



QUANTUM

Expertos en Regulación de Servicios Públicos

Estudio de Benchmarking Distribución de Gas Natural

Febrero de 2009

QUANTUM AMERICA, Corp

7333 NW 54th Street
Miami, Florida 33166, USA
TE: +1 (305) 884 8991
FAX: +1 (305) 884 4041

QUANTUM DO BRASIL

Av. Prof. Mário Werneck 2900 – S. 210
Belo Horizonte – MG – Brasil - CEP 30575-180
Tel./Fax +55-31-3378.0022

QUANTUM S.A.

Av. Menedez Pidal 3857
Córdoba X5009BAE, Argentina
TE: +54 (351) 482 4647
FAX: +54 (351) 482 0887

ÍNDICE

1	<i>Introducción</i>	6
2	<i>Metodología General</i>	7
3	<i>Metodologías de Evaluación de Eficiencia Existentes</i>	8
	3.1.1 Estimación de la eficiencia media.....	11
	3.1.2 Modelos de Eficiencia Media con Datos de Panel.....	12
	3.2 Fronteras de Eficiencia	13
	3.2.1 Análisis de la Envolvente de Datos (Data Envelopment Analysis – DEA).....	16
	3.2.2 Frontera Estocástica	17
4	<i>Datos</i>	18
	4.1 Características de la muestra utilizada	18
	4.2 Clasificación de Costos	18
	4.3 Exclusiones	19
	4.4 Ajustes realizados en las variables monetarias	20
5	<i>Análisis de Indicadores</i>	21
	5.1 Indicadores de Costos de Materiales, Suministros y Otros	24
	Costos de Materiales, Suministros y Otros por cliente (Total)	24
	Costos de Materiales, Abastecimiento y Otros por Cliente (ADM)	26
	Costos de Materiales, Abastecimiento y Otros por Cliente (COM).....	27
	Costos de Materiales, Abastecimiento y Otros por Cliente (O&M).....	28
	5.1.1 Costos de Materiales, Suministros y Otros por km de red	28
	Costos de Materiales, Abastecimiento y Otros por unidad de longitud de red (Total)	29
	Costos de Materiales, Abastecimiento y Otros por unidad de longitud de red (ADM).....	29
	Costos de Materiales, Abastecimiento y Otros por unidad de longitud de red (COM)	30
	Costos de Materiales, Abastecimiento y Otros por unidad de longitud de red (O&M)	31
	5.2 Indicadores de Cantidad de Empleados Equivalentes	31
	5.2.1 Empleado Equivalente Total cada 1000 Clientes	31
	Cantidad de empleados totales equivalentes cada 1000 clientes (TOTAL)	32
	Cantidad de empleados totales equivalentes cada 1000 clientes (ADM)	32
	Cantidad de empleados totales equivalentes cada 1000 clientes (COM).....	33
	Cantidad de empleados totales equivalentes cada 1000 clientes (O&M).....	33
	5.2.2 Empleado Equivalente Total cada 10 km de red	34
	Cantidad de empleados totales equivalentes cada 10 kilómetros de red (Total).....	34

Cantidad de empleados totales equivalentes cada 10 kilómetros de red (ADM).....	35
Cantidad de empleados totales equivalentes cada 10 kilómetros de red (COM)	35
Cantidad de empleados totales equivalentes cada 10 kilómetros de red (O&M)	36
5.3 Indicadores de Costos Totales Ajustados	36
5.3.1 Costos Totales Ajustados por cliente	36
Costos ajustados totales por Cliente (Total).....	37
Costos ajustados totales por Cliente (ADM).....	37
Costos ajustados totales por Cliente (COM)	38
Costos ajustados totales por Cliente (O&M)	38
5.3.2 Costos Totales Ajustados por km de red.....	39
Costos Ajustados Totales por longitud de red (Total)	39
Costos Ajustados Totales por longitud de red (ADM)	40
Costos Ajustados Totales por longitud de red (COM).....	40
Costos Ajustados Totales por longitud de red (O&M)	41
5.4 Indicadores de densidad	41
5.4.1 Clientes por km de rede.....	41
5.5 Indicadores del Grado de Tercerización.....	42
5.5.1 Empleados Equivalentes (3ros) por Empleado Propio	42
Índice de Empleados de Terceros / Empleados Propios:	43
5.6 % Funcionarios ADM	43
5.7 Reclamos por Cliente.....	44
5.8 % Perdidas.....	45
5.9 % Salario Promedio Anual	45
5.10 % Costos de personal y terceros	46
5.11 Venta unitaria.....	47
Venta unitaria (Residencial)	48
Venta unitaria (Comercial)	48
Venta unitaria (Industrial).....	49
Venta unitaria (Automotor)	49
Venta unitaria (Total).....	50
5.12 Margen Unitaria	50
Margen por m3 vendido	50
Margen por MMBTU vendido	51
Margen por Cliente	52
5.13 Carga Tributaria: Contribuciones sobre Ventas y Deducciones / Ingreso Bruto	52

5.14	Tasa de Regulación / Ingresos Brutos	53
5.15	% Depreciación Media: Amortizaciones / Activo No Corriente.....	54
5.16	RONA: <i>Return on Net Assets</i>	54
5.17	ROE (Lucro Líq. / Patrimonio Líq.): <i>Return on Equity</i>.....	55
5.18	Apalancamiento.....	56
5.19	Impuestos, contribuciones sobre ventas y Deducciones/Ventas Totales.....	57
5.20	Inversiones Unitarias de Red	57
	Inversiones Unitarias de Red - Totales	57
	Inversiones Unitarias de Redes de Acero	58
	Inversiones Unitarias de Redes de Polietileno.....	59
5.21	Inversiones Unitarias de Conexiones (ramal de servicio).....	60
	Inversiones Unitarias de Conexiones Totales	60
	Inversiones Unitarias de Conexiones de Acero	61
	Inversiones Unitarias de Conexiones de Polietileno	62
5.22	Inversiones Unitarias de Medidor + Regulador.....	62
	Inversiones Unitarias de Medidor + Regulador Totales	62
	Inversiones Unitarias de Medidor + Regulador de Pequeño Cliente.....	63
	Inversiones Unitarias de Medidor + Regulador de Grande Cliente	64
5.23	Inversiones Unitarias de Estaciones	64
	Inversiones Unitarias de Estaciones Totales	64
	Inversiones Unitarias de City Gates (ESMO)	65
	Inversiones Unitarias de Estaciones de Compresión.....	66
	Inversiones Unitarias de ERM.....	66
6	<i>Estimación de Función de Costos Operacionales Totales</i>	68
6.1	Robustez del Modelo	73
6.2	Estimaciones de la Eficiencia media.....	78
6.3	Fronteras de eficiencia	78
6.3.1	Frontera de Eficiencia invariante en el tiempo	78
6.3.2	Frontera de Eficiencia variante en el tiempo.....	79
7	<i>Ranking de eficiencia.....</i>	80
8	<i>Comparación del Ranking de eficiencia 2006 versus 2007.....</i>	81
9	<i>Estimación de Función de Costos Administrativos.....</i>	82

9.1	Estimaciones de la Eficiencia Media Administrativa	83
9.2	Frontera de Eficiencia Administrativa invariante en el tiempo	84
9.3	Ranking de Eficiencia Administrativa	84
10	<i>Estimación de Función de Costos Comerciales</i>	<i>85</i>
10.1	Estimaciones de la Eficiencia Media Comercial	86
10.2	Frontera de Eficiencia Comercial invariante en el tiempo.....	86
10.3	Ranking de Eficiencia Comercial.....	87
11	<i>Estimación de Función de Costos de Operación y Mantenimiento.....</i>	<i>88</i>
11.1	Estimaciones de Eficiencia Media de Operar y Mantener las Redes.....	89
11.2	Frontera de Eficiencia invariante no tempo de Operar y Mantener las Redes 89	
11.3	Ranking de Eficiencia de Operar y Mantener las Redes.....	90
12	<i>Estimación de Función de Inversiones</i>	<i>91</i>
13	<i>Determinación de los Costos Eficientes sin Ajustar.....</i>	<i>91</i>
14	<i>Conclusión.....</i>	<i>93</i>

1 Introducción

El presente estudio tiene por objeto estimar una función de costos de operación para empresas de distribución de gas natural en Latinoamérica y en función de ellos construir un ranking de empresas de acuerdo a su eficiencia.

En el punto 3 se presenta una descripción de las metodologías de evaluación de eficiencia existentes.

En el punto 4 se presenta una descripción de la información de costos suministrada por las diferentes empresas correspondientes a los años 2000 a 2007, la cual se utiliza como base de datos de sección cruzada y de serie de tiempo para conformar un panel desbalanceado de datos.

En el punto 5 se presentan algunos indicadores de productividad parcial que arrojan resultados adicionales que contribuyen al diagnóstico particular de la eficiencia de cada una de las empresas estudiadas.

En el punto 6 se presenta el estudio de eficiencia con una muestra de 35 empresas distribuidoras de América Latina. A los fines de realizar comparaciones de eficiencia homogéneas entre las empresas se estimaron funciones de costos, las cuales permitieron considerar los efectos de las variables exógenas que caracterizan el mercado atendido por cada distribuidora. Dichas funciones fueron estimadas a partir de técnicas econométricas de eficiencia media y de frontera estocástica. Las primeras permiten analizar la posición relativa de cada empresa respecto al nivel de eficiencia promedio de las empresas incluidas en la muestra, mientras que la metodología de frontera posibilita estimar el nivel de eficiencia respecto a niveles de máxima eficiencia.

Todos los valores del presente estudio se encuentran expresados en dólares estadounidenses del 31 de Julio de 2007, a excepción de que se indique en forma explícita alguna moneda diferente.

2 Metodología General

Las variaciones en los precios de bienes transables internacionalmente, brindan información sobre el cambio en la calidad y la cantidad demandada por los consumidores. De este modo, el precio constituye un “benchmark” para las industrias locales, que pueden compararse y determinar su posición en relación con las mejores prácticas vigentes en el mundo. Sin embargo, cuando se trata de servicios no transados internacionalmente, como es el caso de la distribución de gas natural, el precio deja de ser un referente en relación con los pares de la industria y, por lo tanto, se hace necesario recurrir a otras prácticas de evaluación del desempeño. Como se detallará más adelante, existen diferentes metodologías de benchmarking, que se basan en la comparación de la performance actual de la empresa en cuestión con relación a su desempeño en el pasado, o bien con relación al desempeño de otras empresas del sector.

La realización de estudios de benchmarking promueve entre las empresas la mejora de su performance en relación a empresas internacionales, además de proveer información útil a sus funcionarios, así como también a inversores y consumidores.

La metodología adoptada en el presente estudio se basó en un análisis de eficiencia comparada a partir de una muestra de 33 empresas que incluye:

- **Análisis Retrospectivo**: se analizó la evolución de distintos indicadores durante los últimos once años, permitiendo determinar la situación de cada empresa en cada uno de los indicadores evaluados.
- **Benchmarking**: se desarrollaron funciones de costos que permitieron estimar los niveles de eficiencia de cada una de las empresas respecto al promedio y a la frontera, aislando el efecto de las variables exógenas explicativas de los mismos, tales como: longitud de líneas, cantidad de clientes y otras variables complementarias.

3 Metodologías de Evaluación de Eficiencia Existentes

Cuando se compara el funcionamiento de las empresas, es común hacerlo en consideración a si son más o menos eficientes, noción que se encuentra estrechamente vinculada a la función de producción implícita en los indicadores de eficiencia y productividad.

En un nivel básico, el concepto de productividad es fácil de definir. Es el cociente entre la cantidad de producto e insumo a emplear para una situación específica de producción. Para una empresa que utiliza un solo insumo para producir un solo producto, el cálculo de la productividad es sumamente fácil, en cambio, en los casos de empresas que utilizan varios insumos para producir varios productos, es necesario agrupar, como una suma ponderada, todos los productos en el numerador y todos los insumos en el denominador, de manera de continuar obteniendo la productividad como el cociente entre dos cantidades que están adecuadamente estandarizadas. En los resultados de productividad que pueden obtenerse en cada empresa, influyen las diferencias en la tecnología de producción, en la eficiencia del proceso productivo y las diferencias debido a variables exógenas, denominadas también variables ambientales [Weyman-Jones, 1992], [Pollit, 1995], que afectan la producción.

La eficiencia productiva o económica se define como la capacidad de la empresa para producir un determinado nivel de producto a un costo mínimo. Para alcanzar el costo mínimo, la empresa debe emplear sus insumos en forma eficiente (eficiencia técnica) y debe elegir la combinación de los insumos en forma óptima, dado el precio relativo de éstos (eficiencia asignativa).

Para ilustrar la diferencia que existe entre productividad y eficiencia se recurre a la siguiente figura:

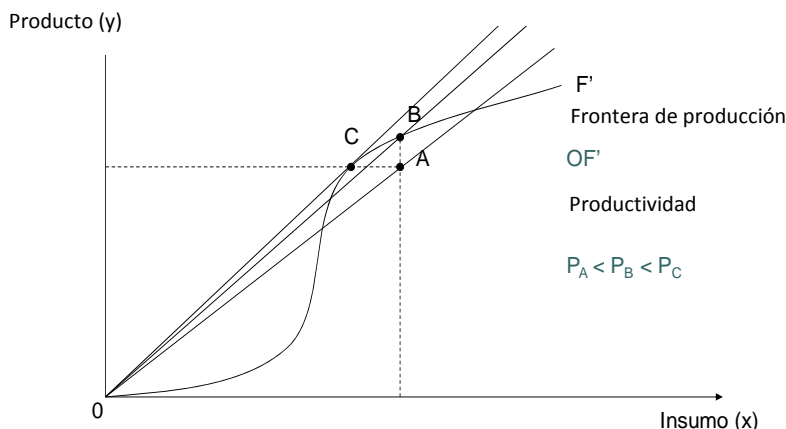


Figura 1: Frontera de producción donde se muestra la diferencia entre eficiencia y productividad. La productividad está representada con los rayos desde el origen hasta el punto donde se localiza la firma. En cambio eficientes son todas las firmas que se localizan sobre la frontera.

La curva OF se conoce como la frontera tecnológica y representa las cantidades máximas de producto (y) que se pueden producir con una cierta cantidad de insumo (x). Por ejemplo, la empresa ubicada en B está sobre la frontera y por lo tanto le resulta imposible obtener más cantidad de productos manteniendo constante la cantidad de insumos que consume. Sin embargo, la empresa ubicada en A, podría aumentar la cantidad de productos manteniendo la cantidad de insumos consumida. La diferencia entre la empresa A y la empresa B es la eficiencia con la que usan los insumos y se podría decir que la empresa B es más eficiente que la empresa A ya que la empresa B está ubicada sobre la frontera tecnológica. Como se explicó más arriba, la productividad es el cociente entre la cantidad de producto y la cantidad de insumo utilizada y en la figura se representa como la pendiente de una recta desde el origen hasta los puntos A, B y C. Se puede observar en la figura que la productividad de C es mayor que la productividad de B, sin embargo, ambas son igualmente eficientes. Nótese que también se podría identificar un ejemplo en el cual una empresa presenta una menor productividad que otra pero que es más eficiente. En definitiva: la productividad es el producto medio, que no resulta comparable entre empresas al no tener en cuenta las diferencias en el nivel de producción y la eficiencia es la distancia a la función de producción.

Es de práctica habitual en las empresas utilizar medidas de productividad parcial como son por ejemplo los clientes por empleado, los km de red operados por empleado, etc., que son útiles para monitorear la evolución de cada empresa pero presentan inconvenientes al ser comparadas con otras empresas.

La diferencia entre productividad y eficiencia es de especial importancia para el presente estudio ya que se dispone de una población heterogénea de empresas con respecto a la cantidad de productos generados. Se debe destacar que el tamaño de la empresa está principalmente definido por el área servida y a diferencia de las empresas de libre competencia, las empresas de servicios públicos tienen obligación de servir al mercado bajo determinadas condiciones, es decir, que la decisión de la escala óptima es exógena a la empresa y por ello resultaría injusto evaluar su productividad.

En conclusión, no se considera correcta la comparación de ratios de productividad parcial y el estudio se debe focalizar en mediciones de eficiencia.

Siguiendo los últimos desarrollos sobre estudios de eficiencia comparada realizados por Reguladores y organismos académicos en diferentes países del mundo, se pueden identificar una variedad de métodos que pueden clasificarse en métodos de eficiencia media y de frontera, entre los cuales pueden mencionarse los siguientes:

- Eficiencia Media
 - Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS)
 - Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS)
- Frontera
 - No Paramétricos
 - Análisis de Envolverte de Datos (DEA)
 - Productividad Total de los Factores (TFP)
 - Paramétricos
 - Análisis de Frontera Estocástica (SFA)

Las metodologías de estimación de eficiencia media, parten del supuesto de que todas las firmas son entes minimizadores de costos, no existiendo la posibilidad de que éstas se ubiquen fuera de la frontera. El método más simple para estimar la eficiencia media es el de Mínimos Cuadrados Ordinarios, que permite calcular el nivel de eficiencia promedio de la industria.

Por el contrario, las metodologías de estimación de fronteras se basan en que no todas las firmas son capaces de tomar las mejores decisiones para minimizar los costos y, en consecuencia, no todas están en la frontera. El objetivo de estos métodos es estimar los mínimos costos de producción que definen la frontera y, a partir de ésta, determinar cuán lejos de la frontera está cada firma. Una de las metodologías de estimación de frontera más ampliamente utilizada es la DEA, la cual no considera efectos aleatorios atribuidos a variables ambientales o errores en los datos. De esta manera, toda diferencia con respecto a dicha frontera es considerada como una ineficiencia, ignorando el efecto de fenómenos estocásticos. Una respuesta superadora a dicho problema surgió a partir del desarrollo de la metodología de frontera estocástica (SFA). Esta consiste en estimar una función de costos considerando dos tipos de perturbaciones o errores: uno simétrico, que recoge un ruido aleatorio ocasionado por fenómenos estocásticos fuera de control, y otro no negativo que refleja la ineficiencia.

3.1.1 Estimación de la eficiencia media

El modelo de eficiencia media supone que todas las firmas consideradas en el estudio son eficientes, es decir incurren en el menor costo posible para obtener una determinada cantidad de producto o productos. El método de eficiencia media más comúnmente empleado es la estimación de funciones de costos a través del método de Mínimos Cuadrados. Este método permite controlar los efectos de las variables exógenas (longitud de redes, cantidad de clientes, potencia ó capacidad máxima, etc.) y de esta forma los costos de las empresas son comparables. En este análisis las diferencias entre los costos reales y los costos calculados a partir de la función de costos son interpretados como errores aleatorios o posibles variables omitidas. Es superadora a una simple estimación de indicadores de costos promedio de una

muestra que no considera las diferencias ocasionadas por variables exógenas o que no se fundamenta en un análisis estadístico-econométrico.

Si n es la cantidad de empresas de la muestra considerada en un momento determinado de tiempo, la función de costo total de producción promedio del grupo puede formularse mediante una especificación Cobb-Douglas:

$$c_{it} = X_{it}\beta + \alpha_i + v_{it} \quad i = 1, \dots, n \text{ y } t = 1, \dots, T$$
$$v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$$

Ecuación 1

Donde:

- c_{it} es el logaritmo natural del costo incurrido por la firma i en el periodo t
- X_{it} son las variables que determinan el costo de las firmas, expresadas en logaritmos naturales. En el caso de las distribuidoras de gas natural éstas pueden ser la longitud de la red, la cantidad de clientes y los precios de los insumos.
- α_i representa los efectos propios de cada firma, los cuales son constantes en el tiempo t .
- v_i es el perturbación ó ruido aleatorio que representa el desvío del costo real con respecto a la componente determinística debido a la no inclusión de alguna variable explicativa ó a errores de medición de las variables. Se supone que esta variable aleatoria sigue una distribución normal con media cero, puesto que se compensan los desvíos positivos con los negativos, y varianza σ constante.

La estimación de la función de costos de las empresas de la muestra es el costo medio del sector y representa el costo en que incurren en promedio las firmas del grupo, situándose algunas firmas por encima y otras por debajo del costo estimado.

3.1.2 Modelos de Eficiencia Media con Datos de Panel

Los Datos de Panel combinan datos de series de tiempo con datos de corte transversal y también se los llama set de datos de corte longitudinal. Modelar este

tipo de datos requiere de algunas especificaciones estocásticas complejas. El análisis de los datos de panel es en la actualidad uno de los tópicos econométricos más activo e innovador al posibilitar utilizar conjuntamente las series de tiempo con los datos de corte transversal para examinar cuestiones que no podían desarrollarse por separado.

Las técnicas estudiadas están enfocadas en la variación de los datos de corte transversal (o heterogeneidad).

La ventaja fundamental del modelo de datos de panel sobre el de datos de corte transversal es que este permite una gran flexibilidad para modelar las diferencias en el comportamiento entre los individuos.

La regresión básica de la cual se parte es la siguiente:

$$y_{it} = x'_{it} \beta + z'_i \alpha + \varepsilon_{it}$$

Ecuación 2

Donde x'_{it} tiene K regresores, sin incluir el término constante.

La heterogeneidad o el efecto individual es $z'_i \alpha$ donde z'_i contiene un término constante y un set de variables individuales o grupales que pueden ser observables como la raza, el sexo, etc. o no observables como las características específicas de una familia, preferencias individuales, etc. Todas estas variables se consideran constantes en el tiempo t.

Si z'_i es observable para todos los individuos, entonces el modelo que puede ser utilizado es el de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS).

3.2 Fronteras de Eficiencia

Las metodologías de fronteras se basan en los avances más recientes de la teoría microeconómica y la econometría en el campo de la eficiencia. Durante muchos años, los econométricos basaron sus estimaciones de funciones de producción y costos en el supuesto de que los empresarios son agentes maximizadores de la producción, dados los insumos, o bien, minimizadores de costos, dada la producción a obtener y el precio de los insumos.

En este contexto, los desvíos respecto de las funciones estimadas eran atribuidos al ruido estadístico, tal como se señaló en la definición de eficiencia media. Sin embargo, la evidencia empírica sugirió que no todas las empresas son exitosas para resolver los problemas de optimización que implica maximizar la producción o minimizar el costo.

En otras palabras, no todas las empresas son técnicamente eficientes si no son capaces de minimizar el uso de insumos para generar la cantidad de producto deseada, dada la tecnología disponible. En consecuencia, no todas las firmas minimizan el costo necesario para llevar a cabo la producción deseada.

La respuesta de los economistas al problema arriba planteado fue el desarrollo del concepto de frontera. Así, la frontera de producción está definida por las mínimas combinaciones de insumos requeridas para alcanzar distintos niveles de producción, utilizando la función de costos, o bien, por el máximo producto alcanzable con diferentes combinaciones de insumos, dada la tecnología, utilizando la función de producción. Las empresas que se encuentran produciendo en la frontera son llamadas eficientes y las que se encuentran por debajo, ineficientes. El dilema aparece cuando hay que decidir qué función utilizar para medir la eficiencia, si la de costos o la de producción. La preferencia por una u otra depende de las circunstancias particulares en tres temas:

- *Nivel de producción:* Cuando la empresa tiene la posibilidad de optar por su nivel de producción, para maximizar sus ganancias, una función de producción es la mejor elección. Sin embargo, si la firma tiene "obligación de servicio", por lo que el nivel de producto será igual al que demanden los clientes, la función más conveniente es la de costos. En el caso de la actividad de distribución de gas natural, dado que la demanda a abastecer es una variable no controlable por la empresa o sea que en la mayoría de los casos las mismas tienen la obligación de suministro dentro de su área de concesión, por lo tanto el producto es un dato y consecuentemente es preferible utilizar la función de costos.

- *Las limitaciones de los datos:* Otra cuestión a tener en cuenta es la disponibilidad de los datos. El uso de una función de producción requiere información sobre la cantidad de unidades físicas de todos los insumos y productos, mientras que la función de costos precisa saber los precios de los insumos, resultando siempre más complejo conocer el precio de los insumos que la cantidad física. Sin embargo al disponerse de esta información esta limitación puede ser descartada.
- *Salida de producción:* La utilización de la función de producción requiere que no tenga más de una salida de producción. En cambio, si tomamos una función de los costos, cada producto puede incluirse como variables exógenas en la regresión, siempre y cuando la empresa no pueda elegir su nivel de producción. Para el caso en cuestión, se debe aplicar la función de costos ya que existe más de un producto.

Por lo tanto, en este caso específico de medición de eficiencia de empresas distribuidoras de gas natural, la función que más se adecua es la de costos.

Desde el enfoque dual, la frontera de costo se caracteriza por el mínimo gasto en el que debe incurrir la empresa para alcanzar un nivel de producción determinado dada la tecnología disponible. Las empresas que tienen costos superiores son ineficientes.

Las fronteras no son observables, por lo tanto la eficiencia se determina mediante fronteras empíricas. Se han desarrollado diversas metodologías para calcular la frontera y están siendo utilizadas por los reguladores en los procesos de revisión tarifaria de las empresas de servicios públicos en un gran número de países. Las mismas pueden clasificarse en no paramétricas, y paramétricas.

En cada caso, la medida relevante de la eficiencia se define en función de las mejores prácticas posibles en un punto particular en el tiempo. Si una firma está funcionando en la frontera se define como eficiente; si está funcionando lejos de la frontera se define como ineficiente, y el nivel de la ineficiencia se mide en relación a la frontera (en el caso de una frontera de costos, las firmas ineficientes son aquellas que están por encima de la frontera). El grado de ineficiencia de cada firma se refleja a partir del "Score de Eficiencia".

