

Estimación de la demanda de combustibles para el sector automotor: gasolina corriente, gasolina extra y ACPM

**Unidad de Planeación Minero Energética
UPME**

Alfa & Omega Mercadeo Ltda.

**Hernando Moreno Guerrero
Consultor[©]**



Santafé de Bogotá, Abril de 2000

[©] El autor es consultor de la empresa Alfa & Omega. Se agradece la valiosa ayuda prestada por funcionarios de ECOPETROL y de la UPME, en cuanto al suministro directo de parte de la información utilizada, y el apoyo para la consecución de la restante. Las opiniones aquí expresadas son entera responsabilidad del autor, y no representan de modo alguno la posición de la empresa a la cual prestan sus servicios.

Resumen

En este artículo se presentan los resultados del dimensionamiento de la demanda de combustible para el sector automotor en el país. Para ello, se exploraron dos caminos: el primero, optar por cuantificar la demanda a partir de la información de ventas de los mayoristas autorizados para el expendio de combustibles en el país, lo cual estaba limitado por la escasa disponibilidad de dicha información, más aun si se tiene en cuenta, que ésta es considerada como estratégica para el negocio de combustibles, lo mismo que su parcialidad en la cobertura, ya que del combustible que éstos venden a los minoristas, una parte es consumida por sectores diferentes al automotor. Debido a lo anterior, es conveniente optar por un segundo camino, que consiste en tomar la distribución de ventas de combustibles por parte de los mayoristas según cliente al cual se lo expenden, extrayendo las ventas al sector automotor. Dentro de éstas, están las realizadas a las estaciones de servicio -E/S-, las cuales a su vez, expenden combustibles a otros sectores diferentes al automotor, siendo necesario por ello, conocer la distribución de las ventas de las E/S según el sector que los demanda. Si se suman las ventas al sector automotor, tanto las realizadas directamente por los mayoristas, como por las realizadas por los minoristas, se obtiene la demanda de combustibles por parte del sector automotor. Como control a estas estimaciones, se debe contar con las fuentes de la oferta, que corresponden a los combustibles nacionales o importados que venden los mayoristas en el país, más la oferta del contrabando y del combustible hurtado a los oleoductos. Para la estimación de las ventas de las E/S, se ejecutó un trabajo de recolección de información de las ventas unitarias en una muestra de E/S que funcionan bajo alguna bandera de los mayoristas, siguiendo la metodología resultante de un diseño muestral probabilístico, multietápico y estratificado.

Índice

Introducción	1
1. Objetivo general	2
1.1 Objetivos específicos.....	3
2. Metodología	3
2.1 Antecedentes	5
3 Diseño y selección de la muestra, y metodología de estimación	7
3.1 Marco muestral	7
3.2 Muestra probabilística	10
3.3 Diseño muestral	10
3.3.1 Muestreo Aleatorio Simple MAS	10
3.3.2 Muestreo estratificado.....	10
3.3.3 Muestreo de conglomerados	11
3.3.4 Muestreo multietápico.....	11
3.4 Marco muestral, población objetivo y unidades de selección utilizadas en la muestra	11
3.5 Tamaño de la muestra	12
3.5.1 Coeficiente de variación	13
3.5.2 Cálculo del coeficiente de variación del estimador de un total	13
3.6 Selección de la muestra	15
3.6.1 Primera etapa de selección	15
3.6.2 Segunda etapa de selección	16
3.6.3 Tercera etapa de selección	16
3.6.4 Cuarta etapa de selección	16
3.6.5 Unidades estadísticas	17
3.7 Dominio de estudio	17
3.8 Estimador y estimación	17
3.9 Límites de confianza	18
3.10 Probabilidad de inclusión y factor de expansión	19
3.11 Estimación de un total	20
3.11.1 Cálculo de la varianza estimada y el coeficiente de variación estimado para la estimación de un total	21
4. Estimación de la demanda	22
5. Estimación de la oferta	26
6. Balance entre oferta y demanda de combustibles	28

7. Consumo de Diesel Marino	32
8. Consumo de combustibles del sector industrial	34
9. Reflexiones	36
Referencias	38

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Distribución de las estaciones de servicio que conforman el marco muestral, por ubicación y mayorista, según departamento	9
Cuadro 2. Conformación de estratos	12
Cuadro 3. Distribución de la muestra de estaciones de servicio según estrato	15
Cuadro 4. Estimación del número de barriles diarios de consumo –BDC- de combustibles, demandados en las estaciones de servicio en el mes de noviembre del año 1999	22
Cuadro 4A Distribución de los registros de las ventas captadas en el trabajo de campo, por tipo de combustible y subestrato de la muestra, según estrato	22
Cuadro 5. Distribución porcentual de las ventas de combustibles por parte de las estaciones de servicio, por tipo de combustible, según destino de los mismos	23
Cuadro 6. Ventas de combustibles por parte de las estaciones de servicio para el sector transporte expresado en BDC, por tipo de combustible	23
Cuadro 7. Porcentaje de venta de combustibles a grandes consumidores del sector transporte, por tipo, según mayorista.....	24
Cuadro 7A. Ventas de combustibles por parte de mayoristas a grandes consumidores (BDC) del sector automotor	24
Cuadro 8. Oferta de combustibles en la zona fronteriza con Venezuela, por tipo, según departamento de ingreso.....	25
Cuadro 9. Demanda de combustibles en Colombia por parte del sector automotor para el mes de noviembre del año 1999, por tipo de combustible, según fuente de la demanda (BDC)	26
Cuadro 10. Porcentaje de venta de combustibles a estaciones de servicio, por tipo, según mayorista	26
Cuadro 11. Venta de combustibles por parte de ECOPETROL durante el año 1999, según mayorista	27
Cuadro 12. Venta de combustibles por parte de mayoristas a estaciones de servicio (BDC) en el mes de noviembre del año 1999, según tipo	28
Cuadro 13. Oferta de combustibles en Colombia para el sector automotor para el año 1999, por tipo de combustible, según fuente de oferta (BDC)	28
Cuadro 14. Distribución de las ventas de combustibles por parte de ECOPETROL para el año 1999 (barriles), por tipo, según mes del año	30
Cuadro 15. Oferta y demanda de combustibles para el sector automotor para el año 1999 (BDC)	31
Cuadro 16. Balance entre oferta y demanda de combustibles para el sector automotor para el año 1999 (BDC).....	31
Cuadro 17. Ventas de Diesel Marino por parte de ECOPETROL y Refinare para el año 1999 (Barriles), por mayorista, según mes de venta.....	33
Cuadro 18. Reportes de ventas de Diesel Marino para el año de 1999 (Barriles), por mayorista, según mes de venta.....	34
Cuadro 19. Porcentaje de venta de combustibles al sector industrial, por tipo, según mayorista	34
Cuadro 20. Ventas de combustibles por parte de mayoristas al sector industrial (BDC) en el mes de noviembre del año de 1999, por tipo.....	35

Introducción

De tiempo atrás, ha sido preocupación de la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME- conocer al detalle la forma como opera la oferta y la demanda de combustibles en el país. Es así como en febrero de 1997, la UPME recibe de manos de la empresa José Eddy Torres y Asociados, el informe final del trabajo “Determinación y Seguimiento Continuo del Mercado de Combustibles en el Transporte Automotor”, en el cual se hace un primer dimensionamiento de la demanda de combustibles para automotores en el país, utilizando como fuente de información el usuario final de los mismos, realizando el levantamiento de los datos a través de una muestra de estaciones de servicio –E/S-.

Con el objeto de contar con una herramienta de seguimiento para la demanda de combustibles para automotores, Torres y Asociados propone en el año 1997, tomar una submuestra de E/S de la muestra utilizada para el estudio antes mencionado, esperando obtener resultados confiables a partir de esta submuestra. Una vez es replicado el estudio inicial, pero ahora utilizando tan sólo la submuestra, la UPME encuentra que los resultados no le son satisfactorios, razón por la cual decide suspender la ejecución de dicho proyecto.

En el año 1999, el país se ve enfrentado a un clima económico recesivo, asociado a un cambio en la regulación del precio de los combustibles, creando un esquema de libertad de precios para las grandes ciudades en donde existe competencia, y uno de precios regulados para el resto de municipios del país, en donde no existe competencia. En ambos casos, los precios ahora estarán sujetos a los precios internacionales del petróleo. Estos cambios no demoran en mostrar sus efectos con relación al consumo de combustibles en el país, reflejados directamente en una disminución en el consumo de la gasolina extra, en razón de su elevado precio y su distanciamiento con relación al de la gasolina corriente, llegando a estar por encima en un 46% con relación a esta última, en Bogotá, para el mes de noviembre del año 1999.

La elevación de los precios internos de los combustibles, ensancha en primera instancia la brecha existente entre el precio del combustible colombiano y el venezolano, incentivando ello la subsistencia del contrabando de combustibles, y de paso, la expansión de su tráfico ilícito.

Cambio en la regulación de precios de los combustibles, presencia de contrabando y necesidad de información oportuna y confiable, fueron elementos que incentivaron la contratación por parte de la UPME de un estudio para dimensionar el mercado de combustibles en Colombia, denominado “El Mercado de Combustibles Líquidos en el Transporte Automotor”, del cual hace parte el presente informe, tanto en lo relacionado con el desarrollo metodológico y ejecución de la investigación, como en la obtención de resultados.

Para dimensionar dicho mercado, se pueden seguir dos caminos: el primero, optar por cuantificar la demanda a partir de la información de ventas de los mayoristas autorizados para

el expendio de combustibles en el país¹, lo cual está limitado por la escasa disponibilidad de dicha información, más aun, si se tiene en cuenta que ésta es considerada como estratégica para el negocio de combustibles, lo mismo que por parcialidad en cuanto a la cobertura, debido a que una parte del combustible que los mayoristas venden a los minoristas², es consumido por sectores diferentes al automotor.

Teniendo en cuenta lo anterior, es conveniente optar por un segundo camino, que consiste en tomar la distribución de ventas de combustibles por parte de los mayoristas según cliente al cual se lo expenden, y tomar las ventas al sector automotor. Dentro de éstas, están las realizadas a las estaciones de servicio -E/S-, las cuales a su vez, expenden combustibles a otros sectores diferentes al automotor, siendo necesario por ello, conocer la distribución de las ventas de las E/S según el sector que los demanda.

Si se suman las ventas al sector automotor, tanto las realizadas directamente por los mayoristas, como por las realizadas por los minoristas, se obtiene la demanda de combustibles por parte del sector automotor. Como control a estas estimaciones, se debe contar con las fuentes de la oferta, que corresponde a los combustibles nacionales o importados que venden los mayoristas en el país, más la oferta del contrabando y del combustible hurtado a los oleoductos.

Siendo el segundo camino el escogido para la ejecución del estudio, en primera instancia se lleva a cabo una estimación de la demanda de combustibles en las estaciones de servicio, utilizando para ello una muestra de las mismas, siguiendo los lineamientos metodológicos y procedimentales de un diseño muestral elaborado específicamente para la ejecución del estudio. Este diseño muestral se caracteriza por ser probabilístico, multietápico y estratificado.

Entre los resultados sobresalientes del estudio, se tiene que el consumo de combustibles por parte del sector automotor para el mes de noviembre del año 1999 es de 104,964 BDC de gasolina corriente, 8,882 de gasolina extra y 36,965 de ACPM, distribuida esta demanda en

¹ Distribuidor Mayorista: Toda persona natural o jurídica, que a través de una planta de abastecimiento, construida con el cumplimiento de los requisitos legales, almacena y distribuya al por mayor combustibles líquidos derivados del petróleo, con excepción del gas licuado del mismo (GLP). Artículo 3 del decreto No. 0283 de 1990.

² Distribuidor Minorista: Toda persona natural o jurídica que expende directamente al consumidor, combustibles líquidos derivados del petróleo, con excepción del gas licuado del mismo GLP, por intermedio de estaciones de servicio propias o arrendados.

Estación de servicio: Establecimiento de comercio destinado al almacenamiento y distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo, excepto gas licuado del petróleo (GLP), para vehículos automotores, a través de equipos fijos (surtidores) que llenan directamente los tanques de combustibles. Además, puede incluir facilidades para prestar uno o varios de los siguientes servicios: lubricación, lavado general y/o de motor, cambio y reparación de llantas, alineación y balanceo, servicio de diagnóstico, trabajos menores de mantenimiento automotor, venta de llantas, neumáticos, lubricantes, baterías y accesorios y demás servicios afines.

Las instalaciones de servicio, también podrán disponer de instalaciones y equipos para la distribución de gas natural comprimido (GNC) para vehículos automotores, caso en el cual se sujetarán a la reglamentación específica del Ministerio de Minas y Energía. Artículo 3 del decreto No. 0283 de 1990.

estaciones de servicio, en mayoristas por parte de los grandes consumidores³, y en ventas informales de combustible venezolano en los municipios fronterizos con el vecino país, así como por la demandada en estaciones de servicio de Venezuela por parte de los vehículos que circulan en territorio colombiano.

El documento presenta en su primera parte la metodología seguida para la estimación de la demanda de combustibles en el país durante el año 1999, integrando los principios teóricos con la aplicación práctica, y adicionando directamente los resultados encontrados. Paso seguido se presenta la consolidación de la demanda y la oferta de combustibles, para terminar con un balance entre las dos. El documento se cierra con las reflexiones que resultan de la ejecución del trabajo.

1. Objetivo general

- Establecer el volumen de la demanda de gasolina corriente, gasolina extra y ACPM en el país, por parte del sector automotor, expresado en unidades de barriles diarios de consumo BDC.

1.1 Objetivos específicos

- Diseñar una metodología de medición, que permita estimar el volumen de las ventas de combustibles para automotores por parte de las estaciones de servicio que funcionan debidamente autorizadas en el país.
- Conformar el directorio de estaciones de servicio que a diciembre de 1999 funcionaban en el país, bajo la bandera comercial de cualquiera de los operadores o mayoristas de combustibles debidamente autorizados por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia.
- Estimar los volúmenes de oferta y demanda de combustibles para el sector automotor en el país, y llevar a cabo el respectivo balance.

