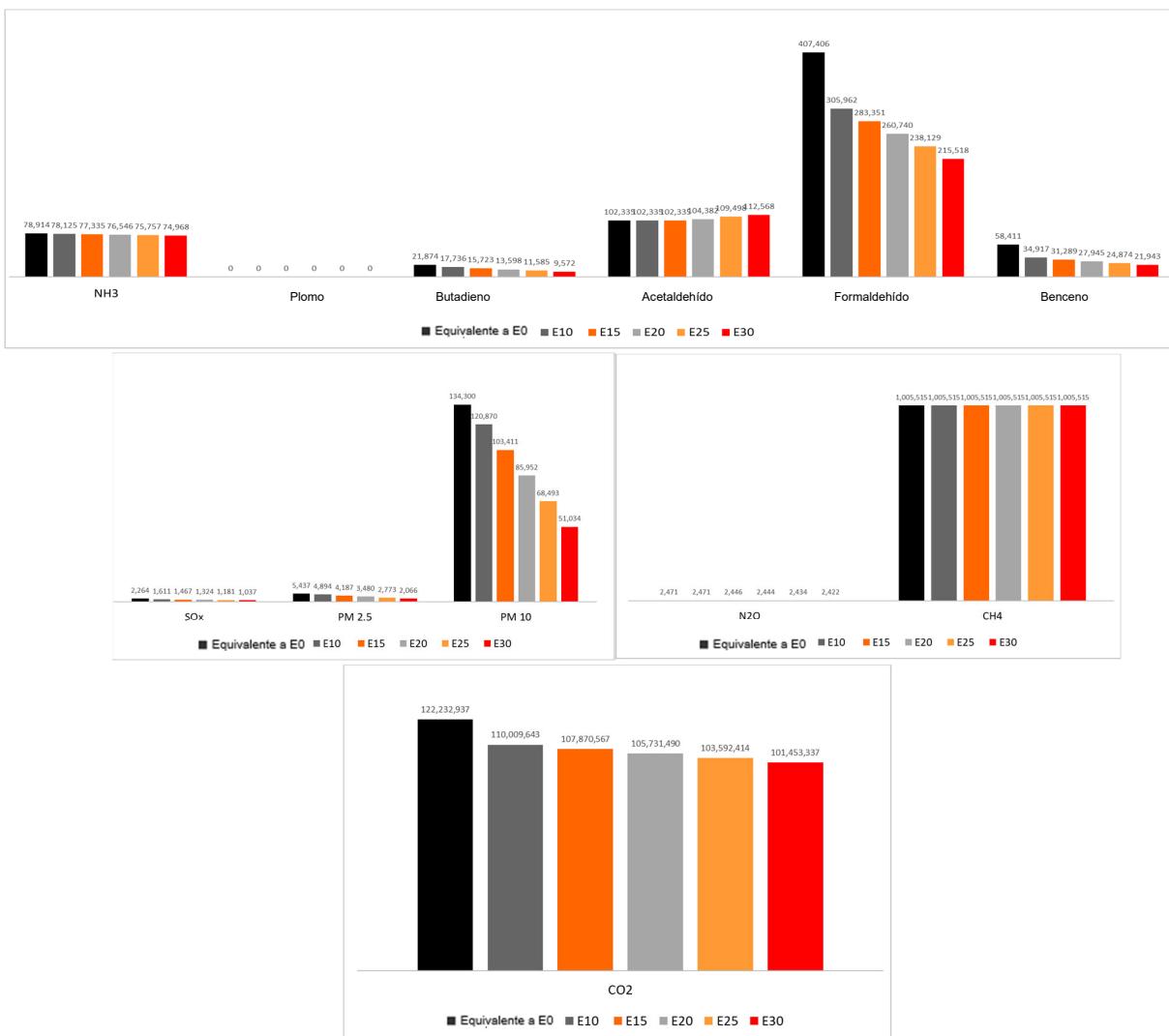
Como se observó, las emisiones que disminuyeron con la adición de etanol en el grado regular E10 y premium E10 son CO, COV, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, butadieno, formaldehídos, benceno, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, PM2.5 y PM10. Las emisiones de acetaldehídos aumentaron a partir de E20. Las emisiones en Colombia son mayores que en los países vecinos, debido a la flota de vehículos y la calidad del combustible actual. Las emisiones más altas son de CO<sub>2</sub>, pero las emisiones de CO también son altas.

La comparación de las emisiones de los grados mezcla de etanol regular y extra muestra que todas las emisiones son iguales, lo cual indica que usan el mismo BOB.

**Figura 171: Gasolina regular E10 de Colombia: emisiones de los parámetros no regulados por mezcla de etanol**

kg por día	Equivalente a E0	E10	E15	E20	E25	E30
<b>CO</b>	22,214,993	15,630,169	12,426,741	9,045,345	5,841,917	4,145,419
<b>COV</b>	8,032,555	6,405,854	5,614,486	4,779,153	3,987,785	3,196,417
<b>COV evap.</b>	408,250	408,250	408,250	408,250	408,250	408,250
<b>NO<sub>x</sub></b>	372,384	259,376	240,849	222,323	203,796	185,269
<b>SO<sub>x</sub></b>	2,264	1,611	1,467	1,324	1,181	1,037
<b>NH<sub>3</sub></b>	78,914	78,125	77,335	76,546	75,757	74,968
<b>Plomo</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Butadieno</b>	21,874	17,736	15,723	13,598	11,585	9,572
<b>Acetaldehídos</b>	102,335	102,335	102,335	104,382	109,498	112,568
<b>Formaldehído</b>	407,406	305,962	283,351	260,740	238,129	215,518
<b>Benceno</b>	58,411	34,917	31,289	27,945	24,874	21,943
<b>CO<sub>2</sub></b>	122,232,937	110,009,643	107,870,567	105,731,490	103,592,414	101,453,337
<b>N<sub>2</sub>O</b>	2,471	2,471	2,446	2,444	2,434	2,422
<b>CH<sub>4</sub></b>	1,005,515	1,005,515	1,005,515	1,005,515	1,005,515	1,005,515
<b>PM 2.5</b>	5,437	4,894	4,187	3,480	2,773	2,066
<b>PM 10</b>	134,300	120,870	103,411	85,952	68,493	51,034





Fuente: HCX

**Figura 172: Gasolina premium E10 de Colombia: emisiones de los parámetros no regulados por mezcla de etanol**

kg por día	Equivalente a E0	E10	E15	E20	E25	E30
<b>CO</b>	22,217,447	15,632,486	12,428,991	9,047,525	5,844,030	4,147,466
<b>COV</b>	8,032,949	6,406,241	5,614,870	4,779,533	3,988,162	3,196,791
<b>COV evap.</b>	408,250	408,250	408,250	408,250	408,250	408,250
<b>NO<sub>x</sub></b>	372,612	259,536	240,998	222,460	203,921	185,383
<b>SO<sub>x</sub></b>	2,381	1,694	1,543	1,392	1,242	1,091
<b>NH<sub>3</sub></b>	78,942	78,152	77,363	76,573	75,784	74,994
<b>Piomo</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Butadieno</b>	21,876	17,738	15,725	13,600	11,587	9,574
<b>Acetaldehídos</b>	102,337	102,337	102,337	104,384	109,501	112,571
<b>Formaldehído</b>	407,411	305,965	283,354	260,743	238,132	215,520
<b>Benceno</b>	36,284	21,690	19,437	17,360	15,451	13,631
<b>CO<sub>2</sub></b>	122,232,937	110,009,643	107,870,567	105,731,490	103,592,414	101,453,337
<b>N<sub>2</sub>O</b>	2,494	2,494	2,469	2,467	2,457	2,444
<b>CH<sub>4</sub></b>	1,005,515	1,005,515	1,005,515	1,005,515	1,005,515	1,005,515
<b>PM 2.5</b>	5,437	4,894	4,187	3,480	2,773	2,066
<b>PM 10</b>	134,300	120,870	103,411	85,952	68,493	51,034

Aquí no se incluirán gráficas ya que son muy similares a las obtenidas de la gasolina regular grado E10.

Fuente: HCX

## Ecuador

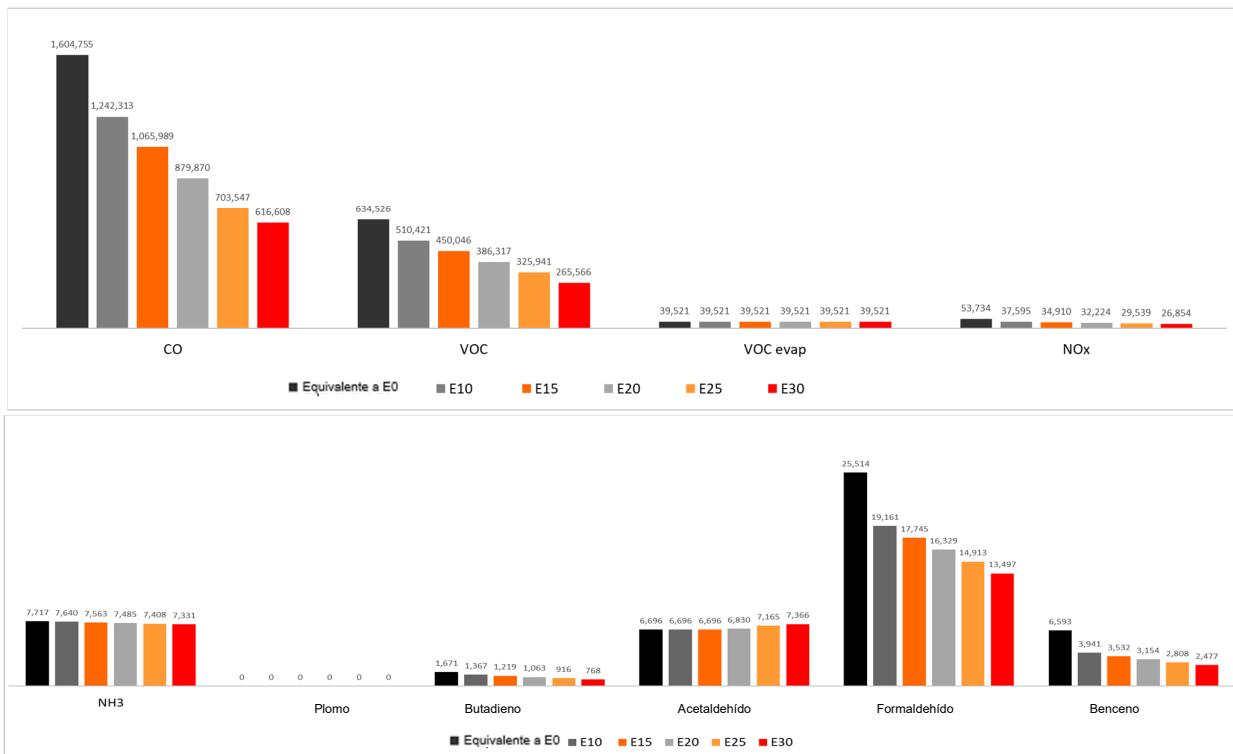
A continuación, se describen las emisiones de los parámetros no regulados en kg por día.

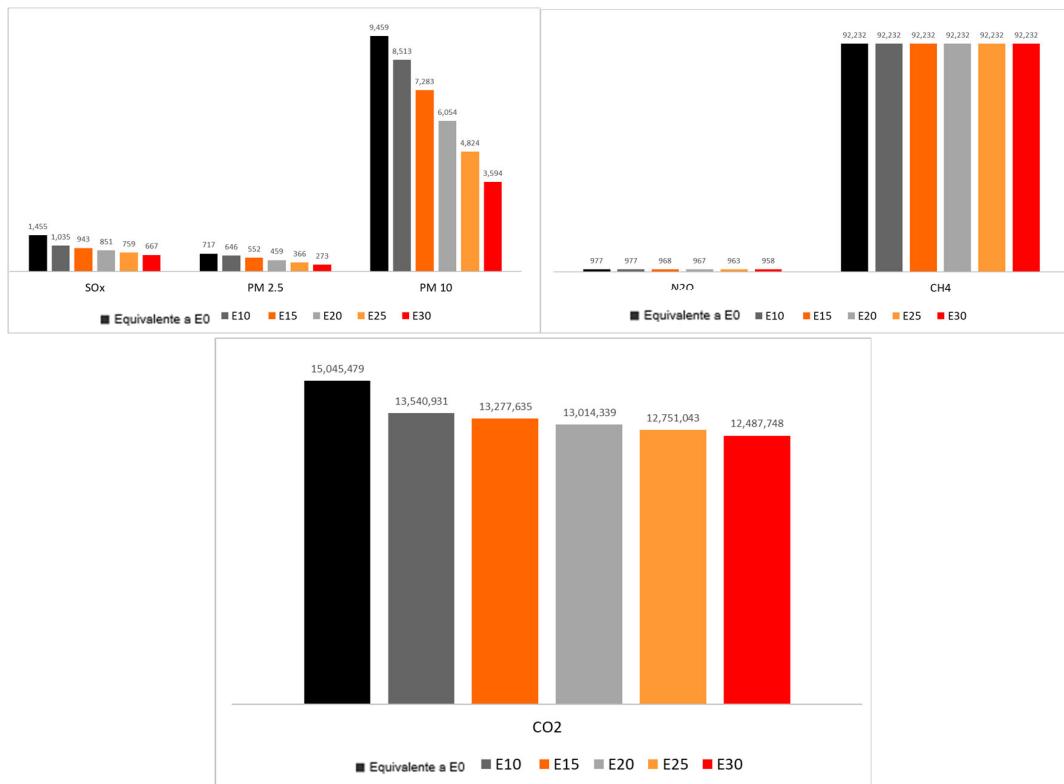
Como se observó, las emisiones que disminuyeron con la adición de etanol en los grados regular RON 87 y premium RON 92 son CO, COV, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, butadieno, formaldehídos, benceno, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, PM2.5 y PM10. Las emisiones de acetaldehídos aumentaron a partir de E20. Las emisiones de CO<sub>2</sub> son mucho mayores a cualquier otra.

Al analizar la comparación de las emisiones de los grados RON 87 y RON 92, se muestra que todas las emisiones son las mismas, excepto las de benceno.