El siguiente gráfico ilustra un ejemplo simple de una frontera de costo, donde los costos totales mínimos se explican en función de una sola variable de producto. La firma B está funcionando en la frontera de la eficiencia, por lo tanto se considera que es 100% eficiente. Por el contrario, la firma C está sobre la frontera del costo, y es por lo tanto ineficiente. La eficiencia de la firma C es medida a través del cociente AB/AC , que es menor que uno. De esta forma, los *scores* de eficiencia se encuentran en un rango entre 0 y 1. En este caso, puesto que la comparación se mide en relación a una frontera de costos, la medida derivada de la eficiencia refleja la eficiencia económica total. En cambio, los *scores* de eficiencia que se calculan a partir de la frontera de la producción permiten reflejar la eficiencia técnica solamente.

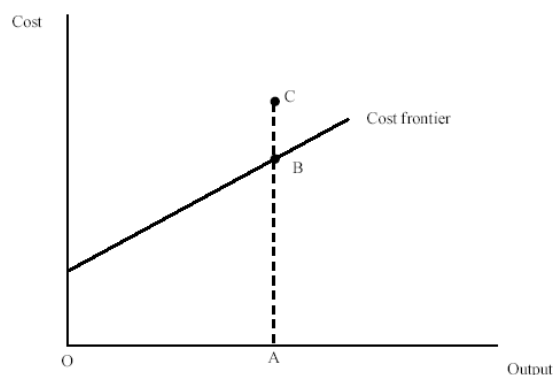


Figura 2: Frontera de Costos. La eficiencia de la empresa C es medida a través del cociente AB/AC .

3.2.1 Análisis de la Envoltura de Datos (Data Envelopment Analysis – DEA)

La DEA es un método no paramétrico que emplea programación lineal para calcular la frontera eficiente a partir de los datos existentes. Mediante programación lineal se construye una “envoltura” de las combinaciones lineales de insumos y productos más eficientes.

Dado que la DEA no toma en cuenta los factores aleatorios en el cálculo de la eficiencia, es posible que se cometan errores al considerar como eficientes empresas que circunstancialmente presentan costos o activos más bajos en el momento de la observación, mientras que en otros períodos vuelven a la normalidad.

La metodología DEA presenta una serie de ventajas que la han convertido en una de las técnicas más empleadas para medir la eficiencia de una empresa. Entre las ventajas se destaca que este método no requiere realizar ningún supuesto sobre la especificación de la función de costo y puede trabajar con muestras de tamaño reducido. Sin embargo, y a pesar de ser ampliamente utilizado en la industria del gas natural, presenta importantes inconvenientes, entre los que se destacan:

- Posee una alta sensibilidad a la elección de las variables inputs y outputs,
- No es posible evaluar la significatividad estadística ni es posible construir intervalos de confianza de las estimaciones ya que no considera factores estocásticos.

3.2.2 Frontera Estocástica

La metodología de la frontera estocástica es un enfoque estadístico que estima una función de costos y tiene en cuenta tres términos: uno es la componente determinística, otro representa la ineficiencia de cada empresa y el último captura los errores aleatorios en la medida de la frontera. Dicha función, en el caso de una industria compuesta por n firmas, puede representarse de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}c_{it} &= \beta X_{it} + v_{it} + u_{it} \quad i = 1, \dots, n \\v_{it} &\sim N(0, \sigma_v^2) \\u_{it} &\geq 0\end{aligned}$$

Ecuación 3

Donde:

- c_{it} es el logaritmo natural del costo incurrido por la firma i en el periodo t
- X_{it} son las variables que determinan el costo de las firma, expresadas en logaritmos naturales.
- v_i es el ruido aleatorio que representa el desvío de la componente determinística debido a la no inclusión de alguna variable explicativa o a errores de medición de las variables. Se supone que esta variable sigue una distribución normal con media cero, puesto que se compensan los desvíos positivos con los negativos, y varianza σ^2 constante

- u_i es un término de error que refleja la ineficiencia del costo por parte de las firmas. u_i es positivo, porque indica el exceso del costo por encima del costo de la frontera estocástica, o bien nulo en el caso de que la firma sea eficiente.

El término βX_{it} de la Ecuación 3 es la componente determinística de la función de costos y $\beta X_{it} + v_{it}$ constituye la *frontera estocástica*, la cual no es observable debido a que los errores v_{it} no son observables. La estimación de la Ecuación 3 permite obtener los errores aleatorios (v_{it}) y de ineficiencia (u_{it}) para cada una de las n firmas y de esa manera calcular tanto el ranking de eficiencia como la eficiencia media del sector. El método de estimación más utilizado es el de máxima verosimilitud.

4 Datos

Se conto con datos de 33 empresas durante el periodo 2000 – 20007, y en algunos casos con datos solamente de los dos últimos años del periodo mencionado, por lo que se trata de un panel desbalanceado. Cabe mencionar que no se trata de una muestra representativa de América Latina, por el contrario, se cuenta con los datos de las principales distribuidoras de seis países.

La estimación utiliza 169 observaciones ya que se excluyeron cuatro empresas porque no se contaba con la totalidad de los datos. La empresa con la menor cantidad de datos tienen tres años de historia y el máximo son ocho años. La media de años de historia de la muestra es de 5.5 años.

La información fue enviada por fuentes internas de cada empresa en base al formulario entregado.

4.1 Características de la muestra utilizada

4.2 Clasificación de Costos

Los costos fueron clasificados según el siguiente criterio:

- **Costos de Materiales:** materiales de escritorio, reparaciones, lubricantes, combustibles para flota, etc.;
- **Costos de Suministros:** electricidad, agua, correos, seguros, etc.;

-
- **Costos de Personal:** salarios, cargos sociales, etc.;
 - **Servicios de Terceros:** lectura de medidores, impresión de facturas, vigilancia, consultoría, etc.;
 - **Otros Gastos:** otros gastos ordinarios;

4.3 Exclusiones

Con el objetivo de comparar las empresas de manera homogénea. Se eliminaron aquellos conceptos de costos que son específicos de cada empresa en particular los que fueron extraordinarios. Estos conceptos se pueden resumir en las siguientes categorías:

- Empleados dedicados exclusivamente a actividades de captación de clientes (*Marketing*);
- Impuestos y tasas de regulación;
- *Fees* de Operador Técnico y otros cánones pagados al accionista;
- Gastos extraordinarios como indemnizaciones por reestructuración, por ejemplo;
- Amortizaciones y depreciaciones;
- Provisiones;
- Gastos financieros;
- Efectos por diferencias cambiarias;
- Donaciones;
- Multas;
- Descuentos;
- Compras de gas y transporte;
- Costos de otras actividades: gas manufacturado, *peak shaving*, actividades no reguladas, etc.

4.4 Ajustes realizados en las variables monetarias

Para realizar el estudio de *Benchmarking* se recopiló la información correspondiente a las variables necesarias para calcular los indicadores que se detallan en el punto siguiente y para estimar las funciones de costos para los años 2000 – 2007. Sin embargo para poder efectuar un análisis correcto de la evolución de los gastos y de las cuentas patrimoniales de las empresas bajo estudio, como también para comparar los gastos de las otras empresas latinoamericanas, fue necesario efectuar una homogeneización de los mismos.

A tal efecto, todas las variables monetarias (costos y cuentas patrimoniales) de cada empresa fueron ajustadas por el Índice General de Precios Mayorista (IGPM) y el tipo de cambio de cada país a Julio de 2007.

La siguiente ecuación resume el procedimiento con el que se ajustaron las variables cada año.

$$VM_{US\$2007} = VM_n \times \frac{IGPM_{2007}}{IGPM_n} \times \frac{1}{TCC_{2007}}$$

Ecuación 4

Donde:

- $VM_{US\$2007}$ = Variable monetaria en dólares estadounidenses a Julio 2007;
- VM_n = Variable monetaria en la moneda de origen del año n ;
- TCC_{2007} = Tipo de cambio (dólar estadounidense) de Julio 2007;
- $IGPM_{2007}$ = Índice General de Precios de la canasta del país de cada empresa - base Julio 2007:
- $IGPM_n$ = Índice General de Precios de la canasta del país de cada empresa - año n ;
- Para el caso de los salarios, el modelo es salario aceptante, es decir la estimación juzgará la eficiencia de las empresas observando la cantidad de empleados que utiliza para prestar el servicio tomando los salarios pagados por la empresa como una variable exógena, fuera de su control.

- Los gastos de terceros se asumen como una tercerización de mano de obra y consecuentemente se utiliza un criterio salario aceptante. El fundamento por atrás de la adopción de este criterio se basa en el hecho de que la mayor parte de los servicios de terceros, lectura, vigilancia, limpieza, etc., son intensivos en el uso de mano de obra y en general, los suministros de servicios de terceros contratan personal en el mismo mercado de trabajadores que la distribuidora.
- En la Ecuación 5 se puede observar a implementación de los ajustes de personal y los costos de terceros en los costos totales.

$$CosRealAjus = CMyS + OG + Emp \times S_m + \frac{C3ros}{S_e} \times S_m$$

Ecuación 5

Donde:

CosRealAjus : Suma de costos reales ajustados por el efecto del salario;

CMyS : Costo de Materiales y Suministro;

OG : Otros Gastos;

Emp : Empleados;

S_m : Salario medio de todas las empresas de la muestra;

C3ros : Costos de Servicios de Terceros;

S_e : Salario medio de cada empresa;

5 Análisis de Indicadores

Los indicadores de desempeño suministran informaciones que pueden ser útiles tanto a los directores, a los accionistas como a los usuarios de las empresas. A través de ellos se puede comparar una empresa con otra o una empresa consigo misma cuando se observa a evolución de estos indicadores en el tiempo. En esta oportunidad se presentan los indicadores del año 2007 para las 33 empresas que enviaron la información.

De su análisis se pueden obtener indicios respecto a las áreas en las que sería conveniente realizar acciones para mejorar el desempeño de una compañía. Pero la interpretación de estos índices debe ser realizada con mucho cuidado, ya que la información puede tener ruido proveniente principalmente de dos fuentes:

- Diferentes condiciones del medio (clima, impuestos, etc.);
- Diferencias en la contabilización de las variables utilizadas para calcular los indicadores.

Estas últimas pueden evitarse homogeneizando la información lo máximo posible.

Para efectuar un análisis de evolución de cada empresa a lo largo del periodo analizado que permita comparar su propio desempeño en relación con ella misma y con las empresas de la muestra se calcularon los siguientes indicadores parciales:

- Indicadores de Costos de Materiales, Suministro y Otros (Totales, Administración, Comercial y Operación y Mantenimiento):
 - Costos de Materiales, Suministro y Otros por cliente;
 - Costos de Materiales, Suministro y Otros por km de red;
- Indicadores de cantidad de Empleados Equivalentes (Totales, Administración, Comercial y Operación y Manutención):
 - Empleados Equivalentes cada 1000 Clientes;
 - Empleados Equivalente Total cada 10 km de Red;
- Indicadores de Costos totales Ajustados (Totales, Administración, Comercial y Operación y Mantenimiento):
 - Costos totales Ajustados por cliente;
 - Costos totales Ajustados por km de red;
- Indicadores de densidad:
 - Clientes por km de red;
- Indicadores de Grado de Tercerización:
 - Empleados Equivalentes (3ros) por Empleado Propio;

- % Funcionarios de Administración
- Reclamo / Cliente
- Tiempo Medio de Atención de Emergencia
- % Hierro Fundido
- % Perdidas
- Cliente / City Gate
- Salario Medio
- Ventas / m³ - Total
- Ventas / m³ - Residencial
- Ventas / m³ - Comercial
- Ventas / m³ - Industrial
- Ventas / m³ - Cogeneración
- Ventas / m³ - GNC
- Ventas / m³ - Mat. Prima/ Red. Siderúrgico
- Ventas / m³ - Automotor
- Ventas / m³ - Termo generación
- Carga Tributaria: Contribuciones sobre Ventas y Deducciones / Ingreso Bruta
- Tasa de Regulación / Lucro Bruto
- Margen Media: Lucro Bruto / m³
- Margen por Cliente: Lucro Bruto / Cliente
- % Depreciación Media: Amortizaciones / Activo Permanente
- RONA: Return on Net Assets
- ROE (Lucro Líq. / Patrimonio Líq.): Return on Equity
- Apalancamiento: Deuda / Activo

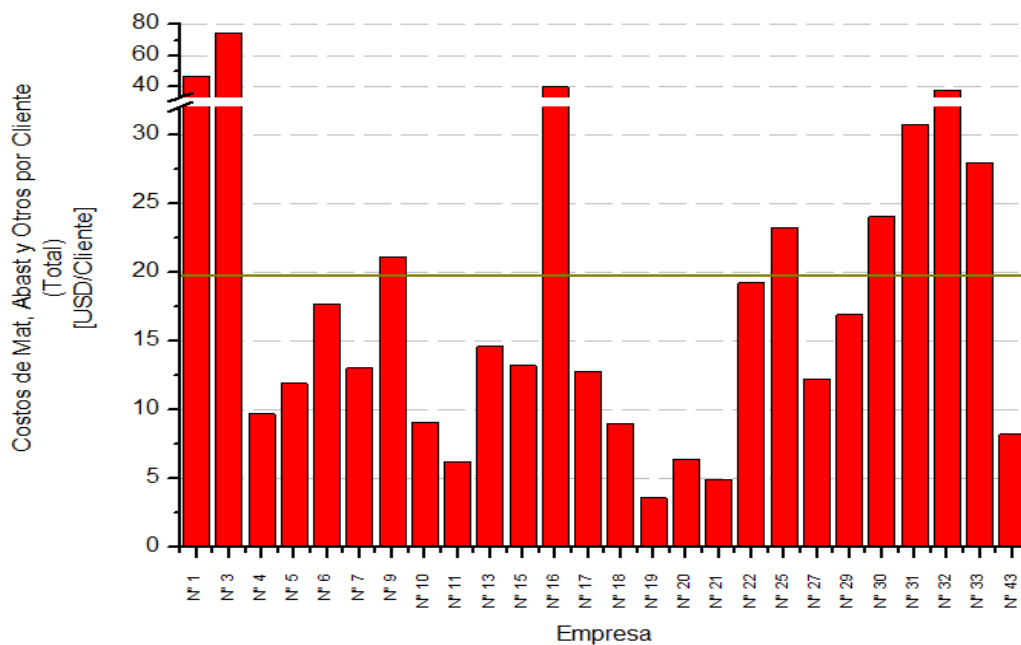
- Inversiones Unitarias de Red:
 - Inversiones Unitarias de Red de Acero;
 - Inversiones Unitarias de Red de Polietileno;
- Inversiones Unitarias de Conexiones (ramal de servicio):
 - Inversiones Unitarias de Conexiones de Acero;
 - Inversiones Unitarias de Conexiones de Polietileno;
- Inversiones Unitarias de Medidor + Regulador:
 - Inversiones Unitarias de Medidor + Regulador;
 - Inversiones Unitarias de Medidor + Regulador;
- Inversiones Unitarias de Estaciones:
 - Inversiones Unitarias de Estaciones Totales;
 - Inversiones Unitarias de Estaciones *City Gates* (ESMO);
 - Inversiones Unitarias de Estaciones de Compresión;
 - Inversiones Unitarias de Estaciones ERM;

Los indicadores de Inversiones muestran que los datos entregados por las empresas tienen dos problemas: una elevada dispersión y no son suficientes, por lo que no fue posible hacer una regresión de Inversiones con estos datos.

5.1 Indicadores de Costos de Materiales, Suministros y Otros

Costos de Materiales, Suministros y Otros por cliente (Total)

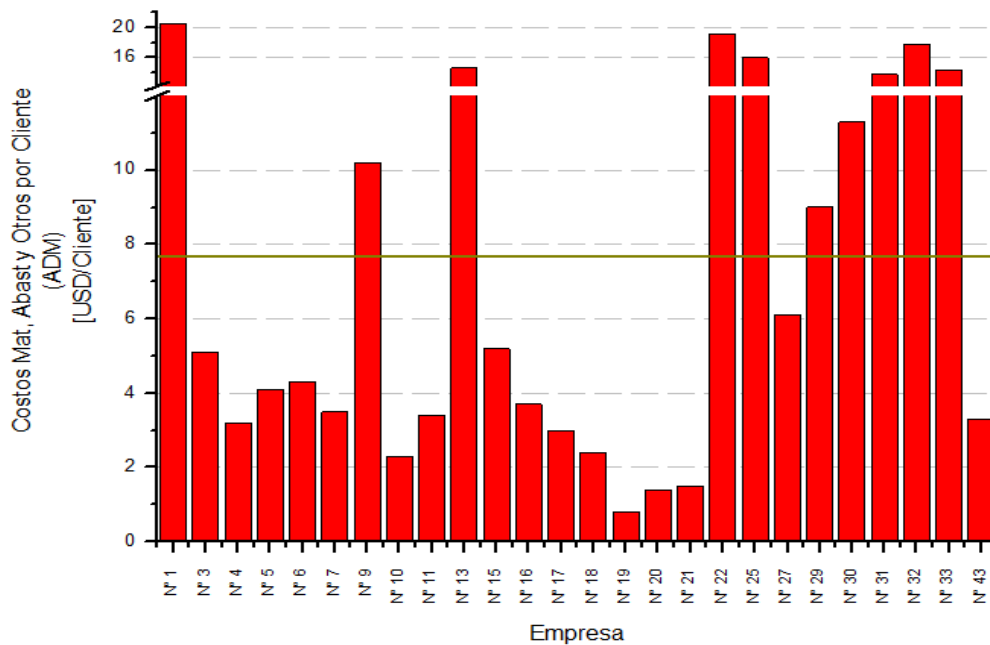
El siguiente indicador evalúa el costo de materiales, abastecimiento y otros por cliente y se calcula dividiendo los costos mencionados por el número total de clientes. Su unidad es USD/Cliente.



Las distribuidoras analizadas gastan en promedio 19.8 USD por cliente por año en concepto de materiales, suministro y otros gastos.

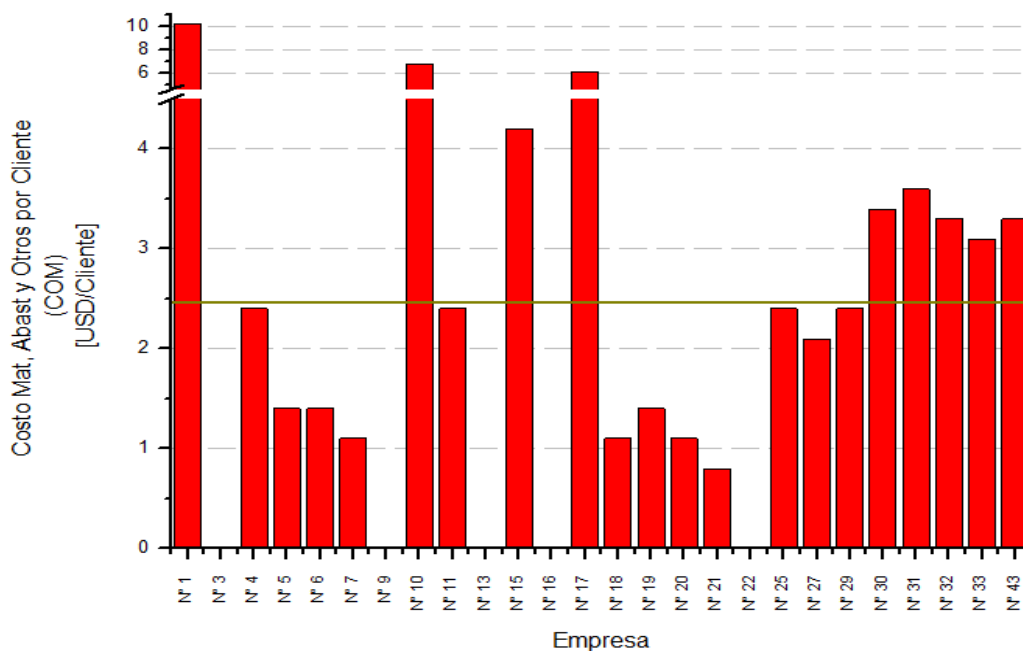
El costo de materiales, abastecimiento y otros agrupa tres actividades: Administración (ADM), Comercial (COM) y Operación y Mantenimiento (O&M). A continuación se representan gráficamente los resultados parciales para cada actividad.

Costos de Materiales, Abastecimiento y Otros por Cliente (ADM)



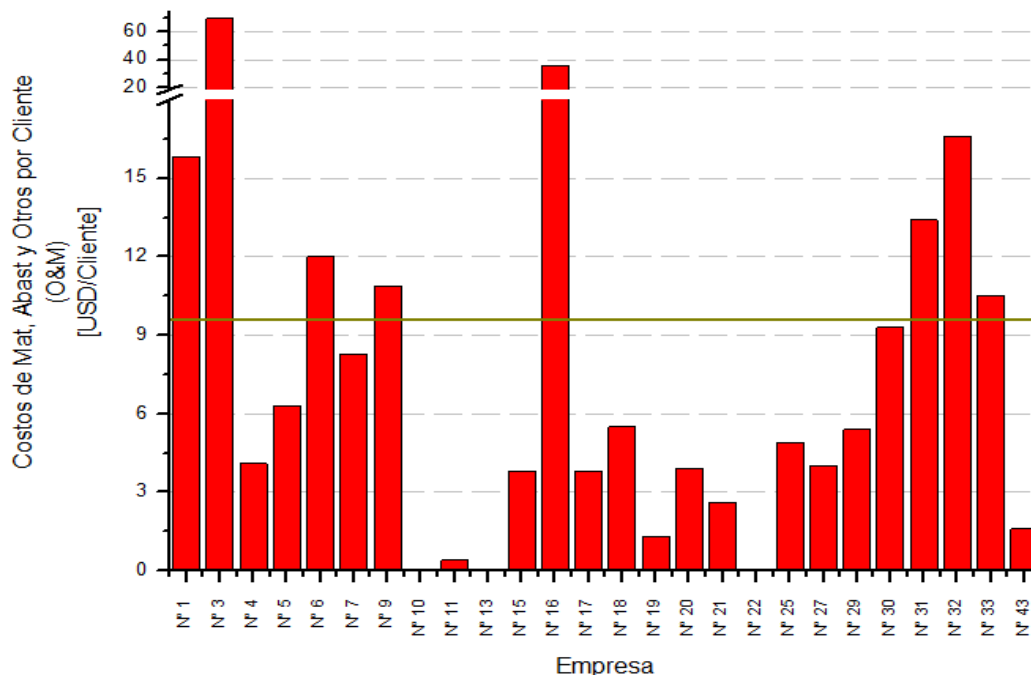
El promedio de la muestra es de 7.7 USD de materiales, suministro y otros por cliente por año en concepto de costos de administración.

Costos de Materiales, Abastecimiento y Otros por Cliente (COM)



El promedio de la muestra es de 2.47 USD de materiales, suministros y otros por cliente por año en concepto de costos comerciales.

Costos de Materiales, Abastecimiento y Otros por Cliente (O&M)



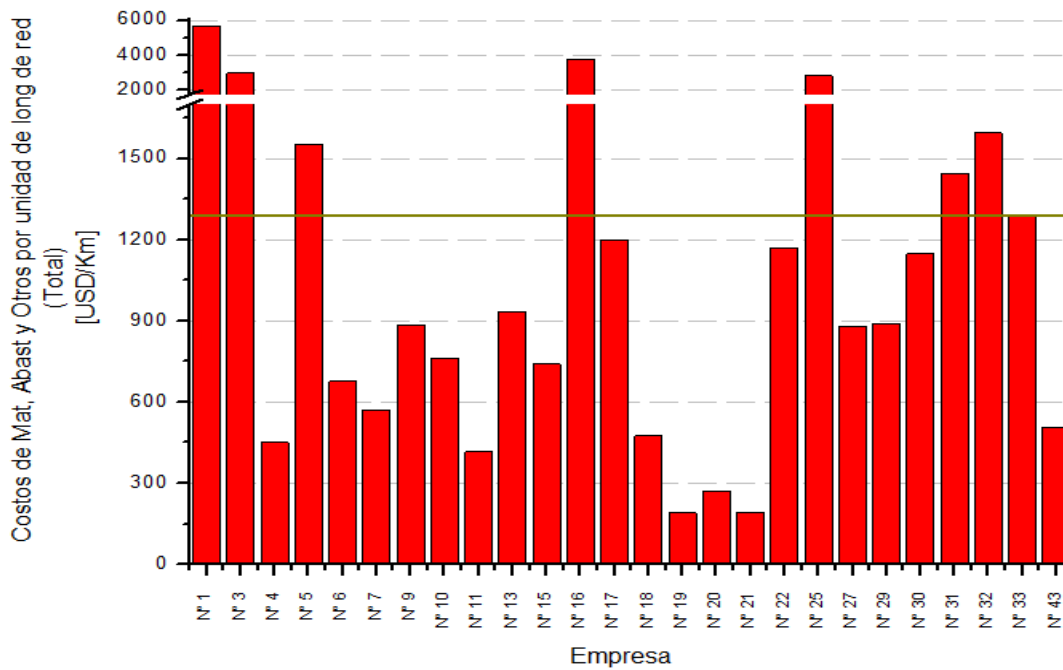
El promedio de la muestra es de 9.6 USD de materiales, suministros y otros por cliente por año en concepto de costos de operar y mantener las redes.

5.1.1 Costos de Materiales, Suministros y Otros por km de red

En este indicador se evalúa el costo de materiales, abastecimiento y otros por unidad de longitud de red, su unidad es USD/km.