2. Metodología

Sin perder de vista el objetivo perseguido en el presente estudio, el de establecer el volumen de la demanda de gasolina corriente, gasolina extra y ACPM en el país, por parte del sector automotor, expresado en unidades de barriles diarios de consumo BDC, es importante allegar un cálculo de la balanza entre la oferta de combustibles de origen tanto nacional como extranjero, ya sea esta última legal o ilegal, y la demanda de los mismos en territorio

³ Los grandes consumidores están compuestos por las personas naturales o jurídicas, que cuentan con adecuado almacenamiento para combustibles líquidos (Gasolina corriente, extra y ACPM), que se proveen directamente de los mayoristas.

colombiano. Para ello se debe llevar a cabo una estimación de cada uno de los dos componentes de la balanza, en forma separada.

La demanda de combustibles para uso automotor (capítulo 4), está constituida por tres tipos de demanda: la primera, la demanda hecha directamente en las estaciones de servicio legalmente autorizadas para el expendio de combustibles; la segunda, la demanda de grandes consumidores directamente a los mayoristas; la tercera, la demanda realizada a otras fuentes, tales como a los expendios callejeros en los municipios fronterizos o cercanos a las fronteras (“pimpineros”) y en general la demandada a contrabandistas.

Para estimar la demanda de combustibles en estaciones de servicio, se llevó a cabo un diseño muestral estratificado, multietápico, por conglomerados, en el cual, la unidad de observación es la persona que realiza la compra del combustible en las estaciones seleccionadas en la muestra (capítulo 3). Para la estimación de la demanda por parte de los grandes consumidores del sector automotor, se toman las cifras que reportan directamente los mayoristas. El volumen de la demanda a los “pimpineros” se toma del estudio de “La oferta de combustible de Venezuela en la frontera con Colombia: una aproximación a su cuantificación”, Moreno (2000).

La oferta de combustibles para el sector automotor (capítulo 5) está constituida por cuatro tipos de ofertas: la primera, la oferta de parte de los mayoristas a estaciones de servicio como grandes consumidores; la tercera, la oferta de parte del contrabando; y la cuarta, la oferta por parte de las organizaciones al margen de la ley, dedicadas a la extracción de combustibles de los oleoductos.

Para estimar la oferta de parte de los mayoristas, se tomó las ventas que ECOPETROL les hizo durante cada uno de los meses del año 1990, debido a que solamente fue posible contar con el volumen de ventas de algunos de los mayoristas a las estaciones de servicio⁴. A estas cifras se les descontó el porcentaje de ventas de los mayoristas a clientes diferentes a las estaciones de servicio. La oferta a grandes consumidores, corresponde a la cifra de ventas reportadas por los mayoristas directamente al sector automotor, la cual coincide con las cifras utilizadas para la demanda para esta misma fuente. La razón de ello, es la de que el volumen del combustible que es vendido por parte de los mayoristas directamente al sector automotor, es consumido en su totalidad por dicho sector, lo cual lleva a que la oferta sea igual a la demanda. Para estimar la oferta de contrabando, o mejor, la oferta de combustible de Venezuela en las fronteras con Colombia, se toman las cifras de Moreno (op. cit.). La oferta de

⁴ Al utilizar las cifras de ECOPETROL, implícitamente se está suponiendo que el nivel de inventarios de los mayoristas, en forma agregada, se mantiene para cada uno de los meses, al igual que para todo el año 1999. Este supuesto puede no ser válido a cabalidad, lo cual afecta las estimaciones aquí realizadas, pero debido a las restricciones de información con las cuales contó la realización del presente estudio, no fue posible establecer cifras sobre inventarios, como tampoco comparar el volumen de ventas de ECOPETROL en cada uno de los meses para cada uno de los mayoristas, con el volumen de venta de los mayoristas a las estaciones de servicio para estos mismos períodos.

combustibles de organizaciones al margen de la ley, corresponde al volumen de combustibles extraídos ilegalmente a los oleoductos y reportados como robo por parte de ECOPETROL.

Las estimaciones de la oferta y la demanda de combustibles son inicialmente realizadas para el mes de noviembre de 1999, pues fue el mes en el cual se realizó el levantamiento de la mayor parte de la información en las estaciones de servicio, sin embargo, para el cálculo del balance entre oferta y demanda, se utiliza la estructura de ventas mensual de ECOPETROL en el año 1999, para ajustar el balance al año completo, expresado en barriles diarios de combustible – BDC- (capítulo 6).

2.1 Antecedentes

En la historia reciente del país, las entidades encargadas de la regulación y control del almacenamiento, venta y consumo de combustibles, no han contado con estudios detallados sobre el comportamiento y el dimensionamiento de la oferta y la demanda de combustibles líquidos para el sector automotor. Dentro de estudios recientes, y tal vez el único en su género en el país, se encuentra el de la “Determinación y seguimiento continuo del mercado de combustibles en el transporte automotor”, contratado por la UPME y ejecutado por la empresa José Eddy Torres & Asociados, cuyo informe final estuvo disponible en febrero de 1997, siendo ejecutado en el cuarto trimestre del año 1996⁵.

Al ser el estudio de Torres pionero en este campo, no pudo contar con toda la información requerida para su diseño inicial, tal como estadísticas sobre las ventas individuales realizadas por las estaciones de servicio, evento que limitaba en buena medida la elaboración de un diseño muestral en el cual se involucrara directamente las varianzas de la variable a medir. En su reemplazo, se contaba con un marco de estaciones de servicio, el cual contenía 2,388 estaciones. De investigaciones previas, Torres encontró que había una alta asociación entre el volumen de ventas y el número de surtidores de una estación, hecho que lo llevó a utilizar el número de surtidores como variable de diseño de la muestra. Para ello, contó con que en el marco de estaciones, para el 68.34% de las mismas, se tenía el número de los surtidores.

Con el objeto de controlar la varianza, Torres estratifica las estaciones en cuatro grandes grupos, según su ubicación geográfica: Bogotá y A.M., Medellín y A.M., Grandes ciudades y resto. A su vez, dentro de cada estrato, se subestratificaron las estaciones según el número de surtidores: de 1 a 4, de 5 a 8, 9 y más, y sin información.

⁵ Es valioso el aporte metodológico de este estudio, en razón de que en primera instancia replantea el enfoque tradicional de estimar la demanda de combustibles por parte del sector automotor, a partir del consumo per cápita por vehículo, asumiendo un recorrido medio anual medido en kilómetros, y clasificando a los vehículos por categorías. En su reemplazo, propone una metodología de seguimiento a la oferta, la cual está más concentrada, es fácil de identificar y ubicar, partiendo de dos elementos válidos: todos los vehículos requieren aprovisionarse de combustible, y sólo existen dos formas legales de hacerlo, en estaciones de servicio públicas, o en surtidores propios, tal es el caso de los grandes consumidores. Con esta lógica, la forma más expedita de estimar la demanda de combustibles, es a través de los agentes que los ofrecen.

Para la estimación del tamaño de la muestra, Torres utiliza la siguiente fórmula, la cual corresponde a la de un diseño muestral estratificado para poblaciones finitas con varianzas conocidas.

$$n = \frac{\sum_{i=1}^L NiTi^2}{ND + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L NiTi^2}$$

Donde:

n =	Tamaño de la Muestra	t =	Valor de la abscisa
N =	Tamaño de la población	d =	error permitido = 0.05
D =	E^2/T^2	Ni =	tamaño del estrato i
E =	$(\bar{Y} \times d)^2$	Ti ² =	varianza del estrato i
\bar{Y} =	Promedio de estrato	L =	número de estratos

Como se puede apreciar, en la anterior fórmula no se contempla sino una etapa en el diseño muestral, solamente interviene la varianza en cada estrato de la variable de diseño, lo mismo que el tamaño poblacional de cada estrato. El tamaño muestral calculado por Torres fue de 123 estaciones de servicio, a las cuales le adicionaron 12 más, previendo rechazo u otro tipo de dificultades. Para la distribución de la muestra se utilizó una afijación proporcional, proporcional al número de estaciones en cada estrato⁶, y a la vez dentro de cada estrato, al número de estaciones en cada subestrato. Para la selección de la muestra se utilizó el muestreo sistemático al interior de cada estrato. La recolección de datos se realizó durante dos días entre-semana y uno del fin de semana, tomando todas las ventas que hicieran las estaciones durante las 24 horas de cada uno de los días seleccionados. La mayor parte del trabajo de campo fue ejecutada en el mes de noviembre de 1996, capacitando el personal participante durante la segunda quincena del mes de octubre.

Dentro de los resultados sobresalientes por el estudio de Torres, está que en 1996 a través de estaciones de servicio se comercializaron en promedio 127.849 barriles diarios de gasolina corriente, 11,592 de gasolina extra y 46,442 de ACPM (José Eddy Torres y Asociados, 1997). Del total de 139,441 barriles diarios de gasolina comercializado por las estaciones, el 94.33% tuvo como destino el sector transporte, incluyendo el acuático. De la misma forma se encontró, que el 84.66% del ACPM tuvo como destino al sector transportador.

Antes de pasar al siguiente capítulo, es importante resaltar el gran esfuerzo realizado por Torres & Asociados en 1996, al lanzarse a innovar la forma de la medición del consumo de combustibles de una forma diferente hasta la ahora utilizada en el país. Para el desarrollo del presente estudio, en primera medida se analizó la metodología de Torres, tomando los

⁶ Para el estrato de Bogotá y su área metropolitana, la muestra fue de 53 estaciones; para Medellín y su área metropolitana fue de 16; para grandes ciudades fue de 28; y para el resto fue de 28 estaciones.

elementos que a juicio de la investigación podrían ser útiles para su buen desarrollo. Sin embargo, como se verá en los capítulos siguientes, la metodología utilizada aquí presenta diferencias sustanciales con relación a la de Torres, que se inician desde el mismo diseño muestral, que es estratificado, multietápico, por conglomerados, con una formulación matemática que tiene en cuenta la varianza que aporta cada uno de las etapas del diseño muestral, a la varianza total, hasta la forma como se estima el total de la demanda. Para el cálculo del tamaño muestral, se utilizó la información contenida en la base de datos conformada por Torres.

3. Diseño muestral, selección de la muestra, y metodología de estimación

La primera fase de la metodología a seguir, consiste en elaborar un diseño muestral que permita estimar con un nivel apropiado de precisión, las ventas en unidades de BDC de gasolina corriente, gasolina extra y ACPM.

Teniendo en cuenta lo árido que puede resultar para un lector no especializado en temas estadísticos, comprender la terminología muestral y compenetrarse con los procedimientos muestrales establecidos por el diseño muestral, en este artículo se ha tratado de exponer en forma conjunta los principios teóricos, su aplicación práctica y los resultados obtenidos en la ejecución del trabajo.

Dentro de los objetivos planteados en la investigación, está la determinación al nivel nacional de la oferta y la demanda de combustibles líquidos para el transporte automotor, para la gasolina motor corriente, gasolina extra y el ACPM, estableciendo los volúmenes de cada uno de los éstos.

Para la determinación de la demanda de combustibles, se elaboró un diseño muestral, tomando como población objetivo a las estaciones de servicio que funcionan en el país y expenden combustibles provisto por las compañías mayoristas debidamente constituidas y autorizadas por el Ministerio de Minas y Energía.

Para facilitar la comprensión del diseño muestral, a medida que se avanza en la exposición del mismo, se presentan los conceptos básicos que hacen parte del marco estadístico que lo sustenta.

3.1 Marco muestral

El marco de muestreo es el instrumento que permite *ubicar e identificar* a todos y cada uno de los elementos del universo, esperando que cumpla con:

- Todos los elementos del universo estén en el marco, es decir, que no haya *subcobertura*
- Todos los elementos que se encuentren en el marco pertenezcan al universo, es decir, que no haya *sobrecobertura*
- No existan elementos repetidos

Otra característica deseable en un marco muestral es que contenga información adicional de cada unidad con el fin de:

- Construir dominios de estudio
- Estratificar
- Realizar diseños con probabilidad proporcional a la medida de tamaño
- Que permita construir o proponer mejores estimadores, por ejemplo, estimadores de regresión o postestratificación.

El marco muestral requerido para esta investigación, debe contener la identificación de cada una de las estaciones de servicio que expenden combustibles provistos por los mayoristas autorizados en el país, el municipio donde funciona con su correspondiente código de identificación según nomenclatura del DANE, su dirección, y la bandera o nombre de la empresa mayorista a la cual está adscrita.

Para la elaboración del marco muestral, se consultaron las siguientes fuentes de información:

- Listado de las estaciones de servicio que reportaron los distintos operadores a la UPME.
- Directorio de estaciones de servicio reportado por los operadores al proyecto, actualizadas a enero del año 2000
- Listado parcial de los asociados a Fendipetróleo suministrado por la División de Hidrocarburos del Ministerio de Minas y Energía.
- Directorio de estaciones de servicio, elabora por José Hedí Torres en desarrollo de la investigación “*Determinación y Seguimiento Continuo del Mercado de Combustibles en el Transporte Automotor de Colombia*”, elaborada en 1996.

Una vez cruzada la información de los diferentes directorios y analizado su contenido, se conformó el directorio de la investigación, el cual está conformado por 2,262 (cuadro 1) estaciones e servicio, identificadas con un código dado en la investigación, con el fin de guardar la confidencialidad de la información. Este directorio contiene el nombre y código del municipio en el cual funciona, el nombre de la estación y su dirección.