**Figura 176: Grado regular RON 87 de Ecuador: emisiones de los parámetros no regulados por mezcla de etanol**

kg por día	Equivalente a E0	E10	E15	E20	E25	E30
<b>CO</b>	1,604,755	1,242,313	1,065,989	879,870	703,547	616,608
<b>COV</b>	634,526	510,421	450,046	386,317	325,941	265,566
<b>COV evap.</b>	39,521	39,521	39,521	39,521	39,521	39,521
<b>NO<sub>x</sub></b>	53,734	37,595	34,910	32,224	29,539	26,854
<b>SO<sub>x</sub></b>	1,455	1,035	943	851	759	667
<b>NH<sub>3</sub></b>	7,717	7,640	7,563	7,485	7,408	7,331
<b>Plomo</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Butadieno</b>	1,671	1,367	1,219	1,063	916	768
<b>Acetaldehídos</b>	6,696	6,696	6,696	6,830	7,165	7,366
<b>Formaldehído</b>	25,514	19,161	17,745	16,329	14,913	13,497
<b>Benceno</b>	6,593	3,941	3,532	3,154	2,808	2,477
<b>CO<sub>2</sub></b>	15,045,479	13,540,931	13,277,635	13,014,339	12,751,043	12,487,748
<b>N<sub>2</sub>O</b>	977	977	968	967	963	958
<b>CH<sub>4</sub></b>	92,232	92,232	92,232	92,232	92,232	92,232
<b>PM 2.5</b>	717	646	552	459	366	273
<b>PM 10</b>	9,459	8,513	7,283	6,054	4,824	3,594





Fuente: HCX

**Figura 177: Grado premium RON 92 de Ecuador: emisiones de los parámetros no regulados por mezcla de etanol**

kg por día	Equivalente a E0	E10	E15	E20	E25	E30
<b>CO</b>	1,604,755	1,242,313	1,065,989	879,870	703,547	616,608
<b>COV</b>	634,526	510,421	450,046	386,317	325,941	265,566
<b>COV evap.</b>	39,521	39,521	39,521	39,521	39,521	39,521
<b>NO<sub>x</sub></b>	53,734	37,595	34,910	32,224	29,539	26,854
<b>SO<sub>x</sub></b>	1,455	1,035	943	851	759	667
<b>NH<sub>3</sub></b>	7,717	7,640	7,563	7,485	7,408	7,331
<b>Pbomo</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Butadieno</b>	1,671	1,367	1,219	1,063	916	768
<b>Acetaldehídos</b>	6,696	6,696	6,696	6,830	7,165	7,366
<b>Formaldehído</b>	25,514	19,161	17,745	16,329	14,913	13,497
<b>Benceno</b>	6,593	3,941	3,532	3,154	2,808	2,477
<b>CO<sub>2</sub></b>	15,045,479	13,540,931	13,277,635	13,014,339	12,751,043	12,487,748
<b>N<sub>2</sub>O</b>	977	977	968	967	963	958
<b>CH<sub>4</sub></b>	92,232	92,232	92,232	92,232	92,232	92,232
<b>PM 2.5</b>	717	646	552	459	366	273
<b>PM 10</b>	9,459	8,513	7,283	6,054	4,824	3,594

Fuente: HCX

Aquí no se incluirán gráficas ya que son muy similares a las obtenidas de la gasolina grado regular.

## Perú

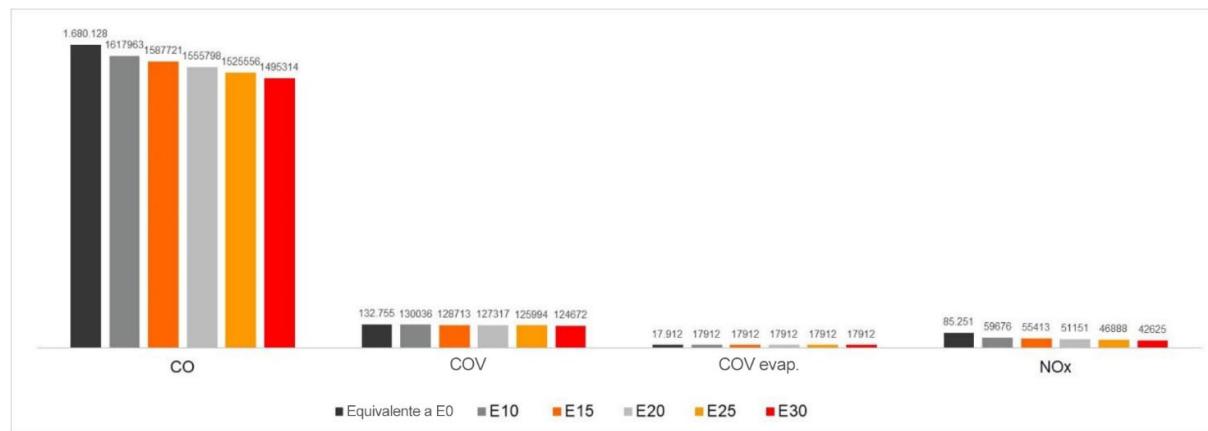
A continuación se describen las emisiones de los parámetros no regulados en kg por día.

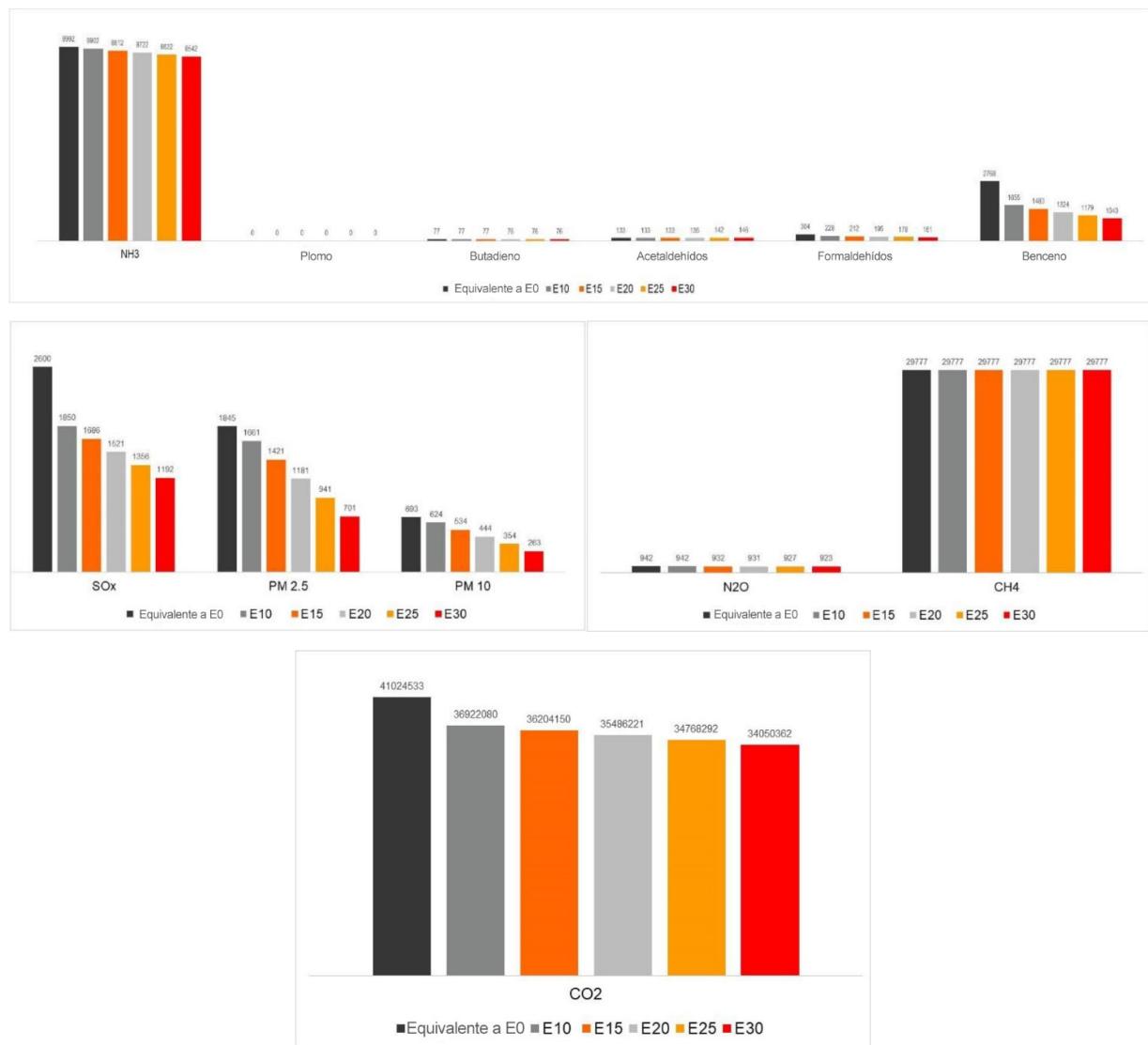
Como se observó, las emisiones que disminuyeron con la adición de etanol en los grados de mezcla de etanol RON 84 EX, RON 90 EX, RON 95 EX, RON 97 son CO, COV, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, formaldehídos, benceno, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, PM 2.5 y PM 10.

Al analizar la comparación de las emisiones de los grados RON 84 EX, RON 90 EX, RON 95 EX y RON 97 EX, se muestra que todas las emisiones cambian, lo cual indica que no usan el mismo BOB.

**Figura 192: Grado RON 84 EX de Perú: emisiones de los parámetros no regulados por mezcla de etanol**

kg por día	Equivalente a E0	E10	E15	E20	E25	E30
<b>CO</b>	1680128	1617963	1587721	1555798	1525556	1495314
<b>COV</b>	132755	130036	128713	127317	125994	124672
<b>COV evap.</b>	17912	17912	17912	17912	17912	17912
<b>NO<sub>x</sub></b>	85251	59676	55413	51151	46888	42625
<b>SO<sub>x</sub></b>	2600	1850	1686	1521	1356	1192
<b>NH<sub>3</sub></b>	8992	8902	8812	8722	8632	8542
<b>Pbromo</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Butadieno</b>	77	77	77	76	76	76
<b>Acetaldehídos</b>	133	133	133	135	142	146
<b>Formaldehído</b>	304	228	212	195	178	161
<b>Benceno</b>	2768	1655	1483	1324	1179	1040
<b>CO<sub>2</sub></b>	41024533	36922080	36204150	35486221	34768292	34050362
<b>N<sub>2</sub>O</b>	942	942	932	931	927	923
<b>CH<sub>4</sub></b>	29777	29777	29777	29777	29777	29777
<b>PM 2.5</b>	1845	1661	1421	1181	941	701
<b>PM 10</b>	693	624	534	444	354	263





Fuente: HCX

**Figura 193: Grado RON 90 EX de Perú: emisiones de los parámetros no regulados por mezcla de etanol**

kg por día	Equivalente a E0	E10	E15	E20	E25	E30
<b>CO</b>	1680983	1618787	1588529	1556590	1526333	1496075
<b>COV</b>	132863	130142	128818	127421	126097	124773
<b>COV evap.</b>	17912	17912	17912	17912	17912	17912
<b>NO<sub>x</sub></b>	85321	59725	55459	51193	46927	42660
<b>SO<sub>x</sub></b>	2639	1878	1711	1544	1377	1209
<b>NH<sub>3</sub></b>	9004	8914	8824	8734	8644	8554
<b>Pbomo</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Butadieno</b>	77	77	77	77	76	76
<b>Acetaldehídos</b>	133	133	133	136	142	146
<b>Formaldehído</b>	305	229	212	195	178	161
<b>Benceno</b>	2768	1655	1483	1324	1179	1040
<b>CO<sub>2</sub></b>	41024533	36922080	36204150	35486221	34768292	34050362
<b>N<sub>2</sub>O</b>	948	948	939	938	934	929
<b>CH<sub>4</sub></b>	29777	29777	29777	29777	29777	29777
<b>PM 2.5</b>	1845	1661	1421	1181	941	701
<b>PM 10</b>	693	624	534	444	354	263

Fuente: HCX

**Figura 194: Grado RON 95 EX de Perú: emisiones de los parámetros no regulados por mezcla de etanol**

kg por día	Equivalente a E0	E10	E15	E20	E25	E30
<b>CO</b>	1636497	1575947	1546490	1515396	1485939	1456482
<b>COV</b>	127282	124658	123382	122035	120759	119482
<b>COV evap.</b>	17912	17912	17912	17912	17912	17912
<b>NO<sub>x</sub></b>	81682	57177	53093	49009	44925	40841
<b>SO<sub>x</sub></b>	612	435	396	358	319	280
<b>NH<sub>3</sub></b>	8366	8282	8199	8115	8031	7948
<b>Pbomo</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Butadieno</b>	68	68	67	67	67	67
<b>Acetaldehídos</b>	120	120	120	122	128	132
<b>Formaldehído</b>	279	210	194	179	163	148
<b>Benceno</b>	3648	2181	1954	1745	1554	1371
<b>CO<sub>2</sub></b>	41024533	36922080	36204150	35486221	34768292	34050362
<b>N<sub>2</sub>O</b>	608	608	602	601	599	596
<b>CH<sub>4</sub></b>	29777	29777	29777	29777	29777	29777
<b>PM 2.5</b>	1845	1661	1421	1181	941	701
<b>PM 10</b>	693	624	534	444	354	263

Fuente: HCX

**Figura 195: Grado RON 97 EX de Perú: emisiones de los parámetros no regulados por mezcla de etanol**

kg por día	Equivalente a E0	E10	E15	E20	E25	E30
<b>CO</b>	1635927	1575397	1545951	1514868	1485421	1455975
<b>COV</b>	127210	124588	123313	121966	120690	119415
<b>COV evap.</b>	17912	17912	17912	17912	17912	17912
<b>NO<sub>x</sub></b>	81635	57145	53063	48981	44899	40818
<b>SO<sub>x</sub></b>	586	417	380	343	305	268
<b>NH<sub>3</sub></b>	8358	8274	8191	8107	8023	7940
<b>Piomo</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Butadieno</b>	68	67	67	67	67	67
<b>Acetaldehídos</b>	120	120	120	122	128	132
<b>Formaldehído</b>	279	209	194	178	163	147
<b>Benceno</b>	4788	2862	2565	2291	2039	1799
<b>CO<sub>2</sub></b>	41024533	36922080	36204150	35486221	34768292	34050362
<b>N<sub>2</sub>O</b>	604	604	598	597	595	592
<b>CH<sub>4</sub></b>	29777	29777	29777	29777	29777	29777
<b>PM 2.5</b>	1845	1661	1421	1181	941	701
<b>PM 10</b>	693	624	534	444	354	263

*Fuente: HCX*

Aquí no se incluirán gráficas ya que son muy similares a las obtenidas de la gasolina de otro grado.