A continuación se muestran los ratios, primero el Total y luego por actividades: Administración, Comercial y Operación y Mantenimiento:

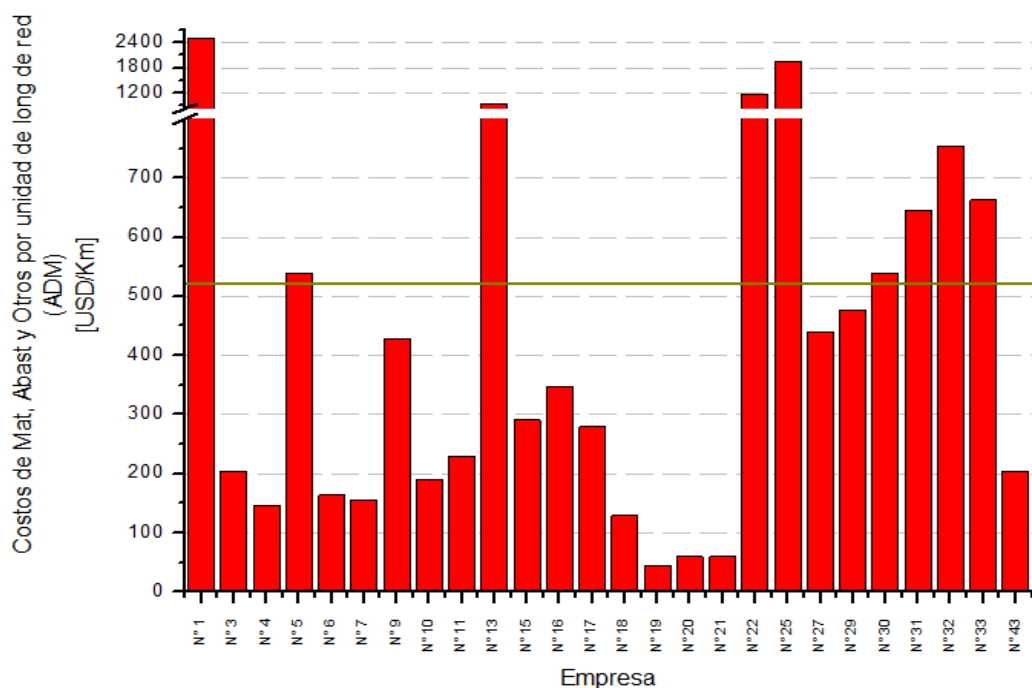
Costos de Materiales, Abastecimiento y Otros por unidad de longitud de red (Total)



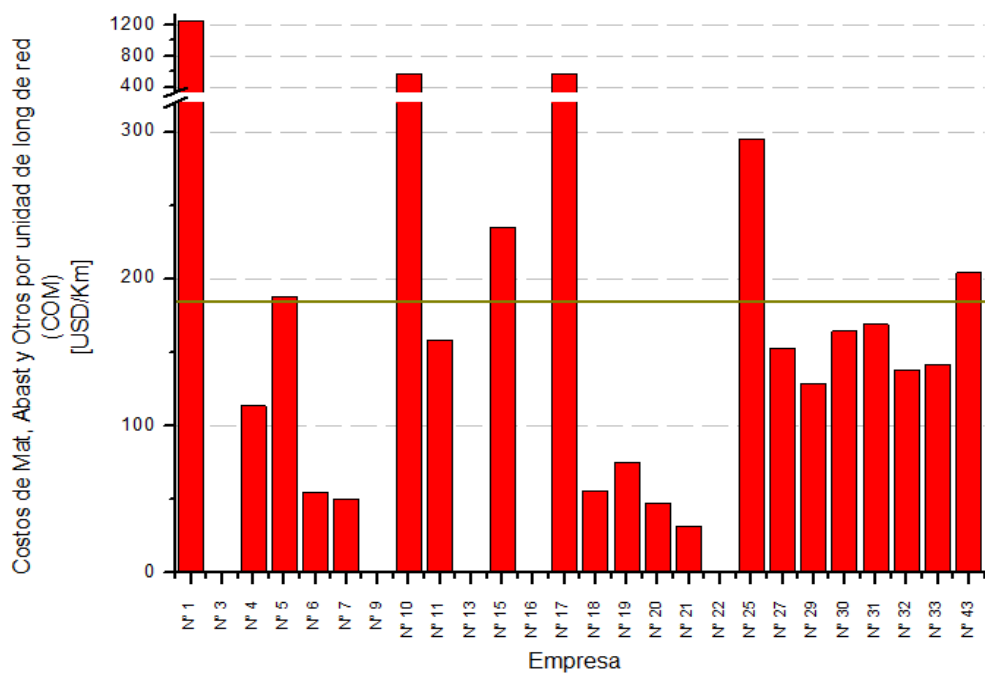
Las distribuidoras analizadas gastan en promedio 1291 USD por Km por año en concepto de materiales, suministros y otros gastos.

Costos de Materiales, Abastecimiento y Otros por unidad de longitud de red (ADM)

El promedio de la muestra es de 521 USD de materiales, suministros y otros por Km por año en concepto de costos Administración.

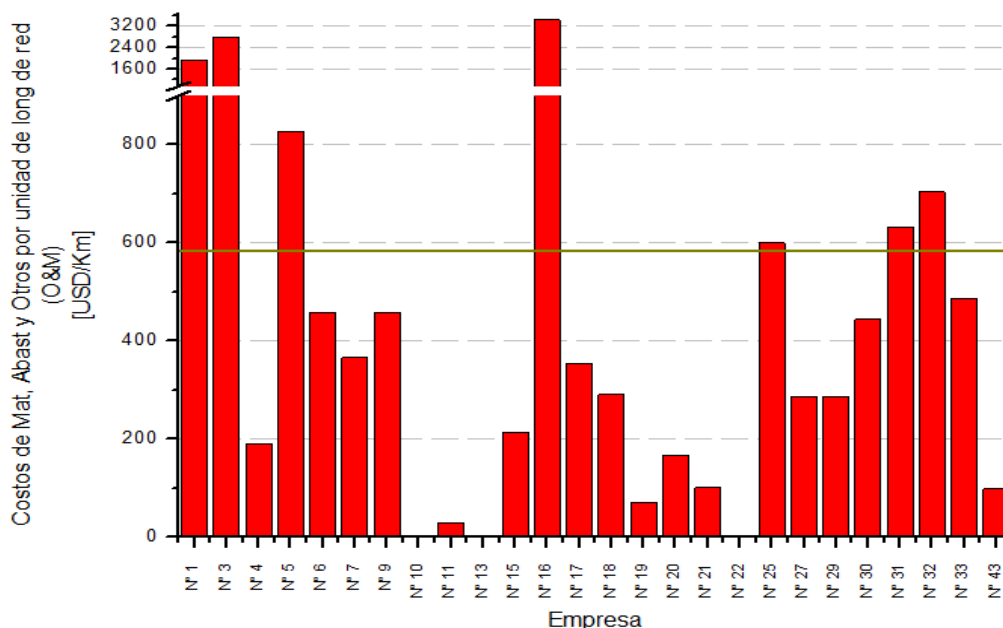


Costos de Materiales, Abastecimiento y Otros por unidad de longitud de red (COM)



El promedio de la muestra es de 184 USD de materiales, suministros y otros por Km por año en concepto de costos comerciales.

Costos de Materiales, Abastecimiento y Otros por unidad de longitud de red (O&M)



El promedio de la muestra es de 585 USD de materiales, suministros y otros por Km por año en concepto de costos de operación y mantenimiento.

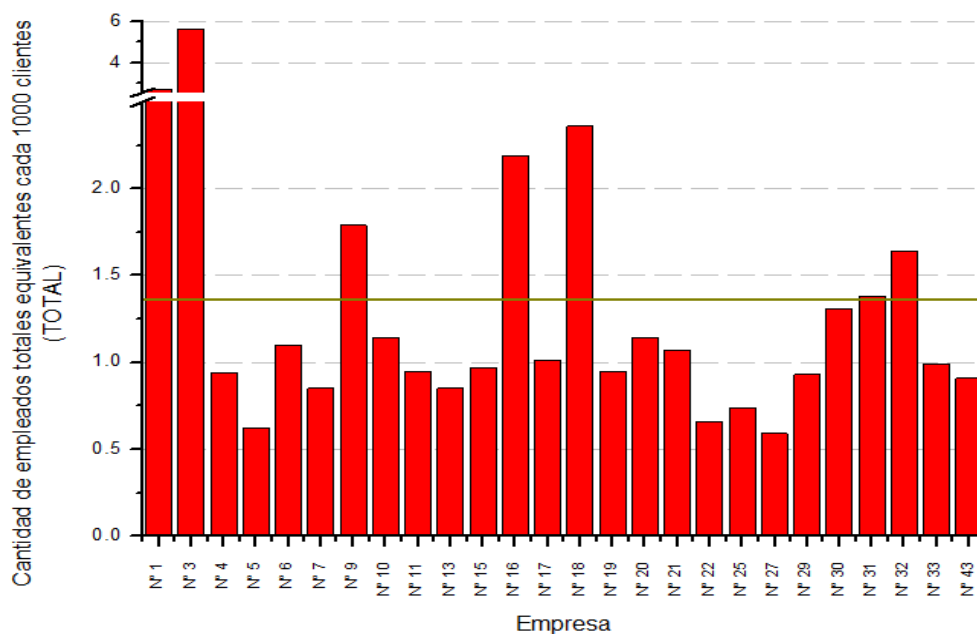
5.2 Indicadores de Cantidad de Empleados Equivalentes

5.2.1 Empleado Equivalente Total cada 1000 Clientes

Este ratio indica el número de empleados totales, incluyendo los servicios de terceros, por cada 1000 clientes que posee la distribuidora.

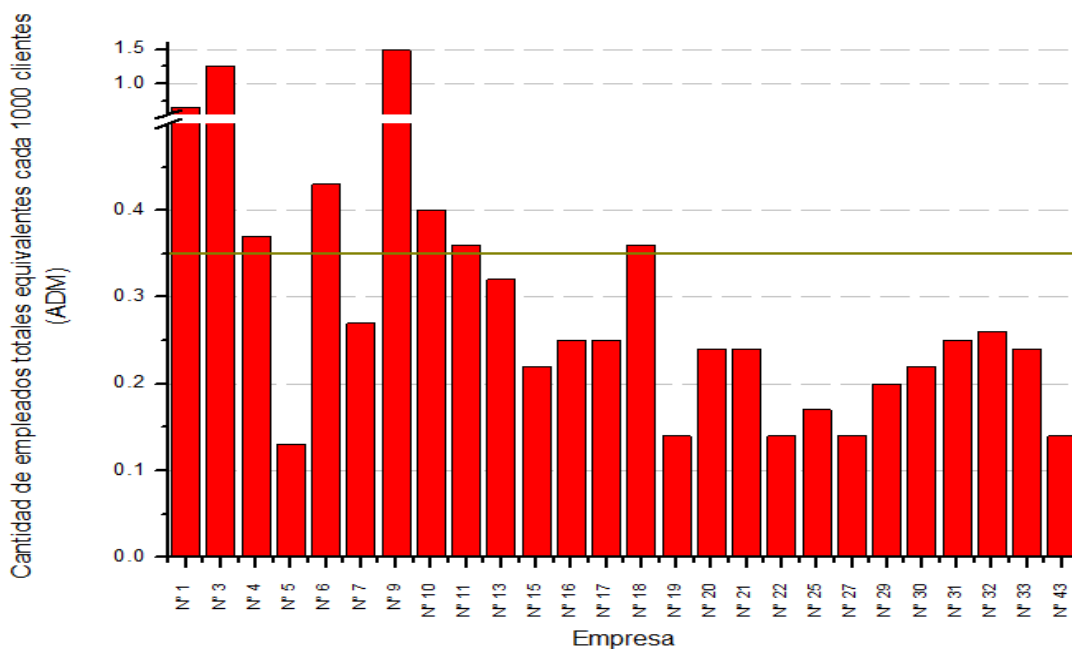
Este ratio también agrupa las actividades Administración, Comercial y Operación y Mantenimiento. Los resultados parciales y totales son los siguientes.

Cantidad de empleados totales equivalentes cada 1000 clientes (TOTAL)



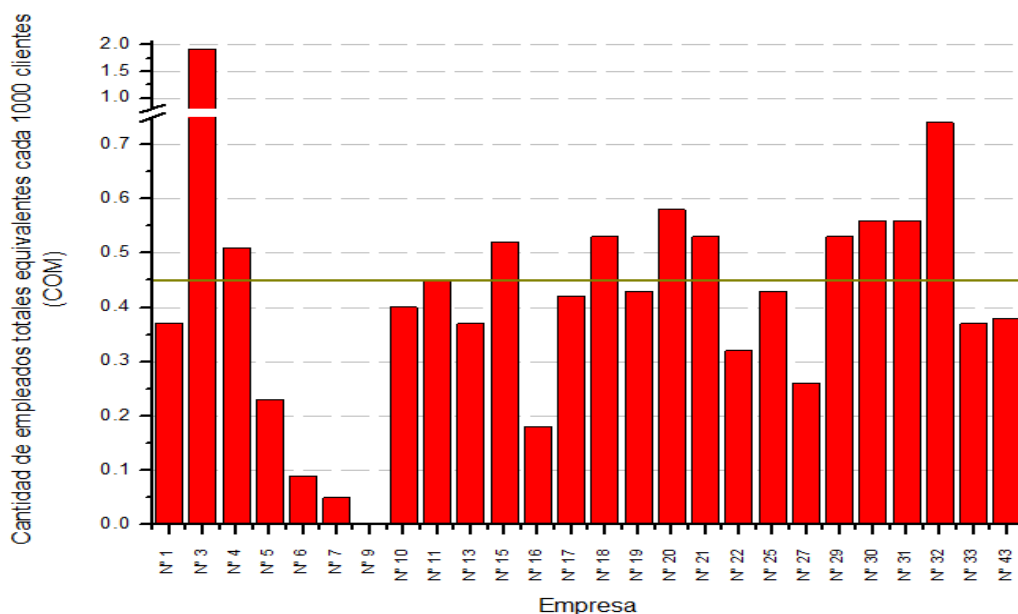
Las distribuidoras analizadas tienen un promedio de 1.36 empleados cada 1000 clientes.

Cantidad de empleados totales equivalentes cada 1000 clientes (ADM)



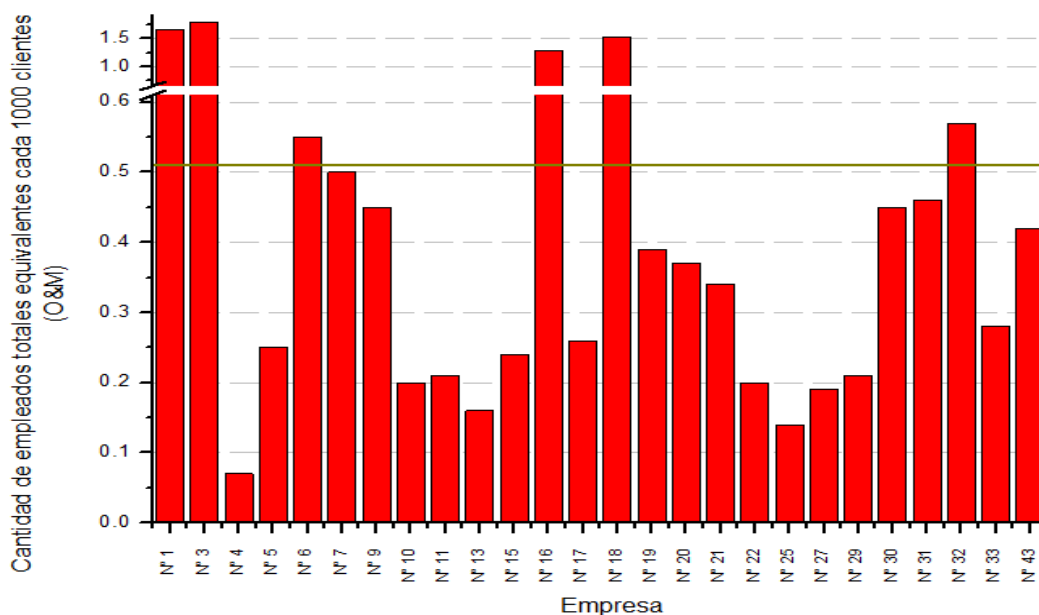
El promedio de la muestra es de 0.35 empleados de Administración cada 1000 clientes.

Cantidad de empleados totales equivalentes cada 1000 clientes (COM)



El promedio de la muestra es de 0.45 empleados de Comercial cada 1000 clientes.

Cantidad de empleados totales equivalentes cada 1000 clientes (O&M)



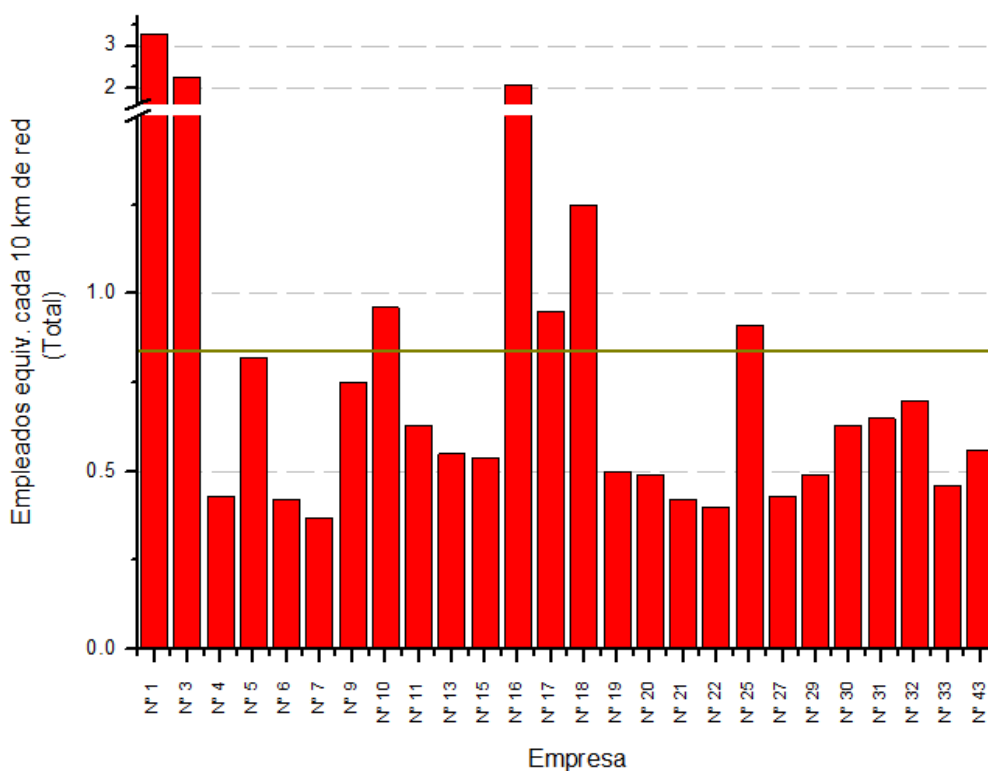
El promedio de la muestra es de 0.5 empleados de Operación y Mantenimiento cada 1000 cliente.

5.2.2 Empleado Equivalente Total cada 10 km de red

Este indicador representa el número de empleados totales por tramo de longitud de red, particularmente se obtiene el numero equivalentes de empleados por cada 10 km de red. La unidad es Empleado/10 km.

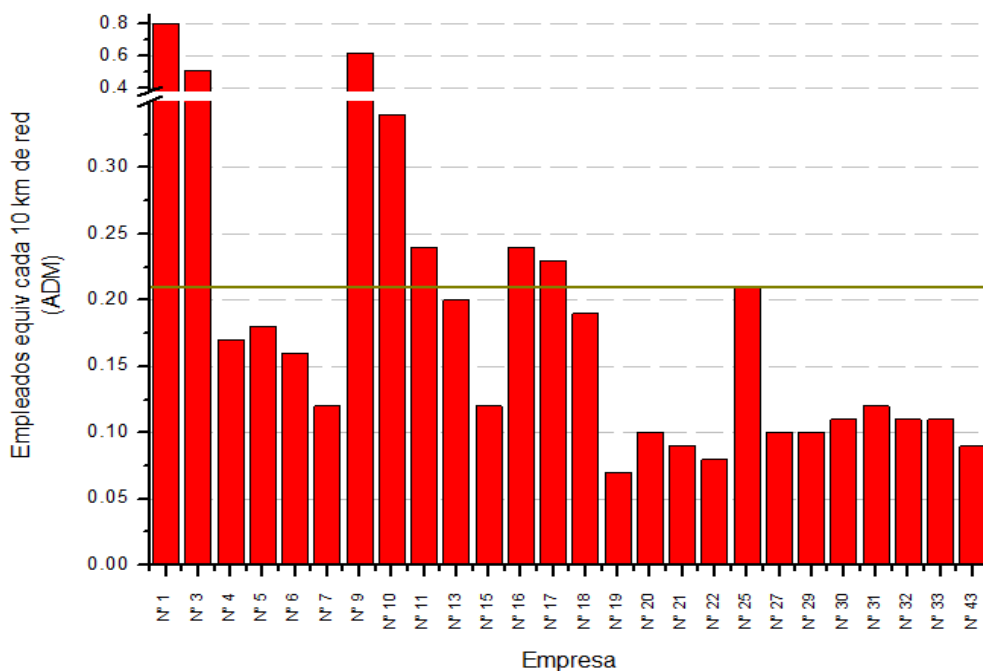
A continuación se representa este indicador para cada unas de las actividades principales y el total.

Cantidad de empleados totales equivalentes cada 10 kilómetros de red (Total)



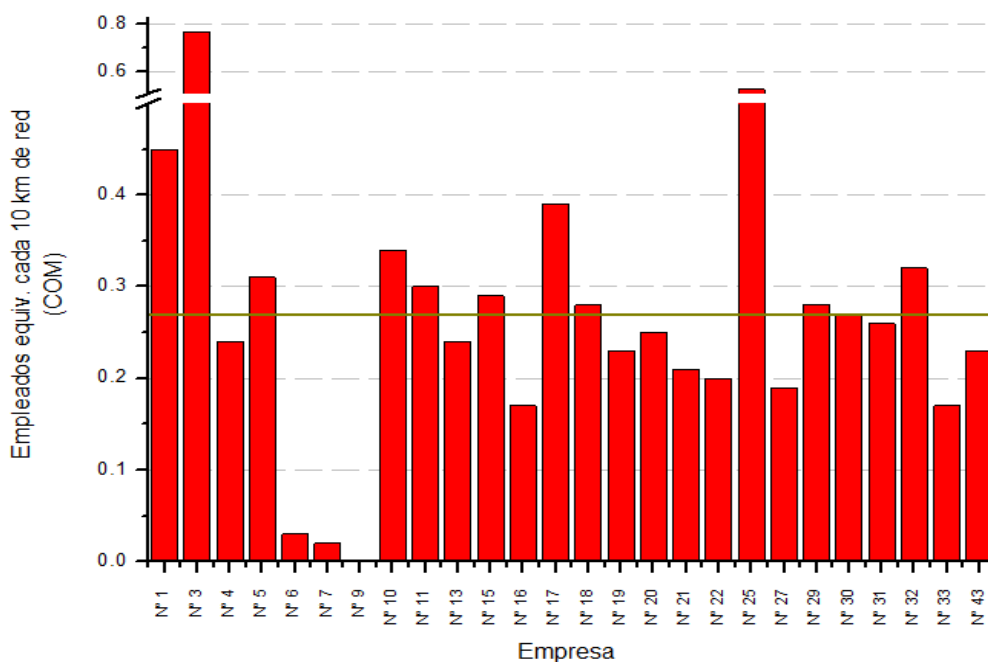
Las distribuidoras analizadas tienen una media de 0.84 empleados cada 10 Km.

Cantidad de empleados totales equivalentes cada 10 kilómetros de red (ADM)



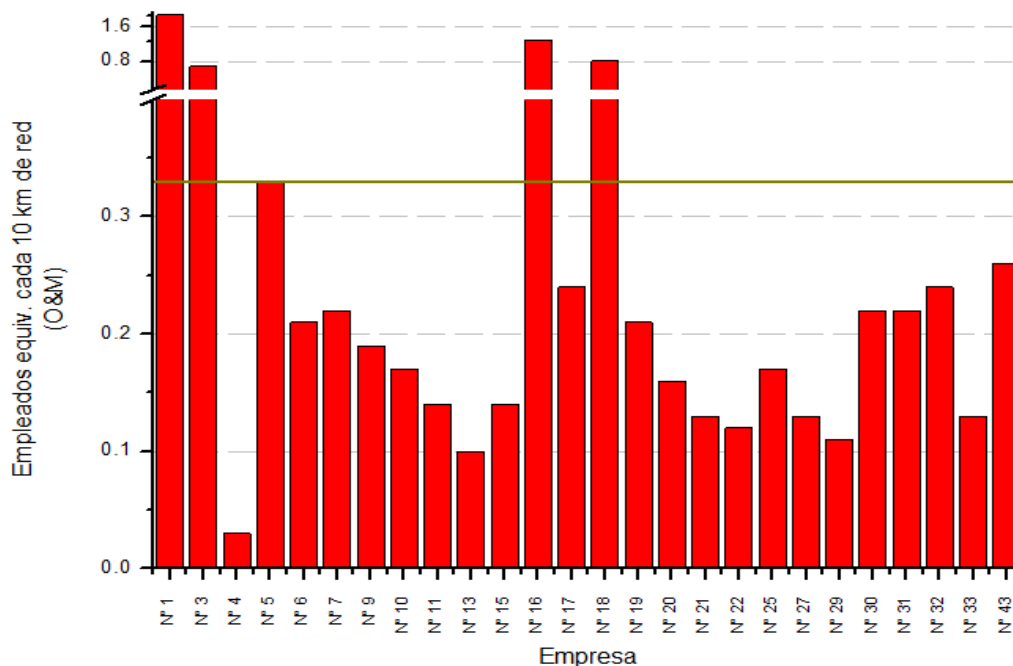
El promedio de la muestra es de 0.21 empleados de Administración cada 10 Km.