En el cuadro 1 se aprecia que el mayorista que cuenta con el mayor número de estaciones de servicio es Mobil, con 439, que representa el 19.41% del total. En importancia le siguen Esso con 370 estaciones, 16.36%, Texaco con 301 estaciones, 13.31%, y Terpel Bucaramanga con 269 estaciones, 12.82%. El restante 39% de las estaciones está distribuido entre Terpel Antioquia, Terpel de la Sabana, Terpel de Norte, Terpel de Occidente, Terpel del Sur y la Shell, siendo esta última la empresa con la menor participación, contando con solamente 6 estaciones. De igual manera se observa, que el 38.59% de las estaciones están ubicadas en las capitales de los departamentos, 28 ciudades, concentrándose en Bogotá el 26.23% de estas estaciones. Los departamentos con mayor número de estaciones, excluyendo a Bogotá como

Estimación de la demanda de combustibles para el sector automotor: gasolina corriente, gasolina extra y ACPM

distrito especial, son Antioquia con 258 estaciones, Valle con 233 estaciones, Cundinamarca con 163 estaciones, Santander con 141 estaciones, Boyacá con 105 estaciones y Atlántico con 103 estaciones, las cuales sumadas a las de Bogotá agregan un total de 1,232 estaciones, que representan el 54.47% del total de las estaciones. Los anteriores datos muestran como las estaciones tienen una alta concentración en capitales de departamento, y más de la mitad de las estaciones están concentradas en Bogotá y 6 departamentos. Por otra parte se observa, que existe un predominio regional de los mayoristas: Terpel Antioquia en Antioquia; Esso, Mobil, Terpel de la Sabana y Texaco en Bogotá; Terpel del Sur en Caquetá, Huila y Putumayo; Terpel Bucaramanga en Santander; Terpel del Centro en Caldas; y Terpel de Occidente en Nariño.

Cuadro 1
Distribución de las estaciones de servicio que conforman el marco muestral, por ubicación y mayorista, según departamento

Departamento	Ubicación		Mayorista												Total
	En capitales	Fuera capitales	Esso	Mobil	Shell	S.M.	Terpel Antioquia	Terpel Bucaramanga	Terpel Sabana	Terpel Centro	Terpel Norte	Terpel Occidente	Terpel Sur	Texaco	
Antioquia	76	182	40	45	0	0	128	1	0	0	0	0	0	44	258
Atlántico	89	14	24	28	0	0	0	0	0	0	28	0	0	23	103
Bogotá	229	0	69	75	1	0	0	0	30	0	0	0	0	54	229
Bolívar	42	55	7	13	0	0	0	33	0	0	22	0	0	22	97
Boyacá	14	91	21	23	0	0	2	5	36	0	0	0	0	18	105
Caldas	19	51	2	6	0	0	0	0	0	62	0	0	0	0	70
Caqueta	9	37	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	46
Cauca	15	35	10	6	0	0	0	0	0	0	0	27	0	7	50
Cesar	20	60	4	11	0	0	0	57	0	0	6	0	0	2	80
Córdoba	14	30	13	9	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	44
Cundinamarca	1	162	24	38	5	0	0	0	51	6	0	0	6	33	163
Chocó	2	3	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5
Huila	27	63	6	18	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	90
La Guajira	5	9	0	6	0	0	0	4	0	0	4	0	0	0	14
Magdalena	22	34	7	24	0	0	0	7	0	0	14	0	0	4	56
Meta	24	32	9	8	0	0	0	0	28	0	0	0	0	11	56
Nariño	32	61	27	11	0	0	0	0	0	0	0	46	0	9	93
N de Santander	12	24	0	0	0	1	0	35	0	0	0	0	0	0	36
Quindío	16	19	9	4	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	35
Risaralda	23	28	5	14	0	0	0	0	0	24	0	0	0	8	51
Santander	32	109	3	14	0	0	3	110	5	0	0	0	0	6	141
Sucre	14	24	6	11	0	0	0	0	0	0	18	0	0	3	38
Tolima	20	77	6	23	0	0	0	0	0	15	0	0	47	6	97
Valle	96	137	77	47	0	0	1	0	0	34	0	33	0	41	233
Casanare	5	14	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	2	19
Putumayo	1	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	36	0	38
San Andrés	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
Guaviare	7	1	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	1	8
Total	873	1,389	370	439	6	1	137	269	157	163	114	108	197	301	2,262

Fuente: Listados de los mayoristas y cálculos propios

S.M. = Sin mayorista. Corresponde a una estación de Cúcuta incluida en la muestra.

3.2 Muestra probabilística

Una muestra probabilística es una parte de un universo, la cual se obtiene mediante selección aleatoria, usando un diseño muestral $p(\cdot)$, el cual asegura que todos y cada uno de los elementos de la población, tengan una probabilidad de selección conocida y mayor de cero. El objetivo de seleccionar una muestra, es el de conocer a través de ella, características desconocidas de la población, como son, frecuencias de ocurrencia de un suceso, promedios, totales, proporciones, etc.

3.3 Diseño muestral

El diseño muestral, es el procedimiento o algoritmo mediante el cual se obtienen los elementos que serán incluidos en la muestra probabilística, de acuerdo con los objetivos de la investigación,

El objetivo de diseñar una muestra, es el de llevar a cabo estimaciones de valores poblacionales con la mayor precisión posible, dentro de unas restricciones de presupuesto. Para cumplir este objetivo, se parte de un marco muestral adecuado, del cual se extraen los elementos que constituyen la muestra, utilizando para ello procedimientos probabilísticos, buscando obtener estimaciones con niveles de precisión útil y dentro de los márgenes de error y niveles de confianza preestablecidos.

3.3.1 Muestreo Aleatorio Simple MAS

Consiste en seleccionar aleatoriamente n elementos (tamaño de la muestra) de una población de N elementos (tamaño del universo), sin reemplazamiento, bajo la condición que todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser incluidos en la muestra.

3.3.2 Muestreo estratificado

Implica la clasificación previa de todas las unidades o elementos que componen el universo en subpoblaciones internamente homogéneas, desde la perspectiva operativa, de información disponible o minimización de varianza. La selección de los elementos se hace al interior de cada estrato. Dentro de las razones de mayor peso que conllevan a estratificar la población, está:

- Por necesidad de información al nivel de cada estrato.
- La diferencia en la disponibilidad de información auxiliar, según la cual en algunos estratos se podrán realizar diseños más eficientes.
- Por razones operativas, relacionadas con el tipo de información en cada estrato (ya que puede ser más costoso medir cierta parte de la población que otras).

- Para obtener estimaciones de mayor precisión, en razón, de que al formar estratos de se espera obtener subpoblaciones homogéneas al interior de cada uno de ellos, reduciendo con ello la variación y por tanto, el error de muestreo.

3.3.3 Muestreo por conglomerados.

Consiste en realizar una partición del universo, $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_{NI}\}$ llamados conglomerados, en forma tal que cada elemento pertenezca a uno y sólo un conglomerado, y que al unir todos los conglomerados, se obtenga el universo, sin que deban existir conglomerados vacíos y siendo posible identificar y ubicar a cada uno de estos.

La utilización del diseño por conglomerados, responde en algunos casos a la carencia de un marco de elementos, o la búsqueda de la reducción de costos, aunque generalmente es más ineficiente en función de varianza.

3.3.4 Muestreo multietápico

El muestreo por conglomerados tiene muy alta varianza cuando hay mucha similitud entre los elementos del conglomerado, respecto a la variable en estudio. La varianza en este caso, puede reducirse, aumentando los conglomerados incluidos en la muestra y seleccionando una muestra al interior de cada uno de ellos. Así se estima el total de cada conglomerado, y de su agregación se obtiene la estimación del total poblacional. Este mecanismo, conocido como diseño bietápico, es el principio básico del muestreo en varias etapas o multietápico.

3.4 Marco muestral, población objetivo y unidades de selección utilizadas en la muestra

El diseño muestral utilizado para la estimación de la demanda de combustibles en Colombia, es **Probabilístico, Multietápico y estratificado de conglomerados, utilizando una selección aleatoria simple (MAS) al interior de cada estrato, para la selección de la muestra.**

Probabilístico, pues todas los elementos del universo tienen una probabilidad conocida diferente de cero de ser incluidos en la muestra. **Multietápico**, ya que la selección se realizó en cuatro etapas. **Estratificado** en la primera etapa, pues las unidades primarias de muestreo UPMs, son los municipios o grupos de municipios, para el caso de las áreas metropolitanas, con los cuales se conformaron 13 estratos diferentes⁷. **De conglomerados** por que la última unidad seleccionada es un conglomerado de estudio, un período de tiempo en el cual se investigan todos las ventas que realice la estación de servicio durante dicho período.

Para la conformación de los estratos en la primera etapa se asumieron los siguientes criterios:

⁷ En algunos casos de las etapas subsiguientes, se volvió a estratificar la unidades de estudio, tal como se verá más adelante

- Conformación de áreas metropolitanas
- Identificación de rutas o corredores viales con mayor tráfico
- Identificación de otras capitales y ciudades principales, incluyendo algunas localizadas en los corredores viales
- Identificación de otras rutas
- Agrupación de los restantes municipios de acuerdo a su tamaño poblacional

De acuerdo a lo anterior, se conformaron 13 estratos (cuadro 2).

Cuadro 2
Conformación de los estratos

Código del estrato	Descripción
1	Municipios hasta con menos de 10 mil habitantes
2	Municipios con población entre 10 y 20 mil habitantes
3	Municipios con población mayor a 20 mil habitantes
4	Ruta Bogotá-Bucaramanga-Maicao
5	Ruta Bogotá-Medellín-Cartagena
6	Ruta Bogotá-Cali-Ipiales
7	Otras rutas
8	Otras Capitales y Ciudades
9	Cúcuta y A.M.
10	Bogotá y AM
11	Barranquilla y AM.
12	Medellín y AM.
13	Cali y AM

Fuente: Cálculos propios

3.5 Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra, se tiene en cuenta el tipo de estimador, para este caso un total, la variabilidad de la variable de interés, las ventas, el nivel de precisión deseado, el tamaño del universo y los recursos disponibles.

Utilizando la información del estudio de la UPME realizado en 1996, se estableció que la cantidad de islas en el municipio tenía una alta correlación con el total de ventas de combustible de interés en el municipio, razón por la cuál se utilizó como una de las variables auxiliares para determinar el tamaño de la muestra, la cantidad de islas en cada estación. Para las áreas metropolitanas fue posible utilizar directamente las ventas de combustibles, siendo por ello posible determinar substratos de horas (jornadas) y turnos dentro de estos (grupos de horas).

La anterior información es consolidada en una expresión matemática denominada Coeficiente de Variación –CV-, de la cual se despeja el tamaño de la muestra.

3.5.1 Coeficiente de variación

Se define como la variación porcentual del error estándar a la estimación central, es decir es el cociente entre el error estándar del estimador y el estimador multiplicado por 100.

$$CV = \frac{\sqrt{V(\hat{q})}}{E(\hat{q})} * 100$$

El estimador del CV es:

$$c\hat{v} = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{q})}}{\hat{q}} * 100$$

Se suele considerar que el resultado de una estimación es bueno si su coeficiente de variación es menor del 5 %; aceptablemente práctico, entre el 5 % y el 10%; de baja precisión si es mayor del 10 %. Y menor del 15% y no útil si es mayor del 15%.

Aunque la varianza, el error estándar y el coeficiente de variación, miden la magnitud de la variabilidad de la distribución muestral del estimador, es decir, lo que algunos denominan el **error de muestreo**, el coeficiente de variación tiene la ventaja de dar esta medida en términos porcentuales, por lo cual es una medida común para estimaciones.

3.5.2 Cálculo del coeficiente de variación del estimador de un total.

Para calcular el CV es necesario calcular su varianza, que para el caso de un total con el diseño multietápico propuesto, esta dada por la expresión:

$$V(\hat{t}) = \sum_{h=1}^{30} \underbrace{\frac{N_h}{n_h} (N_h - n_h) S_{yU_h}^2}_{\text{Varianza primera etapa}} + \frac{N_h}{n_h} \left[\underbrace{\frac{N_{II}}{n_{II}} (N_{II} - n_{II}) S_{yU_{II}}^2}_{\text{Varianza segunda etapa}} + \frac{N_{II}}{n_{II}} \left[\underbrace{\sum_{1}^2 \frac{N_{III}}{n_{III}} (N_{III} - n_{III}) S_{yU_{III}}^2}_{\text{Varianza tercera etapa}} + \sum_{h=1}^2 \frac{N_{III}}{n_{III}} \left[\underbrace{\sum_{1}^2 \frac{N_{IV}}{n_{IV}} (N_{IV} - n_{IV}) S_{yU_{IV}}^2}_{\text{Varianza cuarta etapa}} \right] \right] \right]$$

Donde

\hat{t} = Total estimado de la variable y

N_h = Cantidad de Municipios en el estrato h

n_h = Cantidad de municipios seleccionados en el estrato h

N_{II} = Cantidad de estaciones de servicio en la UPMi

n_{II} = Cantidad de estaciones de servicio seleccionadas en la UPMi

N_{III} = Cantidad de días en la semana, 5 para entre semana y 2 para el fin de semana

n_{III} = Cantidad de días seleccionados en la semana, 2 para entre semana y 1 para el fin de semana

N_{IV} = Cantidad de jornadas de trabajo en el subestrato, una por jornada

n_{IV} = Una jornada de trabajo seleccionada en el subestrato

$S_{yU_I}^2$ = Varianza de la variable entre municipios del mismo estrato

$S_{yU_{II}}^2$ = Varianza de la variable y entre estaciones de servicio al interior de los municipios

$S_{yU_{III}}^2$ = Varianza de la variable y entre días

$S_{yU_{IV}}^2$ = Varianza de la variable y entre jornadas de trabajo

Y el coeficiente de variación para un total t esta dado por la expresión

$$CV(\hat{t}) = \frac{\sqrt{V(\hat{t})}}{t}$$

Por ejercicios prácticos y teóricos se sabe que el 90 % de la varianza del estimador de un diseño multietápico la aportan las dos primeras etapas de muestreo, por esta razón los cálculos de varianza se realizaron tomando en cuenta sólo la varianza del estimador en las dos primeras etapas, y ajustando este resultado por el aporte esperado de varianza en las otras dos etapas, es decir, multiplicando la varianza dada en las dos primeras etapas por 1.1 (el 10% más), quedando reducida la fórmula de la varianza del estimador de un total.

$$V(\hat{t}) = \sum_{h=1}^{10} \underbrace{\frac{N_{Ih}}{n_{Ih}} (N_{Ih} - n_{Ih}) S_{yU_I}^2}_{\text{Varianza primera etapa}} + \frac{N_{II}}{n_{II}} \left[\underbrace{\frac{N_{II}}{n_{II}} (N_{II} - n_{II}) S_{yU_{II}}^2}_{\text{Varianza segunda etapa}} \right]$$

La razón para utilizar esta fórmula en lugar de la completa es que no se cuenta con información de las dos últimas etapas a excepción de las áreas metropolitanas de Santa Fe de Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla se realizaron los cálculos con las cuatro etapas del diseño pues se contaba con la información de la encuesta realizada en 1996.