## Uruguay

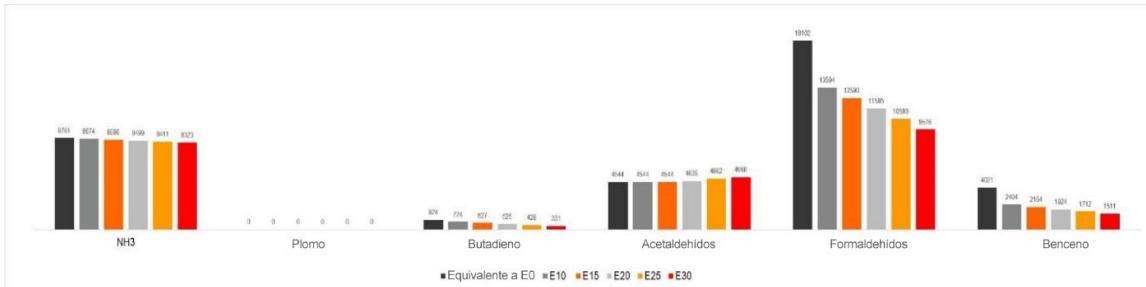
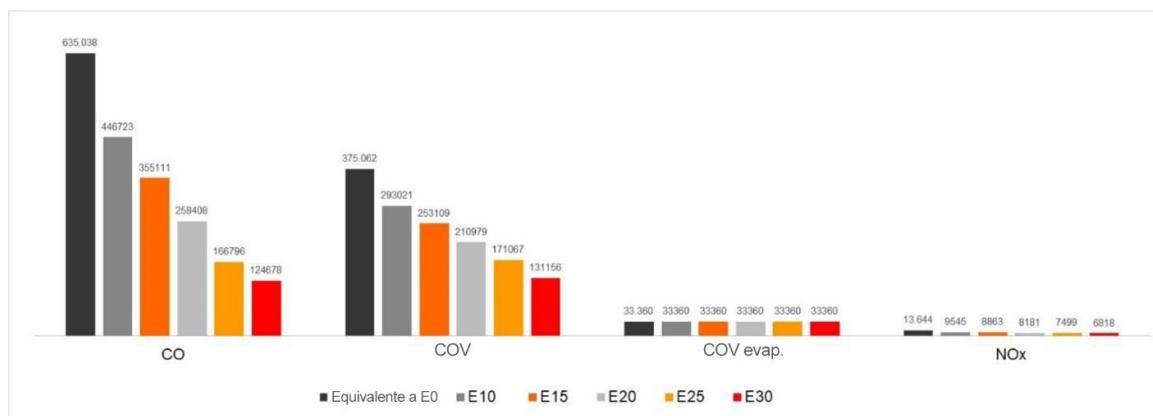
A continuación se describen las emisiones de los parámetros no regulados en kg por día.

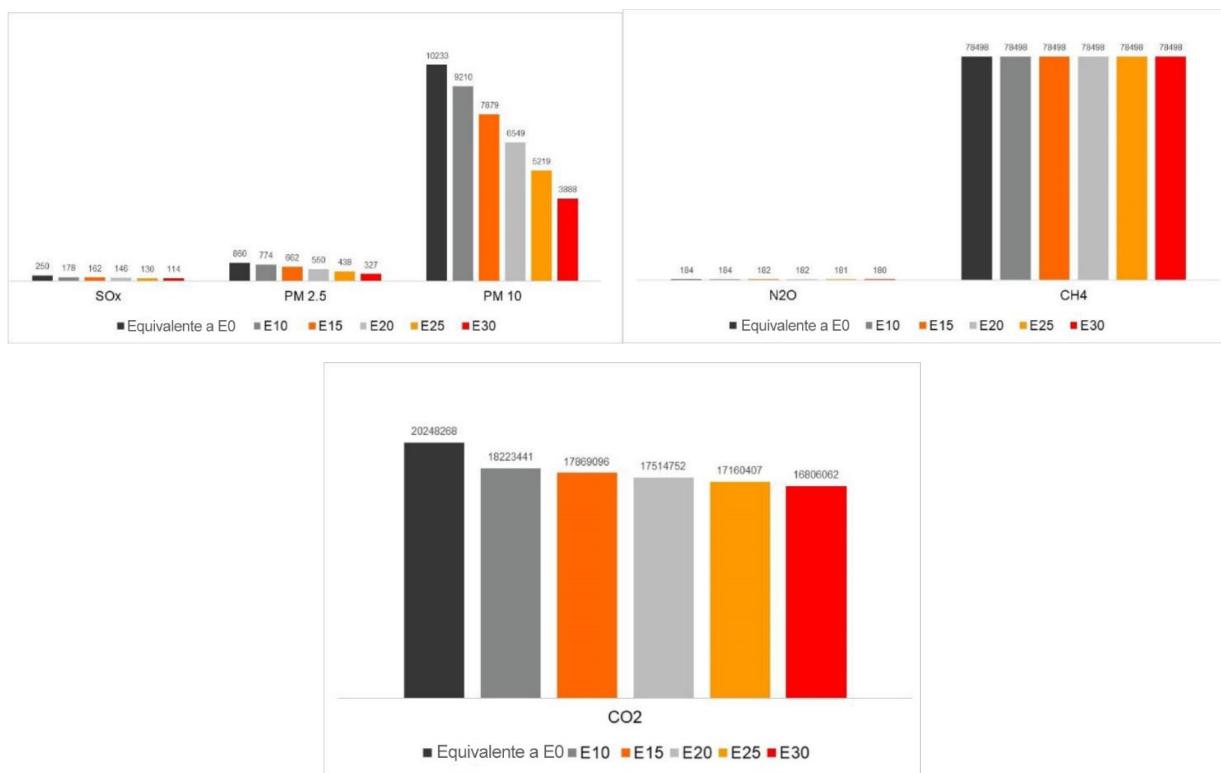
Como se observó, las emisiones que disminuyeron con la adición de etanol en el grado de gasolinas regular RON 91 y premium RON 95 son CO, COV, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, butadieno, formaldehídos, benceno, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, PM 2.5 y PM 10. Las emisiones de acetaldehídos aumentaron a partir de E20. Las emisiones de CO<sub>2</sub> son mucho mayores a cualquier otra.

La diferencia de emisiones entre los grados súper y premium es la de benceno.

**Figura 196: Súper RON 95 EX y premium RON 97 EX de Uruguay - emisiones de los parámetros no regulados por mezcla de etanol**

kg por día	Equivalente a E0	E10	E15	E20	E25	E30
<b>CO</b>	635038	446723	355111	258408	166796	124678
<b>COV</b>	375062	293021	253109	210979	171067	131156
<b>COV evap.</b>	33360	33360	33360	33360	33360	33360
<b>NO<sub>x</sub></b>	13644	9545	8863	8181	7499	6818
<b>SO<sub>x</sub></b>	250	178	162	146	130	114
<b>NH<sub>3</sub></b>	8761	8674	8586	8499	8411	8323
<b>Plomo</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Butadieno</b>	924	724	627	525	428	331
<b>Acetaldehídos</b>	4544	4544	4544	4635	4862	4998
<b>Formaldehído</b>	18102	13594	12590	11585	10580	9576
<b>Benceno</b>	4021	2404	2154	1924	1712	1511
<b>CO<sub>2</sub></b>	20248268	18223441	17869096	17514752	17160407	16806062
<b>N<sub>2</sub>O</b>	184	184	182	182	181	180
<b>CH<sub>4</sub></b>	78498	78498	78498	78498	78498	78498
<b>PM 2.5</b>	860	774	662	550	438	327
<b>PM 10</b>	10233	9210	7879	6549	5219	3888





Fuente: HCX

## SECCIÓN 4. ESTUDIOS DE CASO DEL IMPACTO POTENCIAL DEL ETANOL EN PARÁMETROS REGULADOS: CHILE, PERÚ

El SGS llevó a cabo los análisis de gasolina y mezcla de etanol de cuatro países de Latinoamérica con diferentes calidades de gasolina. El U.S. Grains Council eligió analizar muestras de Chile, República Dominicana, Guatemala y Perú. Los motivos por los que se eligieron estos países son:

- Ausencia de etanol: con excepción del Perú, actualmente estos países no mezclan etanol
- Representación regional: estos países tienen distintas cualidades y pueden ser representativos de otras subregiones del continente
- Potencial de mezclas más altas: estos países podrían mezclar altos niveles de etanol, ya sea porque cuentan con una producción nacional o porque su gasolina base puede absorber grandes cantidades de etanol y seguir cumpliendo con las especificaciones actuales

SGS INSPIRE, con la ayuda de las oficinas de SGS en los países ya mencionados, recolectó muestras de gasolina terminada de gasolineras de Santiago, Santo Domingo, Ciudad de Guatemala y Lima. Las muestras de gasolina se transportaron al laboratorio de SGS en Speyer, Alemania y se mezclaron (*splash blending*) con etanol cumpliendo con la norma de la UE EN 15376 en volúmenes cada vez mayores (10%, 15%, 20%, 25% y 30%).

Las muestras de etanol con gasolina se analizaron en el laboratorio de SGS. Los resultados mostrados en esta sección se obtienen con el propósito de ilustrar el impacto potencial de la mezcla de etanol en la gasolina en niveles crecientes de parámetros regulados: octanaje (RON y MON), azufre, plomo y otros cationes y aniones, benceno, aromáticos, olefinas, parafinas, naftenos, PVR, puntos de destilación (T10, T50, T90, FBP, Residuo), contenido de oxígeno, contenido de etanol, volumen de agua, valor calorífico, proporción aire:combustible y éter metil terbutilo (MTBE).

Los resultados mostrarán cómo el etanol mezclado con gasolina terminada modifica los valores de los parámetros elegidos. Sin embargo, en la práctica, si el etanol se mezcla con la gasolina base (en lugar de con la terminada), se mostrarían mayores beneficios, ya que se optimizarían las características de la gasolina base. El producto terminado, una mezcla formada por gasolina base optimizada y etanol, sería más apto para adoptar todos los beneficios de la mezcla de etanol y minimizar los problemas que afronta el proceso. Las diferencias entre la combinación optimizada de los componentes de la mezcla de gasolina y la gasolina terminada se describen ampliamente en la [Sección 2](#).

Los países y las mezclas gasolina-etanol son las siguientes:

**Figura 197: Grados de mezcla de etanol seleccionados por país**

País	Mezclas de etanol seleccionadas por el U.S. Grains Council para análisis					
Chile (Santiago)	RON 95 E0	RON 95 E10	RON 95 E15	RON 95 E20	RON 95 E25	RON 95 E30
República Dominicana (Santo Domingo)	RON 95 E0	RON 95 E10	RON 95 E15	RON 95 E20	RON 95 E25	RON 95 E30
Guatemala (Ciudad de Guatemala)	RON 95 E0	RON 95 E10	RON 95 E15	RON 95 E20	RON 95 E25	RON 95 E30
Perú (Lima)	RON 90 E7.8	RON 90 E10	RON 90 E15	RON 90 E20	RON 90 E25	RON 90 E30

Fuente: Compilación de SGS INSPIRE

## Puntos clave

Como oxigenante, el etanol tiene un octanaje mayor que la gasolina, lo que significa que mezclarlo con gasolina aumentará el octanaje de la mezcla y elimina la necesidad de usar otros potenciadores como el MTBE. La adición de oxigenantes aumenta el contenido de oxígeno total de la mezcla, el cual debe estar por debajo de los límites reglamentarios, dependiendo del contenido de etanol.

La adición de etanol a la gasolina diluye la mezcla, disminuye el contenido de azufre e hidrocarburos (aromáticos, parafinas, naftas, olefinas, benceno), ya que no contiene ni azufre ni hidrocarburos.

Los valores de destilación no se ven afectados por la adición de etanol, como lo demuestra el análisis llevado a cabo. El valor calorífico y la proporción aire:combustible de la mezcla de etanol con gasolina disminuye, pero dicha disminución es mucho menor que el contenido de etanol añadido (es decir, de 8 a 9% del valor calorífico y de 11 a 12% de disminución de la proporción aire:combustible con la adición de 30% v/v de etanol).

El agua es una característica importante de las mezclas de etanol con gasolina. De acuerdo con la norma D 4814 de la ASTM de 'Combustible para motores de automóviles de encendido por chispa', un combustible solo de hidrocarburos puede disolver hasta 0.03% de masa de agua, pero las mezclas de hidrocarburo-alcohol disuelven más agua que la existente al momento de la mezcla lo que brindará protección contra la separación de fase en caso de que pequeñas cantidades extras de agua contaminen la mezcla de combustible, siempre y cuando su temperatura no aumente. El nivel de mejora en la tolerancia al agua (la cantidad de agua que se puede disolver antes de que se dé la separación de fase) aumentará con la concentración de alcohol en el combustible. Por ejemplo, una mezcla de 10% v/v de etanol con una mezcla típica de hidrocarburo a temperatura ambiente puede disolver hasta 0,5% v/v de agua, como lo establece la norma D 4814 de la ASTM.

Esta información también la confirma el National Renewable Energy Laboratory (NREL) de EE. UU., que estipula que una mezcla E10 tolera (existe como una fase única) más de 0.4% v/v de agua a 15°C (60°F). Los resultados del análisis llevado a cabo por SGS indican un contenido de agua mucho menor al tolerado por las mezclas de etanol estudiadas hasta la E30.

## Chile

### Puntos clave

Las muestras para el análisis de parámetros se basa en la gasolina RON 95 y 0% v/v de contenido de etanol. La gasolina RON 95 se produce mezclando las gasolinas RON 93 y RON 97. En 2020 la RON 95 tuvo el 28% de participación de mercado. En Chile no se usa etanol.

Chile utiliza MTBE para incrementar el octanaje. El análisis de las muestras indica que el BOB en Chile es de alta calidad. La elección de una combinación ajustada de componentes de la mezcla antes de agregar un oxigenante ayudaría a optimizar la adición de etanol a la gasolina y también a reducir el contenido de oxígeno. Como era de esperarse, con la adición de etanol se reducen el azufre e hidrocarburos.

La PVR aumenta significativamente con la adición de 10% v/v de etanol y después empieza a disminuir. No obstante, la PVR del BOB es bastante baja, lo que ayudaría a cumplir con las especificaciones al añadir etanol. El contenido de agua aumenta con el etanol, pero no significativamente.