Cantidad de empleados totales equivalentes cada 10 kilómetros de red (COM)



El promedio de la muestra es de 0.27 empleados de Comercial cada 10 Km.

Cantidad de empleados totales equivalentes cada 10 kilómetros de red (O&M)



El promedio de la muestra es de 0.33 empleados de Operación y Mantenimiento cada 10 Km.

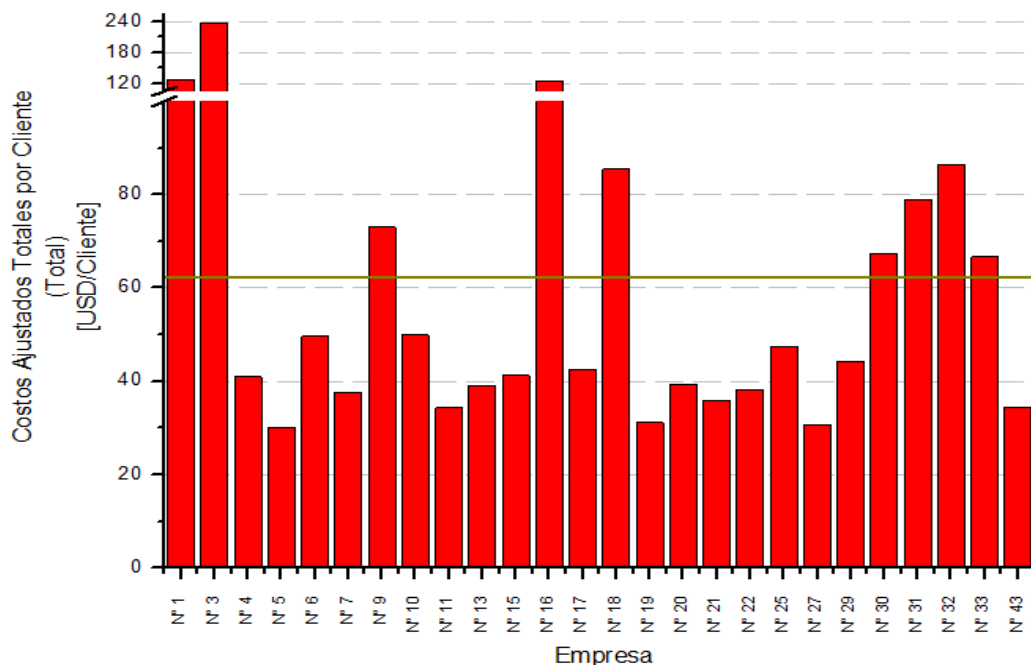
5.3 Indicadores de Costos Totales Ajustados

5.3.1 Costos Totales Ajustados por cliente

Se obtiene al dividir el costo ajustado total por el número de clientes de la distribuidora. Su unidad es USD/Cliente

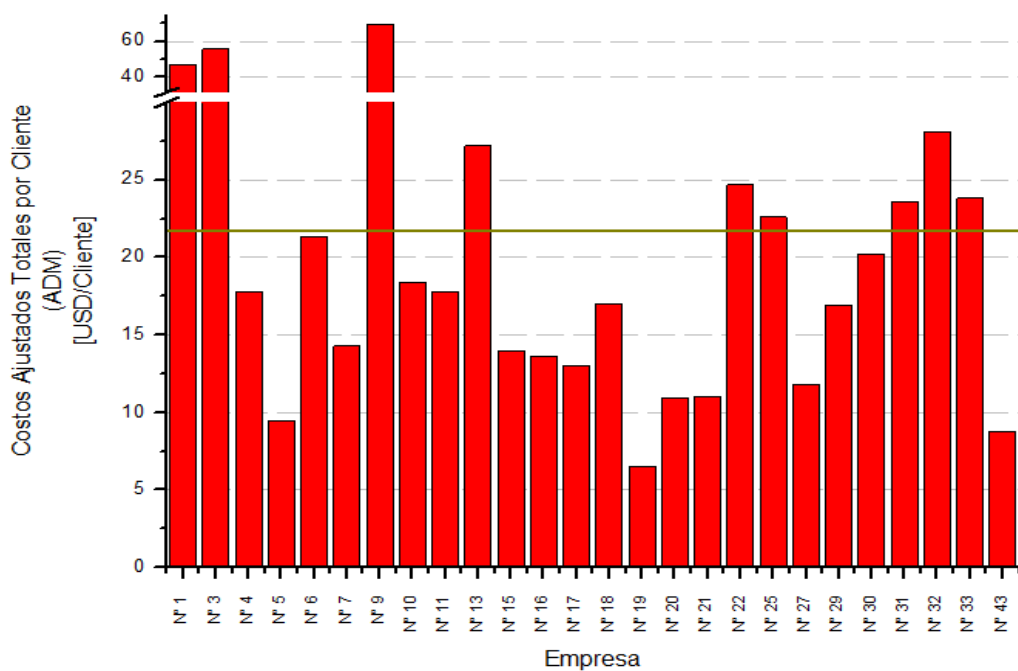
El ratio expresado según las distintas actividades y el total es el siguiente:

Costos ajustados totales por Cliente (Total)



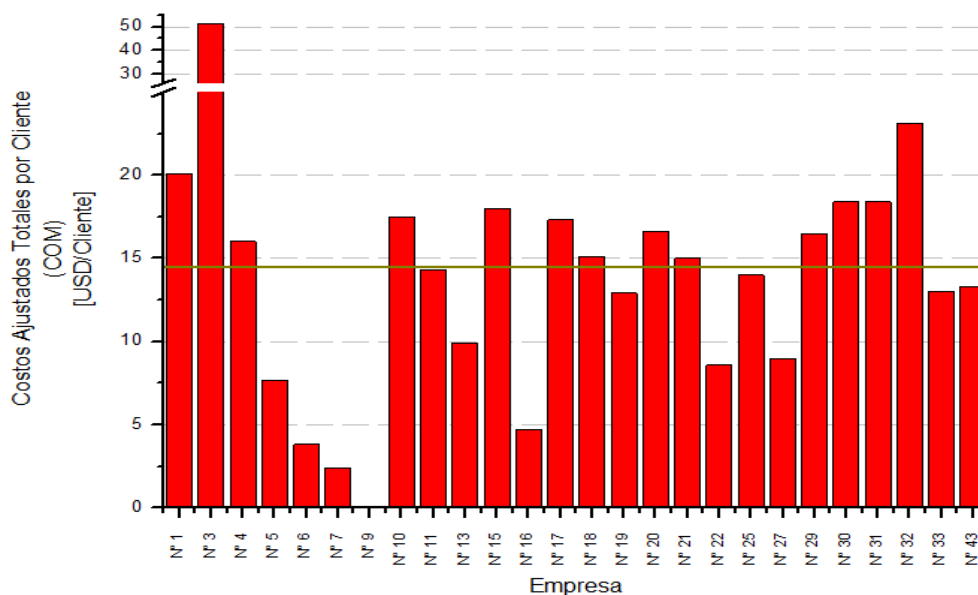
El promedio de las empresas es de 59 USD por Cliente por año.

Costos ajustados totales por Cliente (ADM)



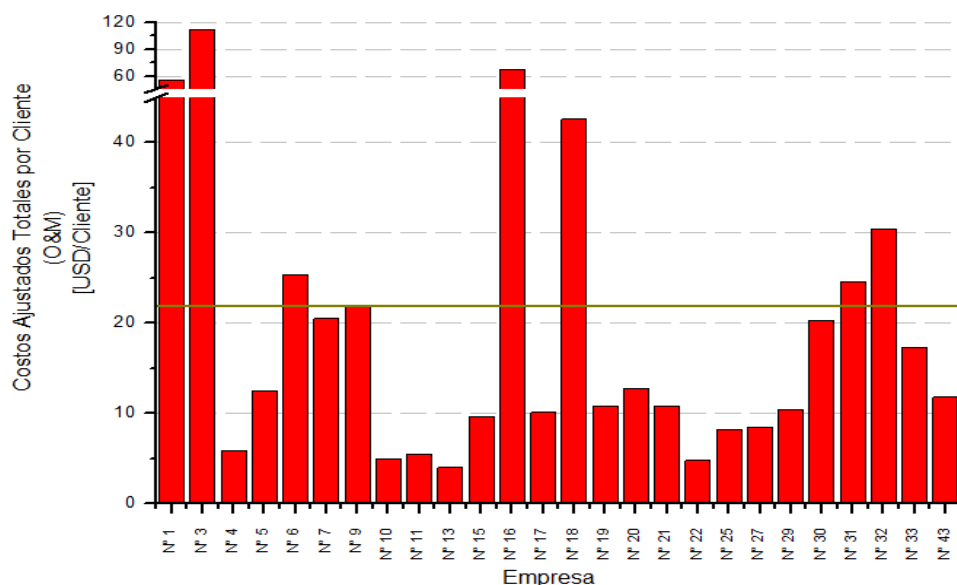
El promedio de la muestra es de 22 USD de costos Totales Ajustados de Administración por cada cliente.

Costos ajustados totales por Cliente (COM)



El promedio de la muestra es de 14 USD de costos Totales Ajustados Comerciales por cada cliente.

Costos ajustados totales por Cliente (O&M)



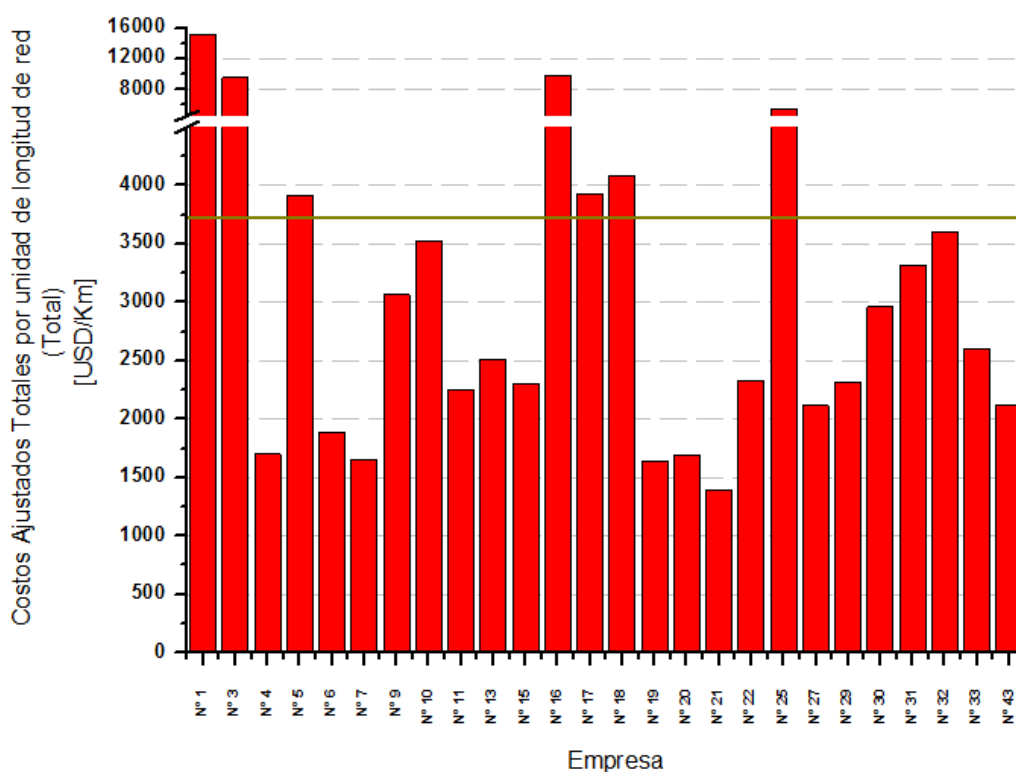
El promedio de la muestra es de 22 USD de costos Totales Ajustados de Operación y Mantenimiento por cada cliente.

5.3.2 Costos Totales Ajustados por km de red

Este indicador se obtiene al dividir los costos ajustados totales por la longitud de la red. Se expresa en USD/Km

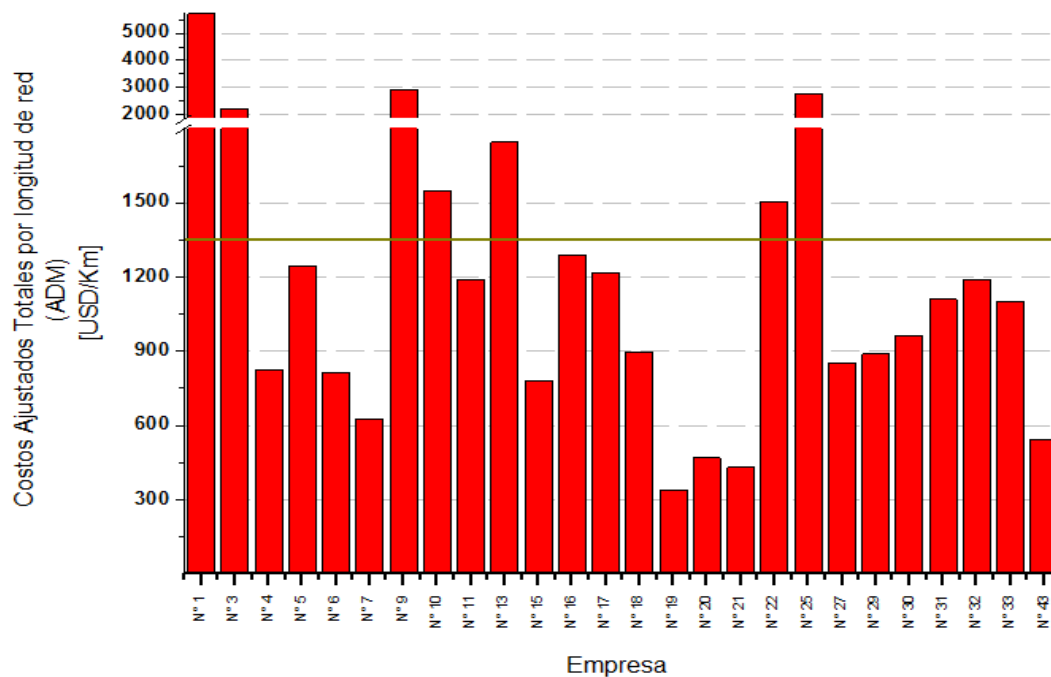
El ratio expresado según las distintas actividades y el total es el siguiente:

Costos Ajustados Totales por longitud de red (Total)



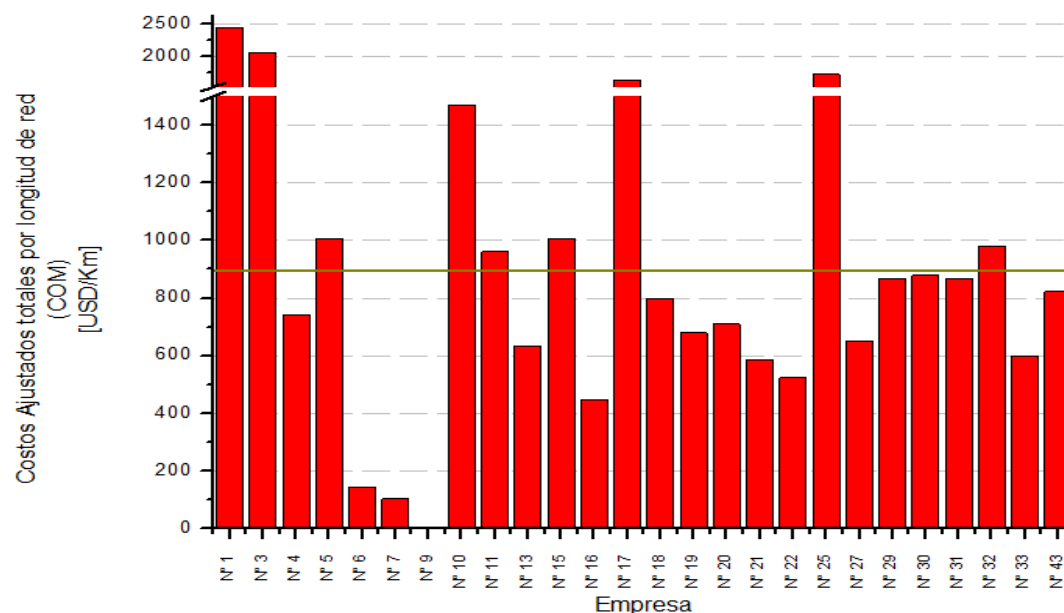
Las distribuidoras analizadas gastan en promedio 3728 USD por Km por año considerando la totalidad de los costos.

Costos Ajustados Totales por longitud de red (ADM)



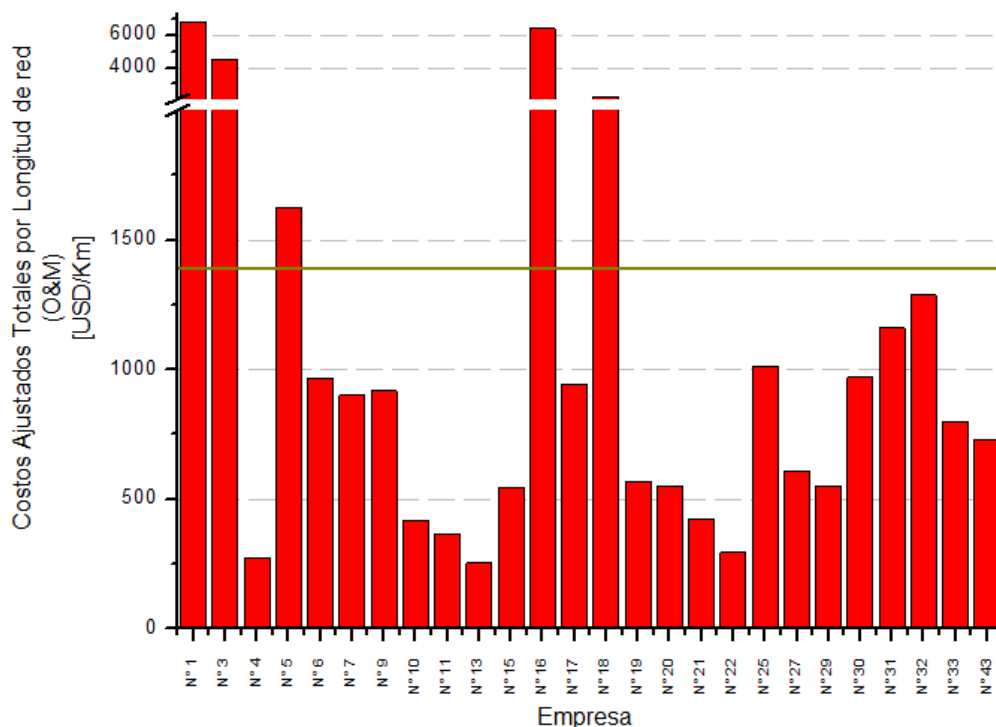
El promedio de la muestra es de 1354 USD de costos totales de Administración por Km.

Costos Ajustados Totales por longitud de red (COM)



El promedio de la muestra es de 897 USD de costos totales Comerciales por Km.

Costos Ajustados Totales por longitud de red (O&M)

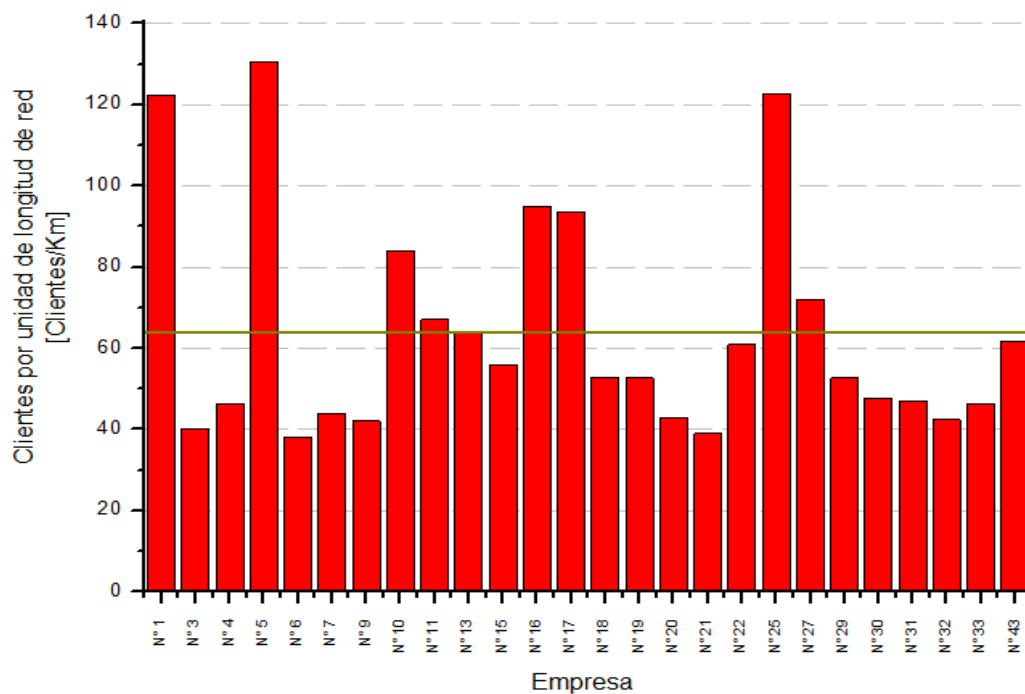


El promedio de la muestra es de 1390 USD de costos totales de operación y mantenimiento por Km.

5.4 Indicadores de densidad

5.4.1 Clientes por km de red

Este coeficiente indica el número de clientes promedio por unidad de longitud de red y se obtiene dividiendo el número de clientes totales de la distribuidora por la longitud total de la red. Se expresa en Clientes/Km.



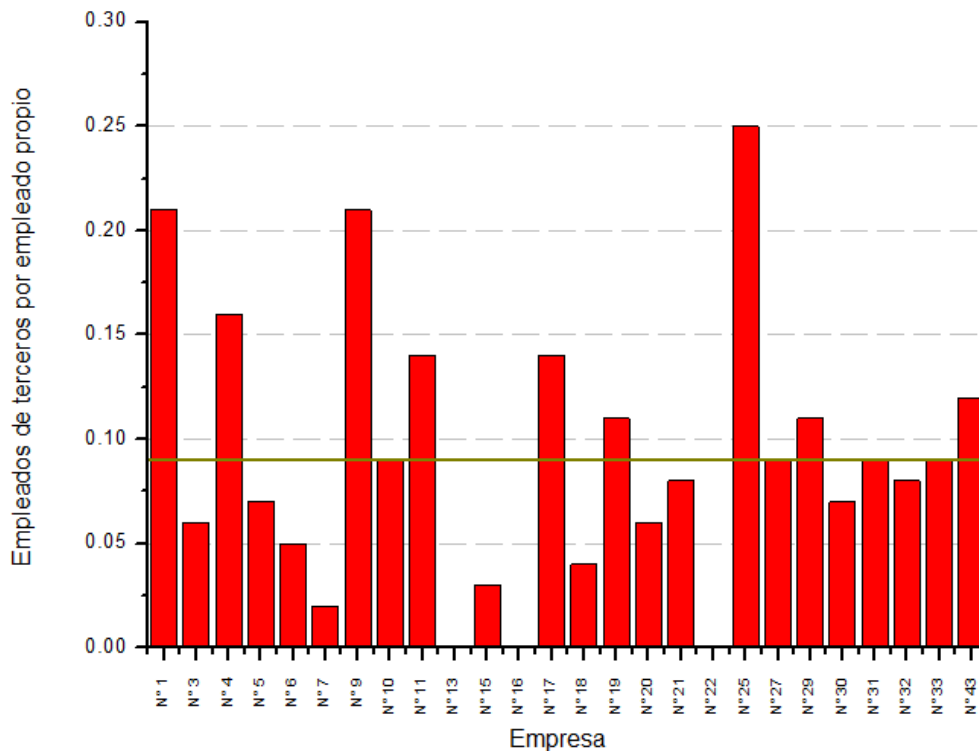
El promedio de la muestra es de 64 clientes/Km.

5.5 Indicadores del Grado de Tercerización

5.5.1 Empleados Equivalentes (3ros) por Empleado Propio

Este ratio se obtiene calculando la relación entre el número total de empleados de terceros y el número de empleados propios de la compañía. El número de empleados de terceros es el equivalente obtenido a partir de los costos de terceros dividido el salario promedio de la compañía.

Índice de Empleados de Terceros / Empleados Propios:

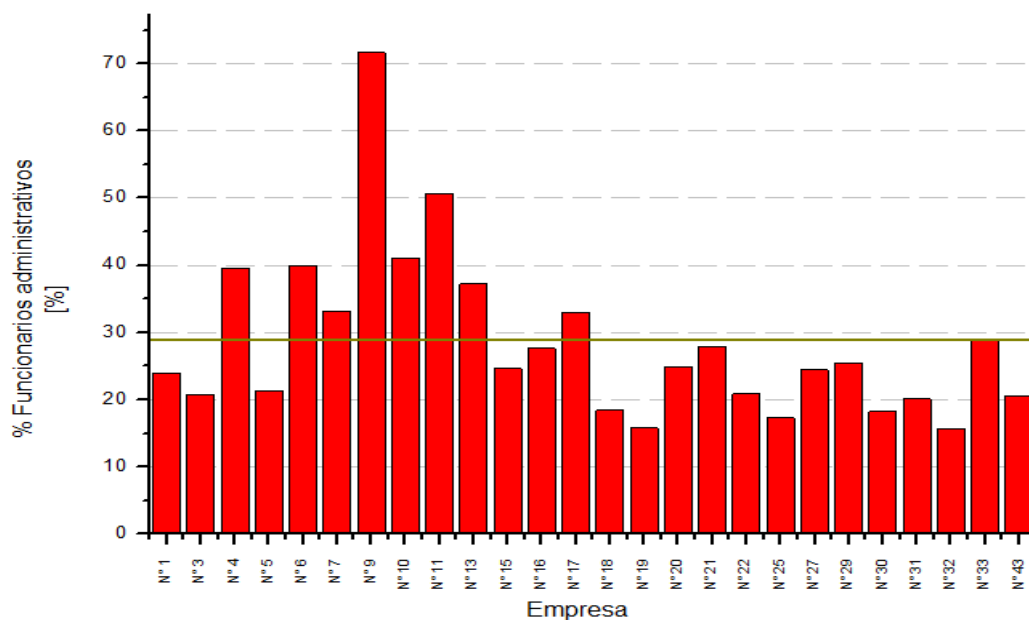


El promedio de la muestra es de 9% empleados de terceros por cada empleado propio.