Con base en esta fórmula y utilizando la información disponible de la encuesta anterior y de la variable cantidad de islas, se realizaron los cálculos de coeficientes de variación CV para el total.

3.5.2.1 Asignación del tamaño de la muestra

En cada estrato se asigna el tamaño de la muestra usando el método de asignación de potencia, tomando como variable auxiliar la cantidad de islas. Este método proporciona mejores estimadores de los totales de los estratos

$$n_h = n \frac{\sqrt{t_{xh}}}{\sum_h \sqrt{t_{xh}}}$$

Donde

- n =Tamaño de la muestra
- n_h =Tamaño de la muestra en e estrato h
- t_{xh} =Total de la variable auxiliar X en el estrato h

La distribución de la muestra se presenta en el cuadro 3⁸:

Cuadro 3
Distribución de la muestra de estaciones de servicio según estrato

Número del Estrato	Número del subestrato				Total
	1	2	3	4	
1	2				2
2	2				2
3	4				4
4	2				2
5	2				2
6	2				2
7	2				2
8	3	8	10	16	37
9	4				4
10	6	13	7	1	27
11	9				9
12	7	5			12
13	9				9
Total	54	26	17	17	114

Fuentes: Cálculos propios

3.6 Selección de la muestra

De acuerdo a lo anterior, la selección de la muestra se realizará en cuatro etapas. En la primera se seleccionarán municipios en los cuales funcionan estaciones de servicio. En la segunda se seleccionarán estaciones de servicio que funcionan en los municipios seleccionados en la etapa anterior. En la tercera, se seleccionarán 3 días de una semana, en los cuales se llevará a cabo el trabajo de recolección de la información. Dos de estos días pertenecerán a los días de entresemana y el tercero, se seleccionará entre los días sábado y domingo. En la cuarta etapa, se seleccionó un número de horas del día, en las cuales se recolectará la información. A continuación se describe cada una de dichas etapas.

3.6.1 Primera etapa de selección

El marco muestral de la primera etapa de selección, está constituido por los municipios donde funciona por lo menos una estación de servicio, de acuerdo al marco de estaciones de servicio establecidos para la segunda etapa de selección. Las unidades primarias de muestreo UPMs,

⁸ A la muestra probabilística se le adicionaron cuatro estaciones, una correspondiente al operador Shell, ubicada en Chía (Cundinamarca) y tres estaciones ubicadas en Puerto Asís (Putumayo).

son el municipio o grupo de municipios cuando se trata de área metropolitana. Las UPMs que conforman la muestra fueron seleccionadas utilizando un MAS.

3.6.2 Segunda etapa de selección

El marco para la segunda etapa de muestreo, está constituido por todas las estaciones de servicio que funcionan en el país y que expenden combustibles provistos por los operadores o mayoristas de combustibles legalmente autorizados por el Ministerio de Minas y Energía, y que se encuentran dentro de la UPMs seleccionadas en la etapa anterior. Se excluyen de esta población, las estaciones que aún siendo clientes de los mayoristas, actualmente no venden combustibles de estos, tales como las estaciones que funcionan en municipios localizados en la frontera con Venezuela.

Las unidades secundarias de muestreo USMs son las estaciones de servicio que pertenecen a las UPMs seleccionadas en la primera etapa. Para su selección, se utilizó un MAS para los estratos 8, 10 Y 12 (Otras ciudades, Bogotá y A.M. y Medellín y A.M.) se conformaron subestratos de acuerdo a la ubicación geográfica dentro de cada uno de ellos⁹. Dentro de cada subestrato, se seleccionaron las estaciones utilizando un MAS.

3.6.3 Tercera etapa de selección

De los resultados obtenidos de un estudio similar realizado por la UPME en 1996, se encontró que existe diferencia entre las ventas de las estaciones de servicio entre los días de la semana. De acuerdo a esto, para la selección del día o de los días de la semana en que se recogerá la información, se realizara en un esquema estratificado, donde un estrato estará conformado por los días entre-semana, y otro por los del fin de semana. Utilizando un MAS, de los primeros se seleccionarán dos días, y de los segundos, un día. De esta forma el número de días seleccionados es de tres. De acuerdo a lo anterior, las unidades terciarias de muestreo UTMs son los días de la semana.

3.6.4 Cuarta etapa de muestreo.

Dado que es ineficiente tomar información de una estación seleccionada durante las 24 horas del día, en razón de que los niveles de ventas son similares durante grupos de horas del día, se decidió estratificar las 24 horas del día en dos subestratos. El primero comprendido entre las 0 horas y las 8 de la mañana, en unión con las horas comprendidas entre las 9 y las 12 de la noche, denominado turno de noche. El segundo, conformado por el grupo de horas comprendido entre las 8 de la mañana y las 9 de la noche, denominado turno de día. De esta

⁹ Para el estrato 8, se estratificaron los municipios de acuerdo al número de estaciones. Para el estrato de Bogotá y A.M., se estratificó las estaciones de acuerdo a: 1. las ubicadas en el sur de la ciudad; 2. las ubicadas en el norte de la ciudad; 3. las ubicadas en la salida de la ciudad o que proveen a empresas de transporte público, y algunas ubicadas en los corredores viales de la sabana de Bogotá; 4. las restantes, ubicadas en el área metropolitana (Soacha, Chía, Cota, Sibaté, Siberia, Facatativa, Funza, Cajicá, Mosquera, Madrid).

forma se obtuvieron dos substratos de 12 horas cada uno. A su vez, dentro de cada substrato se conformaron jornadas de trabajo, cada una de cuatro horas.

De acuerdo lo anterior, las unidades finales de muestreo UFMs son las jornadas de 4 horas. La selección en esta etapa consistió en tomar aleatoriamente, utilizando un MAS, una jornada en el turno del día y una jornada en el turno de la noche. En tiempo transcurrido en cada una de estas jornadas, se registrarán todas y cada una de las ventas que se realicen en cada una de las estaciones seleccionadas. De esta forma se tiene, que las jornadas constituyen los conglomerados del diseño muestral.

3.6.5 Unidades estadísticas

3.6.5.1 De información: Es el marcador del surtidor que registra la venta del combustible, pues es quien suministra la información.

3.6.5.2 De observación: Es la persona que realiza la compra, y el destino del combustible, clase de automotor o máquina para la que se requiere el combustible ya que es a quien corresponde la información suministrada.

3.6.5.3 De análisis: Es la estación de servicio, ya que es a ella a la que se analiza la información.

3.7 Dominio de estudio

Como ya se mencionó en los objetivos del estudio, lo que se busca con la recolección de información en las estaciones de servicio, es estimar el volumen de ventas de combustibles al nivel nacional, sin buscar obtener resultados con mayor desagregación. Por ello, el único dominio de estudio es el agregado nacional.

3.8 Estimador y estimación

La expresión (fórmula matemática) que se emplea para realizar las estimaciones y la cual depende del diseño y de la forma como se asigne la probabilidad de inclusión a cada elemento de la población se denomina **estimador**. El valor que se obtiene al reemplazar en esta fórmula los valores obtenidos en la muestra que se seleccionó, aproximación del valor verdadero en la población se denomina **estimación, o valor estimado**

Esta estimación puede ser puntual o por intervalos, en el primer caso la estimación se hace utilizando un solo valor, mientras que en el segundo caso se utilizan dos valores que definen el intervalo, los cuales se denominan **límite inferior y límite superior**, en este caso se dice que con determinado nivel de confianza, expresado en forma de porcentaje usualmente del (90% o 95%) el intervalo cubre el parámetro.

Si de una población, a la cual por algún método probabilístico, se le han asignado a cada uno de sus elementos una probabilidad de inclusión, se tomaran todas las muestras posibles, del diseño escogido, y a cada muestra se le calcula la estimación del parámetro de interés, con la misma fórmula, el promedio de todas estas estimaciones se llama **valor esperado**. La diferencia que hay entre el valor real del parámetro en la población y el valor esperado se denomina **sesgo**, así si esta diferencia es cero, es decir que el valor esperado y el valor real del parámetro en la población son iguales, entonces el estimador, es **insesgado**, lo cual es la cualidad más importante de los estimadores.

La forma como se distribuyen las estimaciones de estas posibles muestras se denomina **distribución muestral**, y la magnitud de la variabilidad de esta distribución, debida al azar, es la **varianza del estimador**. La raíz cuadrada de esta varianza es la que se denomina **desviación estándar de la distribución o error estándar**, *Entre menor sea la magnitud de esta variabilidad mejor será la precisión de la estimación del parámetro de interés, siempre que no haya sesgo*. Esta magnitud depende de:

- El método utilizado para seleccionar la muestra.
- El parámetro a estimar, ya que para una misma muestra es diferente si se desea estimar un total, un promedio, una razón etc.
- De la variabilidad natural de la variable estudiada edad, ingresos, etc.
- Del tamaño de la muestra

El parámetro a estudiar en este estudio es el volumen total de las ventas de gasolina corriente, gasolina extra y ACPM. Los resultados de las estimaciones se encuentran en el cuadro 4.

3.9 Límites de confianza

Los estudios por muestreo, permiten tener una aproximación al valor verdadero (valor poblacional) de los parámetros estudiados. Las estimaciones pueden ser llevadas a cabo en forma puntual, tal como un promedio, o por intervalos, en el cual se definen dos valores o límites, que con un nivel de confianza, 95% generalmente, se espera que éstos contengan al valor poblacional. La diferencia entre el valor estimado y el valor poblacional, se conoce como *exactitud*, dependiendo ésta de los errores tanto muestrales, como no muestrales.

Debido a que cotidianamente el valor poblacional es desconocido, la diferencia no tiene un cálculo exacto, pero si es posible tener una exactitud probable, que es conocida como *precisión*. La diferencia entre el valor estimado, o valor promedio de todas las estimaciones con todas las posibles muestras, y el valor poblacional, se denomina *sesgo*, siendo ésta diferencia de carácter sistemático. Lo que se busca es que las estimaciones tengan sesgo igual a cero, es decir, se busca que los estimadores sean insesgados. La distribución de los estimadores de todas las posibles muestras, es conocida como distribución muestral, y la variabilidad de los mismos se conoce como *error de muestreo*, el cual es debido al azar. A medida que la variabilidad sea menor, menor será el error de muestreo y mejor la precisión.

La suma de las probabilidades de las muestras cuyo intervalo de confianza cubre el parámetro, se denomina NIVEL DE CONFIANZA DEL INTERVALO DE CONFIANZA. Existen varias propuestas para construir intervalos de confianza.

La fórmula comúnmente utilizada para la construcción de los intervalos de confianza es $\hat{q} \pm Z_{1-\alpha/2} \sqrt{V(\hat{q})}$, que según el teorema central de límite con n suficientemente grande tiene un nivel de confianza aproximado de $1-\alpha$, sin embargo tiene la dificultad de que $V(\hat{q})$ no se conoce. Como alternativa, se utiliza la fórmula $\hat{q} \pm Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{q})}$, que seguramente tiene un nivel de confianza un poco menor, pero es factible calcularlo.

Se considera que el resultado de una estimación es bueno, cuando su coeficiente de variación (error estándar $E.S(r)$) es menor del 5%; aceptable entre 5% y 10%; apenas regular entre 10% y 15%, y no deseable, si es mayor del 15%.

Por su parte, el error estándar es empleado para calcular límites de confianza para el valor estimado del parámetro de interés. Bajo el supuesto de comportamiento normal de la variable en estudio, con un 95% de confianza el límite inferior para un total es $[t - 1.96*(E.S(r)*t)]$ y el límite superior es $[t + 1.96*(E.S(r)*t)]$, donde t es el parámetro estimado¹⁰.

3.10 Probabilidad de inclusión y factor de expansión

Para cada una de las cuatro etapas de selección, se cumple aleatoriamente con una determinada probabilidad de inclusión.

El factor de expansión es el recíproco de la probabilidad de inclusión en cada una de las etapas. El factor de expansión final, es el producto de los factores de expansión en cada una de las cuatro etapas.

El factor de expansión de la primera etapa está dado por

$$F_{1h} = \frac{N_{1h}}{n_{1h}}, \text{ donde}$$

N_{1h} = Cantidad de Municipios en el estrato h

n_{1h} = Cantidad de municipios seleccionados en el estrato h

El factor de expansión de la segunda etapa está dado por

¹⁰ En este punto es importante citar a Sánchez: “A partir de los errores de muestreo pueden calcularse los llamados intervalos de confianza que, con una probabilidad prefijada, cubren el valor poblacional. Así, por ejemplo de cada 100 muestras obtenidas siguiendo el mismo diseño muestral, en 99 el correspondiente intervalo de confianza contendría el valor poblacional.”, pp. 21 (1971).

$$F_2 = \frac{N_{II}}{n_{II}}$$

N_{II} = Cantidad de estaciones de servicio en la UPM i

n_{II} = Cantidad de estaciones de servicio seleccionadas en la UPM i

El factor de expansión para la tercera etapa está dado por

$$F_3 = \frac{N_{III}}{n_{III}}$$

N_{III} = Cantidad de días en la semana

n_{III} = Cantidad de días seleccionados en la semana

Si el día seleccionado corresponde a entre-semana, el numerador corresponde a 5 y el numerador a 2, con lo cual se obtiene un factor de expansión de 2.5. Si el día seleccionado corresponde a un día de fin de semana, entonces el numerador corresponde a 2 y el denominador a 1, con lo cual se obtiene un factor de expansión de 2.