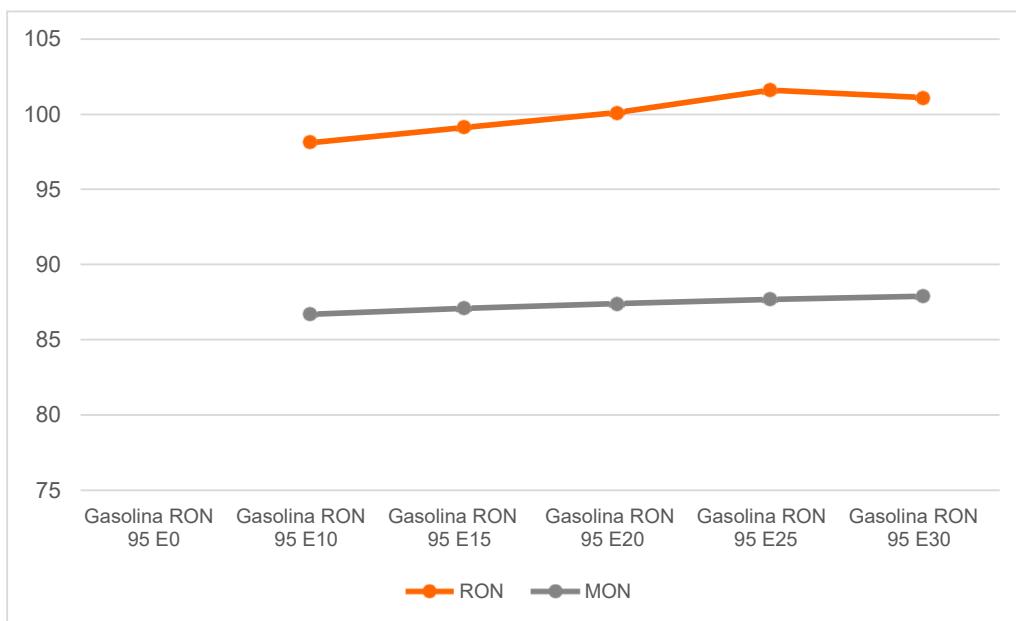
La adición de etanol en la gasolina no afecta sus valores de destilación. El valor calorífico y la proporción aire:combustible disminuye, como era de esperarse, pero no afecta la estabilidad de la mezcla de etanol.

### Octanaje

Como se puede ver a continuación, el Número de Octano de Investigación (RON) aumenta proporcionalmente con la adición de etanol. Al igual que el Número de Octano del Motor (MON), pero permanece más estable. Dado que el componente de la mezcla *previo a la mezcla de oxigenantes* (BOB) ya tiene un alto RON 95, tanto por una alta calidad de BOB como por la adición de MTBE, la adición de etanol lleva al aumento de RON hasta 100. Normalmente este alto aumento de octanaje sería corregido mediante una optimización del componente de la mezcla, de ahí el uso de componentes de la mezcla óptimos para la adición de etanol y sin añadir otros oxigenantes, como el MTBE.

Es interesante hacer notar que de la E25 a E30 no aumenta RON.

**Figura 198: Valores RON y MON en las muestras de gasolina + etanol**

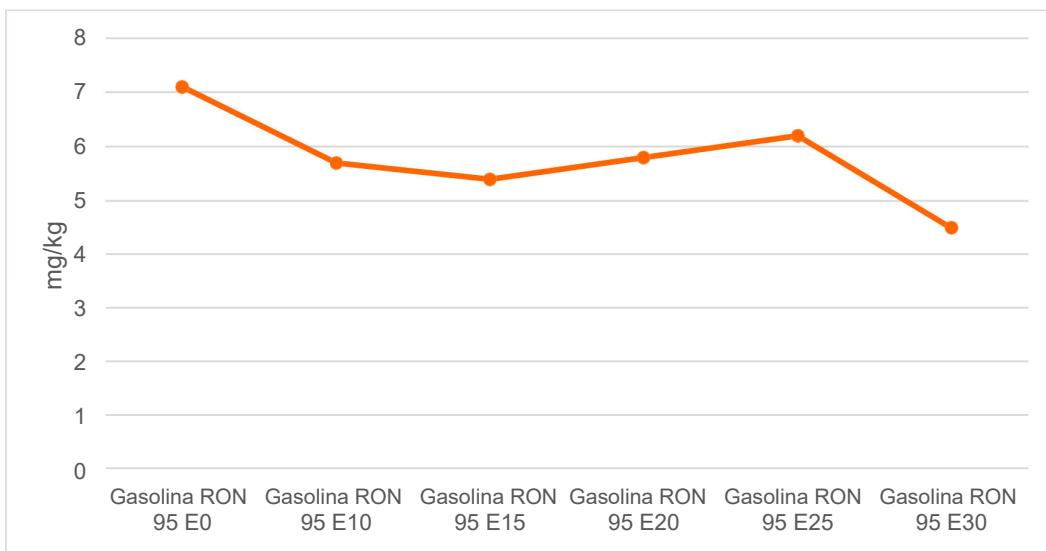


Fuente: SGS

## Azufre

Debido a que el etanol no contiene nada de azufre, la mezcla de etanol en la gasolina disminuye el contenido de azufre del combustible, aunque esto no es relevante en Chile, dado que la gasolina ya tiene menos de 10 mg/kg de azufre.

**Figura 199: Azufre (mg/kg) en las muestras de gasolina + etanol**

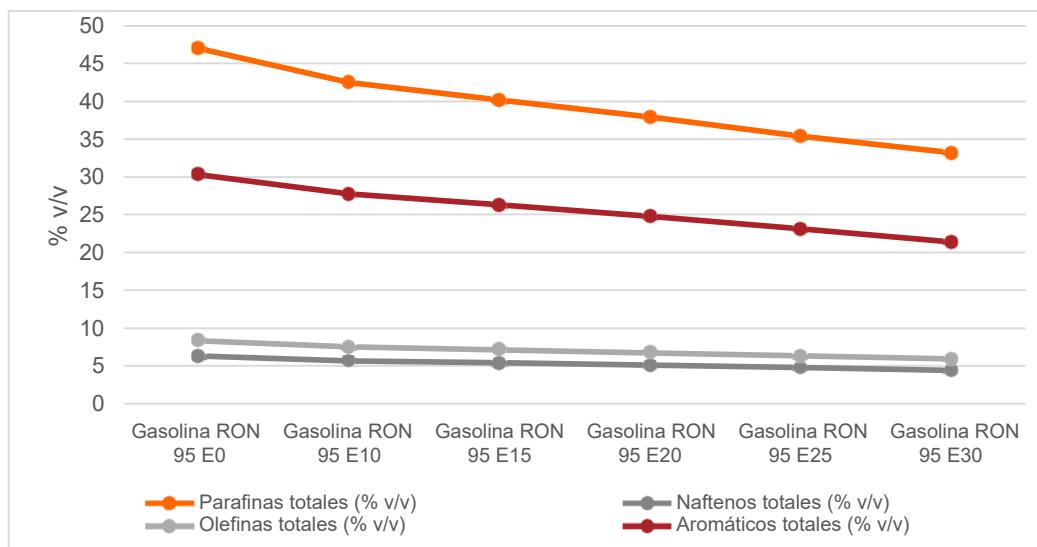


Fuente: SGS

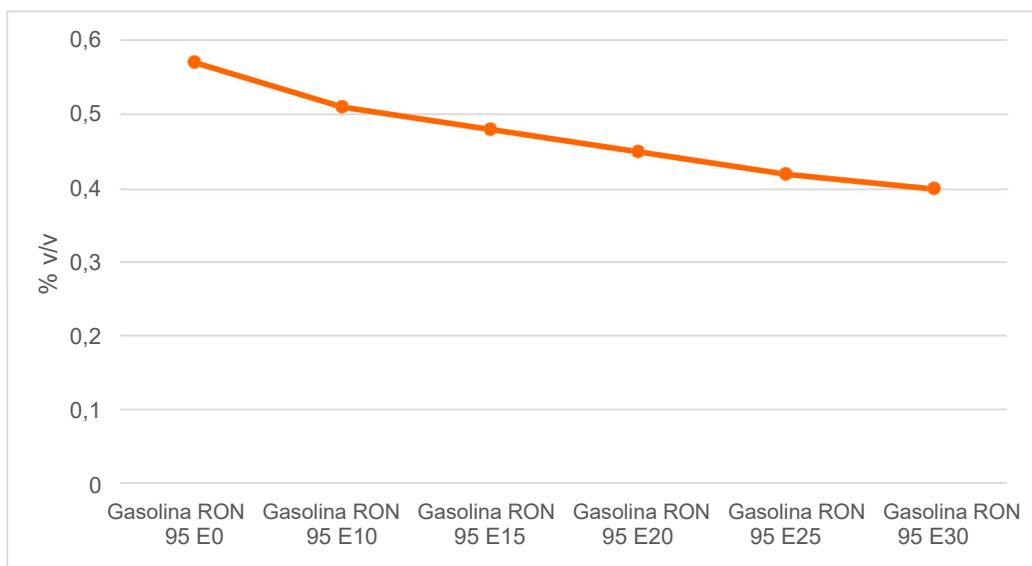
## Hidrocarburos

Dado que el etanol no contiene hidrocarburos, la mezcla de etanol en la gasolina disminuye el contenido de los hidrocarburos en el combustible, en especial parafinas y aromáticos.

**Figura 200: Aromáticos, olefinas, parafinas y naftenos (% v/v) en las muestras de gasolina + etanol**

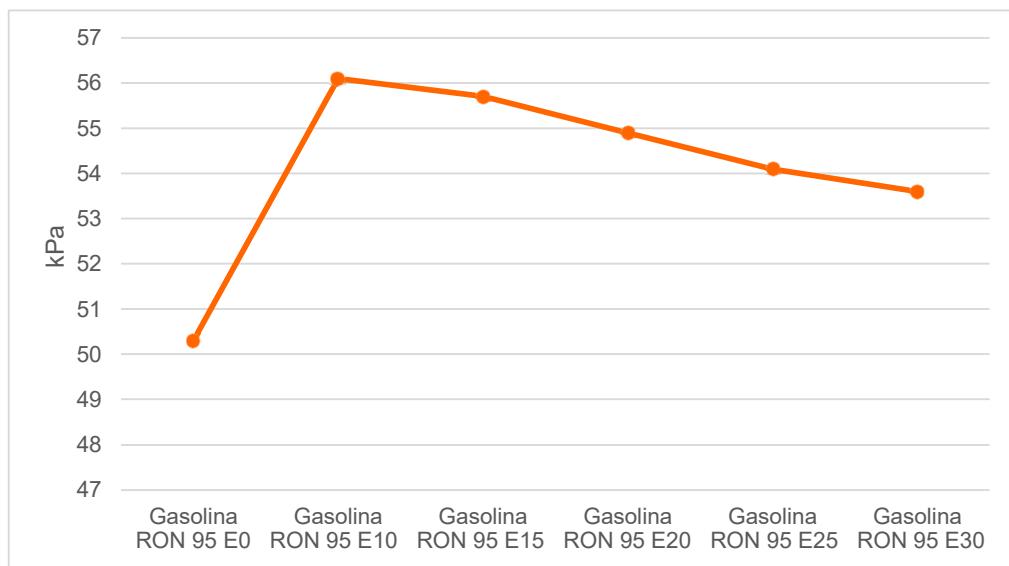


Fuente: SGS

**Figura 201: Benceno (% v/v) en las muestras de gasolina + etanol***Fuente: SGS***Presión de vapor (PVR)**

De acuerdo con los resultados de laboratorio, la presión de vapor de la gasolina empieza a aumentar con la adición de etanol en pequeñas cantidades; se mantiene alta hasta que el etanol llega a un 10% v/v, momento en el que la PVR empieza a disminuir. De E0 a E10, la PVR aumenta 6 kPa.

Debe hacerse notar que la PVR del BOB chileno es muy baja. Este factor puede facilitar la adición de etanol en la gasolina porque la mezcla final cumpliría con los límites reglamentarios.

**Figura 202: Valores de PVR en las muestras de gasolina + etanol (37,8°C)***Fuente: SGS*

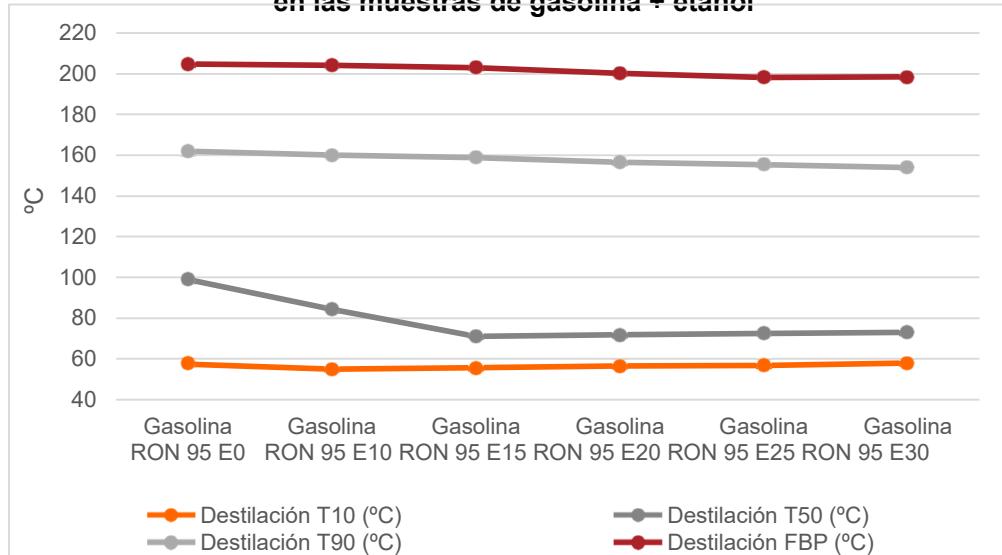
## Destilación

La adición de etanol conlleva pequeños cambios en las curvas de destilación; a bajos volúmenes de evaporación, se alcanzan las temperaturas más bajas con 15% v/v de contenido de etanol, pero esta temperatura aumenta con la adición de etanol. Esto se observa especialmente en la temperatura a 50% v/v evaporado.

Se observa un comportamiento opuesto con altos volúmenes evaporados; la temperatura disminuye cuando aumenta el contenido de etanol.

En conclusión, la mezcla de etanol en gasolina base RON 95 no impacta significativamente en la destilación.