5.6 % Funcionarios ADM

Este valor indica la proporción de empleados administrativos con respecto a la plantilla de personal conformada por las actividades comercial, operación y mantenimiento y la administración. Del total de empleados de la empresa se excluyeron los empleados capitalizados y dedicados a marketing.

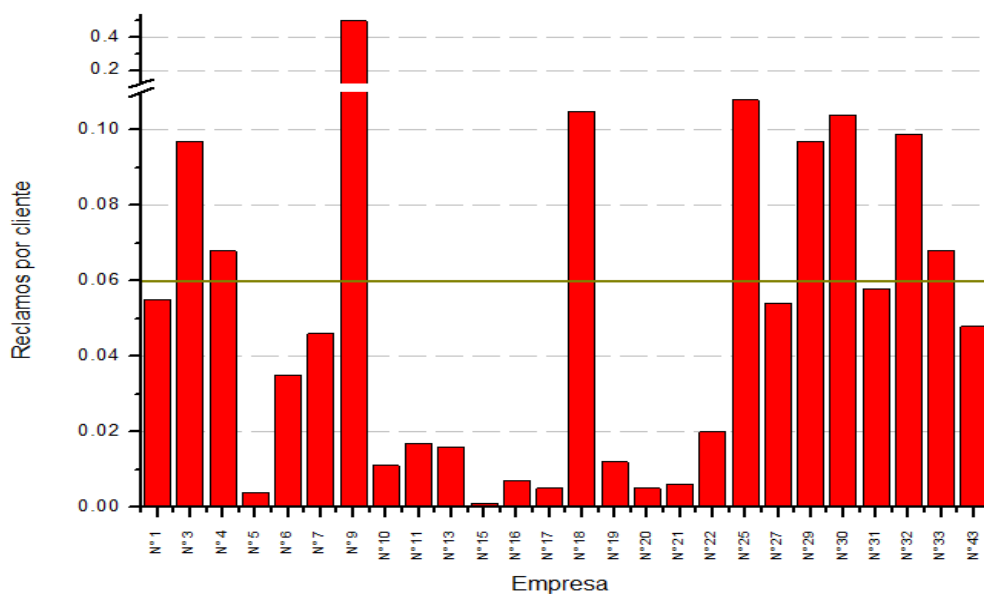
El índice se expresa de manera porcentual (%).



El promedio de la muestra es de 29% de Funcionarios Administrativos sobre el total de funcionarios (administración, comercial y operación y mantenimiento).

5.7 Reclamos por Cliente

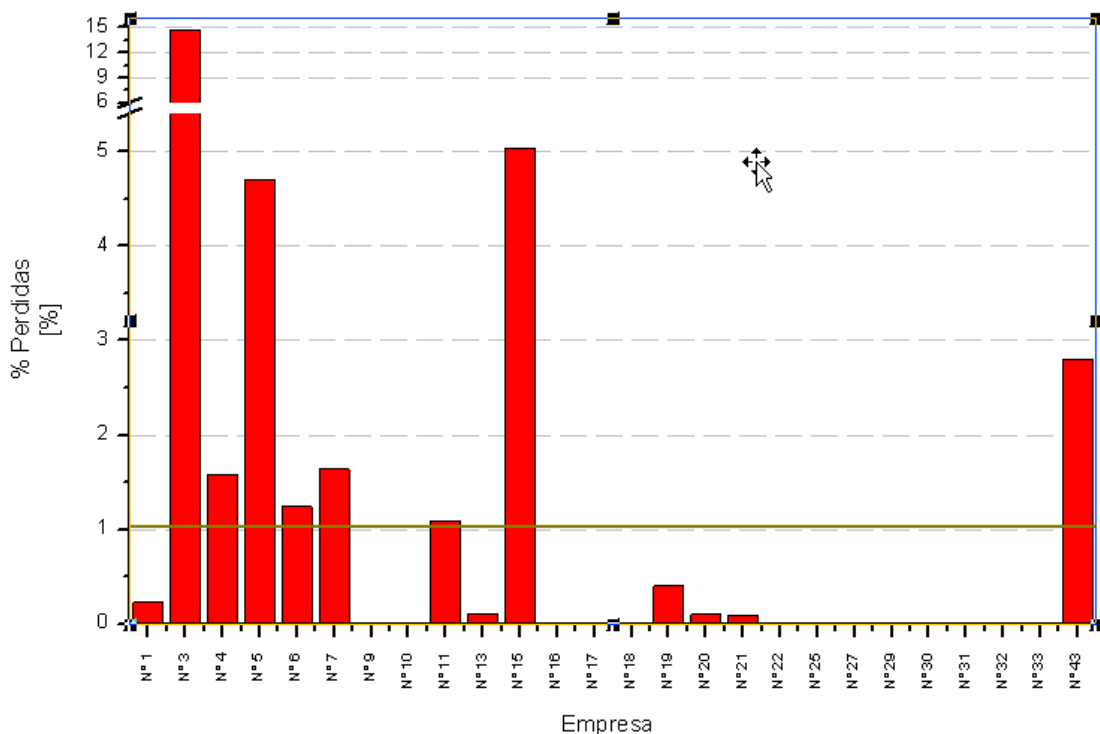
Este indicador se obtiene dividiendo el número total de reclamos realizados a la compañía en el transcurso del año 2007 con el número total de clientes de la misma.



El promedio de la muestra es de 0.06 reclamos por cliente/año.

5.8 % Perdidas

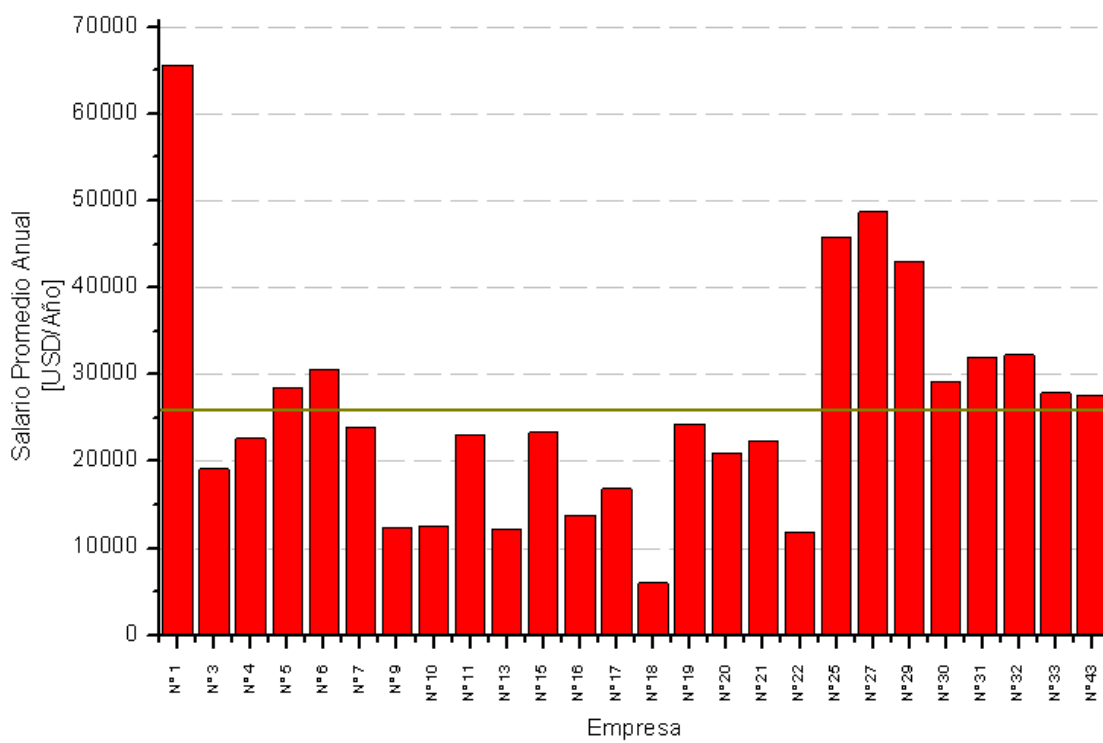
Indica el valor de pérdidas técnicas y no técnicas que posee la compañía. Se representa de manera porcentual con respecto al total del volumen distribuido por la misma.



El promedio de pérdidas de la muestra es de 1%. Fueron eliminadas los datos de aquellas empresas que colocaron pérdidas negativas.

5.9 % Salario Promedio Anual (Costo empresa)

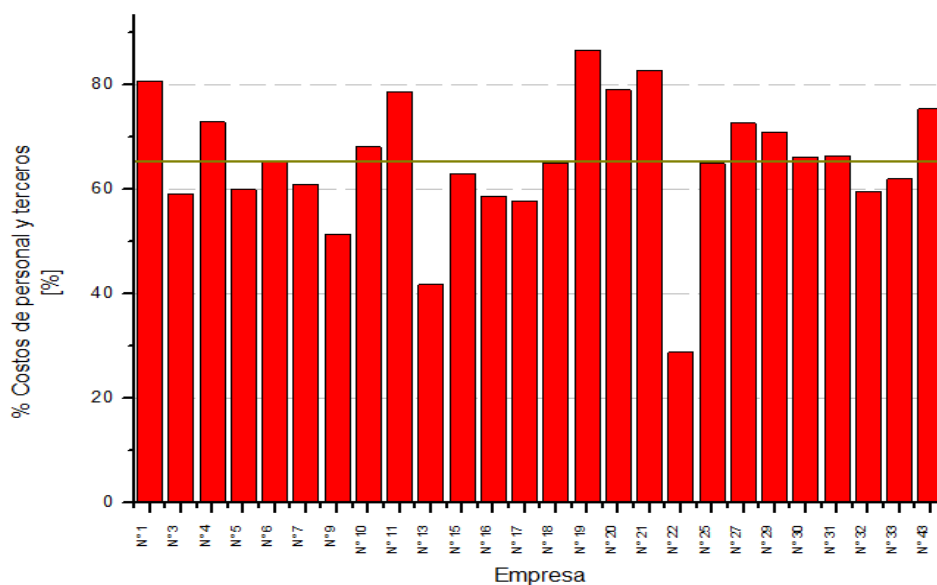
Es un salario promedio que se calcula dividiendo el costo de personal por el número de empleados. Se tomaron como referencia los datos del año 2007. Se expresa en USD/año.



El promedio del salarial anual de la muestra es de 26012 USD/año.

5.10% Costos de personal y terceros

Indica la fracción del total de costos que corresponde a personal y terceros. Se expresa en forma porcentual.

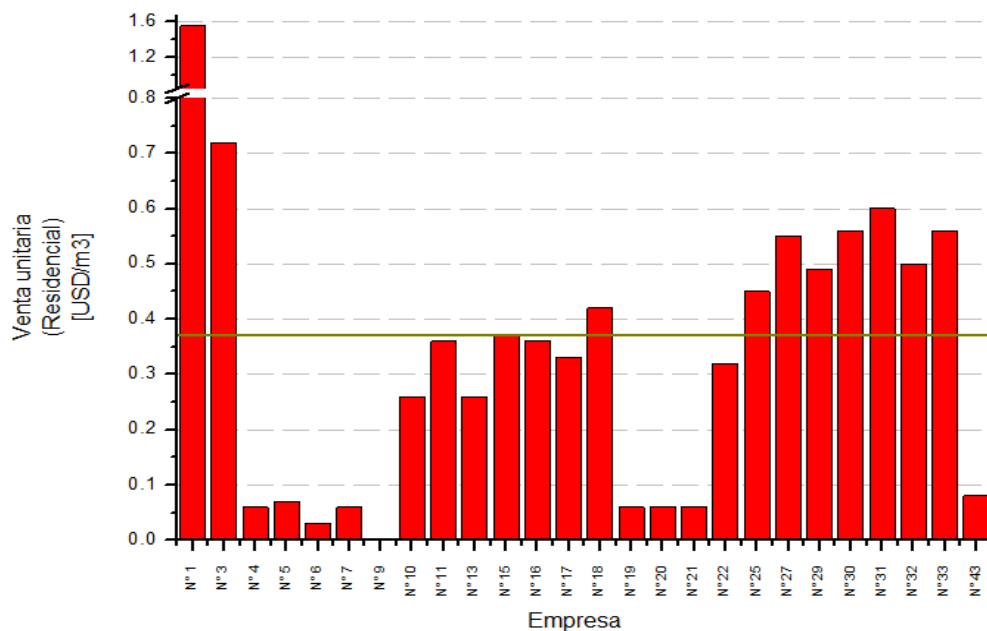


El promedio de la muestra del porcentaje de costos de personal y terceros sobre el total de los costos es de 65%.

5.11 Venta unitaria

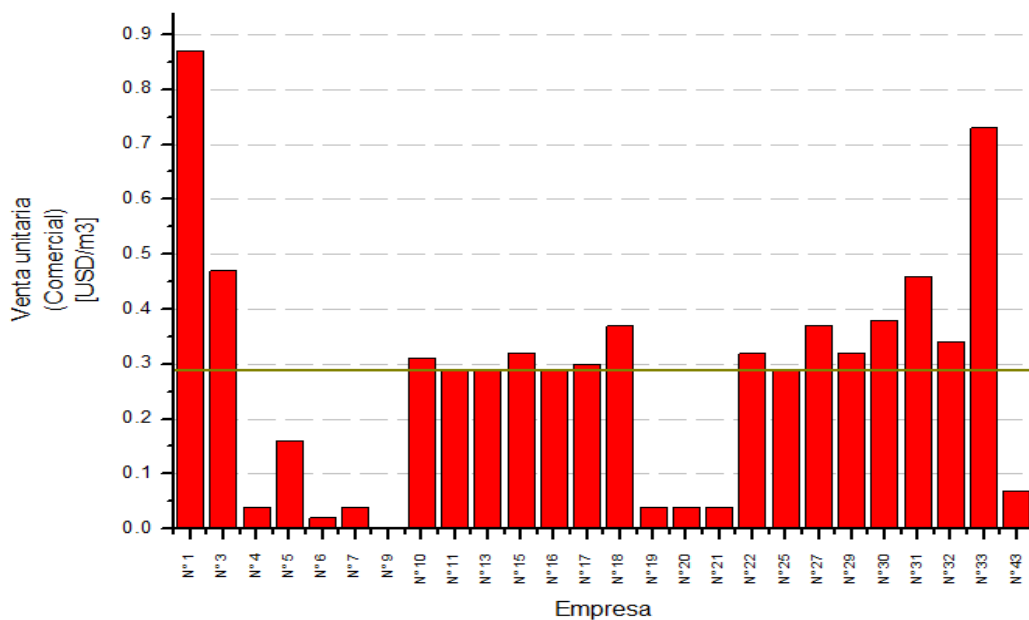
A continuación se indica de manera global y para cada mercado el valor unitario de ventas de gas. Se calcula como las ventas de cada categoría en USD divididos por el volumen demandado. El mismo se expresa en USD/m³.

Venta unitaria (Residencial)



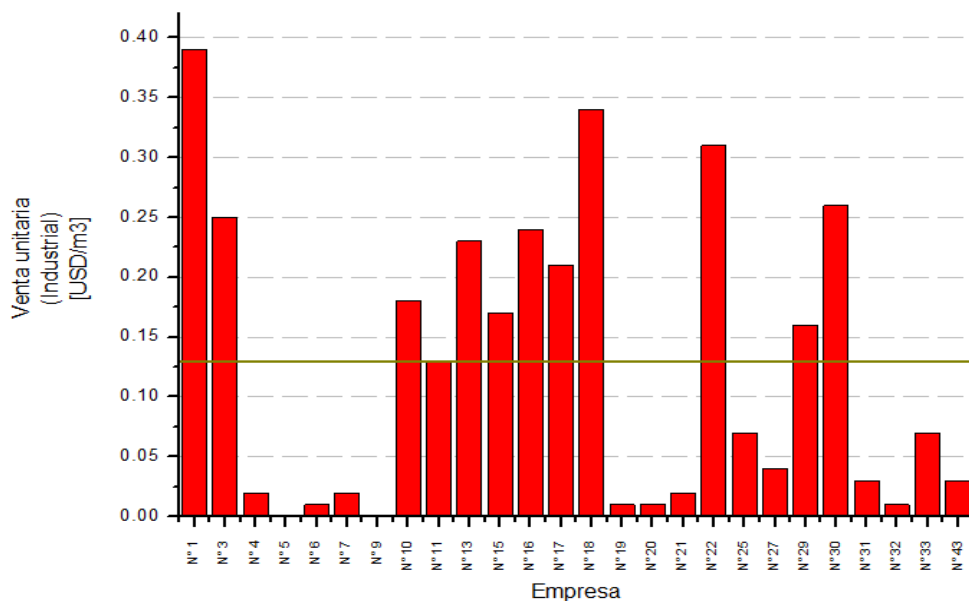
El promedio de las ventas unitarias residenciales de la muestra es de 0.37 USD/m3.

Venta unitaria (Comercial)



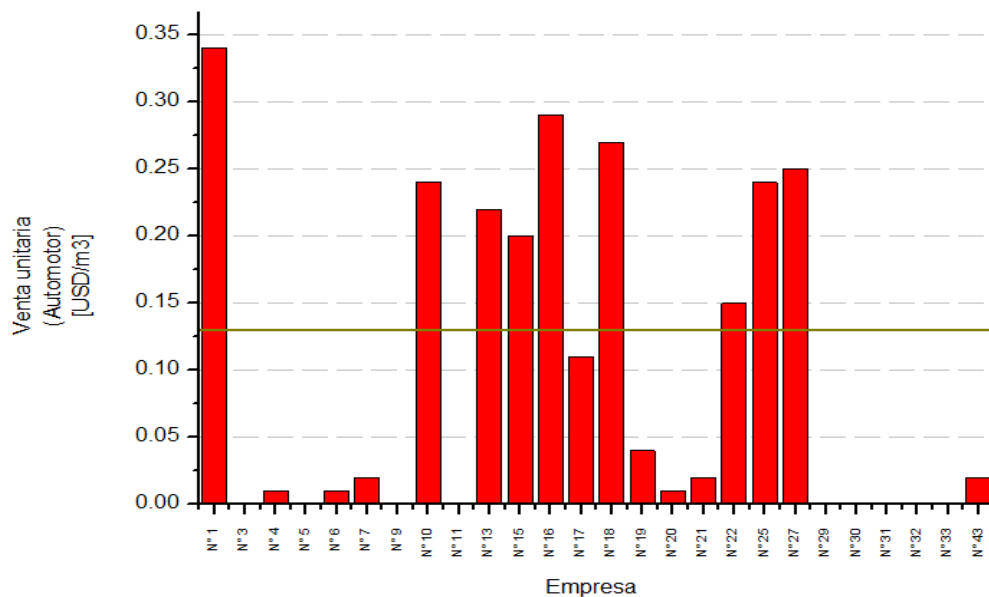
El promedio de las ventas unitarias Comerciales de la muestra es de 0.28 USD/m3.

Venta unitaria (Industrial)



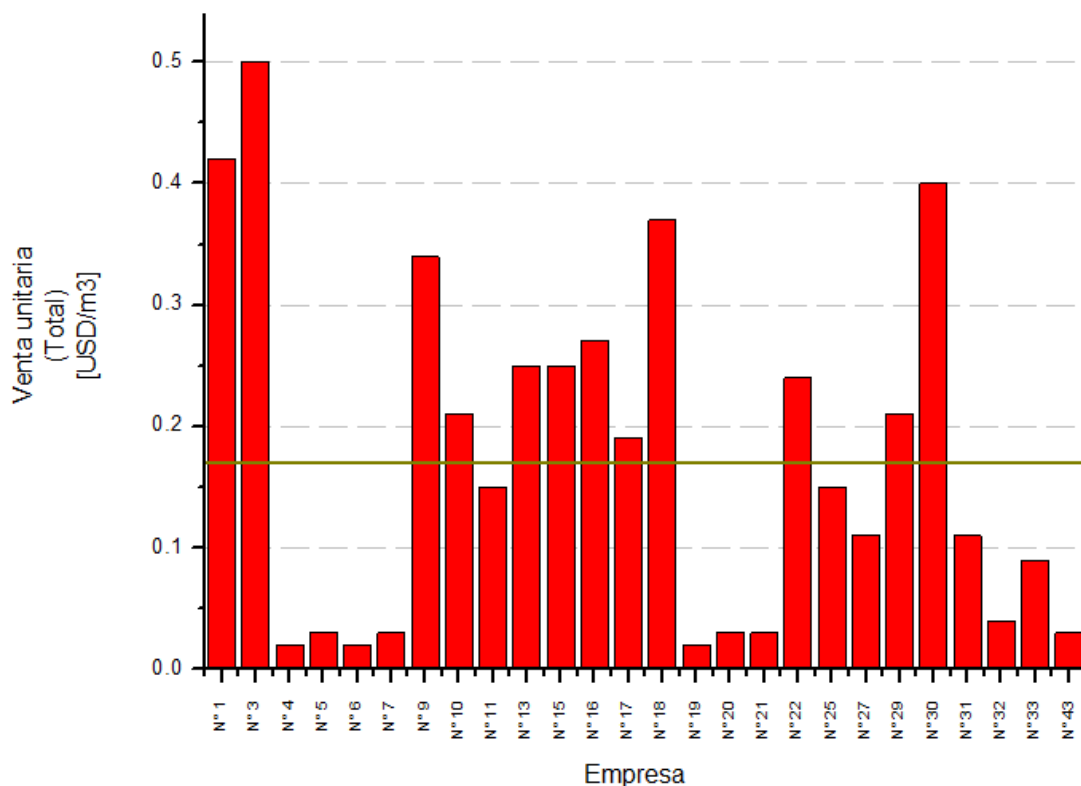
El promedio de las ventas unitarias Industriales de la muestra es de 0.13 USD/m3.

Venta unitaria (Automotor)



El promedio de las ventas unitarias Automotor de la muestra es de 0.14 USD/m3.

Venta unitaria (Total)

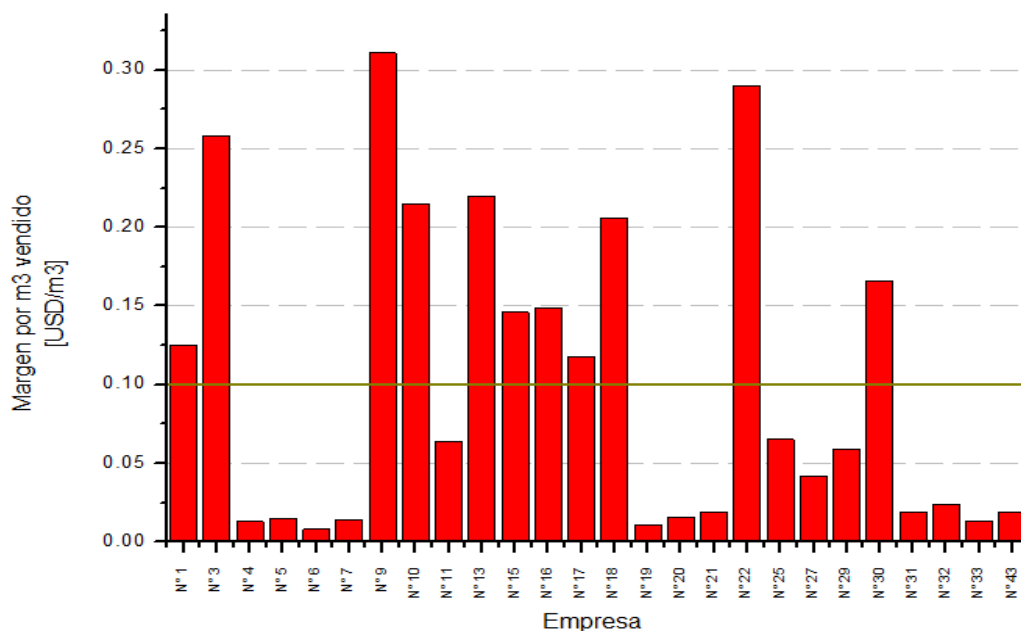


El promedio de las ventas unitarias Totales de la muestra es de 0.17 USD/m3.