El factor de expansión para la cuarta etapa esta dado por:

$$F_4 = \frac{N_{IV}}{n_{IV}}$$

N_{IV} = Cantidad de jornadas de trabajo en el subestrato

n_{IV} = Una jornada de trabajo seleccionada en el subestrato

Teniendo en cuenta que cada subestrato (turno) tiene tres jornadas, y que se seleccionada una jornada por turno, el factor de expansión es igual a 3/1 es decir a 3.

Factor de expansión final

$$F = F_1 * F_2 * F_3 * F_4$$

3.11 Estimación de un total

Las estimaciones se van a realizar por dominios de estudio. Un dominio de Estudio es una subpoblación para la cual se requieren estimaciones puntuales separadas con buena precisión y con intervalos de precisión útil. El único dominio de estudio en este corresponde al agregado nacional.

Estimador

$$t_y = \sum_{h=1}^H F \cdot y_{kh}$$

Donde

\hat{t}_y = Total estimado de la variable y

F = Al factor final de expansión

y_k = El valor de la variable de interés

3.11.1 Cálculo de la varianza estimada y el coeficiente de variación estimado para a estimación de un total

$$\hat{V}(\hat{t}) = \sum_{h=1}^{10} \underbrace{\frac{N_{Ih}}{n_{Ih}} (N_{Ih} - n_{Ih}) S_{ys_I}^2}_{\text{Varianza primera etapa}} + \frac{N_{II}}{n_{Ih}} \left[\underbrace{\frac{N_{II}}{n_{II}} (N_{II} - n_{II}) S_{ys_{II}}^2}_{\text{Varianza segunda etapa}} + \frac{N_{III}}{n_{II}} \left[\underbrace{\frac{N_{III}}{n_{III}} (N_{III} - n_{III}) S_{ys_{III}}^2}_{\text{Varianza tercera etapa}} + \sum_{h=1}^2 \frac{N_{IV}}{n_{III}} \left[\underbrace{\frac{N_{IV}}{n_{IV}} (N_{IV} - n_{IV}) S_{ys_{IV}}^2}_{\text{Varianza cuarta etapa}} \right] \right] \right]$$

Donde

\hat{t} = Total estimado de la variable y

N_{Ih} = Cantidad de Municipios en el estrato h

n_{Ih} = Cantidad de municipios seleccionados en el estrato h

N_{II} = Cantidad de estaciones de servicio en la UPMi

n_{II} = Cantidad de estaciones de servicio seleccionadas en la UPMi

N_{III} = Cantidad de días en la semana (7)

n_{III} = Cantidad de días seleccionados en la semana

N_{IV} = Cantidad de jornadas de trabajo en el subestrato

n_{IV} = Una jornada de trabajo seleccionada en el subestrato

$S_{ys_I}^2$ = Varianza estimada de la variable y entre municipios del mismo estrato

$S_{ys_{II}}^2$ = Varianza estimada de la variable y entre estaciones de servicio al interior de los municipios

$S_{ys_{III}}^2$ = Varianza estimada de la variable y entre días

$S_{ys_{IV}}^2$ = Varianza estimada de la variable y entre jornadas de trabajo

y el coeficiente de variación estimado para el total de la variable y esta dado por

$$c\hat{v}(\hat{t}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{t})}}{\hat{t}}$$

A partir de la información recolectada en el trabajo de campo, y una vez calculados los factores de expansión, se estima el volumen de consumo diario de combustibles adquiridos en E/S. El cálculo de los errores relativos se lleva a cabo con el paquete PCCARP (cuadro 4).

Cuadro 4

Estimación del número de barriles diarios de consumo –BDC- de combustibles, demandados en las estaciones de servicio en el mes de noviembre del año 1999

Tipo	BDC	Error Estándar	Error relativo	Lim. inferior	Lim. Superior
Gasolina corriente	101,594	4,368.26	0.042997	93,032	110,156
Gasolina extra	8,896	700.46	0.078735	7,524	10,269
ACPM	36,083	2,561.77	0.070997	31,061	41,104

Fuente: Cálculos propios

Para estimar el número de barriles diarios de consumo –BDC-, se divide la estimación del número de galones de combustible vendido por la estación en la semana, por el número de días de una semana, es decir 7. A su vez, este resultado es dividido por 42, que corresponde al número de galones que tiene un barril. El límite inferior del intervalo de confianza resulta de: $(BDC - BDC * \text{Error relativo} * 1.96)$. El superior se calcula en forma similar: $(BDC + BDC * \text{Error relativo} * 1.96)$, de acuerdo a lo expuesto en la sección sobre Límites de confianza.

Los resultados del cuadro 4 resultan de utilizar los 82,498 registros de ventas de las 114 estaciones de servicio visitadas en la ejecución del trabajo de campo (Cuadro 4A).

Cuadro 4A

Distribución de los registros de las ventas captadas en el trabajo de campo, por tipo de combustible y subestrato de la muestra, según estrato

Estrato muestral	Subestrato (Gasolina corriente)					Subestrato (Gasolina extra)					Subestrato (ACPM)				
	1	2	3	4	Total	1	2	3	4	Total	1	2	3	4	Total
Menor de 10 mil habitantes	257	0	0	0	257	15	0	0	0	15	25	0	0	0	25
Entre 10,001 y 20,000 hab.	600	0	0	0	600	69	0	0	0	69	85	0	0	0	85
Más de 20 mil habitantes	1,007	0	0	0	1,007	48	0	0	0	48	77	0	0	0	77
Bogotá -B/manga-Maicao	541	0	0	0	541	7	0	0	0	7	57	0	0	0	57
Bogotá -Medellín-C/gena	354	0	0	0	354	24	0	0	0	24	64	0	0	0	64
Bogotá -Cali-Ipiales	822	0	0	0	822	30	0	0	0	30	132	0	0	0	132
Otras rutas	794	0	0	0	794	63	0	0	0	63	32	0	0	0	32
Otras capitales y ciudades	914	2,441	9,012	11,479	23,846	164	233	658	1,271	2,326	83	170	566	491	1,310
Cúcuta	439	0	0	0	439	176	0	0	0	176	54	0	0	0	54
Bogotá y A.M.	5,744	12,330	3,048	437	21,559	77	868	194	22	1,161	427	639	655	42	1,763
Barranquilla y A.M.	4,464	0	0	0	4,464	872	0	0	0	872	461	0	0	0	461
Medellín y A.M.	7,482	3,226	0	0	10,708	806	434	0	0	1,240	199	346	0	0	545
Cali y A.M.	5,764	0	0	0	5,764	398	0	0	0	398	309	0	0	0	309
Total	29,182	17,997	12,060	11,916	71,155	2,749	1,535	852	1,293	6,429	2,005	1,155	1,221	533	4,914

Fuente: Alfa y Omega. Cálculos propios

4. Estimación de la demanda

La demanda de combustibles para uso automotor, está constituida por tres tipos de demanda: la primera, la demanda hecha directamente en las estaciones de servicio legalmente autorizadas para el expendio de combustibles; la segunda, la demanda de grandes consumidores directamente a los mayoristas; la tercera, la demanda realizada a otras fuentes, tales como a los expendios callejeros en los municipios fronterizos o cercanos a las fronteras (“pimpineros”) y en general la demandada a contrabandistas.

Cuadro 5
Distribución porcentual de las ventas de combustibles por parte de las estaciones de servicio, por tipo de combustible, según destino de los mismos

Destino	Tipo de combustible		
	Gasolina Corriente	Gasolina Extra	ACPM
Taxi	18.22	8.53	0.29
Serv. púb. mun.	9.61	0.66	17.53
Serv. púb. intm.	3.20	1.14	13.25
Particular	46.46	80.05	2.76
Motocicletas	5.74	5.95	0.08
Carga C2J	11.13	0.59	25.37
Carga C3J	0.17	0.04	7.60
Carga C4J	0.05	0.11	19.84
Transporte	1.84	0.30	4.16
Desvare	0.86	2.14	0.41
Residencial	0.43	0.01	0.15
Industrial	0.86	0.03	3.66
Agropecuario	0.54	0.00	3.20
Comercial	0.10	0.04	0.04
Obras civiles	0.12	0.00	0.64
Otros usos	0.67	0.40	1.02
Total	100.00	100.00	100.00

Fuente: Alfa y Omega y cálculos propios

Para obtener cual es la demanda de combustibles por parte del sector automotor, se descuenta del total de las ventas (cuadro 4), las correspondientes a uso residencial, industrial, agropecuario, comercial, obras civiles y otros usos¹¹ (cuadro 5), que para el caso de la gasolina corriente representa el 2.72% de las ventas de las estaciones de servicio, siendo de 0.48% para la gasolina extra y 8.71% para el ACPM. Los resultados se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6
Ventas de combustibles por parte de las estaciones de servicio para el sector transporte expresado en BDC, por tipo de combustible

	Tipo de combustible		
	Gasolina corriente	Gasolina extra	ACPM
% sector transporte	97.28	99.51	91.29
Volumen	98,831	8,853	32,940

Fuente: Cálculos con base en cuadro 4 y 5

El segundo tipo de demanda, se dimensiona de las ventas que realizan los operadores directamente a grandes consumidores con destino al consumo automotor. Para allegar estas cifras, se parte del volumen de ventas que ECOPEPETROL realiza a los mayoristas, los cuales a su vez expenden los combustibles a minoristas y grandes consumidores. Teniendo en cuenta, que alrededor del 93% de la información recolectada en las E/S corresponde al mes de noviembre, para estos cálculos se utilizarán las ventas de ECOPEPETROL a los mayoristas en dicho mes, de las cuales se extraen las realizadas a grandes consumidores del sector transporte.

¹¹ Al descontar estas fuentes de uso, se está suponiendo que ninguno de estos sectores demandan el combustible para uso automotor. De antemano se sabe que esto no es del todo cierto, pero al no contar con el destino final que le al combustible da cada sector, se considera sano descontarlo todo del consumo por parte del sector automotor.

Estimación de la demanda de combustibles para el sector automotor: gasolina corriente, gasolina extra y ACPM

Para el porcentaje de venta a grandes consumidores del sector transporte, se tomó el porcentaje promedio ponderado por el total de ventas reportado por los mayoristas ESSO, Terpel de la Sabana y Terpel del Norte (cuadro 7)¹².

Cuadro 7
Porcentaje de venta de combustibles a grandes consumidores del sector transporte, por tipo, según mayorista

Mayorista	Tipo de combustible		
	Gasolina corriente	Gasolina extra	ACPM
ESSO	1.22	0.90	4.89
Terpel de la Sabana	1.80	0.20	3.10
Terpel del Norte	3.68	2.50	6.39

Fuente: Informe de mayoristas y cálculos propios

Para dimensionar la demanda al sector transporte por parte de grandes consumidores, se trabaja en forma separada cada uno de los combustibles (cuadro 7A).

Cuadro 7A
Ventas de combustibles por parte de mayoristas a grandes consumidores (BDC) del sector automotor

Tipo de combustible	Ventas ECOPETROL	Ventas de mayoristas a grandes consumidores	
		%	BDC
Gasolina corriente	92,873	1.36	1,464
Gasolina Extra	6,159	0.45	29
ACPM	47,801	4.71	2,250

Fuente: ECOPETROL, informe de los mayoristas y cálculos propios

La tercer fuente de la demanda es difícil de cuantificar, debido a que no se cuenta con un marco de expendedores, como tampoco de una estimación del volumen total de combustibles expendidos bajo esta modalidad. No obstante esta limitación, se puede allegar una cifra basada en el estudio de “La oferta de combustible de Venezuela en la frontera con Colombia: una aproximación a su cuantificación”, Moreno (2000, cuadros 6 y 7), del cual se puede suponer que una parte del combustible de origen venezolano, que entra por la frontera con el vecino país, es demandado informalmente en calles y carreteras de los municipios fronterizos, o en estaciones de servicio informales. De igual manera, dentro de esta fuente de la demanda, se considera la realizada por vehículos tanto venezolanos como colombianos que circulan en las

¹² Se utilizan los porcentajes correspondientes a los agregados del año 1999, debido a que no fue posible tener acceso a los correspondientes al mes de noviembre, como se hubiese querido, debido a que los mayoristas no lo reportaron en forma desagregada. De otra parte, es importante recalcar que no se tuvo acceso al porcentaje de combustible vendido a grandes mayoristas por parte de los restantes mayoristas, los cuales pueden ser diferentes al de los mayoristas que lo reportaron, afectando ello el resultado del cálculo del porcentaje medio ponderado presentado en el cuadro 7A.

zonas colombianas de frontera, en las estaciones de servicio localizadas en los municipios fronterizos del vecino país¹³.

Para estimar esta demanda, se toman las cifras de oferta proveniente de las estaciones internacionales SAFEC y las Nacionales venezolanas, lo mismo que la oferta proveniente de las importaciones legales (cuadro 8). Según la UPME, el departamento de La Guajira tiene un requerimiento potencial de 1,229 BDC de gasolina, el departamento de Norte de Santander 3,375 BDC y el departamento de Arauca 584 BDC, para un total de 5,188 BDC para los tres departamentos por los cuales ingresa el combustible venezolano a Colombia, lo cual representa el 48.75% del total de combustible venezolano en la frontera, 10,641 BDC (cuadro 8). De los 5,188 BDC de gasolina, se estima que el 90% se expenden informalmente en la frontera, lo cual equivale a 4,669 BDC¹⁴.

Cuadro 8
Oferta de combustible en la zona fronteriza con Venezuela, por tipo, según departamento de ingreso

Departamento	Gasolina Corriente	ACPM
La Guajira	3,002	1,866
Norte de Santander	5,483	1,849
Arauca	2,156	330
Total	10,641	4,045
Oferta/Demanda informal en la frontera	4,669	1,775

Fuente: Moreno (2000) y cálculos propios

Si se considera una distribución similar para el ACPM, se tiene que en la frontera con Venezuela se demanda un total de 1,775 BDC en expendios callejeros o informales. Si se agregan las tres fuentes de demanda de combustibles, se tiene el volumen total de la demanda (cuadro 9).