**Figura 203: Valores de evaporación en la destilación (% v/v) en las muestras de gasolina + etanol**

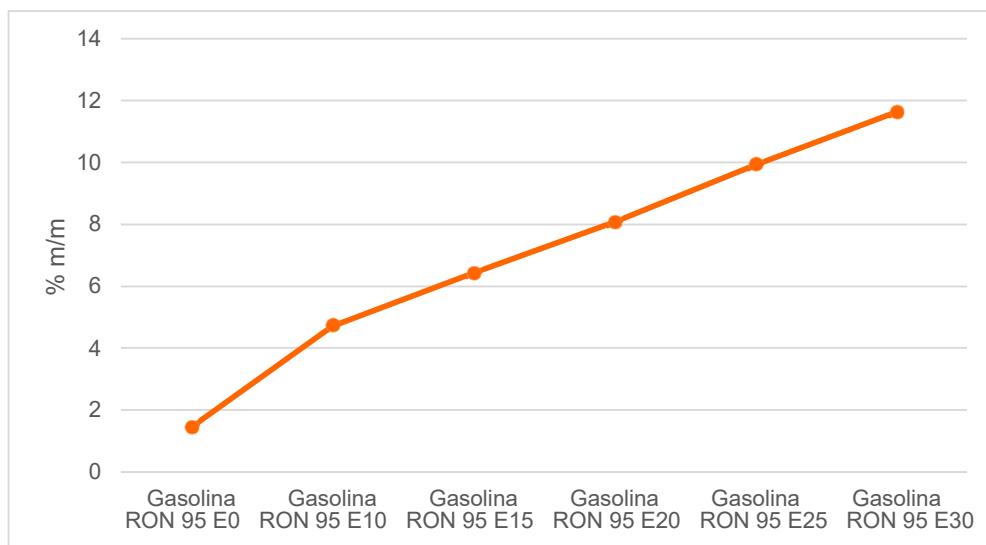
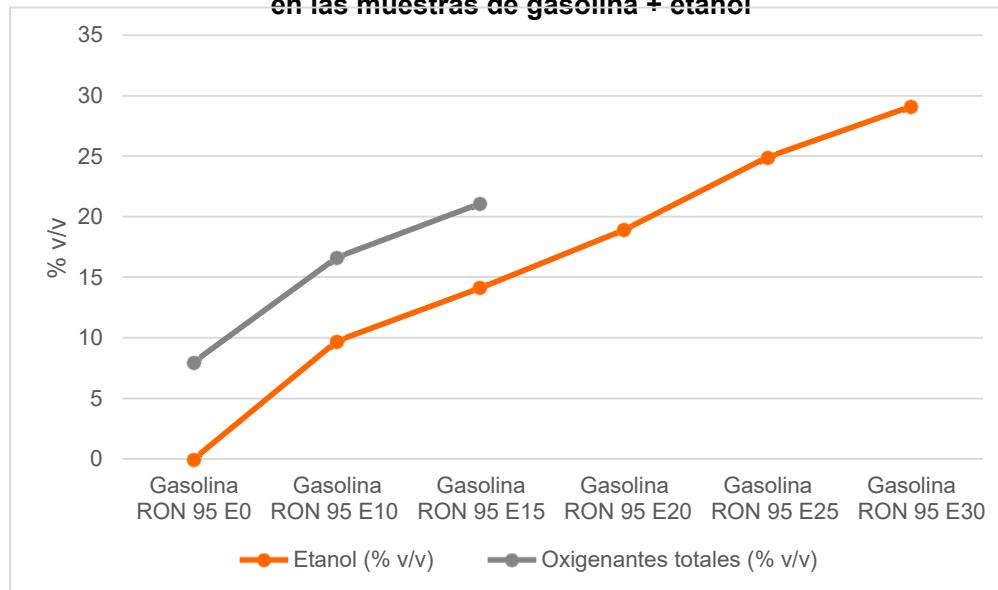


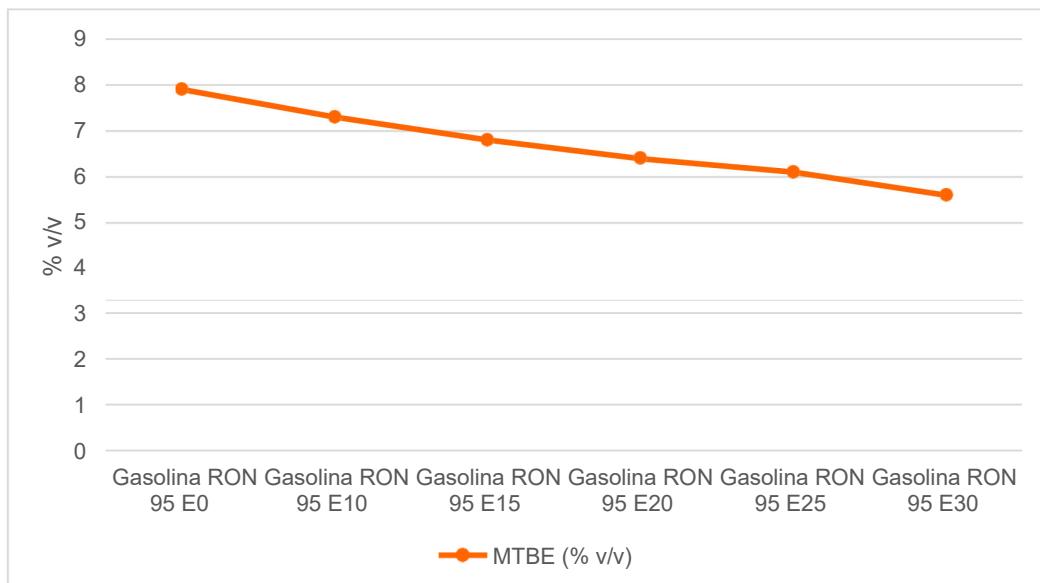
Fuente: SGS

## Contenido de oxígeno y oxigenantes

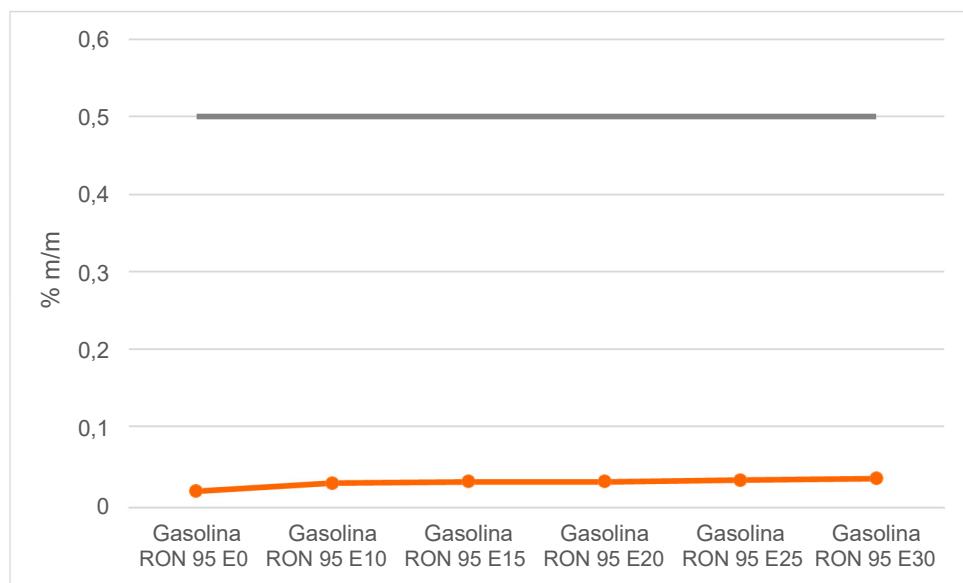
Como se observa a continuación, el contenido de oxígeno aumenta proporcionalmente con la adición de etanol. El método de prueba de los oxigenantes totales no los evalúa en cantidades mayores a 22% v/v y el contenido de etanol analizado corresponde con los grados estudiados.

El contenido de MTBE de la gasolina E0 es cercano a 8% v/v. Se diluye al añadir etanol. Si las muestras se hubieran formado de gasolina base y etanol, sin MTBE, el contenido de oxígeno no aumentaría mucho de E0 a E10, en comparación con de E10 a E15, etc. e incrementaría de manera más lineal.

**Figura 204: Contenido de oxígeno (% m/m) en las muestras de gasolina + etanol***Fuente: SGS***Figura 205: Contenido de etanol y oxigenante total (% v/v) en las muestras de gasolina + etanol***Fuente: SGS*

**Figura 206: Contenido de MTBE (% v/v) en las muestras de gasolina + etanol***Fuente: SGS***Contenido de agua**

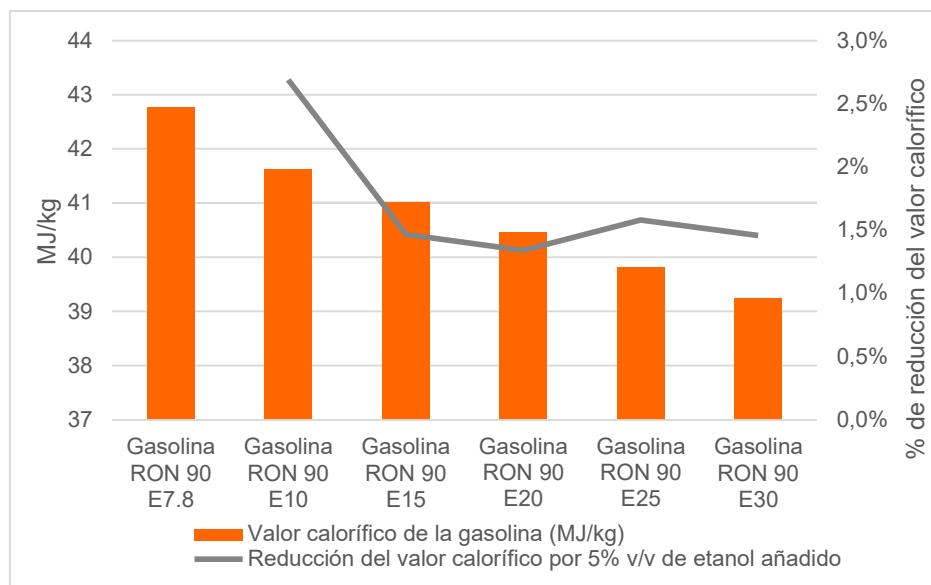
Los resultados muestran que la adición de etanol a la gasolina tiene poco impacto en el contenido de agua. De acuerdo con la norma D 4814 de la ASTM, el etanol mezclado hasta E30 tiene un contenido de agua significativamente por debajo de 0.5% v/v que el que se puede disolver en una mezcla de etanol 10% v/v con una mezcla típica de hidrocarburos a temperatura ambiente.

**Figura 207: Contenido de agua en las muestras de gasolina + etanol***Fuente: SGS*

## Valor calorífico

En la siguiente gráfica se puede observar que el valor calorífico y el etanol tienen una relación lineal. Cada 5% v/v de etanol añadido disminuye el valor calorífico en aproximadamente 1,3 a 2,7%.

**Figura 208: Valor calorífico de las muestras de gasolina + etanol**

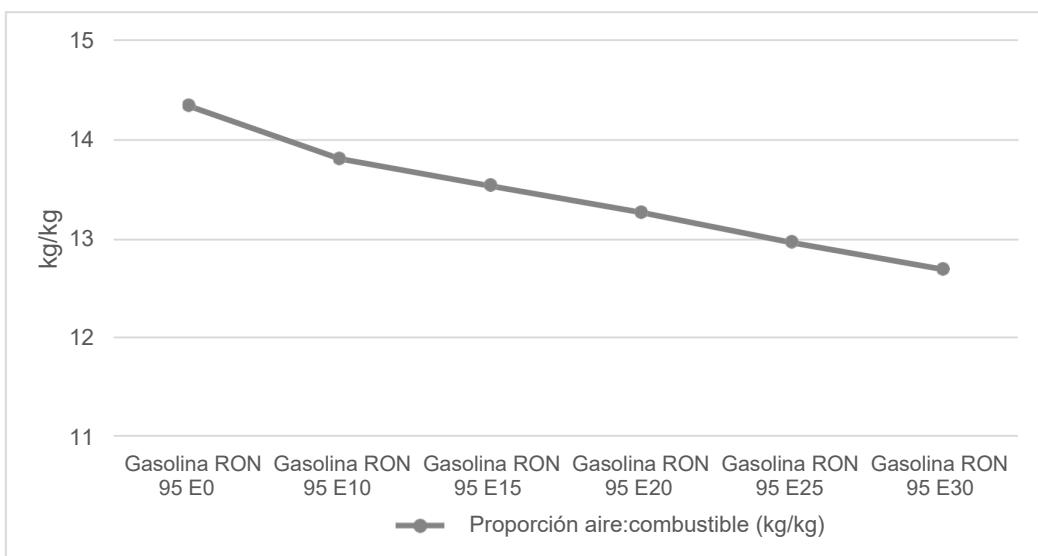


Fuente: SGS

## Proporción aire:combustible

En la siguiente gráfica se puede observar que la proporción aire:combustible y el etanol tienen una relación lineal, con respecto al valor calorífico. Cada 5% v/v de etanol añadido disminuye la proporción aire:combustible aproximadamente en 0,3 kg/kg.

**Figura 209: Proporción aire:combustible de las muestras de gasolina + etanol**



Fuente: SGS

## Otros

El análisis de las muestras no muestra contenido de aniones y cationes: silicio, hierro, aluminio, cobre, plomo, estaño, cromo, níquel, zinc, fósforo, magnesio, calcio, sodio, molibdeno, bario, potasio, titanio, vanadio, boro, manganeso, plata, cobalto y litio.

La siguiente figura resume los valores de todos los parámetros estudiados en el grado de gasolina y los grados de mezclas de etanol.

**Figura 210: Valores de los parámetros de grados de gasolina y etanol en Chile**

CHILE	Gasolina RON 95 E0	Gasolina RON 95 E10	Gasolina RON 95 E15	Gasolina RON 95 E20	Gasolina RON 95 E25	Gasolina RON 95 E30
RON		98,1	99,1	100,1	101,6	101,1
MON		86,7	87,1	87,4	87,7	87,9
Contenido de agua (% m/m)	0,021	0,031	0,033	0,033	0,035	0,037
PVR (kPa)	50,3	56,1	55,7	54,9	54,1	53,6
Azufre (mg/kg)	7,1	5,7	5,4	5,8	6,2	4,5
Contenido de oxígeno (% m/m)	1,44	4,71	6,41	8,07	9,93	11,63
Etanol (% v/v)	0	9,75	14,12	18,91	24,91	29,11
Oxigenantes totales (% v/v)	8	16,66	21,1	N/D	N/D	N/D
Parafinas totales (% v/v)	47	42,5	40,2	37,9	35,4	33,2
Naftenos totales (% v/v)	6,3	5,7	5,4	5,1	4,8	4,4
Olefinas totales (% v/v)	8,3	7,5	7,1	6,7	6,3	5,9
Aromáticos totales (% v/v)	30,3	27,7	26,3	24,8	23,1	21,4
MTBE (% v/v)	7,9	7,3	6,8	6,4	6,1	5,6
Benceno (% v/v)	0,57	0,51	0,48	0,45	0,42	0,4
Cationes y aniones (mg/kg)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Destilación T10 (°C)	57,5	55	55,6	56,5	56,9	58
Destilación T50 (°C)	99	84,3	71,1	71,9	72,4	73,2
Destilación T90 (°C)	161,9	159,9	158,7	156,6	155,4	153,9

Destilación FBP (°C)	204,7	204	202,9	200,1	198,1	198,4
Residuo de destilación (% v/v)	1	1	1	1	1	1
Valor calorífico de la gasolina (MJ/kg)	42,77	41,62	41,01	40,46	39,82	39,24
Proporción aire:combustible (kg/kg)	14,34	13,81	13,54	13,27	12,97	12,7

*Fuente:* SGS

## Perú

### Puntos clave

Las muestras para el análisis de parámetros se basa en la gasolina RON 90 y 7,8% v/v de contenido de etanol. RON 90 es uno de los grados regulares y en 2020 tenía el 60% de participación en el mercado.