5.12 Margen Unitaria

Margen por m3 vendido

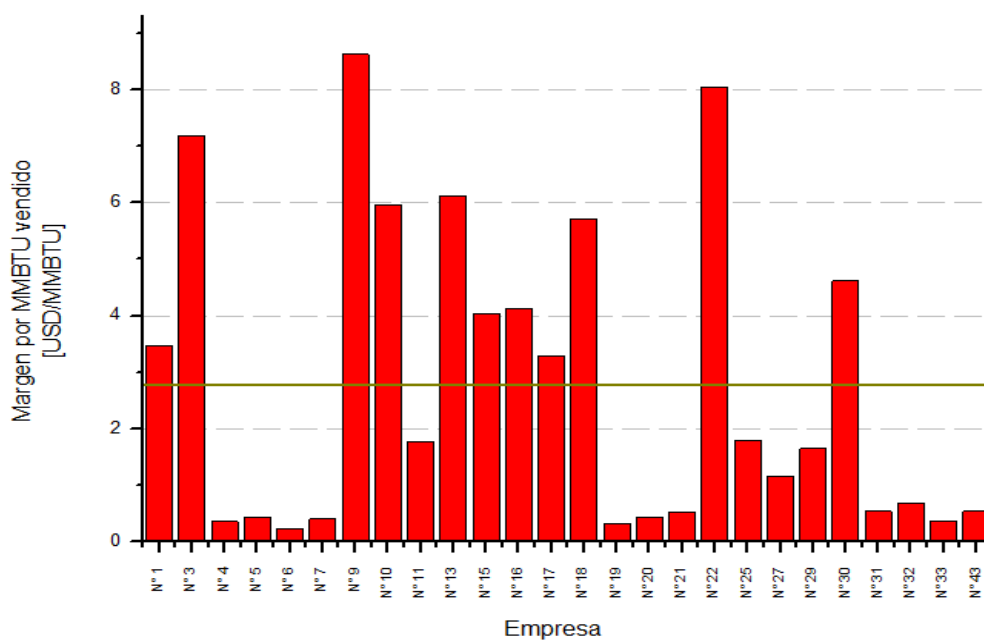
Indica el margen que obtiene la distribuidora por m3 vendido. Se expresa en USD/m3.



El promedio del margen por m3 vendido de la muestra es de 0.10 USD/m3.

Margen por MMBTU vendido

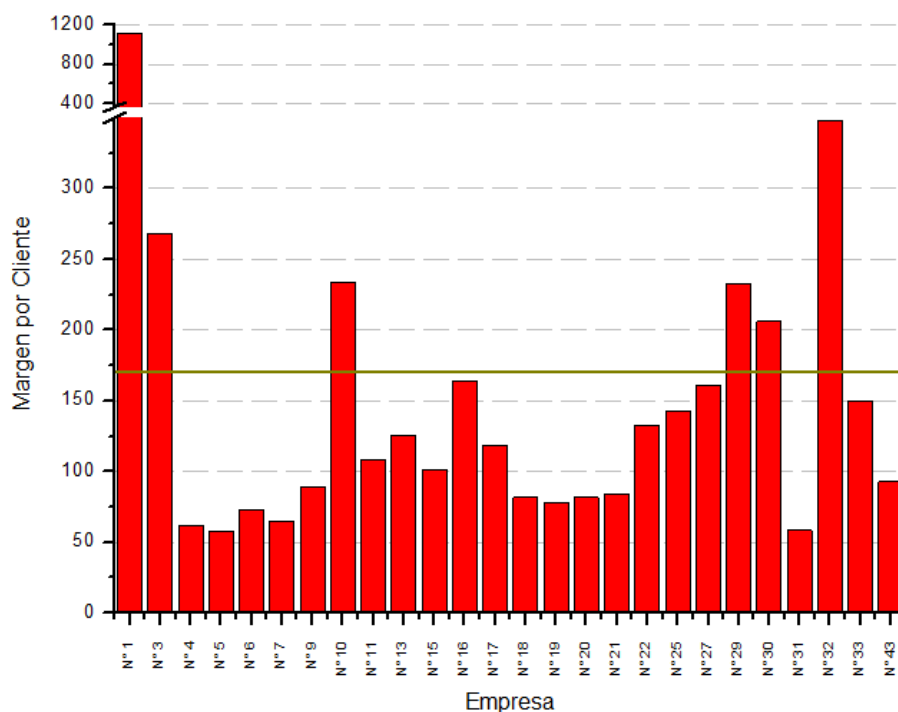
Indica el margen que obtiene la distribuidora por MMBTU vendido. Se expresa en USD/MMBTU.



El promedio del margen por MMBTU vendido de la muestra es de 2.8 USD/MMBTU.

Margen por Cliente

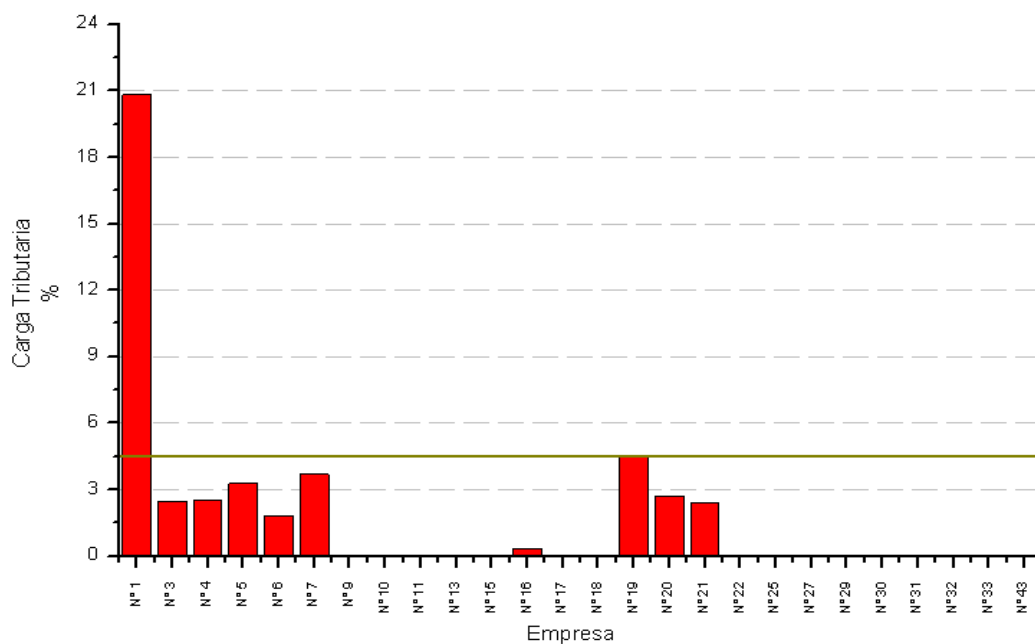
Indica el margen que obtiene la distribuidora por Cliente. Se expresa en USD/Cliente.



El promedio del margen por cliente de la muestra es de 170 USD/Cliente.

5.13 Carga Tributaria: Contribuciones sobre Ventas y Deducciones / Ingreso Bruto

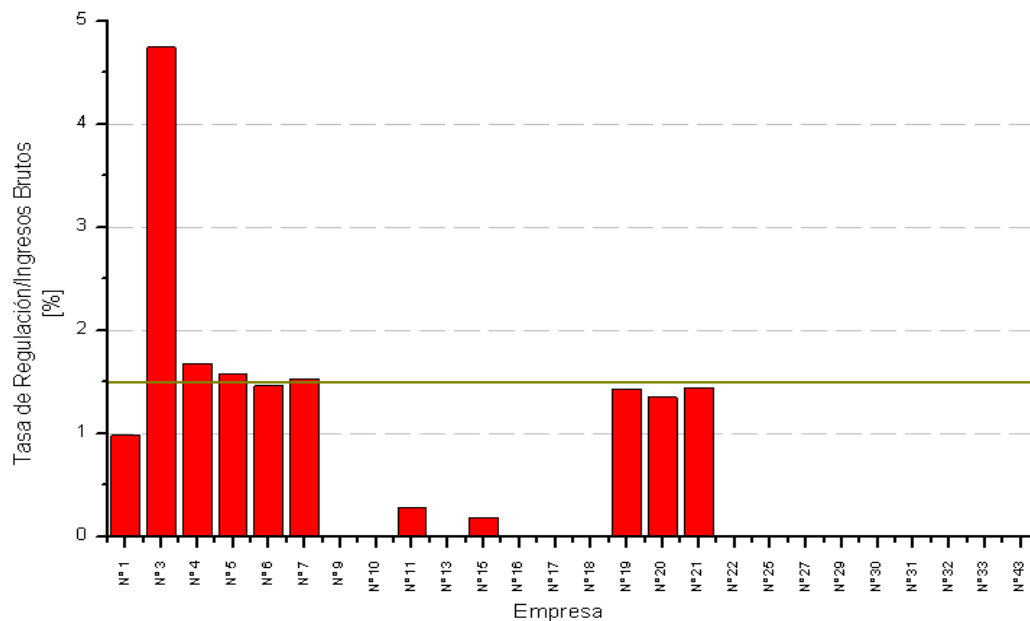
Este ratio muestra la carga tributaria y se calcula como las contribuciones sobre Ventas y Deducciones dividido el Ingreso Bruto.



El promedio de la carga tributaria de la muestra es de 4.5%.

5.14 Tasa de Regulación / Ingresos Brutos

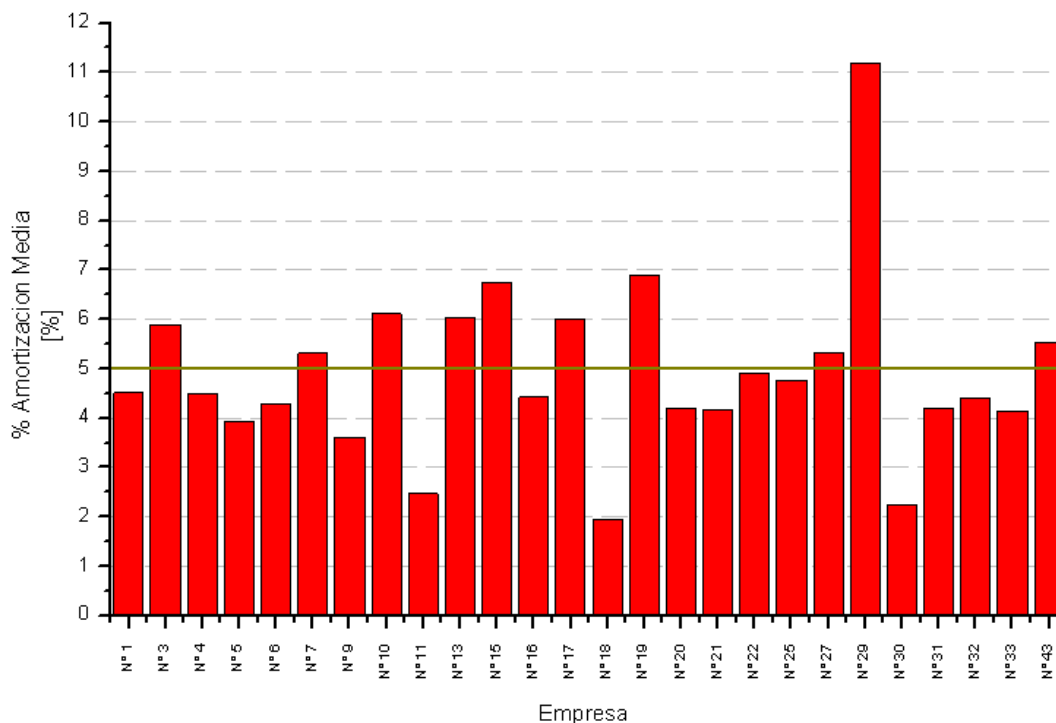
Este ratio indica cuanto significa la tasa de regulación sobre los Ingresos Brutos. Se muestra en términos porcentuales.



El promedio de la Tasa de Regulación sobre los Ingresos Brutos de la muestra es de 1.5%.

5.15 % Depreciación Media: Amortizaciones / Activo No Corriente

El ratio de Depreciación media se calcula como el total de las amortizaciones sobre el Activo No Corriente.



El promedio de las depreciaciones porcentuales de la muestra es de 5%.

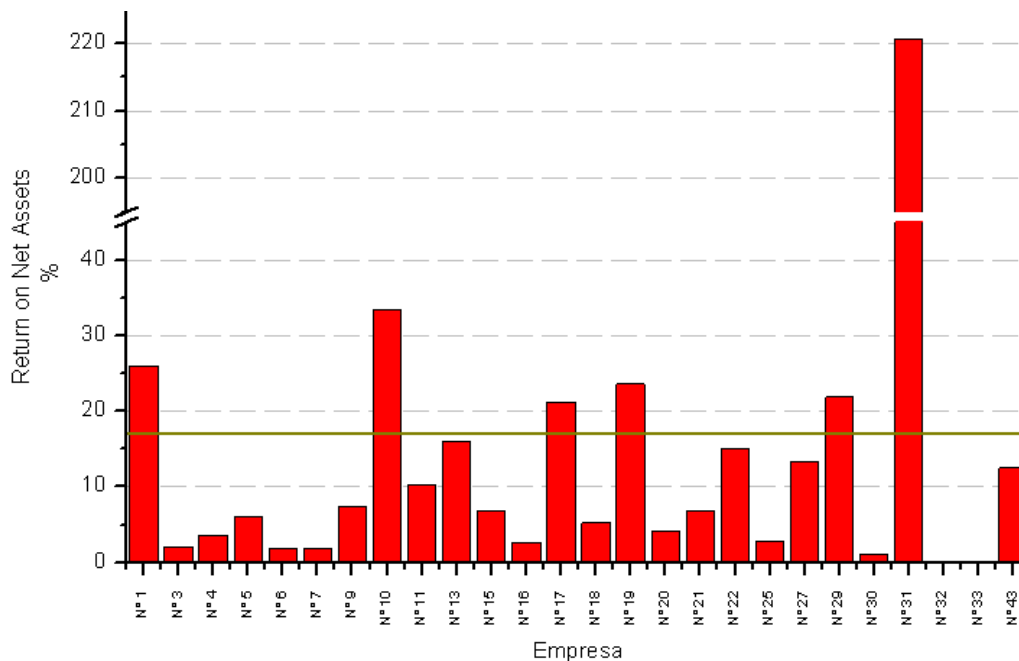
5.16 RONA: *Return on Net Assets*

Para calcular este ratio, primero se determina las Ganancias operativas Netas después de Impuestos (Resultado Operativo antes del Resultado Financiero – Impuesto a las Ganancias). Luego se calcula el Activo Total menos el Pasivo Corriente (sin los Prestamos de Corto Plazo). Por último se divide el primer valor obtenido por el segundo y se obtiene el RONA.

Traducido a ecuaciones sería:

$$RONA = \frac{(\text{Resultado Operativo Antes de Intereses} - \text{Im puesto Ganancias})}{\text{Activo Total} - (\text{Pasivo Corriente} - \text{Pr estamos CP})}$$

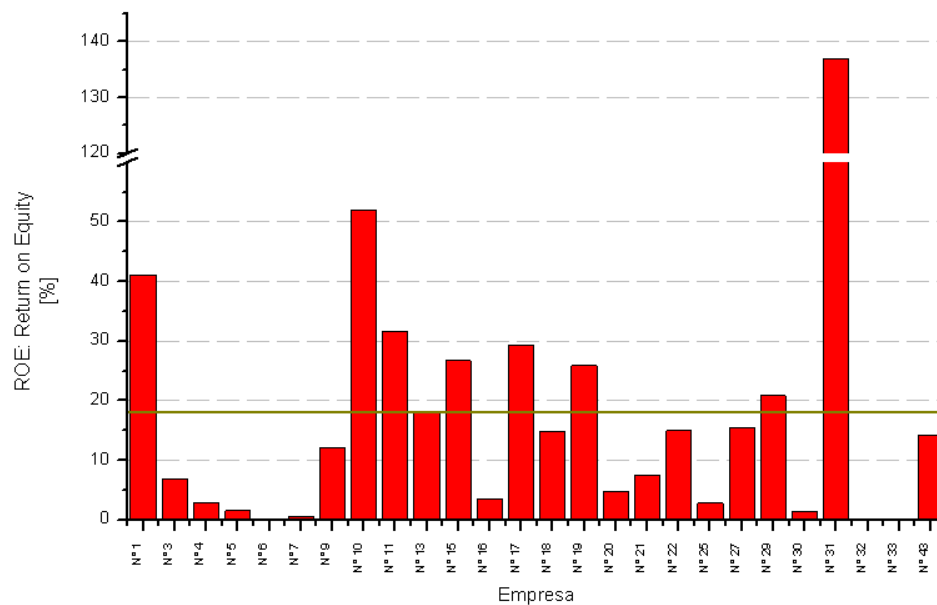
Esta expresado en términos porcentuales.



El promedio de los RONA de la muestra es de 17%.

5.17 ROE (Lucro Líq. / Patrimonio Líq.): Return on Equity

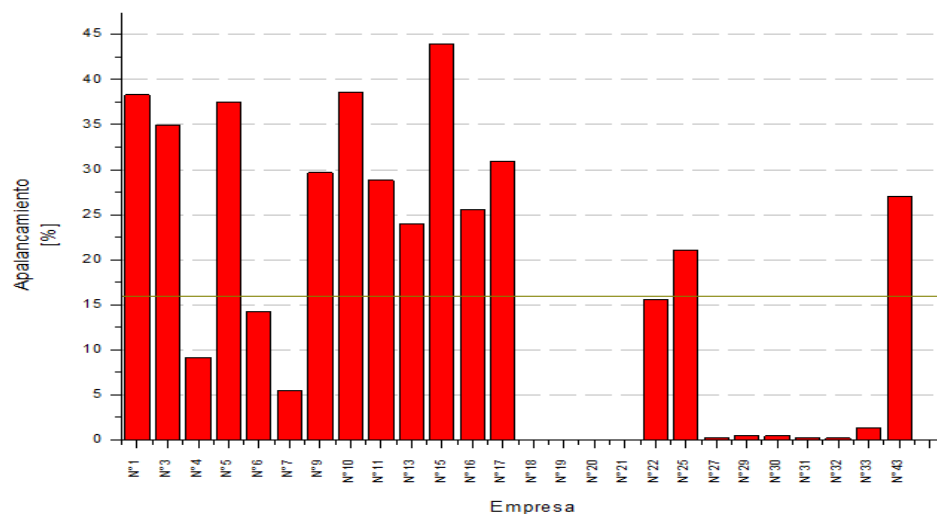
Este ratio es calculado como el Resultado Neto del ejercicio dividido el Patrimonio Neto. Esta expresado en términos porcentuales.



El promedio de los ROE de la muestra es de 18%.

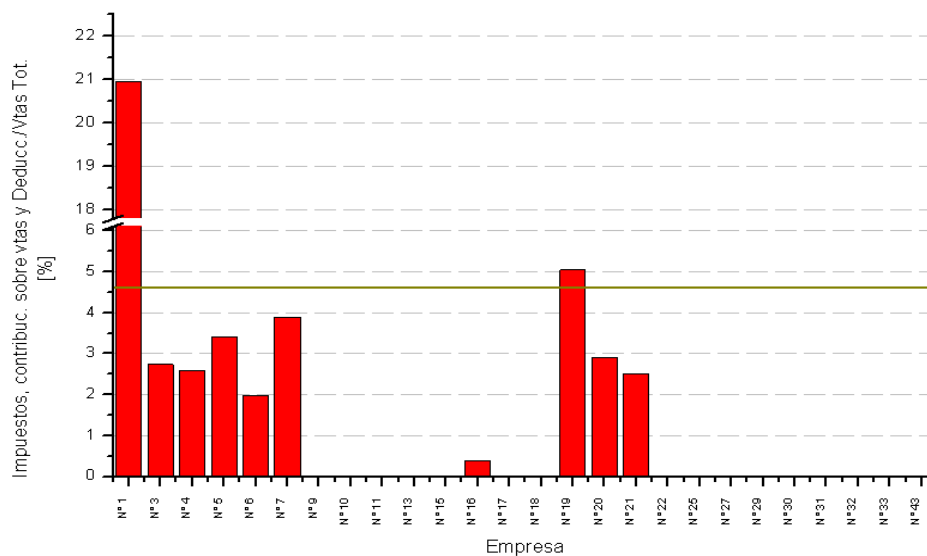
5.18 Apalancamiento

Este indicador representa el apalancamiento de la empresa que se mide como la relación entre la deuda y el activo de la empresa. Se expresa en forma porcentual.



El promedio del apalancamiento de la muestra es de 16%. Á media inclui as empresas que não tem empréstimos de curto prazo.

5.19 Impuestos, contribuciones sobre ventas y Deducciones/Ventas Totales

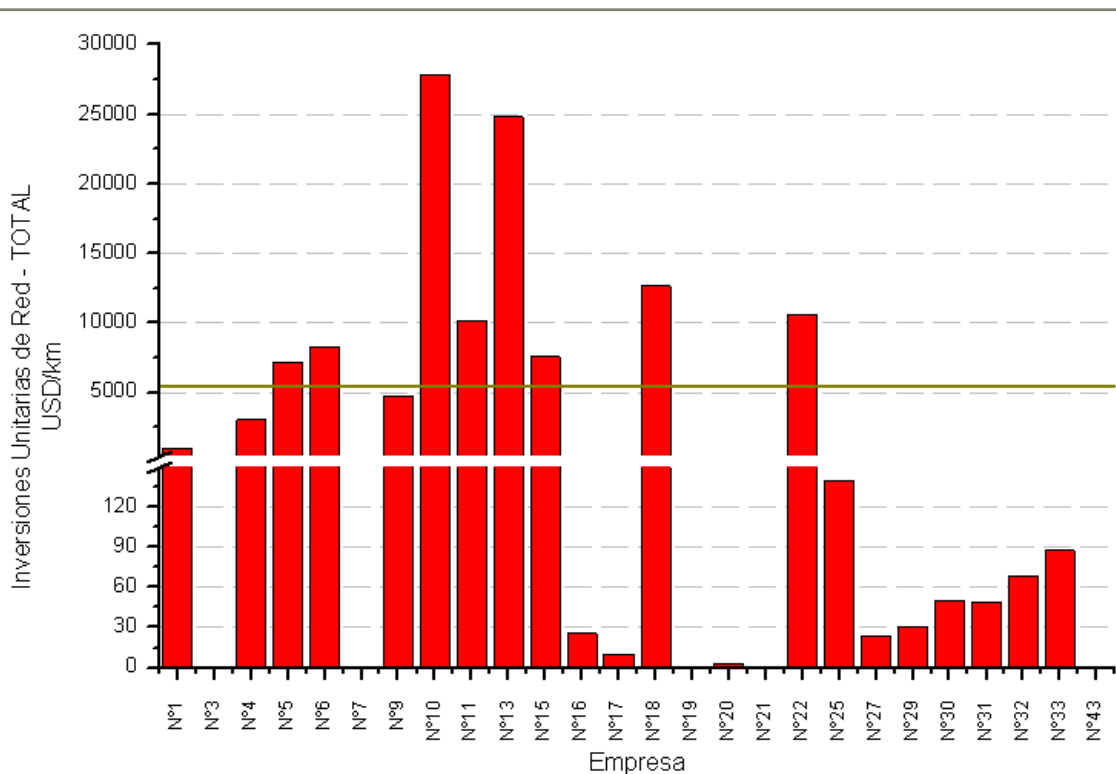


El promedio de la suma de los impuestos, las contribuciones sobre ventas y deducciones dividido las ventas totales de la muestra es de 4.6%.

5.20 Inversiones Unitarias de Red

Inversiones Unitarias de Red - Totales

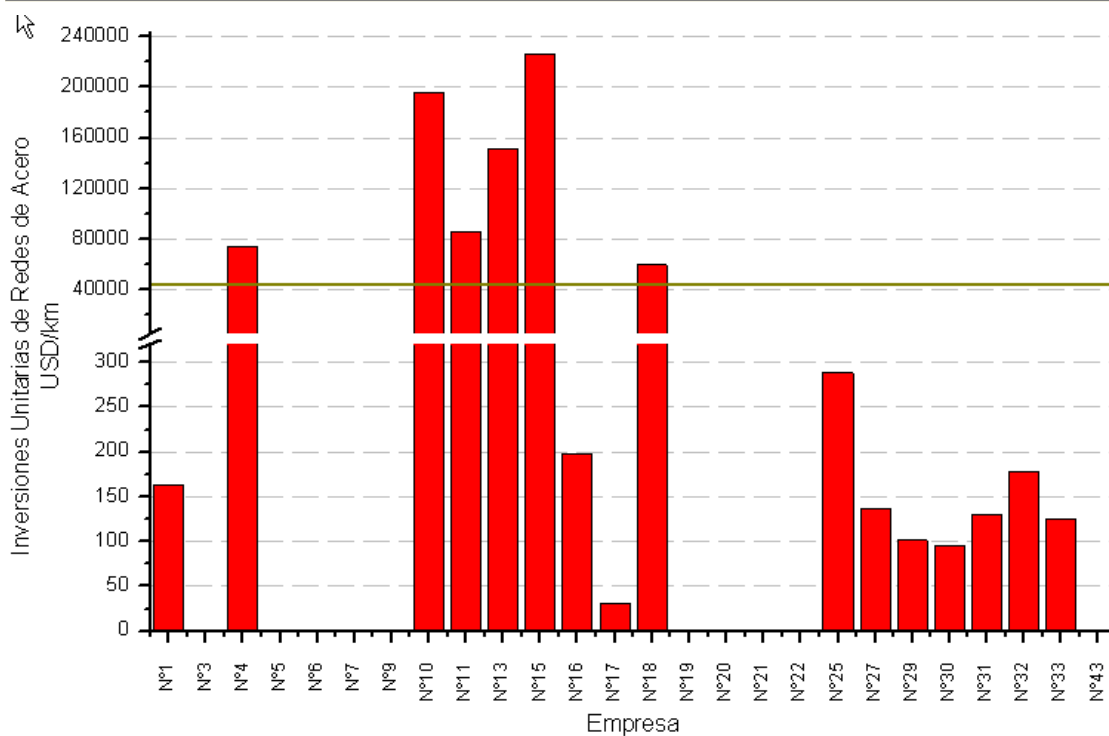
Este ratio fue calculado como la cantidad monetaria de inversiones totales de redes dividido la longitud total de esas redes. Esta expresado en USD/Km.



El promedio de las inversiones unitarias de todas las redes de la muestra es de 5400 USD/Km.