¹³ Adicional a los vehículos que circulan en las zonas de frontera, vehículos de transporte de carga y de pasajeros con rutas interdepartamentales, también adquieren combustible en las estaciones venezolanas, especialmente en la estación SAFEC localizada en el municipio de Ureña (Venezuela).

¹⁴ Las cifras del combustible venezolano demandado en negocios informales en los municipios fronterizos, no corresponden específicamente al mes de noviembre de 1999, pues no está disponible esta cifra con este nivel de desagregación temporal, utilizándose en su reemplazo, el volumen de BDC de combustible obtenido a partir del agregado para el año 1999. Esto conduce, a que suponer que el nivel promedio del volumen de combustible consumido en todo el año, es similar al del mes de noviembre. Este supuesto no es fácil de corroborar como tampoco de rebatir, debido a que no se cuenta con estudios especializados sobre el tema, y dentro de lo más reciente disponible, están las cifras aquí utilizadas. Esta limitación del estudio, lleva a repensar el problema en términos, no solamente espaciales, sino que también en términos temporales.

Cuadro 9

Demanda de combustibles en Colombia por parte del sector automotor para el mes de noviembre del año 1999, por tipo de combustible, según fuente de la demanda (BDC)

Fuente de la demanda	Tipo de combustible		
	Gasolina corriente	Gasolina extra	ACPM
Estaciones de servicio	98,831	8,853	32,940
Grandes consumidores	1,464	29	2,250
Otros (pimpineros)*	4,669		1,775
Total	104,964	8,882	36,965

Fuente: Cuadros 6, 7 y 8, y cálculos propios

* No es posible establecer en forma separada la demanda de la gasolina corriente y de la extra

5. Estimación de la oferta

La oferta de combustibles para el sector automotor, está constituida por cuatro tipos de ofertas: la primera, la oferta de parte de los mayoristas a estaciones de servicio como grandes consumidores; la tercera, la oferta de parte del contrabando; y la cuarta, la oferta por parte de las organizaciones al margen de la ley, dedicadas a la extracción de combustibles de los oleoductos.

Para determinar cual es la oferta de los mayoristas tanto a minoristas (E/S) como a grandes consumidores para el sector automotor, se tomó la distribución de las ventas por parte los mayoristas, constituyendo la suma de estas fuentes, la oferta potencial de los mayoristas al sector automotor. Este trabajo se realizó en forma independiente para cada uno de los combustibles.

Para estimar el porcentaje de ventas por parte de los mayoristas a las estaciones de servicio, se calcula el porcentaje medio ponderado de los porcentajes de los mayoristas que lo reportaron (cuadro 10). La forma del cálculo, consiste en dividir la suma de las ventas a E/S por la suma de las ventas totales.

Cuadro 10

Porcentaje de venta de combustibles a estaciones de servicio, por tipo, según mayorista

Mayorista	Tipo de combustible		
	Gasolina corriente	Gasolina extra	ACPM
ESSO	87.35	94.14	63.67
Terpel del Centro	99.40	100.00	91.00
Terpel de la Sabana	87.40	90.60	65.00
Terpel del Norte	86.09	89.17	57.73
MOBIL	91.00	91.00	68.00
TEXACO	96.12	93.15	65.74

Fuente: Informe de mayoristas y cálculos propios

Para calcular el porcentaje promedio ponderado de venta de combustible por parte de los mayoristas a las estaciones de servicio, se parte del agregado nacional de venta de cada uno de los mayoristas (cuadro 11).

Cuadro 11
Venta de combustibles por parte de ECOPETROL durante el año 1999, por tipo, según mayorista

Mayorista	Gasolina corriente		Gasolina extra		ACPM	
	Barriles	%	Barriles	%	Barriles	%
EMPRESA COLGAS	0	0.00	0	0.00	0	0.00
EMPRESA ECOPETROL		0.43	0	0.00	234,738	1.30
EMPRESA ESSO	8,836,177	23.33	863,423	25.73	4,517,311	25.10
EMPRESA MOBIL	10,775,234	28.46	1,005,365	29.96	5,089,033	28.28
EMPRESA OTROS	0	0.00	0	0.00	0	0.00
EMPRESA SHELL	307,545	0.81	2,844	0.08	200,640	1.11
EMPRESA T. ANTIOQUIA	1,428,083	3.77	123,039	3.67	866,897	4.82
EMPRESA T. BUCARAMANGA	1,636,887	4.32	175,688	5.24	971,772	5.40
EMPRESA T. CENTRO	1,993,780	5.27	135,251	4.03	769,322	4.27
EMPRESA T. NORTE	1,218,686	3.22	165,217	4.92	495,111	2.75
EMPRESA T. OCCIDENTE	1,036,885	2.74	51,015	1.52	473,060	2.63
EMPRESA T. SABANA	2,431,599	6.42	137,771	4.11	1,020,725	5.67
EMPRESA T. SUR	1,726,986	4.56	128,048	3.82	740,384	4.11
EMPRESA TEXAS	6,310,890	16.67	567,809	16.92	2,619,133	14.55
Total	37,867,173	100.00	3,355,470	100.00	17,998,126	100.00

Fuente: ECOPETROL, informe de mayoristas y cálculos propios

Utilizando la información de los cuadros 10 y 11 se obtiene el porcentaje de las ventas de combustibles que los mayoristas realizaron a las estaciones de servicio en el año 1999. Aplicándole estos porcentajes al total de ventas de los mayoristas en el mes de noviembre del año 1999, se obtiene la oferta de combustible por parte de los mayoristas a las estaciones de servicio (cuadro 12)¹⁵. Para obtener la oferta al sector automotor, se toma del total de la oferta de los mayoristas, el porcentaje que es demandado por dicho sector en las estaciones de servicio, el cual corresponde al porcentaje presentado en el cuadro 6 para cada uno de los combustibles¹⁶ (cuadro 12).

Adicional de la oferta de los mayoristas a las estaciones de servicio, está la de éstos a los grandes consumidores del sector automotor, oferta a grandes consumidores, que para los efectos del presente estudio corresponde al volumen demandado expuesto en el cuadro 7A, con 1,464 BDC de gasolina corriente, 29 de extra y 2,250 de ACPM, conformando la segunda fuente de la oferta.

¹⁵ En forma similar a lo realizado para el cálculo de la demanda de combustibles por parte de los grandes consumidores del sector automotor, en esta ocasión se toman los porcentajes de ventas del año 1999 a E/S, reportados por algunos de los mayoristas, para aplicarlos al mes de noviembre del mismo año. En estos cálculos se están combinando dos fuentes de información: las ventas de ECOPETROL a los mayoristas y la distribución de las ventas de éstos últimos a los minoristas. La razón de ello, es el hecho de no contar con las ventas de todos los mayoristas para cada uno los meses del año 1999. Al utilizar las cifras de ECOPETROL, se está suponiendo que el combustible que compran los mayoristas, es a su vez vendido en su totalidad a los minoristas.

¹⁶ Implícitamente se está sumiendo que la estructura de ventas de combustibles por parte de las estaciones de servicio, de origen nacional y extranjero (de Venezuela), hallado en el estudio de la demanda para el mes de noviembre, es similar al de la oferta del combustible de origen nacional.

Cuadro 12
Ventas de combustibles por parte de mayoristas a estaciones de servicio (BDC) en el mes de noviembre del año 1999, según tipo

Tipo de combustible	Ventas ECOPETROL	Ventas de mayoristas a estaciones de servicio		Oferta al sector automotor	
		%	BDC	%	BDC
Gasolina corriente	92,873	91.10	84,607	97.28	82,306
Gasolina Extra	6,159	92.67	5,708	99.51	5,680
ACPM	47,801	67.00	32,027	91.29	29,237

Fuente: ECOPETROL, informe de los mayoristas, cuadro 6 y cálculos propios

La tercera fuente de oferta la constituye el combustible que proviene de Venezuela y entra al país a través de la frontera. El volumen de tal oferta es tomado del cuadro 10, siendo de 10,641 BDC de gasolina y 4,045 BDC de ACPM.

La cuarta fuente de oferta la constituye el combustible hurtado a los oleoductos en el país, los cuales ascendían a 277,034 barriles de gasolina para los meses de enero a noviembre del año 1999, que corresponde a 829 BDC. Al agregar las tres fuentes de oferta de combustibles en el país, se obtiene la oferta total para el mes de noviembre del año 1999 (cuadro 13).

Cuadro 13
Oferta de combustibles en Colombia para el sector automotor para el mes de noviembre del año 1999, por tipo de combustible, según fuente de la oferta (BDC)

Fuente de la oferta	Tipo de combustible		
	Gasolina corriente	Gasolina extra	ACPM
Mayoristas a E/S para el sector automotor	82,306	5,680	29,237
Mayoristas a grandes consumidores	1,464	29	2,250
Oferta venezolana en frontera*	10,641		4,045
Hurto a oleoductos**	829		
Total	95,240	5,709	35,532

Fuente: Cuadros 7 y 12 y cálculos propios

* No es posible establecer en forma separada la demanda de la gasolina corriente y de la extra

** Sólo se cuenta con datos para gasolina corriente

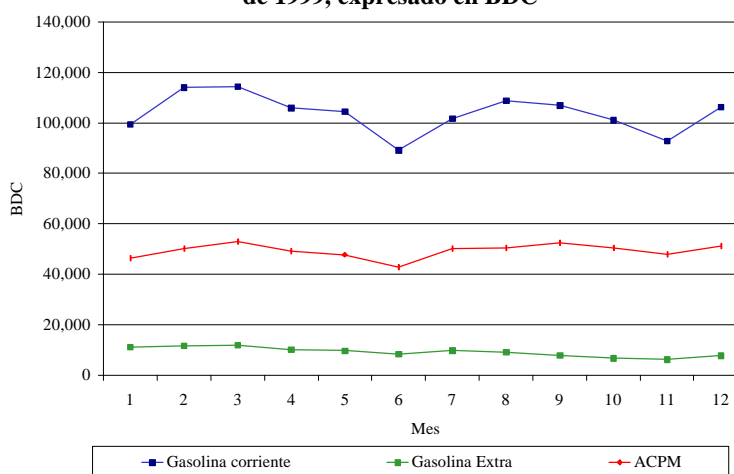
6. Balance entre oferta y demanda de combustibles

Uno de los datos que mayor inquietan a las entidades gubernamentales, tanto a las involucradas directa como indirectamente en la regulación y control de la venta de combustibles, es el resultado del balance entre la oferta y la demanda de los mismos. En el cuadro 9 se presentó el volumen de la demanda para el mes de noviembre de 1999, asumiendo que el consumo de los grandes consumidores del sector automotor y la demanda realizada a los “pimpineros” calculada para todo el año, eran los mismos para el mes de noviembre. De forma similar, en el cuadro 13 se presentó el volumen de la oferta, asumiendo que la oferta venezolana en frontera y la oferta proveniente del hurto expresadas en BDC calculadas para el año 1999, eran los mismos para el mes de noviembre.

Teniendo en cuenta las limitaciones que tiene el cálculo de la oferta y la demanda de combustibles para el sector automotor, resultantes de la combinación de datos calculados para el mes de noviembre, con datos obtenidos para el año 1999, para el cálculo del balance entre la oferta y la demanda de combustibles para el año 1999, lo primero que se hace es calcular la demanda en estaciones de servicio para el año completo, lo mismo que la oferta de los mayoristas a E/S. Para ello se analiza el comportamiento de las ventas de ECOPETROL a través de los meses del año 1999, lo mismo que a través de los últimos 5 años.

Analizar la presencia de estacionalidad en la oferta o la demanda de combustibles es un tanto complejo en las actuales circunstancias, pues el país ha sufrido un duro revés en su desarrollo económico, que ha afectado directamente el consumo de combustibles por parte del sector automotor. En el año 1999 la venta de vehículos fue del 50% con relación al año inmediatamente anterior. Aunado a lo anterior, a inicios del año 1999 se cambia la legislación en materia de regulación de precios, liberando los mismos para las ciudades donde existe un mercado competitivo y regulándolos para el resto del país. El precio de la gasolina extra se dispara y se aleja considerablemente del precio de la gasolina corriente, lo cual impacta el mercado de la misma.

Gráfico 1
Ventas de combustibles por parte de Ecopetrol en el año de 1999, expresado en BDC



Estos acontecimientos, llevan a pensar en lo complicado que puede resultar analizar la presencia de estacionalidad en una serie de tiempo que ha sufrido tantas intervenciones en los últimos meses e incluso años. Por ello, se optó por trabajar tanto la oferta y la demanda para un período corto de referencia, el mes de noviembre. Sin embargo, no es ajeno al estudio el hecho de que este mes fue uno de los meses que ECOPETROL vendió menos combustible a los mayoristas (gráfico 1, cuadro 14), representando para el caso de la gasolina corriente, tan sólo 89% del número de barriles por día del promedio de los meses del año. Para la gasolina extra baja al 67% y para el ACPM asciende al 97%.

Lo anterior muestra, que con el consumo expresado en unidades de BDC estimado en este estudio, no se puede directamente determinar el consumo de BDC para todo el año. Si se quisiera realizar tal ejercicio, se tendría que contar con los datos de las restantes fuentes de información utilizadas en el estudio con desagregación mensual, a partir de la cual se

determinaría si el nivel de ajuste es el mismo para todas las fuentes, o por el contrario es diferencial entre fuentes de información¹⁷.