El grado de mezcla de etanol RON 90 tiene un octanaje significativamente más alto al requerido. Aun así, el BOB en Perú es más bajo que en otros países latinoamericanos. Si el etanol se añadiera en concentraciones más altas, aumentaría el octanaje de las mezclas de etanol, lo que beneficiaría a las emisiones. Además, el límite de oxígeno de E10 está fuera del ámbito de las especificaciones de la UE, pero esto se debe a que el etanol se mezcla (*splash blending*) con gasolina que ya tiene etanol. La optimización de BOB reduciría el contenido de oxígeno del combustible terminado. Como era de esperarse, con la adición de etanol se reducen el azufre e hidrocarburos. En el caso del azufre, aromáticos y olefinas, Perú estaría más cerca de cumplir las especificaciones de la UE si fuera mayor el contenido de etanol en la gasolina.

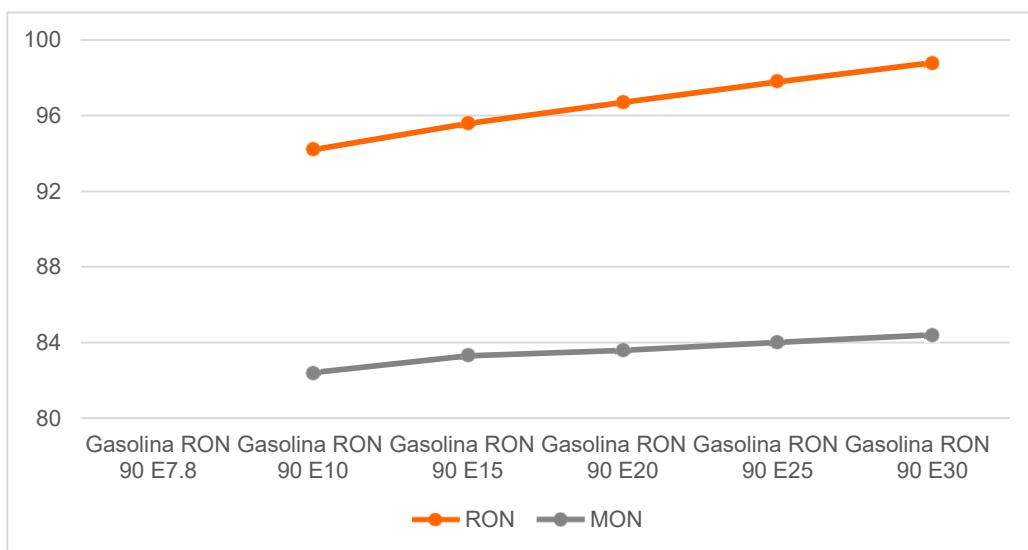
La PVR aumentó significativamente hasta lograr E10 de E7.8, pero se debe a la misma razón que ya se explicó anteriormente. Si se hubiera añadido etanol a BOB, la PVR no aumentaría de manera tan drástica. El contenido de agua disminuye con la adición de etanol, pero esto se debe a la calidad peruana de la gasolina y etanol en comparación con la UE, que en este caso es menor.

La adición de etanol en la gasolina no afecta sus valores de destilación. El valor calorífico y la proporción aire:combustible disminuye, como era de esperarse, pero no afecta la estabilidad de la mezcla de etanol.

### Octanaje

Como se puede ver a continuación, el Número de Octano de Investigación (RON) aumenta proporcionalmente con la adición de etanol. Igual es con el Número de Octano del Motor (MON), pero el aumento es menos pronunciado. El componente de la mezcla *previo a la mezcla de oxigenantes* (BOB) tiene un RON bajo, pero la E30 alcanza un número RON similar al de la gasolina premium europea.

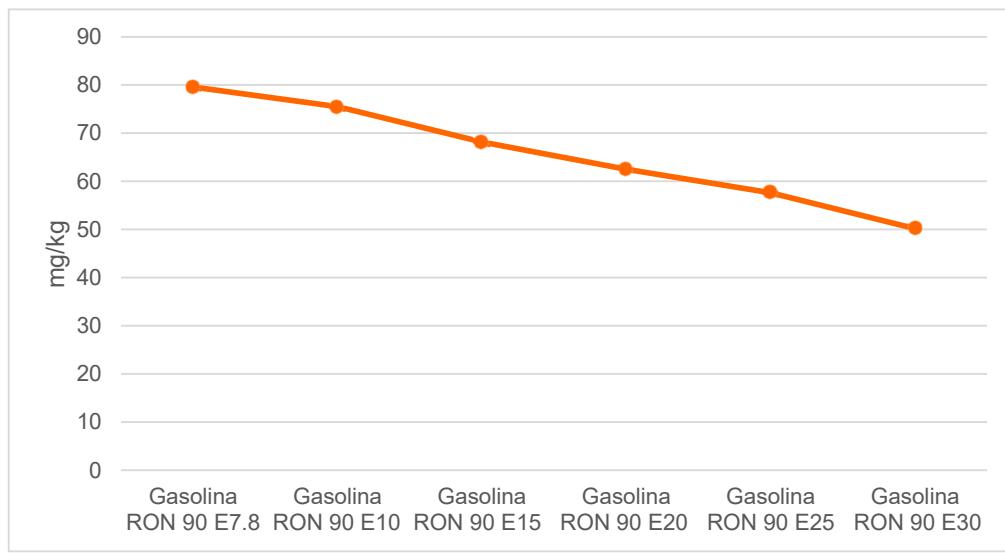
**Figura 235: Valores RON y MON en las muestras de gasolina + etanol**



Fuente: SGS

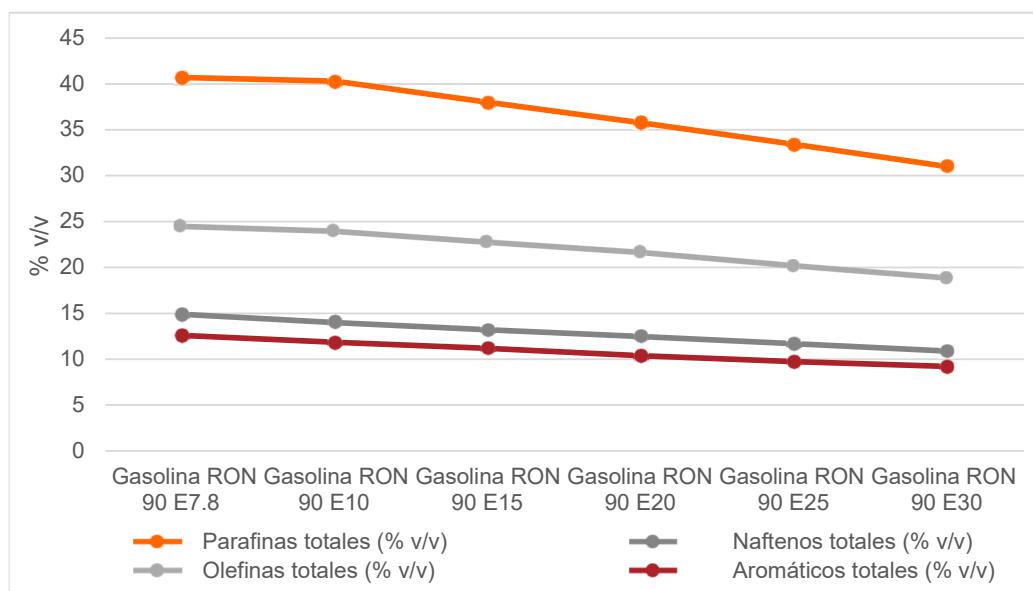
### Azufre

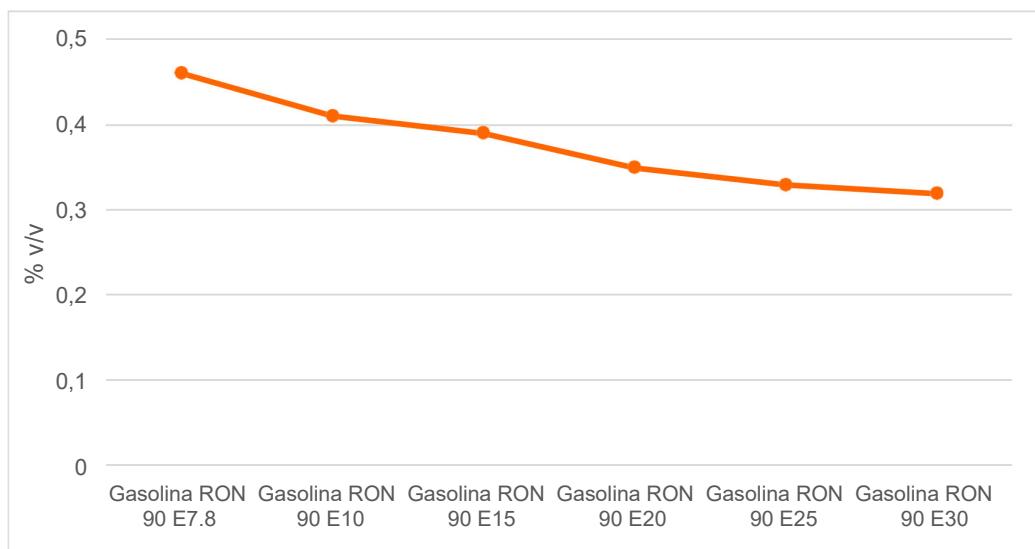
Debido a que el etanol no contiene nada de azufre, la mezcla de etanol en la gasolina disminuye el contenido de azufre en el combustible. De E7.8 a E30, el azufre se reduce en 30 mg/kg.

**Figura 236: Azufre (mg/kg) en las muestras de gasolina + etanol***Fuente: SGS*

## Hidrocarburos

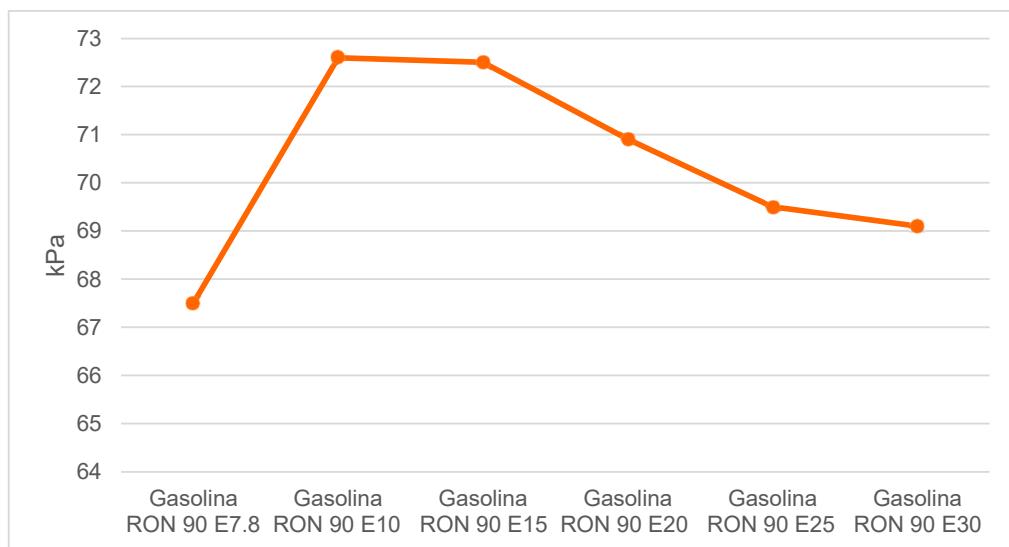
Dado que el etanol no contiene hidrocarburos, la mezcla de etanol en la gasolina disminuye el contenido de los hidrocarburos en el combustible, en especial parafinas y aromáticos.

**Figura 237: Aromáticos, olefinas, parafinas y naftenos (% v/v) en las muestras de gasolina + etanol***Fuente: SGS*

**Figura 238: Benceno (% v/v) en las muestras de gasolina + etanol***Fuente: SGS***Presión de vapor (PVR)**

De acuerdo con los resultados de laboratorio, la presión de vapor de la gasolina empieza a aumentar con la adición de etanol en pequeñas cantidades; se mantiene alta hasta que el etanol llega a un 15% v/v, momento en el que la PVR empieza a disminuir. De E7.8 a E10, la PVR aumenta 5 kPa. Esto se debe a la adición de etanol a una mezcla de etanol. Si las muestras estuvieran conformadas por gasolina base sin etanol, y este último se hubiera mezclado (*splash blending*) en el laboratorio, el aumento inicial de la PVR no hubiera sido tan pronunciado.

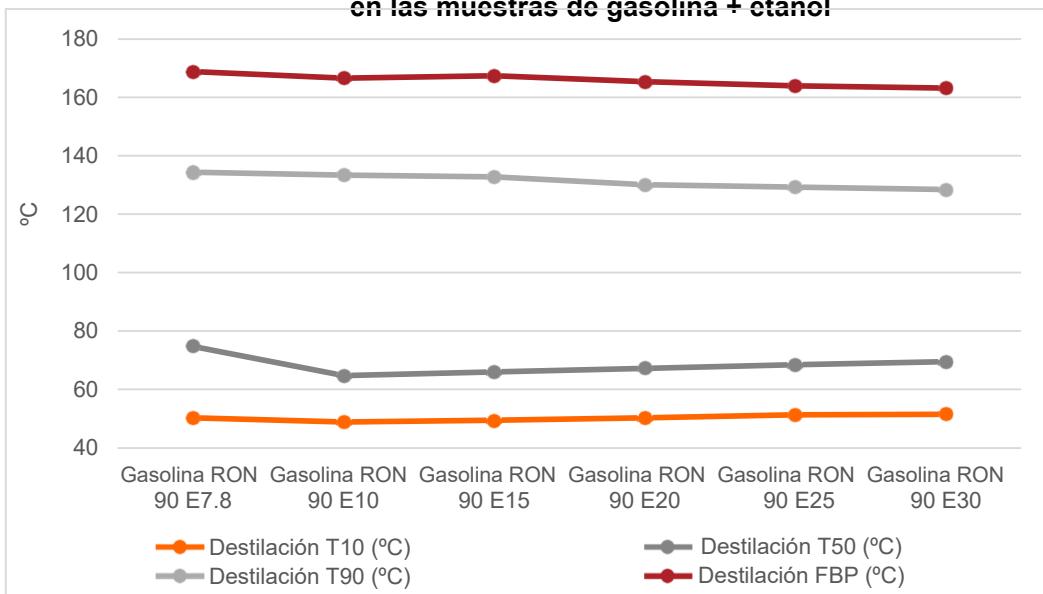
Después de añadir 25% v/v de etanol, la disminución de PVR es menos pronunciada.