Inversiones Unitarias de Redes de Acero

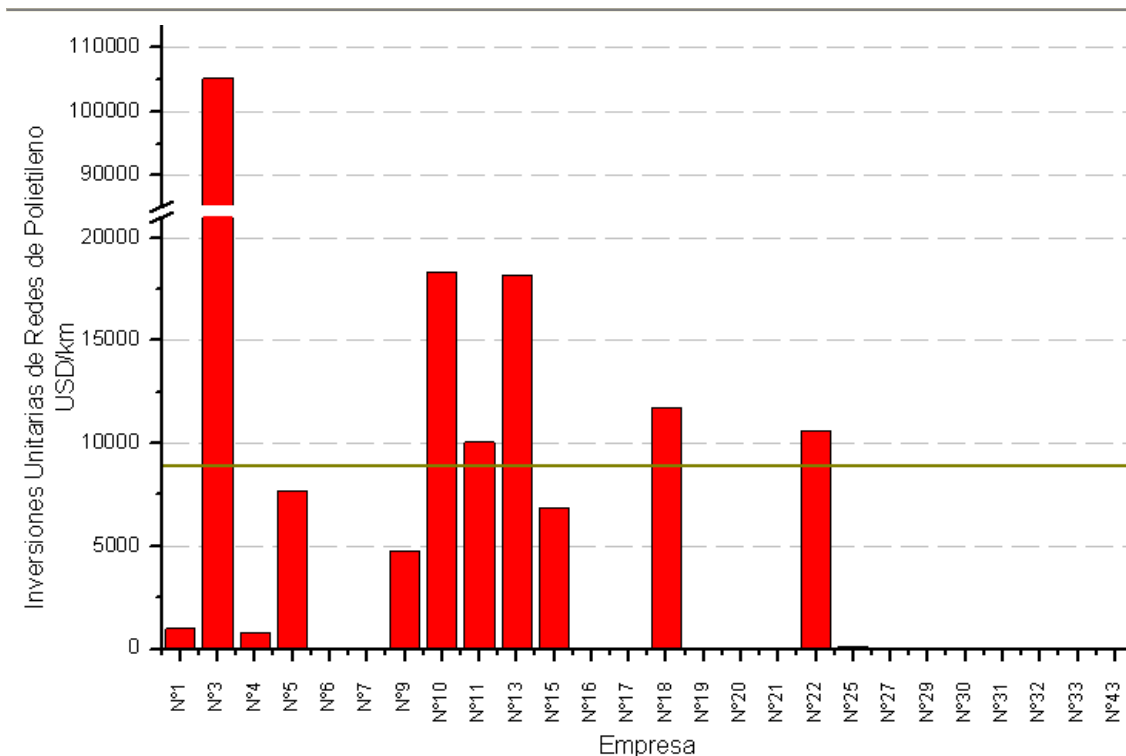
Este ratio fue calculado como la cantidad monetaria de inversiones de redes de acero dividido la longitud total de esas redes de acero. Esta expresado en USD/Km.



El promedio de las inversiones unitarias de las redes de acero de la muestra es de 44100 USD/Km.

Inversiones Unitarias de Redes de Polietileno

Este ratio fue calculado como la cantidad monetaria de inversiones de redes de polietileno dividido la longitud total de esas redes de polietileno. Esta expresado en USD/Km.

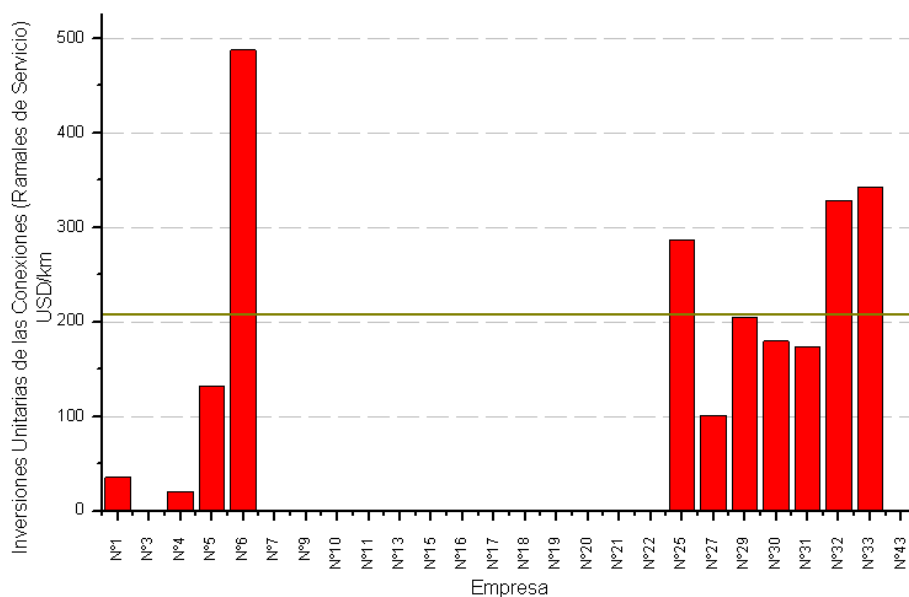


El promedio de las inversiones unitarias de las redes de polietileno de la muestra es de 8900 USD/Km.

5.21 Inversiones Unitarias de Conexiones (ramal de servicio)

Inversiones Unitarias de Conexiones Totales

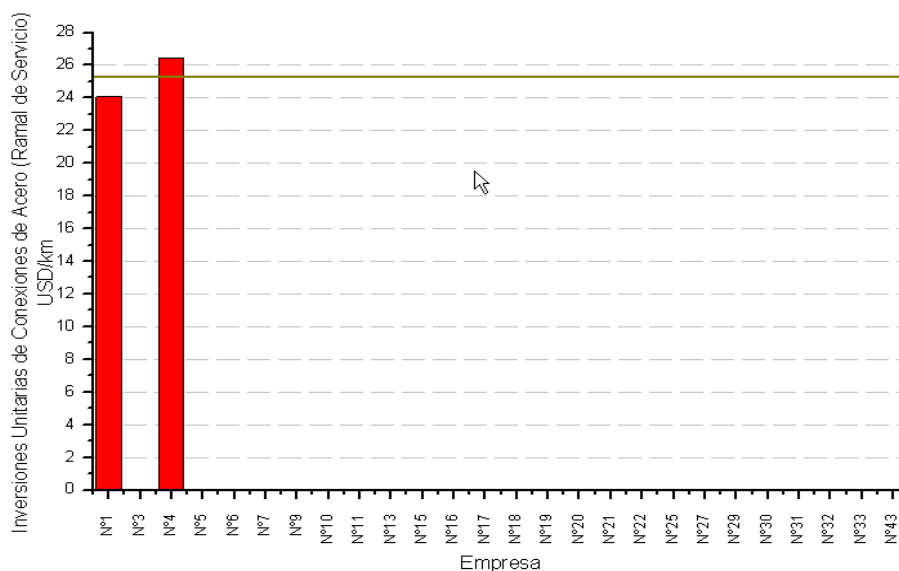
Este ratio fue calculado como la cantidad monetaria correspondiente al total de las inversiones de los ramales de servicio de las conexiones, dividido la longitud total de esos ramales de servicio. Esta expresado en USD/Km.



El promedio de las inversiones unitarias de las conexiones totales (ramal de servicio) de la muestra es de 208 USD/Km.

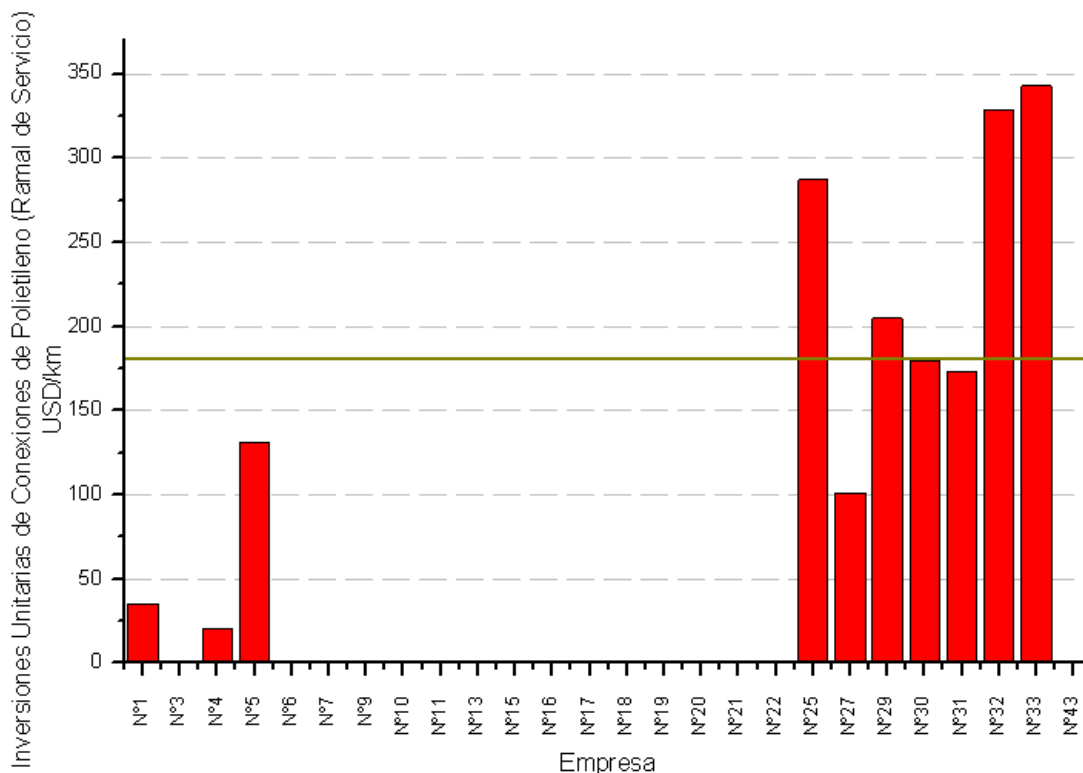
Inversiones Unitarias de Conexiones de Acero

Este ratio fue calculado como la cantidad monetaria correspondiente a las inversiones de los ramales de acero servicio de las conexiones, dividido la longitud total de esos ramales de acero de servicio. Esta expresado en USD/Km.



Inversiones Unitarias de Conexiones de Polietileno

Este ratio fue calculado como la cantidad monetaria correspondiente a las inversiones de los ramales de polietileno servicio de las conexiones, dividido la longitud total de esos ramales de polietileno de servicio. Esta expresado en USD/Km.

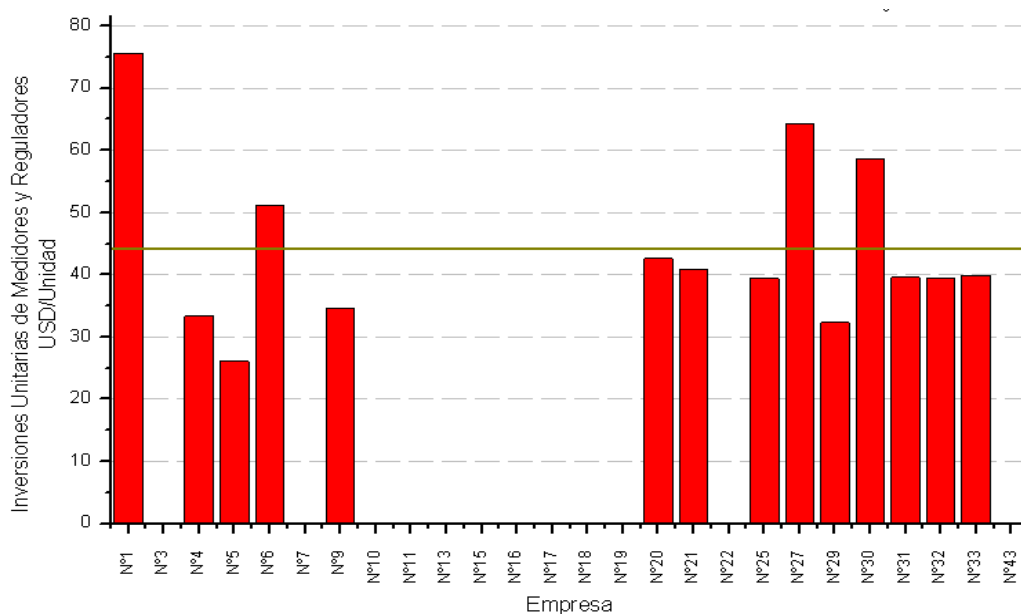


El promedio de las inversiones unitarias de las conexiones de Polietileno (ramal de servicio) de la muestra es de 180 USD/Km.

5.22 Inversiones Unitarias de Medidor + Regulador

Inversiones Unitarias de Medidor + Regulador Totales

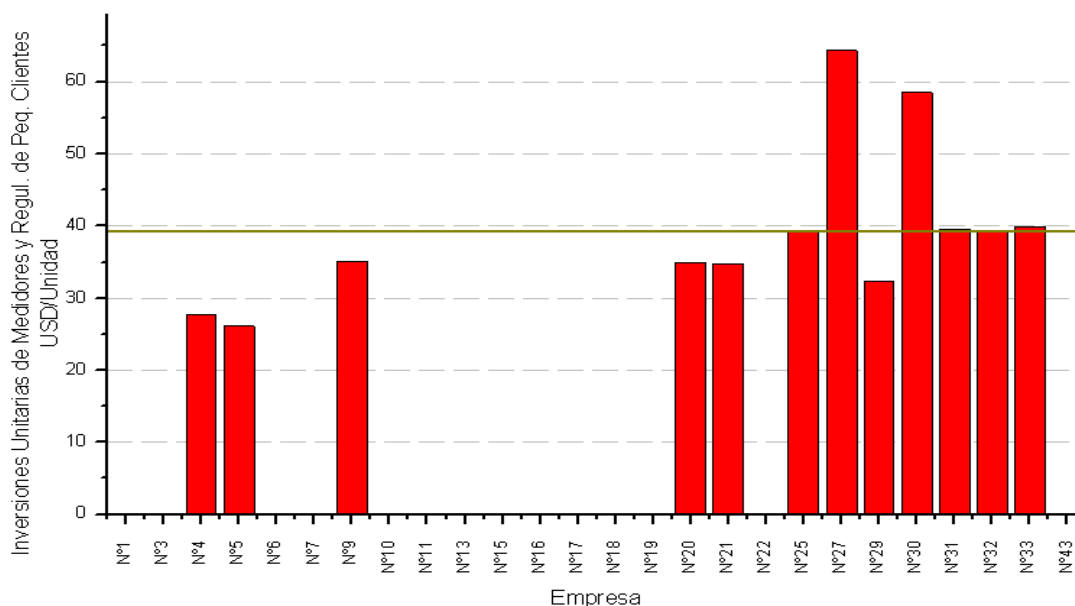
Este ratio fue calculado como la cantidad monetaria correspondiente a todas las inversiones de medidores y reguladores, dividido la cantidad total de esos medidores y reguladores. Esta expresado en USD/unidad.



El promedio de las inversiones unitarias de medidores y reguladores de la muestra es de 44 USD/unidad.

Inversiones Unitarias de Medidor + Regulador de Pequeño Cliente

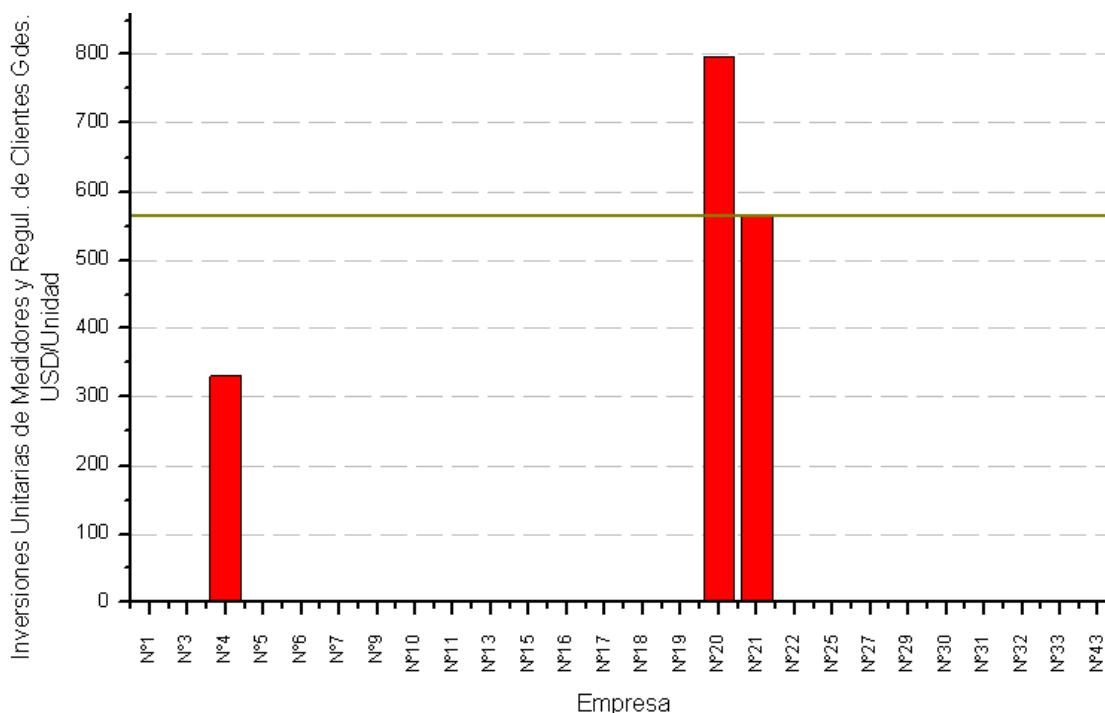
Este ratio fue calculado como la cantidad monetaria correspondiente las inversiones de medidores y reguladores de pequeños clientes, dividido la cantidad de esos medidores y reguladores. Esta expresado en USD/unidad.



El promedio de las inversiones unitarias de medidores y reguladores de pequeños clientes de la muestra es de 39 USD/unidad.

Inversiones Unitarias de Medidor + Regulador de Grande Cliente

Este ratio fue calculado como la cantidad monetaria correspondiente las inversiones de medidores y reguladores de clientes grandes, dividido la cantidad de esos medidores y reguladores. Esta expresado en USD/unidad.

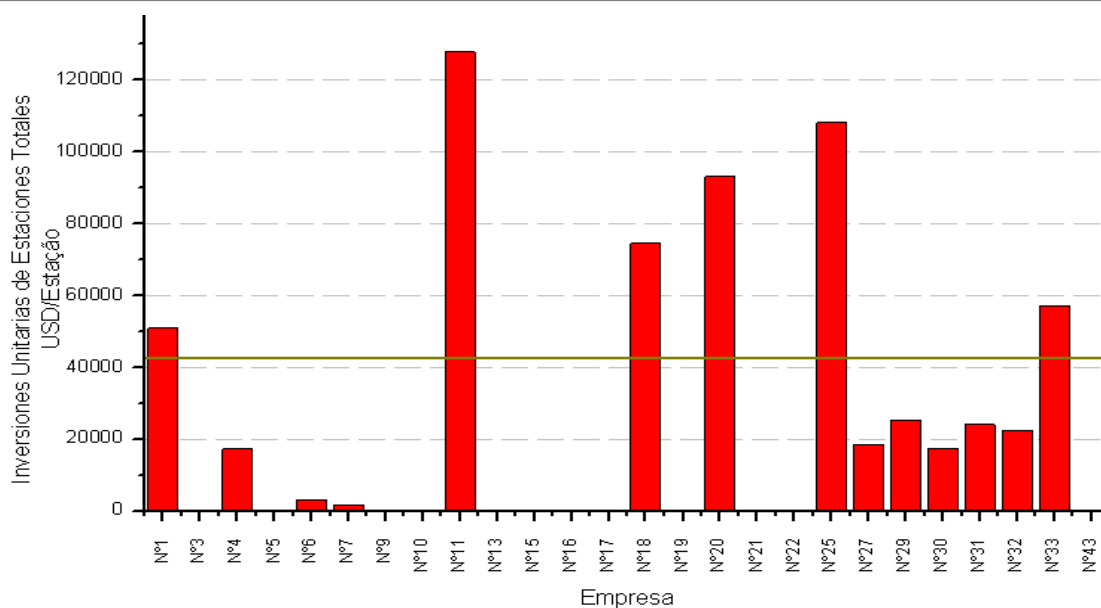


El promedio de las inversiones unitarias de medidores y reguladores de clientes grandes de la muestra es de 564 USD/unidad.

5.23 Inversiones Unitarias de Estaciones

Inversiones Unitarias de Estaciones Totales

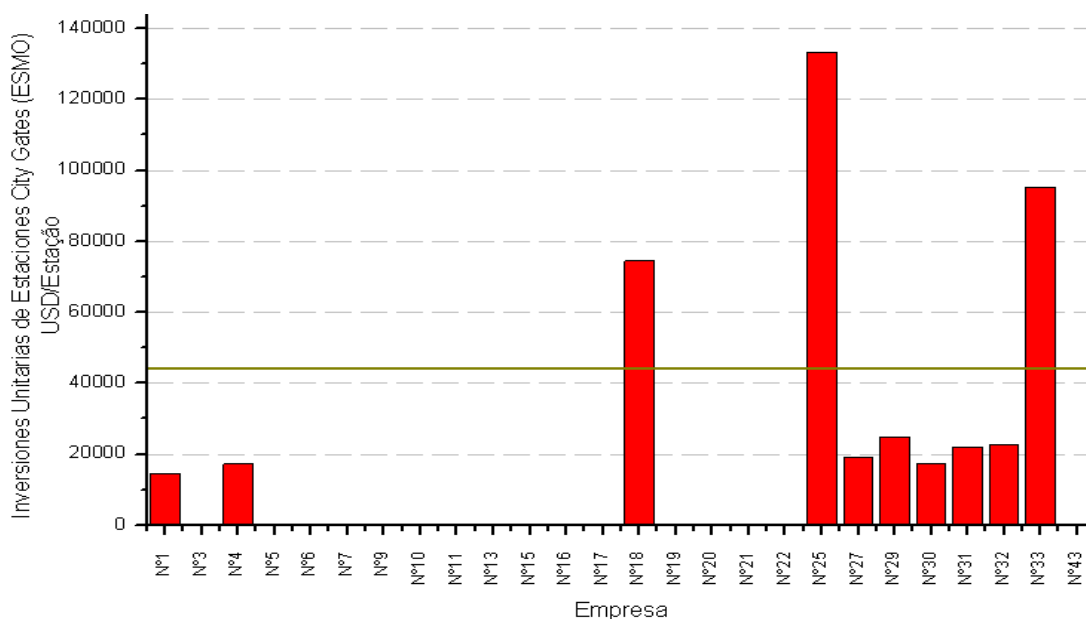
Este ratio fue calculado como la cantidad monetaria correspondiente a todas las inversiones de Estaciones, dividido la cantidad de esas estaciones. Esta expresado en USD/estación.



El promedio de las inversiones unitarias de Estaciones de la muestra es de 40050 USD/estación.

Inversiones Unitarias de City Gates (ESMO)

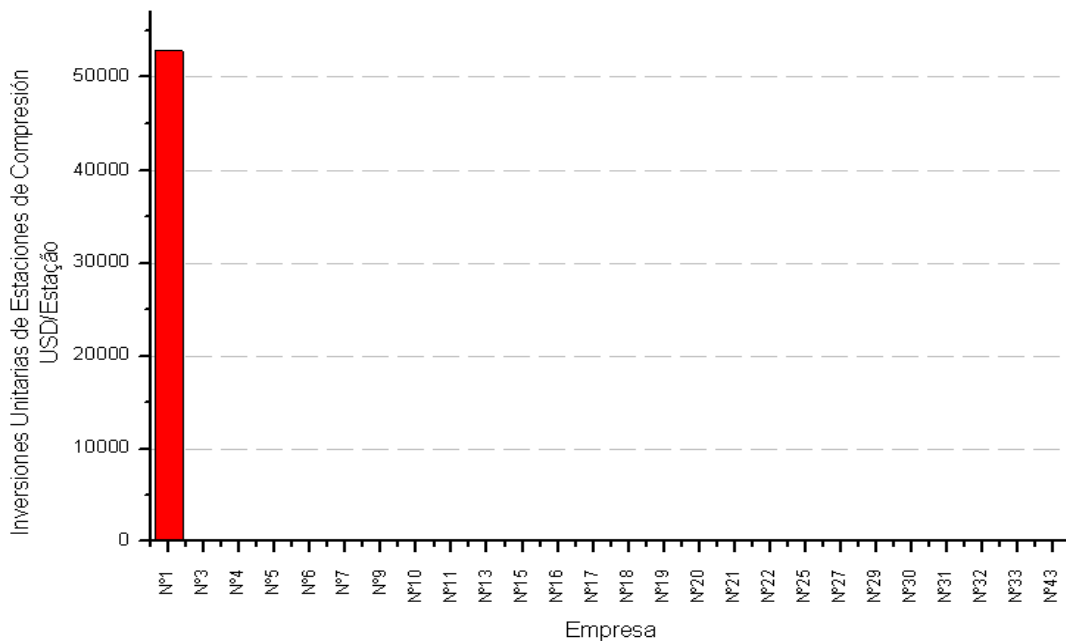
Este ratio fue calculado como la cantidad monetaria correspondiente a todas las inversiones de Estaciones de City Gates (ESMO), dividido la cantidad de esas estaciones. Esta expresado en USD/estación.



El promedio de las inversiones unitarias de Estaciones de City Gates (ESMO) de la muestra es de 44000 USD/estación.