Cuadro 14
Distribución de las ventas de combustibles por parte de ECOPETROL para el año 1999
(barriles), por tipo, según mes del año

Mes	Días/mes	Gasolina corriente			Gasolina extra			ACPM		
		Mes	BDC	Relación	Mes	BDC	Relación	Mes	BDC	Relación
1	31	3,082,872	99,447	0.96	348,153	11,231	1.22	1,432,912	46,223	0.94
2	28	3,192,310	114,011	1.10	327,821	11,708	1.27	1,407,665	50,274	1.02
3	31	3,548,756	114,476	1.10	367,692	11,861	1.29	1,644,391	53,045	1.08
4	30	3,179,718	105,991	1.02	303,975	10,133	1.10	1,476,601	49,220	1.00
5	31	3,239,526	104,501	1.01	300,146	9,682	1.05	1,479,048	47,711	0.97
6	30	2,674,703	89,157	0.86	250,868	8,362	0.91	1,283,657	42,789	0.87
7	31	3,153,311	101,720	0.98	304,454	9,821	1.07	1,556,847	50,221	1.02
8	31	3,375,495	108,887	1.05	282,227	9,104	0.99	1,560,419	50,336	1.02
9	30	3,207,260	106,909	1.03	236,035	7,868	0.86	1,571,923	52,397	1.06
10	31	3,132,515	101,049	0.97	206,916	6,675	0.73	1,561,739	50,379	1.02
11	30	2,786,188	92,873	0.89	184,759	6,159	0.67	1,434,035	47,801	0.97
12	31	3,294,519	106,275	1.02	242,424	7,820	0.85	1,588,889	51,254	1.04
Promedio		37,867,173	103,775	1.00	3,355,470	9,202	1.00	17,998,126	49,304	1.00

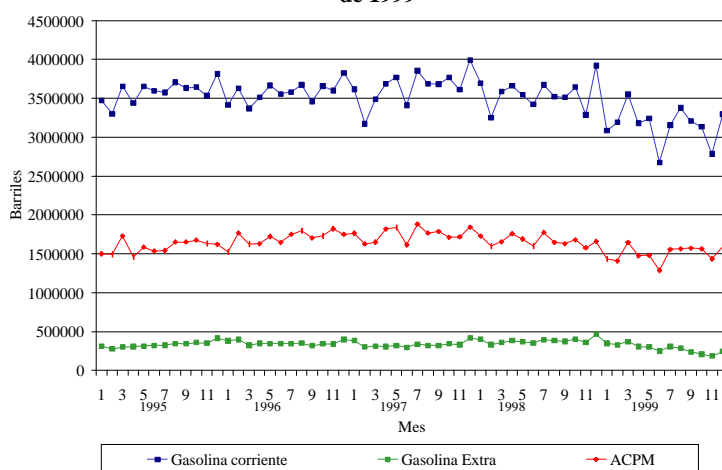
Fuente: ECOPETROL y cálculos propios

Nota: La relación hace referencia a la comparación del promedio del mes con respecto al promedio de todos los meses

Si se analiza la serie de ventas mensuales de ECOPETROL (gráfico 2), se aprecia que por lo menos para los últimos cinco años no existe una clara estacionalidad en el mes de noviembre, observándose por el contrario, que existe un cambio de patrón en el comportamiento de la serie en los últimos años, lo cual corrobora lo que arriba ya se había comentado, sobre la existencia de continuas intervenciones en la serie, unas debidas al comportamiento de la economía y otras a cambios en la legislación.

Retomando lo de la estimación de la oferta y la demanda para el año 1999, la metodología a seguir para tal fin, consiste en dividir el volumen de la oferta y la demanda, por la relación entre las ventas del ECOPETROL en el mes de noviembre a los mayoristas (BDC), con el promedio de las ventas de todos los meses del año 1999 (Cuadro 14). Los resultados se presentan en el cuadro 15.

Gráfico 2
Ventas de combustibles por parte de Ecopetrol en el año de 1999



¹⁷ Se debe tener en cuenta que el objetivo de la desestacionalización de una serie de tiempo, es el de eliminar el efecto estacional de forma tal que puedan ser comparados los datos de la serie entre sí, objetivo que difiere del perseguido en el presente estudio.

Cuadro 15

Oferta y demanda de combustibles para el sector automotor para el año de 1999 (BDC)

Fuente	Gasolina corriente			Gasolina Extra			ACPM		
	BDC*	Relación	Tot. 1999	BDC*	Relación	Tot. 1999	BDC*	Relación	Tot. 1999
Oferta de mayoristas a E/S	82,306	0.89	92,479	5,680	0.67	8,478	29,237	0.97	30,141
Demanda en E/S	98,831	0.89	111,046	8,853	0.67	13,213	32,940	0.97	33,959

Fuente: Cuadros 9, 13 y 14 y cálculos propios

A partir de la información anteriormente expuesta, es posible generar un balance entre la oferta y la demanda para cada uno de los combustibles en estudio. Con este balance se trata de identificar la existencia de diferencias y las razones por las cuales puedan existir. En el cuadro 16 se encuentra la consolidación del balance.

Cuadro 16

Balance entre oferta y demanda de combustibles para el sector automotor para el año 1999 (BDC)

Fuente	Gasolina corriente			Gasolina Extra			ACPM		
	Oferta	Demanda	Saldo	Oferta	Demanda	Saldo	Oferta	Demanda	Saldo
Estaciones de servicio	92,479	111,046	-18,567	8,478	13,213	-4,736	29,237	32,940	-3,818
Grandes consumidores	1,464	1,464	0	29	29	0	2,250	2,250	0
Demanda a pimpineros		4,669	-4,669					1,775	-1,775
Oferta Vene. en frontera	10,641		10,641			0	4,045		4,045
Descalibración del 3%		-3,331	3,331		-396	396		-988	988
Hurto	829		829			0			0
Total	105,413	113,848	-8,435	8,507	12,846	-4,339	35,532	35,977	-445

Fuente: Cuadros 9, 13 y 15

Nota: Se asume que en promedio los surtidores pueden estar descalibrados en un 3%, lo cual hace parte de un posible escenario de comportamiento de este evento, pudiendo ser mayor o menor, no existiendo datos que permitan testear tal supuesto.

No es del todo sorprendente encontrar que la oferta y la demanda de combustible presentada en el cuadro 16 da saldos diferentes a cero.

- En primer lugar, la demanda estimada a través de las ventas unitarias de las estaciones de servicio, no es exacta sino precisa, es decir, tienen un error de estimación (cuadro 4), que es del 4.28% para la gasolina corriente, 7.8% para la extra y 7.08% para el ACPM, lo cual indica que más que mirar la estimación puntual se debe mirar el intervalo de confianza, el cual con un nivel de confianza predeterminado, indica el rango de valores en el cual se puede encontrar el valor poblacional.
- En segunda medida, las estimaciones realizadas en este estudio, sobre la demanda, pueden estar sobrestimadas, en razón de que es conocido que en algunos casos los surtidores de las estaciones de servicio están descalibrados en proporciones mayores a las permitidas por la Ley. Aunque para los cálculos aquí expuestos se estima un descalibre del 3%, el nivel de éste puede ser mayor o menor, no existiendo un estudio que permita testearlo.
- En tercer lugar, la oferta del contrabando puede ser mayor a la estimada por Moreno (op. cit.), lo cual contribuye en parte a que la brecha negativa entre oferta y demanda sea apreciable. En este mismo sentido, para el caso de la gasolina extra, no fue posible

establecer el volumen del contrabando, como tampoco es posible establecer, del total de la gasolina que venden como extra, que porcentaje puede ser de menor octonaje al ofrecido. De otra parte, la estimación de la oferta de combustible proveniente del hurto a los oleoductos, puede ser superior a la estimada por ECOPETROL, evento que participa en la explicación de la brecha existente entre oferta y demanda.

- En cuarto lugar, se debe tener en cuenta, que a pesar que se controló la estacionalidad del fenómeno en estudio, al comparar la oferta y la demanda tomando el mes de noviembre como período de referencia, pueden existir estacionalidad al interior de las semanas del mes, e incluso al interior de los días de la semana, que si bien es cierto fueron tenidas en cuenta y tratadas de controlar desde el mismo diseño muestral, pueden estar afectando el valor de las estimaciones.
- En quinto lugar, se debe tener presente, que para algunas cifras, tales como la distribución de las ventas de los mayoristas por sectores y el contrabando, se están aplicando estructuras de todo un año al fenómeno de un mes, lo cual es imposible de evitar, pues no se cuenta con cifras desagregadas al nivel mensual que permitan evitar la aplicación de supuestos, que a la postre por falta de herramientas de valoración pueden no ser los mas acertados.

Los puntos anteriormente expuestos, deben ser tomados como puntos de reflexión hacia el futuro, pues el fenómeno en estudio es de tal complejidad que no es tarea fácil involucrarlos con la rigurosidad requerida en el desarrollo de una investigación como la ejecutada aquí. Es imperioso subrayar, que tanto la estimación de la oferta como el de la demanda pueden tener algún tipo de imperfecciones, dentro de los cuales se encuentran los arriba citados, existiendo otros, que no son claramente identificados.

7. Consumo de Diesel Marino

La oferta de Diesel Marino en Colombia esta cubierto por tres grandes fuentes. La primera conformada por ECOPETROL, empresa estatal que vende 1,389,733 barriles de los 1,692,040 que se ofrecen en el país, lo cual representa el 82.13% del ofrecido de origen nacional. La segunda fuente está compuesta por la empresa privada Refinare, quien participa con el restante 17.87% (cuadro 16). La tercera fuente la constituye el Diesel Marino importado, del cual no es posible establecer con certeza cual es su volumen, debido a que en las cifras disponibles al público sobre importaciones, no existe una posición arancelaria que identifique por separado la importación de este tipo de combustible, el cual aparece en la misma posición del Diesel o ACPM.

Como se aprecia en el cuadro 16, Texaco es la empresa que tiene la mayor participación en la venta de Diesel Marino nacional, con el 23.52%. Le sigue en importancia Esso con el 20.93%, Mobil con el 18.77%, Petrocomercial con el 16.29% y Terpel del Norte con el 2.69%. Como empresa independiente de ECOPETROL y participando con su propia producción, la empresa Refinare cubre el 17.87% de la oferta.

Cuadro 17
Ventas de Diesel Marino por parte de ECOPETROL y Refinare para el año 1999
(Barriles), por mayorista, según mes de venta

Mes	Mayorista						Total
	Texaco	Mobil	Esso	Terpel Norte	Petrocomercial	Refinare	
Enero	28,922	43,841	11,903	0	26,079	11,703	122,448
Febrero	25,862	49,544	11,112	1,713	24,946	15,573	128,750
Marzo	35,543	51,169	32,565	7,182	16,975	15,828	159,262
Abril	37,169	46,961	43,861	11,960	24,717	21,515	186,183
Mayo	32,869	21,566	44,554	8,894	28,170	34,627	170,680
Junio	43,296	13,037	47,208	2,105	22,484	32,018	160,148
Julio	36,394	19,548	56,581	6,220	24,926	33,821	177,490
Agosto	43,766	25,785	49,995	0	26,697	28,668	174,911
Septiembre	35,001	3,724	14,444	6,274	13,600	26,100	99,143
Octubre	7,871	8,515	16,002	135	19,546	37,259	89,328
Noviembre	32,810	11,773	12,199	0	18,345	18,948	94,075
Diciembre	38,459	22,101	13,736	0	29,079	26,247	129,622
Total	397,962	317,564	354,160	44,483	275,564	302,307	1,692,040

Fuente: ECOPETROL, Refinare y cálculos propios

En forma similar a lo encontrado para la gasolina y el ACPM, el mes de noviembre es el que presenta uno de los dos menores meses de venta de Diesel Marino, en el agregado de todas las empresas mayoristas. Sin embargo este comportamiento no se repite de igual manera para cada uno de los mayoristas (cuadro 16).

Uno de las mayores inquietudes que surgen con respecto al Diesel Marino es la posible desviación que puede sufrir este producto con relación al usuario final, que debe ser el transporte marítimo o fluvial, en razón de que este está exento del pago del impuesto global, mientras que su calidad es similar a la del ACPM, lo cual lo hace llamativo como producto sustituto de éste. Esto lleva a dimensionar el mercado del Diesel Marino en término de BDC, que para el año 1999 fue de 4,636 BDC (1,692,040 barriles / 365 días), los cuales representan el 9.40% de la oferta diaria de ACPM por parte de ECOPETROL (49,310 barriles por día).

Esta cifra se torna preocupante, por lo cual es importante dimensionar el verdadero mercado del Diesel Marino. Una forma de llevarlo a cabo, es la de establecer cual es la oferta total por parte de todos los mayoristas que operan en el mercado. De esta forma se logra captar no solamente el Diesel Marino de origen nacional, sino que también el importado (cuadro 17).

En el cuadro 17 se observan diferencias en los reportes de las ventas de un mismo mayorista por diversas fuentes. Sin lugar a dudas, las de mayor credibilidad son la reportadas directamente por los mismos mayoristas, que para el caso de Texaco, son mayores a las reportadas como vendidas a esta empresa por parte de ECOPETROL, diferencia que puede corresponder, por una parte a Diesel Marino importado, y por otra, al reporte de ventas de combustible adquirido a otros mayoristas.

Cuadro 18
Reportes de ventas de Diesel Marino para el año de 1999 (Barriles), por mayorista, según mes de venta

Mes	Texaco		Mobil		Esso		Terpel del Norte		Petrocomercial		Refinare	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)		(11)
Enero	11,137	0	32,405	43,840	43,840	0	11,084	0	0	26,078	26,078	11,703
Febrero	13,096	11,503	30,667	51,219	51,219	4,363	15,044	1,713	1,713	24,946	24,946	15,573
Marzo	18,699	0	35,524	51,169	51,169	27,346	29,766	7,182	7,737	16,976	16,976	15,828
Abril	16,816	17,995	37,190	46,961	46,961	46,860	43,735	11,960	11,960	24,717	24,717	21,515
Mayo	15,271	0	32,905	21,565	21,566	44,554	40,064	8,894	8,585	28,170	28,170	34,627
Junio	22,978	0	43,286	13,037	0	47,208	0	2,105	0	22,484	22,484	32,018
Julio	15,037	0	36,381	19,548	0	56,581	0	6,220	6,220	27,320	0	33,821
Agosto	21,510	0	43,810	25,785	0	49,995	0	749	749	26,697	26,697	28,668
Septiembre	15,515	0	35,095	3,724	0	14,444	0	6,274	6,274	13,600	0	26,100
Octubre	8,826	0	27,619	8,515	0	16,002	0	135	135	19,545	11,836	37,259
Noviembre	13,763	19,543	32,810	11,773	0	12,198	0	0	0	20,164	18,346	18,948
Diciembre	19,543	0	36,786	22,101	0	13,737	0	0	0	33,850	29,079	26,247
Total	192,191	49,041	424,476	319,236	214,755	333,286	139,693	45,232	43,373	284,547	229,329	302,307

Fuentes:

- (1) Upme
- (2) Ministerio
- (3) Ventas reportadas
- (4) Ventas reportadas
- (5) Upme
- (6) Upme
- (7) Ministerio
- (8) Ventas reportadas
- (9) Ministerio
- (10) Ventas reportadas
- (11) Ministerio

8. Consumo de combustibles del sector industrial

En orden de importancia, el sector industrial es el que le sigue al automotor en cuanto consumo de combustibles se trata, especialmente con el consumo de ACPM. Para dimensionar la demanda de este sector, se utiliza la misma metodología empleada para el caso de la demanda de grandes consumidores del sector automotor (cuadro 7A).