**Figura 239: Valores de PVR en las muestras de gasolina + etanol (37,8°C)***Fuente: SGS*

## Destilación

La adición de etanol conlleva pequeños cambios en las curvas de destilación. Se puede concluir que el etanol no tiene un impacto significativo en la destilación.

**Figura 240: Valores de evaporación en la destilación (% v/v) en las muestras de gasolina + etanol**

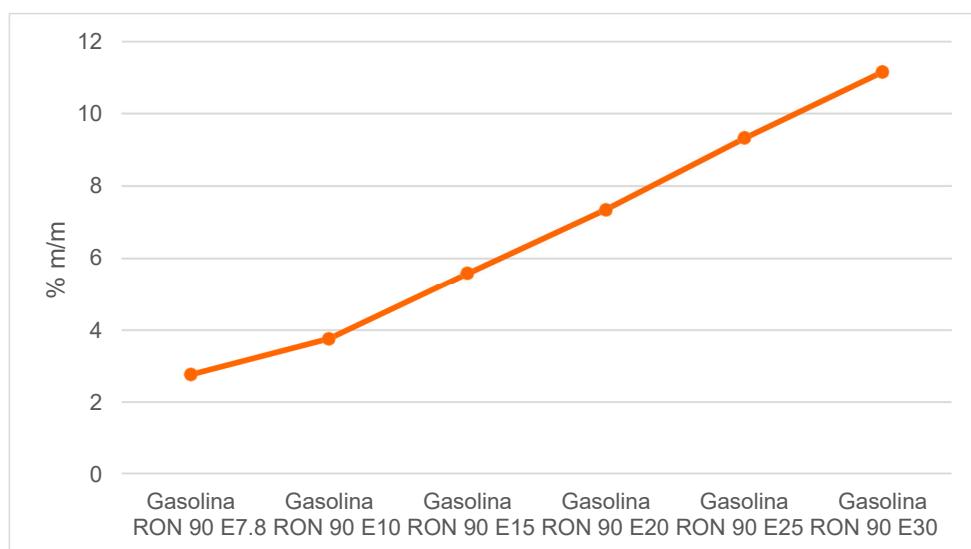


Fuente: SGS

## Etanol y contenido de oxígeno

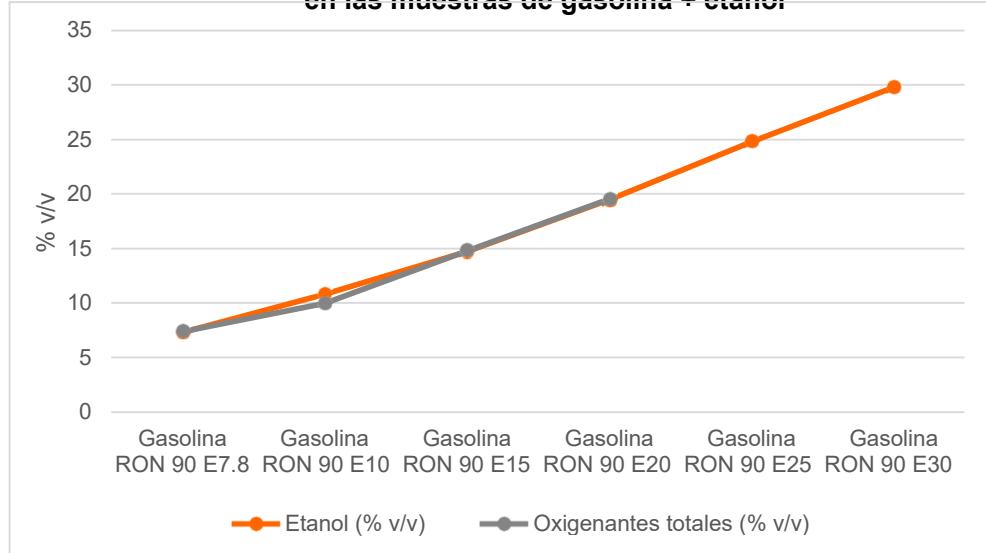
Como se observa a continuación, el contenido de oxígeno aumenta proporcionalmente con la adición de etanol.

**Figura 241: Contenido de oxígeno (% m/m) en las muestras de gasolina + etanol**



Fuente: SGS

**Figura 242: Contenido de etanol y oxigenante total (% v/v) en las muestras de gasolina + etanol**

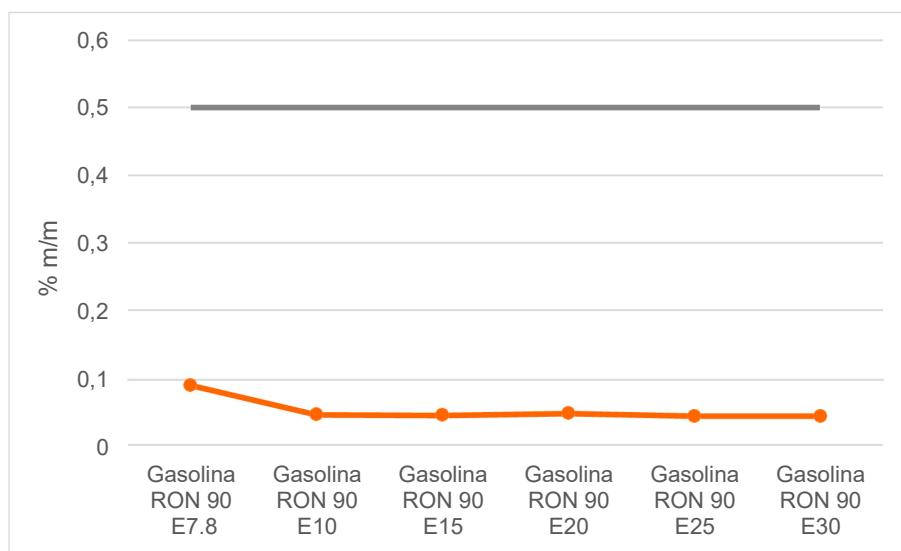


Fuente: SGS

### Contenido de agua

Los resultados muestran que en el caso de Perú la adición de etanol no impacta en el contenido de agua de la gasolina después de llegar a E10. Esto se debe a que el contenido de agua en la gasolina peruana es tres veces mayor que el etanol utilizado en el laboratorio para pruebas, que cumplen con las especificaciones europeas. De cualquier forma, de acuerdo con la norma D 4814 de la ASTM, el contenido de agua es menor a 0.5% v/v que se puede disolver en una mezcla de etanol 10% v/v con una mezcla típica de hidrocarburos a temperatura ambiente.

**Figura 243: Contenido de agua en las muestras de gasolina + etanol**

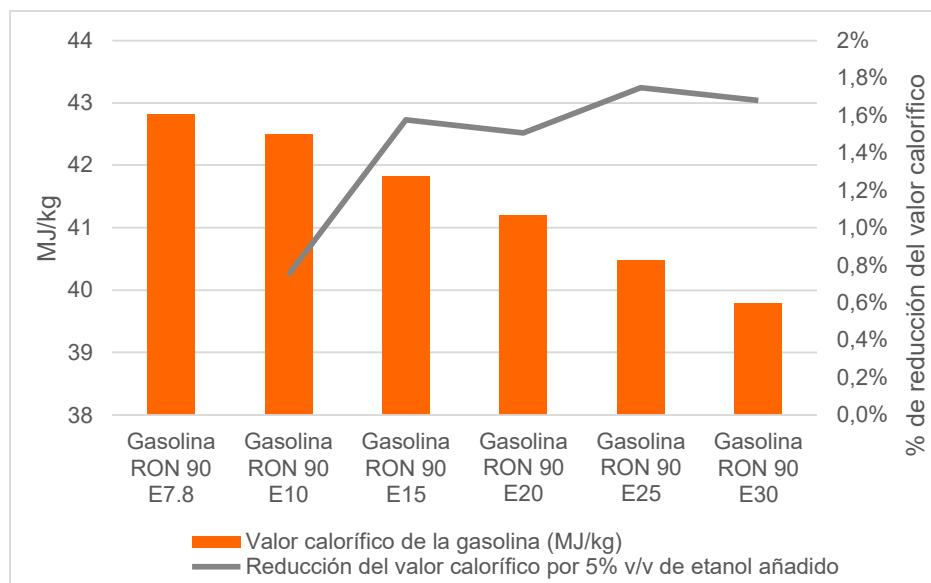


Fuente: SGS

## Valor calorífico

En la siguiente gráfica se puede observar que el valor calorífico y el etanol tienen una relación lineal. Cada 5% v/v de etanol añadido disminuye el valor calorífico en aproximadamente 0,7 a 1,7%.

**Figura 244: Valor calorífico de las muestras de gasolina + etanol**

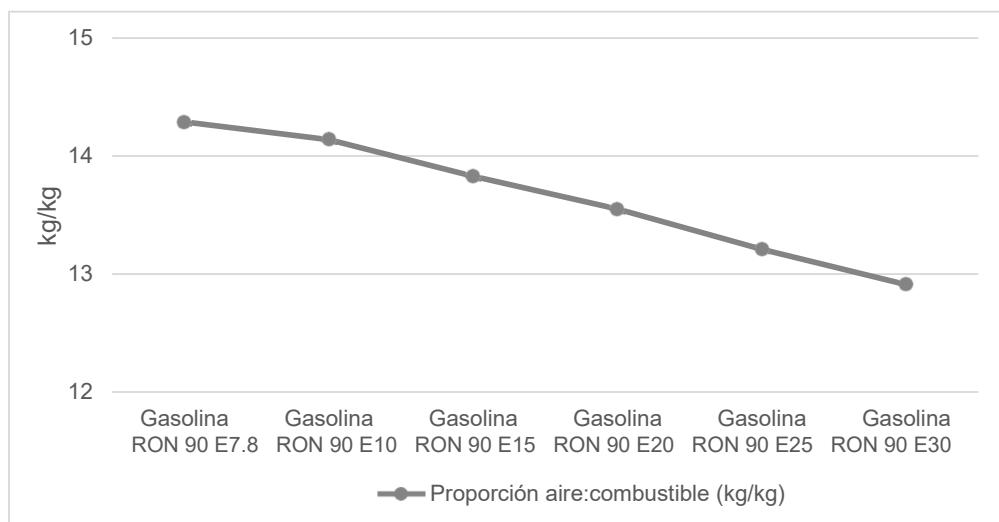


Fuente: SGS

## Proporción aire:combustible

En la siguiente gráfica se puede observar que la proporción aire:combustible y el etanol tienen una relación lineal, con respecto al valor calorífico. Cada 5% v/v de etanol añadido disminuye la proporción aire:combustible en aproximadamente 0,3 kg/kg.

**Figura 245: Proporción aire:combustible de las muestras de gasolina + etanol**



Fuente: SGS

## Otros

El análisis de las muestras no indica contenido de MTBE ni aniones y cationes: silicio, hierro, aluminio, cobre, plomo, estaño, cromo, níquel, zinc, fósforo, magnesio, calcio, sodio, molibdeno, bario, potasio, titanio, vanadio, boro, manganeso, plata, cobalto y litio.

La siguiente figura resume los valores de todos los parámetros estudiados en el grado de gasolina y los grados de mezclas de etanol.

**Figura 246: Valores de los parámetros de grados de gasolina y etanol en Perú**

PERÚ	Gasolina RON 90 E7.8	Gasolina RON 90 E10	Gasolina RON 90 E15	Gasolina RON 90 E20	Gasolina RON 90 E25	Gasolina RON 90 E30
RON		94,2	95,6	96,7	97,8	98,8
MON		82,4	83,3	83,6	84	84,4
Contenido de agua (% m/m)	0,092	0,049	0,048	0,051	0,047	0,047
PVR (kPa)	67,5	72,6	72,5	70,9	69,5	69,1
Azufre (mg/kg)	79,6	75,5	68,2	62,5	57,7	50,2
Contenido de oxígeno (% m/m)	2,77	3,76	5,58	7,34	9,32	11,15
Etanol (% v/v)	7,28	10,8	14,71	19,46	24,77	29,77
Oxigenantes totales (% v/v)	7,37	9,94	14,78	19,52		
Parafinas totales (% v/v)	40,7	40,3	38	35,8	33,4	31
Naftenos totales (% v/v)	14,9	14	13,2	12,5	11,7	10,9
Olefinas totales (% v/v)	24,5	24	22,8	21,7	20,2	18,9
Aromáticos totales (% v/v)	12,6	11,8	11,2	10,4	9,7	9,2
MTBE (% v/v)	0	0	0	0	0	0
Benceno (% v/v)	0,46	0,41	0,39	0,35	0,33	0,32
Cationes y aniones (mg/kg)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Destilación T10 (°C)	50,4	49	49,5	50,5	51,4	51,6
Destilación T50 (°C)	74,8	64,8	66,1	67,4	68,6	69,6
Destilación T90 (°C)	134,4	133,4	132,8	130,2	129,4	128,5

Destilación FBP (°C)	168,9	166,7	167,4	165,4	163,9	163,2
Residuo de destilación (% v/v)	1	1	1	1	1	1
Valor calorífico de la gasolina (MJ/kg)	42,81	42,49	41,82	41,19	40,47	39,79
Proporción aire:combustible (kg/kg)	14,29	14,14	13,83	13,55	13,21	12,91

Fuente: SGS

# GLOSARIO

## Alquilados

Los Alquilados son una combinación de hidrocarburos parafínicos de cadena ramificada de alto octanaje y baja presión de vapor que se forman a partir del petróleo crudo mediante procesos de refinería bien establecidos, que son muy favorecidos como flujos para mezclar con gasolina.

## Azufre

El petróleo crudo se compone principalmente de componentes de hidrocarburos y otros compuestos como los que contienen azufre orgánico e inorgánico. El azufre es el tercer elemento que más se encuentra en el petróleo crudo después del carbono e hidrógeno. El alto contenido de azufre en el petróleo crudo es más complicado y caro de refinar. Por lo tanto, es por eso por lo que todavía hay azufre en los oleoproductos refinados como la gasolina.

El azufre en el combustible mejora la corrosión del metal en el motor, el sistema de combustibles y el sistema postratamiento. Además, aumenta las emisiones de óxido de azufre en los vehículos. Por esas razones, debe limitarse el contenido de azufre en el combustible, como la gasolina.

## Butanos

El butano es una de las corrientes de líquidos más livianos que normalmente se producen en una refinería. La molécula de butano tiene cuatro átomos de carbono y 10 de hidrógeno. Al mezclarse con gasolina, el butano se favorece por su alto octanaje, pero está limitado por su alta presión de vapor. Además, con frecuencia el butano se convierte en isobutano para usar como materia prima de alquilación.

## Contenido de oxígeno y oxigenantes

A menudo los compuestos orgánicos oxigenados, como el MTBE y etanol se añaden a la gasolina para aumentar el octanaje o ampliar las existencias de gasolina. La oxigenación del combustible puede afectar las emisiones vehiculares (del tubo de escape, evaporativas, o ambas), el desempeño y/o la durabilidad<sup>4</sup>, es por eso por lo que se controla el contenido de oxígeno en la gasolina.

## Craqueo catalítico fluidizado (FCC) y unidades de hidrocraqueo

Unidades de refinería usadas para descomponer productos más pesados en productos que se puedan mezclar para la obtención de gasolinas.

## Destilación

La destilación se define por la temperatura a la que se evapora cierto porcentaje de volumen de un líquido y se recupera al enfriarse.

Las características de la destilación de hidrocarburos tienen un efecto importante en la seguridad y el desempeño, en especial en el caso de los combustibles y solventes. El rango de ebullición brinda información de la composición, propiedades y el comportamiento de los combustibles durante el almacenamiento y uso. La volatilidad es el principal determinante de la tendencia de una mezcla de hidrocarburos para producir vapores potencialmente explosivos. Las características de la destilación son muy importantes para las gasolinas tanto de aviación como automotriz, pues afecta el arranque, calentamiento y tendencia al cierre por vapor en altas temperaturas de funcionamiento o gran altitud, o ambas.

La presencia de componentes con alto punto de ebullición en estos y otros combustibles afectan de forma significativa el grado de formación de depósitos de combustión sólidos.

## Etanol desnaturalizado

Etanol no apto para el consumo humano.

<sup>4</sup> [https://www.acea.auto/files/WWFC\\_19\\_gasoline\\_diesel.pdf](https://www.acea.auto/files/WWFC_19_gasoline_diesel.pdf)

## **Gasolina catalítica**

Gasolina obtenida a partir de unidades de craqueo catalítico de fluido.

## **Gasolina de pirólisis**

La gasolina de pirólisis es un intermediario de rango de nafta altamente aromática producida como subproducto de la fabricación del etileno en un craqueador a vapor.

La gasolina de pirólisis se puede usar como un componente de mezcla de gasolina de alto octanaje o como fuente de aromáticos por extracción de BTX.

## **Hidrocarburos**

La gasolina contiene mayormente componentes hidrocarburos como aromáticos, olefinas y benceno que se encuentran presentes de forma natural en el petróleo crudo.

El contenido de aromáticos en la gasolina está directamente vinculado con la contaminación del sistema de escape de un motor de gasolina. Por lo tanto, al reducir el contenido de aromáticos se pueden reducir las emisiones totales de hidrocarburos del motor. También es posible reducir las emisiones de benceno y tolueno, pero eso podría aumentar las de aldehído. De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de EE. UU., las emisiones de 1,3-butadieno son significativamente más altas en mayores niveles de olefinas. Además, el benceno es un cancerígeno humano.

## **Hidrodesulfuración**

La hidrodesulfuración (HDS) es un proceso químico catalítico ampliamente usado para eliminar el azufre del gas natural y de los oleoproductos refinados, como la gasolina, gasavión, queroseno, diésel y combustóleo.

## **Hidrotratamiento**

El hidrotratamiento es la reacción de compuestos orgánicos en presencia de hidrógeno a alta presión para eliminar el oxígeno (desoxigenación) junto con otros heteroátomos (nitrógeno, azufre y cloro).

## **Isomerados**

El Isomerado es un componente de la mezcla de gasolina producido por la unidad de isomerización mediante el aumento del octanaje de la nafta ligera.

## **Ligera de primera destilación**

La nafta ligera de primera destilación es un corte de destilación creado a partir de pentano y material de la gama de nafta ligeramente más pesado. Puede provenir de la destilación del petróleo crudo o del fraccionado de los líquidos de gas natural (gasolina natural).

El corte de destilación de nafta ligera tiene tres usos típicos:

- Mezcla directa en un producto terminado de nafta ligera
- Alimentación a la unidad de isomerización para crear Isomerado para mezclar con gasolina
- Mezclado directo en la gasolina

Como materia prima para fabricar gasolina, la nafta ligera es de una calidad bastante baja. Tiende a tener un octanaje bajo y alta presiones de vapor. Por lo tanto, normalmente solo forma parte de una porción muy pequeña del conjunto de gasolina.

## **Líquidos de gas natural**

Los líquidos de gas natural (condensado de concesión, gasolina natural, NGL) son componentes del gas natural que en la superficie son líquidos en las instalaciones de campos de gas o petróleo o en plantas de procesamiento de gas. La composición de los líquidos de gas natural depende del tipo de gas natural y su composición.

Los líquidos de gas natural se clasifican de acuerdo con su presión de vapor como baja (condensados), intermedia (gasolina natural) y alta (gas licuado de petróleo). Los líquidos de gas natural incluyen al propano, butano, pentano, hexano y heptano, pero no al metano y no siempre al etano, ya que los hidrocarburos necesitan refrigeración para ser licuados.

### **MTBE (éter metil terbutílico)**

El MTBE es un oxigenante utilizado como aditivo de gasolina para potenciar el octanaje.

### **Naftas**

Nafta es un término amplio que se refiere a las fracciones de la destilación y otros intermediarios en el punto de ebullición de la gasolina. Por lo general, la nafta se categoriza con base en su punto de ebullición ya sea: nafta ligera o pesada. La nafta ligera está compuesta de pentano y un material ligeramente más pesado.

Las moléculas de nafta pesada normalmente tienen de 7 a 9 átomos de carbono. Su punto de ebullición puede ir de 82°C a 166°C (180°F a 330°F).

### **Nafta de craqueo catalítico fluidizado (FCC)**

Este es un material de la gama de naftas con octanaje y presión de vapor cercanos a las especificaciones de calidad de la gasolina terminada. Normalmente es el mayor producto con alrededor de 50% de la producción FCC.

### **Octanaje**

El octanaje representa la resistencia al golpeteo o cascabeleo de un motor de encendido por chispa (detonación no deseada que daña al motor). Es bien sabido el alto octanaje intrínseco al etanol. No obstante, se puede conseguir una mayor efectividad del octanaje mediante la resistencia al cascabeleo que brinda el alto nivel de enfriamiento por vaporización que sucede al inyectar etanol directamente en los cilindros del motor. Por lo tanto, a mayor octanaje, se esperan menos emisiones debido al buen desempeño del motor.

### **Presión de vapor (PVR)**

Se requiere un mínimo de presión de vapor para garantizar un buen arranque en frío y capacidad de conducción. Se necesita un máximo de presión de vapor para controlar las emisiones evaporativas del vehículo. Por lo tanto, los requisitos contienen un umbral tanto alto, como bajo.

El etanol puro tiene una presión de vapor más baja comparado con la gasolina y las mezclas de alcohol y gasolina tienen un fuerte impacto en las propiedades de volatilidad. La PVR aumenta con la adición de metanol y disminuye con la adición de isopropanol, terbutanol e isobutanol comparado con la gasolina base. Al añadir hasta 10% v/v de etanol en la gasolina, aumenta la presión de vapor de la mezcla, comparado con la de la gasolina base. Una mezcla por arriba de E10 disminuye.<sup>5</sup>

En conclusión, la presión de vapor es un problema menor en las mezclas altas en etanol (por arriba de 10% v/v); para las mezclas bajas, se puede manejar ajustando el previo a la mezcla de oxigenantes (BOB) en la refinería.

<sup>5</sup> [The Volatility of Reformulated Gasolines with Alcohols](#)

## Proporción aire:combustible

La proporción aire:combustible es la relación de masa de aire a combustible sólido, líquido o gaseoso presente en un proceso de combustión. La proporción de aire:combustible determina si una mezcla es combustible, cuánta energía se libera y cuántos contaminantes no deseados se producen en la reacción. Si se proporciona exactamente el aire suficiente para quemar todo el combustible por completo, se dice que la proporción es una mezcla estequiométrica. Las proporciones menores a la estequiométrica se consideran "ricas". Las mezclas ricas son menos eficientes, pero pueden producir más energía y se queman a menor temperatura. Las proporciones mayores a la estequiométrica se consideran con "alta proporción de aire". Las mezclas con alta proporción de aire son más eficientes, pero ocasionarían temperaturas más altas, lo cual conlleva a la formación de NOx. Algunos motores están diseñados para permitir un quemado con alta proporción de aire.

La proporción aire:combustible es el elemento más crítico para regular en lo que respecta a las emisiones del escape y economía del combustible. Es posible calcular una proporción aire:combustible técnicamente correcta mediante la fórmula molecular y peso del combustible, y escribiendo una ecuación que suponga que todo el carbón se oxida en dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y todo el hidrógeno en agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

## Refinados

El término también se usa de forma generalizada en referencia a cualquier residuo de producto de bajo octanaje después del proceso de refinación secundaria.

## Reformados

El reformado es un componente de la mezcla de gasolina que se produce en el reformado catalítico, un proceso de refinación en el que catalizadores mezclados e hidrógeno fomentan la reorganización de naftenos de bajo octanaje en compuestos de mayor octanaje, sin una reducción significativa de números de carbono.

## Reformado catalítico

El reformado catalítico es un proceso químico usado para convertir naftas de refinería de petróleo destiladas del petróleo crudo (que por lo general tiene calificaciones bajas de octanaje) en productos líquidos de alto octanaje llamados reformados, que son componentes de mezcla premium para gasolina de alto octanaje.

## Shipping On-line (SOL) de SGS

El sistema de datos interno de SGS que monitorea el flujo comercial de los *commodities* en el sector de recursos naturales (petróleo y gas, *commodities* agrícolas y minerales). Rastrea viajes de buques con detalles en el volumen y tipo de cargamento, así como tipos de operaciones en los puertos.

## Valor calorífico

El valor calorífico se define como la cantidad de calor que se produce en la combustión de un volumen de unidad de combustible, que se expresa en kcal/m<sup>3</sup>, kJ/m<sup>3</sup> o BTU/ft<sup>3</sup>.

## LISTA DE FUENTES

- Secretaría de Energía de Argentina
- Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno
- U.S. Energy Information Administration (EIA)
- Transport Energy Strategies
- Especificaciones europeas (CEN)
- Comisión Europea
- HCX
- Wood Mackenzie PennEnergy Research
- Worldwide Fuel Charter
- Oil and Gas Journal Data
- Ministerio de Energía y Minería de Argentina
- Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Pórtland de Uruguay (ANCAP)
- Ministerio de Industria Energía y Minería de Uruguay
- Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA)
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT)
- Alcoholes del Uruguay (ALUR)
- Comisión Nacional de Energía de Chile
- Ministerio de Energía de Chile
- Superintendencia de Electricidad y Combustibles de Chile (SEC)
- Empresa Nacional del Petróleo de Chile (ENAP)
- Ministerio de Minas y Energía en Colombia
- Consejo Nacional de Política Económica y Social de Colombia
- Fedebiocombustibles
- Unidad de Planeación Minero Energética de Colombia
- ECOPETROL, Refinería de Cartagena, Colombia, 2019
- Agencia Nacional de Hidrocarburos de Colombia, ANH
- Asociación Colombiana del Petróleo, ACP
- Ministerio de Hidrocarburos y Energías de Bolivia
- Empresa petrolera boliviana, YPFB
- Agencia Nacional de Hidrocarburos de Bolivia, ANH
- Servicio Ecuatoriano de Normalización (NTE INEN)
- Ministerio de Industria del Ecuador
- Petroecuador
- Asociación de Biocombustibles del Ecuador, APALE
- Comisión Reguladora de Energía, México
- Secretaría de Energía de México
- PEMEX
- Ministerio de Energía y Minas del Perú
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual del Perú
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería de Perú (OSINERGMIN)
- Departamento de Agricultura de Estados Unidos
- Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA)
- Consejo de Ministros de Integración Económica de Centroamérica (COMIECO)
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica

- Ministerio de Comercio e Industrias de Panamá
- Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Hidrocarburos de Nicaragua
- RECOPE
- Ministerio de Economía, Dirección de Hidrocarburos y Minas de El Salvador
- Ministerio de Energía y Minas de Guatemala
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
- Secretaría de Energía de Honduras
- Secretaría Nacional de Energía de Panamá
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo de Panamá
- Comtrade de Naciones Unidas
- Bureau of Standards of Jamaica
- Ministry of Energy of Jamaica
- Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL)
- Revista "Ciencia, Economía y Negocios" de República Dominicana
- Science Direct
- McKinsey Energy Insights
- IHS Markit
- Organización Mundial de la Salud
- Agencia de Protección Ambiental de EE. UU.
- Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer
- Laboratorio Nacional de Energía Renovable de Estados Unidos
- Universidad de Illinois en Chicago
- Agencia de Protección Ambiental de California

© 2021 SGS Germany GmbH. Todos los derechos reservados. Este estudio de mercado es una publicación de SGS Germany GmbH. Está dirigido a brindar información sobre un tema o temas concretos y de ninguna manera es un tratamiento exhaustivo de estos. Este estudio de mercado se proporciona en el estado en que se encuentra y según su disponibilidad, por lo que SGS Germany GmbH no garantiza que la información aquí contenida no tenga errores ni cumpla algún criterio en particular de desempeño o de calidad. Este estudio únicamente refleja los hallazgos de SGS al momento de su elaboración. SGS Germany GmbH rechaza expresamente todas las garantías implícitas que incluyen, entre otras, las de comercialización, título, idoneidad para un fin específico, no violación, seguridad y precisión. No debe citarse o referirse el estudio de mercado en ninguna otra publicación o actas, ni reproducirse sin el consentimiento previo por escrito de SGS Germany GmbH.

Además, aplican nuestras Condiciones Generales de los Servicios de Inspección y Pruebas, que si las solicita, con gusto se las enviaremos. Estado actual: Septiembre de 2021

---

**SGS GERMANY GMBH**

**T +32 474492679**

**INSPIRE@SGS.COM**

**HTTP://INSPIRE.SGS.COM**