Cuadro 19
Porcentaje de venta de combustibles al sector industrial, por tipo, según mayorista

Mayorista	Tipo de combustible		
	Gasolina corriente	Gasolina extra	ACPM
ESSO	0.55	0.50	12.06
Terpel del Centro	0.25		3.00
Terpel de la Sabana	1.20	0.50	8.20
Terpel del Norte	0.36	1.69	14.34
MOBIL	1.00	1.00	26.00

Fuente: Informe de mayoristas y cálculos propios

Adicional a la venta de los mayoristas al sector industrial, está la de los minoristas, las cuales al ser sumadas dan la demanda total de combustibles por parte del sector industrial (cuadro 19).

Cuadro 20

Ventas de combustibles por parte de mayoristas al sector industrial (BDC) en el mes de noviembre del año 1999, según tipo

Tipo de combustible	Ventas ECOPETROL	Ventas de mayoristas al sector industrial		Ventas minoristas	Ventas de minoristas al sector industrial		Total ventas al sector industrial
		%	BDC		%	BFC	
Gasolina corriente	92,873	0.77	715	101,594	0.86	874	1,589
Gasolina Extra	6,159	0.82	51	8,896	0.03	3	53
ACPM	47,801	17.20	8,222	36,083	3.66	1,321	9,542

Fuente: ECOPETROL, informe de los mayoristas y cálculos propios a partir de los cuadros 4, 5 y 7A.

La demanda por parte del sector industrial de gasolina corriente y gasolina extra, frente al volumen vendido por ECOPETROL es realmente bajo, pues de 92,873 BDC de gasolina corriente, tan sólo 1,589 BDC son consumidos por el sector industrial, que representan tan sólo 1.7% del total de ventas de la empresa. Para el caso de la gasolina extra, la cifra es despreciable, mientras que para el ACPM, el consumo industrial es relevante, ya que los 9,542 BDC representan 19.96% del total de la venta de ECOPETROL.

Este hecho llama especialmente la atención, debido a que es un mercado muy importante para el ACPM, y para los interesados en desviar el uso del Diesel Marino hacia sectores diferentes al marítimo y fluvial. Teniendo en cuenta lo complejo del problema, en este estudio se diseñó una encuesta especializada para la industria, la cual le fue aplicada a 100 de las más grandes industrias consumidoras de ACPM en el país, con la cual se buscaba, dentro de otros objetivos, identificar si la industria estaba consumiendo combustibles sustitutos del ACPM, tales como el Diesel Marino.

Para tratar el tema con total discreción, al final de la encuesta se indagó sobre si se habían presentado cambios con relación a la precisión en el color y la emisión de humo, comparando el combustible adquirido en el año 1999 con el adquirido en el año 1998. Dentro del total de las industrias que contestaron la encuesta, 84 se declararon como consumidoras de ACPM, de las cuales 9 (10.71%) declararon haber percibido cambios en el color y 8 (9.52) en el humo. La identificación de cambio en el color, puede ser un indicio de que a los industriales se les vendió un combustible diferente al ACPM, que pudo ser Diesel Marino, el cual precisamente se diferencia del primero, en su color. La identificación de cambio en la emisión del humo, puede ser un indicio de que a los industriales se les vendió un combustible de diferente calidad al ACPM, lo cual no corresponde precisamente al Diesel Marino, debido que este último es de la mismas especificación de calidad que el primero.

No obstante que el porcentaje de industrias que percibieron cambios en el color y en la emisión de humo, es significativo, alrededor del 10%, con los resultados de la encuesta no se puede concluir que la industria halla consumido sustitutos del ACPM, y más exactamente Diesel Marino, y si así lo fuera, no sería posible determinar el volumen del consumo del sustituto. Un dato interesante obtenido de la encuesta, es el de que 40 de las 84 industrias, el 47.6%, adquieren el ACPM en estaciones de servicio o distribuidores, de las cuales 7 (de un total de 9) reportan cambio en el color del combustible, lo cual indica que es en este grupo de

industrias en las cuales se concentra la identificación de cambio en el color. A su vez, 5 (de un total de 8) de estas industrias reportan cambio en la emisión de humo. Estas coincidencias parecen apuntar a que si hay indicios a que algunas industrias puedan estar utilizando sustitutos del ACPM, tal vez sin ser concientes de este hecho.

9. Reflexiones

- La primera reflexión que se tiene de la ejecución del estudio, es el que la metodología aplicada es la pertinente para la medición del fenómeno en interés, en la cual el diseño muestral se ajusta técnicamente a las necesidades de la investigación, lográndose con ello obtener unas estimaciones con una precisión buena para la gasolina corriente (Error Relativo de 0.042997), y aceptablemente práctico para la gasolina extra (Error Relativo de 0.078735) y para el ACPM (Error Relativo e 0.070997) como se pueden apreciar en el cuadro 4.
- Una de las mayores dificultades en la ejecución de la investigación, estuvo en el acceso oportuno a información de fuentes secundarias, debido en algunos casos al recelo propio que manejan los mayoristas como resultado de la competencia en el mercado de combustibles en el país, lo mismo que a la imposibilidad de éstos para entregar cifras consolidadas sobre sus resultados de operación del año 1999, en el primer bimestre del año 2000. Esta dificultad se hizo extensiva a otras fuentes secundarias de índole gubernamental, a pesar de contar haber contado con el compromiso e interés de las diferentes instancias tanto del sector privado como público involucradas en la investigación.
- Es importante resaltar, que más allá de los resultados de la investigación expuestos aquí, la UPME cuenta con una base de información sobre las ventas unitarias de una muestra de estaciones de servicio seleccionadas aleatoriamente, que le va a permitir a la entidad, la ejecución de análisis posteriores sobre fenómenos relacionados con la oferta y la demanda de combustibles en el país, lo mismo que la construcción de la estructura sobre la composición de la demanda, los cuales no fueron objeto de la presente investigación.
- Relacionado con la reflexión anterior, se puede desde ahora pensar que en el futuro no es necesario la ejecución del trabajo de campo objeto de la presente investigación, partiendo del supuesto de que la estructura de la demanda no evoluciona considerablemente en el corto plazo, siendo más práctico utilizar los mecanismos de control con los cuales cuenta el Ministerio de Minas, que permiten allegar información sobre las ventas de las estaciones de servicio. Claro está que esta tarea no es fácil, requiere de un trabajo mancomunado entre las diferentes entidades del Estado que tienen interés en el tema, tales como el Ministerio de Hacienda, debido a sus funciones fiscales, el Banco de la República que elabora la balanza comercial, ECOPETROL que enfrenta una competencia desleal por parte de los contrabandistas y por su puesto la

UPME. Sería valioso en las actuales circunstancias, que las entidades antes mencionadas conformaran un comité interinstitucional para trabajar mancomunadamente el tema de la oferta y demanda de combustibles líquidos en el país.

- Dentro de los productos que se obtienen de la investigación, está el directorio de estaciones de servicio que funcionan bajo la bandera de alguno de los mayoristas autorizados en el país, al cual es importante hacerle un seguimiento continuo que permita que en cualquier momento del tiempo sirva como base para la aplicación de cualquier tipo de investigación que se quiera realizar.
- Una de las primeras tareas del comité a conformar, es la de mantener actualizado el directorio de estaciones, poniendo de paso en funcionamiento, la aplicación de la legislación que existe sobre regulación de la venta y consumo de hidrocarburos en el país, tanto en el Ministerio de Minas y Energía, como en el Ministerio de Hacienda, trabajando este último a doble vía, tanto en el tema del contrabando como en la recaudación de la sobretasa. Esto lleva a cambiar la mentalidad del regulador, de pasar de ser un “mendigo de la información”, a ser un recopilador de la misma bajo la investidura que le da la legislación existente¹⁸. Con esta información se podrá llevar a cabo un seguimiento continuo y oportuno al tema de los hidrocarburos, con relación a su comercialización, que a bajos costos y con mayor oportunidad, le permitirá al gobierno direccionar las políticas que en la materia se requieran.
- Una de las preguntas que repetitivamente se le hace al investigador, es el de la vigencia que tiene la metodología utilizada en desarrollo del estudio en análisis, lo cual responde seguramente a la preocupación del usuario final a replicarla en el futuro. Ante esta inquietud es necesario hacer dos aclaraciones. La primera, que la metodología como tal, de cualquier investigación, mientras el fenómeno a estudiar en el futuro sea el mismo, es igualmente pertinente a lo que es en el presente, con la salvedad, que en el futuro nuevas herramientas técnicas estarán disponibles en el mercado, y que a partir de la metodología y los resultados de una investigación pasada, siempre al investigador se le ocurrirán nuevas variantes que bajen los costos y mejoren la calidad de las estimaciones (precisión) halladas en el pasado. La segunda, es que en un mundo cada vez más globalizado, en el cual las fronteras regionales al interior de los países tienden a desaparecer, al igual que las fronteras regionales entre países al interior de los continentes, muy seguramente los fenómenos en estudio cambiaran su comportamiento a través del tiempo, lo cual en cuanto a una investigación como la desarrollada aquí, lleva a que nuevos agentes entren al mercado, y que algunos desaparezcan (creación y cierre de estaciones de servicio), que las variaciones de las variables en estudio se reduzcan o amplíen, y que la forma como funciona el mercado cambie, ante lo cual, la

¹⁸ Este es tal vez la mayor dificultad con la cual se cuenta actualmente, en razón de que todos los agentes que intervienen en el negocio de los combustibles, consideran que toda la información es estratégica, lo cual no facilita su flujo normal.

metodología es pertinente, más no la muestra. En cualquier caso, es conveniente contar con un profesional con especialización y experiencia en el manejo de temas de esta índole, el cual evaluará y recomendará la conveniencia de replicar la metodología, o en caso contrario, sugerirá los cambios metodológicos a aplicar.

- Líneas arriba se mencionaban las dificultades para la adquisición de la información de fuentes secundarias, que adicional a retrasar el cronograma de actividades, afectaron la precisión de algunas de las estimaciones llevadas a cabo a partir de dicha información, lo cual queda fuera del alcance del cualquier investigador, por recursivo que este sea. A falta de datos, los supuestos entran en juego, los cuales cumplen un papel indirecto de imputación, imputación que a medida que se aleje del valor real o poblacional del parámetro, introducen sesgos y errores en la estimación. Parte de esta situación fue vivida en esta investigación.
- Uno de los temas de mayor complejidad en su tratamiento fue el del Diesel Marino y el consumo industrial de ACPM, pues estos se mueven en un horizonte de difícil seguimiento operativo, y la información disponible que describa su funcionamiento es escasa e incompleta, creando barreras al investigador que le limitan su espacio para el desarrollo de la investigación, y por ende, limitan el espacio de los resultados de la misma.
- Para finalizar estas reflexiones, y recogiendo las expuestas anteriormente, se concluye de la ejecución del estudio, que en el negocio de los combustibles en Colombia, la información es uno de los insumos con mayor valor, lo cual hace que sea escasa y restringida en su acceso, aunque el que la tiene no logre tampoco sacarle su total provecho. Esto crea un ambiente de celo, reserva y desconfianza hacia el investigador, el cual está atado a dicha circunstancia, aun cuando es ajeno al poder que tiene la información que manipula, evento que encarece la ejecución de estudios que con un poco de flujo de la información, resultarían considerablemente económicos frente a los costos en los cuales se incurre actualmente. Una forma de darle dinamismo a esta limitación, está en la aplicación de la legislación con la cual cuentan los entes de vigilancia y control de los agentes involucrados en el negocio de los combustibles.

Referencias

- Bautista, L. (1998) Diseños de Muestreo Estadístico, Universidad Nacional de Colombia.
- Hansen, M.H., Hurwitz, E.N., Niesselson, H. And Steinberg, J. (1955), “The redesign of the Census Current Population Survey”, *Journal of American Statistical Association* 50, 701-719.
- José Eddy Torres y Asociados (1997), Determinación y Seguimiento Continuo del Mercado de Combustibles en el Transporte Automotor, informe final de consultoría a la UPME, Santafé de Bogotá, D.C.

Kish, L. (1979), *Muestreo de Encuestas*. Editorial Trillas. México, D.F.

Medina, Fernando (1998). 1^{er} Taller Regional – Planificación y desarrollo de encuestas de hogares para la medición de las condiciones de vida – “*Las encuestas de panel para el estudio de las condiciones de vida*”. INEGI, CEPAL Aguascalientes, México.

Moreno, Hernando (2000), La oferta de combustible de Venezuela en la frontera con Colombia: una aproximación a su cuantificación, documento de trabajo de Alfa & Omega, Santafé de Bogotá, D.C.

Sarndal, C-E., Swensson, B., Wretman, J. (1992), *Model Assisted Survey Sampling* - Verlag, New York

Sánchez, J.L.- Crespo (1971), “*Principios elementales del muestreo y estimación de proporciones*”, Instituto Nacional de Estadística, Madrid, España.

_____ (1984), “*Curso intensivo de muestreo en poblaciones finitas*”, Instituto Nacional de Estadísticas de España (INE), Madrid, España.