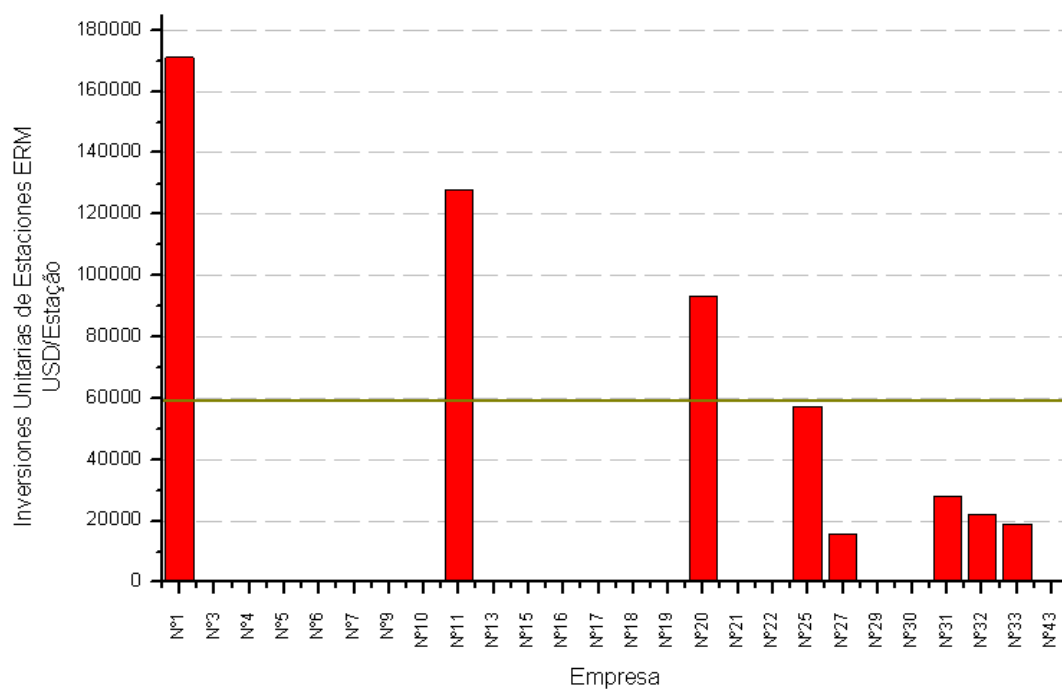
Inversiones Unitarias de Estaciones de Compresión

Este ratio fue calculado como la cantidad monetaria correspondiente a todas las inversiones de Estaciones de Compresión, dividido la cantidad de esas estaciones. Esta expresado en USD/estación.



Inversiones Unitarias de ERM

Este ratio fue calculado como la cantidad monetaria correspondiente a todas las inversiones de Estaciones ERM, dividido la cantidad de esas estaciones. Esta expresado en USD/estación.



El promedio de las inversiones unitarias de Estaciones ERM de la muestra es de 59000 USD/estación.

6 Estimación de Función de Costos Operacionales Totales

En el estudio del año anterior el modelo elegido fue regresionado con las siguientes variables: los clientes, el porcentaje de redes en Media Presión, el porcentaje de pequeños clientes (Residenciales y Comerciales) y la población por las redes. Este año se analizó la inclusión de nuevas variables como las siguientes: la cantidad de *City Gates*, el tiempo medio de atención por reclamo, el porcentaje de redes de Polietileno, el porcentaje de redes de Acero y la aplicación o no de la Norma Americana ASME B31.8.

La función de costos propuesta, pero no elegida para la estimación, es de tipo Cobb-Douglas y las variables se detallan en la siguiente ecuación:

$$CosEficAjus = k \times Cli^{\beta_1} \times \%Poliet^{\beta_2} \times \%Aço^{\beta_3} \times \%PeqClient^{\beta_4} \times (Pob \times L)^{\beta_5} \times CityGates^{\beta_6} \times TiempoAt^{\beta_7} \times e^{\beta_8 D} \times e^{\epsilon_i}$$

Ecuación 6

Donde:

CosEficAjus: Suma de costos O&M de redes, servicios al cliente y Adm.

Cli: Cantidad de Clientes

%Polietileno: % de la Red que es de Polietileno

%Aço: % de la Red Total que es de Acero

%PeqCli: % de Clientes Residenciales y Comerciales

Pob: Población de la mayor ciudad abastecida por la distribuidora

L: Longitud de Redes

City Gates: La cantidad de City Gates propios o no de la Distribuidora

TiempoAt: Tiempo Medio de Atención de Emergencia

D: Variable dummy que asume el valor de 1 si la distribuidora cumple la norma Americana ASME B31.8 y asume o valor 0 en caso contrario

Donde k es un componente autónomo y $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7, \beta_8$ son los coeficientes asociados a las variables explicativas, que representan las elasticidades del costo total con respecto a estas variables y ϵ_i es el termino de error, el cual es aleatorio en el caso del modelo de eficiencia media y compuesto en el caso del modelo de frontera estocástica.

Respecto a los signos de los coeficientes del modelo se pueden esperar los siguientes:

Donde:

Cli: Positivo
%Polietileno: Negativo
%Acero: Positivo
%PeqCli: Negativo
Pob x L: Positivo
City Gates: Positivo
TiempoAt: Negativo
D: Positivo

Se espera que los costos operacionales se incrementen con la cantidad de clientes debido a las actividades de servicio al cliente que incluyen la lectura, facturación, cobranza y atención de reclamos. Por otra parte, los clientes pequeños, Residenciales y Comerciales demandan menores costos de atención que los grandes clientes. Esto es debido a que los grandes consumidores requieren una atención más personalizada, que incluye la negociación de los contratos individualmente y la constante comunicación para nominaciones y otras cuestiones operativas. Por eso se incluyó la variable %PeqCli donde se prevé que el coeficiente adquiera signo negativo. Las empresas que tengan mayor cantidad de clientes pequeños incurrirán en menores costos de servicio de clientela. Con relación a la cantidad de *City Gates*, se prevé que aumenten los costos cuando aumenta el número de *City Gates*. En referencia a las variables que reflejan la calidad del servicio, *dummy* de la norma y tiempo de atención, se espera que la primera impacte positivamente sobre los costos y la segunda negativamente ya que se emplean mayores cantidades de recursos para reducir el tiempo de atención.

Se debe considerar también la diferencia de costos que surge de operar redes de Acero con respecto a operar redes de Polietileno. Se espera que las redes de Acero, de mayor diámetro por km y mayores presiones de operación, presenten mayores costos por km que las redes de Polietileno. También los materiales de reposición de las redes de Acero que no se activan generalmente son de mayor costo que los materiales de redes en Polietileno. Por eso se agregaron las variables de %Acero y

%Polietileno que deberían presentar coeficientes positivo y negativo respectivamente.

Por último, es importante destacar que se espera que la operación de redes en ciudades de grande población sea más costosa que operar redes en pequeñas ciudades. Esto es así dado que los conflictos de multi-servicios subterráneos, dificultan las reparaciones en zonas urbanas de gran densidad poblacional. Los mayores tiempos de desplazamiento por problemas de tránsito también deberían aumentar los costos cuando el servicio es prestado. Para capturar este efecto se buscó la población de la mayor ciudad abastecida, mediante la variable *Pob*, para cada empresa, que fue multiplicada por la longitud de la red *L*. El efecto combinado de esta variable *Pob*L* captura los mayores costos proporcionales a la longitud de la red, ponderados por el tamaño de la ciudad abastecida.

Después de realizar numerosos regresiones, los coeficientes de las nuevas variables incluidas no fueron significativos. A continuación se presentan las regresiones realizadas donde muestran que los coeficientes no fueron significativos.

- Se incluyó la variable “**City Gates**” y la regresión fue la siguiente:

```
. xtreg Incosttota-s ln_clientes ln_porc_mp ln_pobredes ln_city_gates if aos>=2000, re
```

```
Random-effects GLS regression           Number of obs   =    169
Group variable (i): identifica~n       Number of groups =     33

R-sq:  within   =   0.6669              Obs per group:  min   =     3
        between  =   0.8869              avg                   =   5.5
        overall   =   0.9025              max                   =     8
```

```
Random effects u_i ~ Gaussian          Wald chi2(4)    =  434.06
corr(u_i, X) = 0 (assumed)             Prob > chi2     =  0.0000
```

Incosttota-s	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ln_clientes	0.5443068	0.0782298	6.96	0	0.3909792	0.6976343
ln_porc_mp	-1.329321	0.4864237	-2.73	0.006	-2.282694	-0.3759484
ln_pobredes	0.1516428	0.0622973	2.43	0.015	0.0295423	0.2737432
ln_city_ga~s	0.0075063	0.0299056	0.25	0.802	-0.0511075	0.0661201
_cons	6.102333	0.6983715	8.74	0	4.733551	7.471116
sigma_u	0.40601943					
sigma_e	0.10233373					
rho	0.94026948 (fraction of variance due to u_i)					

El coeficiente no dio significativo (z=0.25) por lo tanto no pudo ser incluida.

- Se incluyó la variable **“Porcentaje de redes que no son de Acero”** y la regresión fue la siguiente:

```
. xtreg Incosttotales ln_clientes ln_porc_mp ln_pobredes Innoacero if aos>=2000, re
```

```
Random-effects GLS regression                Number of obs   =    169
Group variable (i): identifica~n           Number of groups =    33

R-sq:  within   =   0.7086                  Obs per group:  min   =    3
        between  =   0.8699                  avg                   =   5.5
        overall  =   0.8948                  max                   =    8

Random effects u_i ~ Gaussian               Wald chi2(4)    =  354.67
corr(u_i, X) = 0 (assumed)                 Prob > chi2     =  0.0000
```

Incosttotales	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ln_clientes	0.4833959	0.0828769	5.83	0	0.3209601	0.6458316
ln_porc_mp	-1.412451	0.5534344	-2.55	0.011	-2.497162	-0.3277392
ln_pobredes	0.2028534	0.0693211	2.93	0.003	0.0669864	0.3387203
Innoacero	0.1339404	0.1724993	0.78	0.437	-0.204152	0.4720327
_cons	5.872671	0.7845112	7.49	0	4.335058	7.410285
sigma_u	0.41997127					
sigma_e	0.10286394					
rho	0.94340411 (fraction of variance due to u_i)					

El coeficiente no dio significativo (z=0.78) por lo tanto no pudo ser incluida.

- Se incluyó la variable **“Tiempo Medio de Atención de Emergencia** y la regresión fue la siguiente:

$$\text{CosEficAjus} = k \times \text{Cli}^{\beta_1} \times \%MP^{\beta_2} \times \%PeqClient^{\beta_3} \times (\text{Pob} \times L)^{\beta_4} \times e^{\epsilon_i}$$

Ecuación 7

Donde:

CosEficAjus: Suma de costos O&M de redes, servicios al cliente y Adm.

Cli: Cantidad de Clientes

%MP: % de Red Total que es de Media Presión

%PeqCli: % de Clientes Residenciales y Comercios

Pob: Población de la mayor ciudad abastecida por la distribuidora

L: Longitud de Redes

Respecto a los signos de los coeficientes del modelo se pueden esperar los siguientes:

Donde:

Cli: Positivo

%MP: Negativo

%PeqCli: Negativo

Pob x L: Positivo

6.1 Robustez del Modelo

Una vez que fueron elegidas las variables que mejor explican los costos totales, se analizó la robustez del modelo. Para esto se realizaron distintas corridas tomando distintos periodos de tiempo datos a partir de 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004. Es decir, se corrió la regresión tomando datos a partir de 1997 y se obtuvieron coeficientes, luego se corrió la misma regresión, pero con datos desde 1998 y también se tomaron los coeficientes. Es decir, se realizó este procedimiento sacando un año de historia en cada corrida y se obtuvieron los coeficientes en cada caso.

Se analizó la variación de los coeficientes de las distintas corridas para ver la robustez del modelo obteniéndose los siguientes resultados:

Como verificación de la robustez, se observa la variación en los valores de los parámetros con respecto al número de años de historia considerado. A continuación las gráficas muestran esta evolución:

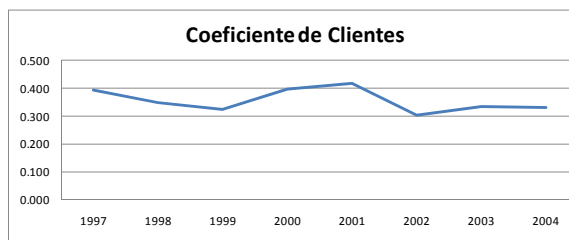


Figura 3: Coeficiente de Clientes, resultado de las corridas donde se fue eliminando un año de historia en cada caso. Ej.: el coeficiente para el año 2002 surge de las corridas con los datos a partir de 2002.

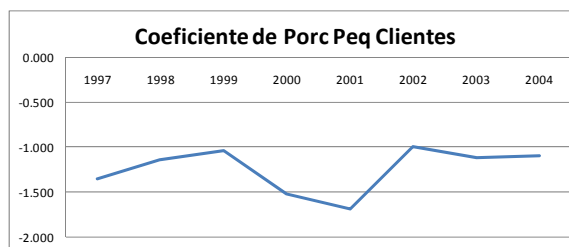


Figura 4: Coeficiente de porcentaje de Pequeños Clientes, resultado de las corridas donde se fue eliminando un año de historia en cada caso.

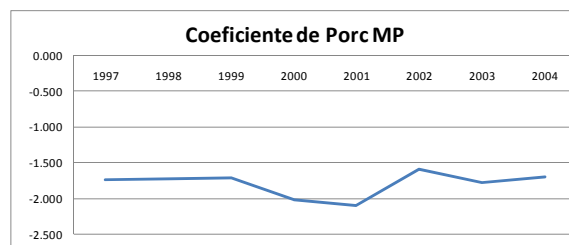


Figura 5: Coeficiente de Porcentaje de redes de Media Presión, resultado de las corridas donde se fue eliminando un año de historia.

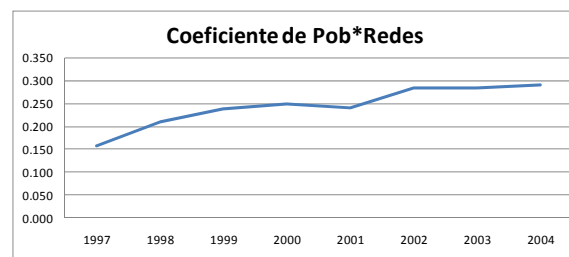


Figura 6: Coeficiente de la variable Población por Redes, resultado de las corridas donde se fue eliminando un año de historia.

Como se puede observar en las graficas anteriores los coeficientes presentan variaciones reducidas siendo el coeficiente que más varía el porcentaje de pequeños

clientes. Como tienen signo negativo cuando aumenta este porcentaje, disminuye el costo total.

También se analizó el *score* promedio de las empresas que generaron las corridas, obteniendo el gráfico que se muestra a continuación:

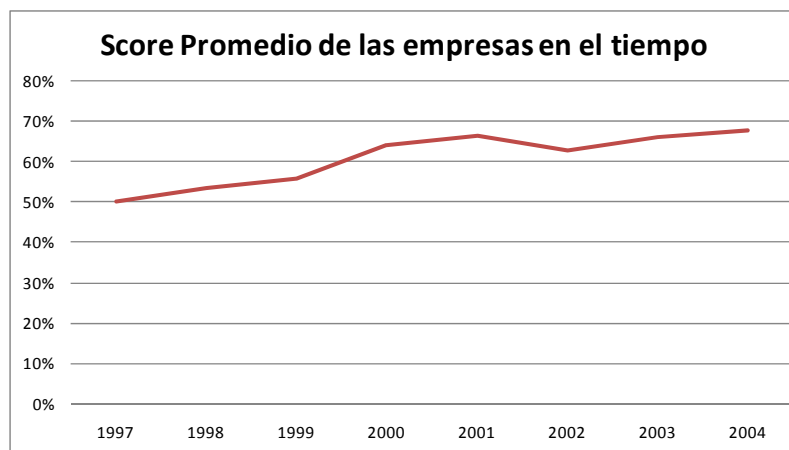


Figura 7: El *score* promedio de todas las empresas de la muestra, resultado de las corridas donde se fue eliminando un año de historia y donde las variables que explican los costos son: los clientes, el porcentaje de pequeños clientes, el porcentaje de redes de MP y la población por las redes.

Se observa también que el *score* promedio tenga la misma forma que los coeficientes de clientes, de porcentaje de pequeños clientes y de redes de media presión, ya que los últimos dos tienen signo negativo. El coeficiente que más afecta la robustez del modelo es el porcentaje de pequeños clientes porque es el que más variabilidad tiene.

Además las variables de porcentaje de pequeños clientes y de porcentaje de media presión están correlacionadas ya que en general los pequeños clientes tienen redes de media presión, por lo que aparece un problema de colinealidad. En la siguiente figura se muestra una regresión con mínimos cuadrados donde se explica el porcentaje de media presión con el porcentaje de pequeños clientes:

. xtreg ln_porc_mp ln_porc_peqli if aos>=2000, re

```

Random-effects GLS regression                Number of obs   =   169
Group variable (i): identifica~n           Number of groups =   33

R-sq: within   =   0.6458                   Obs per group: min =   3
      between   =   0.8968                   avg               =   5.5
      overall   =   0.9132                   max               =   8

Random effects u_i ~ Gaussian              Wald chi2(4)    =  42.88
corr(u_i, X) = 0 (assumed)                 Prob > chi2    =  0.0000

```

ln_porc_mp	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ln_porc_pe~i	21.2104900	3.2392310	6.55	0	14.8617200	27.5592700
_cons	-0.0751762	0.0194933	-3.86	0	-0.1133825	-0.0369700
sigma_u	0.10297998					
sigma_e	0.01036261					
rho	0.98997563 (fraction of variance due to u_i)					

Figura 8: Regresión donde se explica el porcentaje de media presión con el porcentaje de pequeños clientes. Se puede afirmar que están directamente correlacionadas las dos variables.

Como se puede apreciar en la figura, el porcentaje de media presión esta correlacionado con el porcentaje de pequeños clientes, ya que la bondad de ajuste es buena (el R cuadrado es de 0.91) y el estadístico z es mayor en valor absoluto que dos, por lo tanto es estadísticamente significativo. Por esta razón no tiene sentido explicar los costos con las dos variables.

Se realizo el mismo análisis, pero no se colocó la variable de pequeños clientes explicando los costos. Se obtuvo un modelo más robusto ya que el *score* promedio disminuyó la variabilidad, como se muestra en el siguiente gráfico:

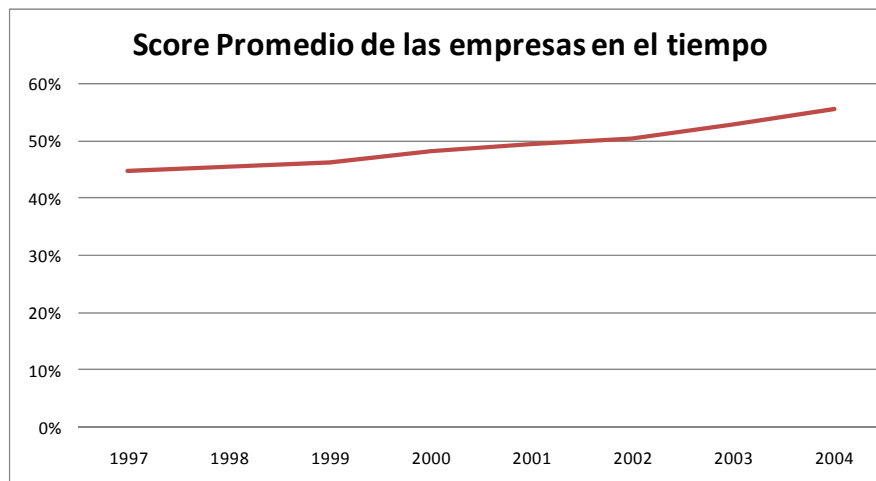


Figura 9: El score promedio de todas las empresas de la muestra, resultado de las corridas donde se fue eliminando un año de historia y donde las variables que explican los costos son: los clientes, el porcentaje de redes de MP y la población por las redes.

Finalmente el modelo más robusto que explica los costos totales es el siguiente:

$$CosEficAjus = k \times Cli^{\beta_1} \times \%MP^{\beta_2} \times (Pob \times L)^{\beta_3} \times e^{\varepsilon_i}$$

Ecuación 8

Donde:

CosEficAjus: Suma de costos Ou&M de redes, servicios al cliente y Adm.

Cli: Cantidad de Clientes

%MP: % de la Red Total que es de Media Presión

Pob: Población de la mayor ciudad abastecida por la distribuidora

L: Longitud de Redes

Se espera que los signos de los coeficientes del modelo sean los siguientes:

Donde:

Cli: Positivo

%MP: Negativo

Pob x L: Positivo

Los años 1997, 1998 y 1999 fueron eliminados de las regresiones debido a los cambios regulatorios que existieron en ese periodo para una gran cantidad de distribuidoras de gas. Por tanto, los datos utilizados fueron a partir de 2000.

6.2 Estimaciones de la Eficiencia media

En primer lugar se realizó la estimación de los costos operacionales ajustados utilizando a metodología de Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS - *Generalized Least Squares*). GLS es utilizado cuando se cuenta con datos de panel y consiste en la minimización de errores cuadráticos ponderando adecuadamente los datos de la misma empresa a lo largo de los años. Los indicadores de la bondad de ajuste (R2) de la estimación son: within: 65%, between: 90% y overall: 91% y los coeficientes en general presentan los signos esperados.

En la siguiente figura se puede observar el detalle de la mejor estimación obtenida, emitido por el software de análisis estadística STATA 8.0.

```
. xtreg Incosttotales ln_clientes ln_porc_mp ln_pobredes aos if aos>=2000, re
```

Random-effects GLS regression	Number of obs	=	169		
Group variable (i): identifica-n	Number of groups	=	33		
R-sq: within	=	0.6314	Obs per group: min	=	3
between	=	0.902	avg	=	5.5
overall	=	0.9176	max	=	8
Random effects u_i ~ Gaussian	Wald chi2(4)	=	488.39		
corr(u_i, X) = 0 (assumed)	Prob > chi2	=	0.0000		

Incosttotales	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ln_clientes	0.5058307	0.0728370	6.94	0.000	0.3630728	0.6485886
ln_porc_mp	- 1.4366760	0.4473910	-3.21	0.001	-2.3135460	-0.5598061
ln_pobredes	0.1808822	0.0582965	3.1	0.002	0.0666233	0.2951412
_cons	5.8819650	0.6386707	9.21	0.000	4.6301940	7.1337370
sigma_u	0.3860461					
sigma_e	0.1014671					
rho	0.9353809	(fraction of variance due to u_i)				

Figura 10: Resultados de la regresión para explicar los costos operacionales ajustados con Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS) donde se muestra que los coeficientes presentan los signos esperados y son estadísticamente significativos. La bondad de ajuste es aceptable.

6.3 Fronteras de eficiencia

6.3.1 Frontera de Eficiencia invariante en el tiempo

Cuando se aplica la metodología de frontera estocástica, el error incorpora un término aleatorio que captura fenómenos cuya ocurrencia está fuera del control de la empresa, tales como variaciones climáticas o fluctuaciones del mercado, y otro

término que representa la ineficiencia atribuida a factores que dependen del desempeño de la empresa y que no promueven la minimización del costo operacional total¹.

En la siguiente figura se puede observar el resultado de la estimación:

```

. xtfreier Incostruales In_cientes In_porc_mp In_pobredes if aos>=2000, ti cost difficult
Time-invariant inefficiency model      Number of obs   =           169
Group variable (i): identifica-n       Number of groups =           33
Time variable (t): aos                  Obs per group:  min =           3
                                          avg              =           5.5
                                          max              =           8
                                          Wald chi2(3)     =          1234.21
                                          Prob > chi2      =           0
Log likelihood = 88.391701

```

Incostruales	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
In_cientes	0.6166977	0.0639623	9.64	-	0.491334	0.742062
In_porc_mp	- 1.2089120	0.4327357	- 2.79	0.005	- 2.057058	- 0.360766
In_pobredes	0.1178788	0.0378642	3.11	0.002	0.043666	0.192091
_cons	5.5502740	0.3103675	17.88	-	4.941965	6.158583
/mu	- 1.6873660	4.9891360	- 0.34	0.74	- 11.46589	8.09116
/lnsigma2	- 0.0086752	2.0045320	-	1.00	- 3.93749	3.92014
/ilgtgamma	4.5509130	2.0182130	2.25	0.02	0.59529	8.50654
sigma2	0.9913623	1.98722	0.019	50.407		
gamma	0.9895527	0.02086	0.645	1.000		
sigma_u2	0.9810053	1.98710	- 2.914	4.876		
sigma_v2	0.0103570	0.00126	0.008	0.013		

Figura 11: Resultados de la regresión para explicar los costos operacionales ajustados con Frontera Estocástica (SFA) invariante en el tiempo donde se muestra que los coeficientes presentan los signos esperados y son estadísticamente significativos.

Como se muestra en la figura, los signos de los coeficientes se mantuvieron con respecto a las estimaciones de eficiencia media y permanecen prácticamente invariante en sus valores. Los coeficientes de las variables son estadísticamente significativos al 95% de confianza. Por lo tanto se aceptó este método para realizar las estimaciones.

6.2.2 Frontera de Eficiencia variante en el tiempo

Mediante la incorporación del efecto en el tiempo se consigue identificar si existió un avance tecnológico que produzca un desplazamiento de la frontera eficiente y su consecuente reducción de costos.

En la siguiente figura se puede observar el resultado de la estimación que incluye el efecto del tiempo:

¹ El término de error que representa la ineficiencia tiene una distribución truncada.

. xtfreier Incostrtotales ln_clientes ln_porc_mp ln_pobredes if aos>=2000, tvd cost difficult

Time-varying decay inefficiency model
Group variable (i): identificacion
Time variable (t): aos

Number of obs = 169
Number of groups = 33
Obs per group: min = 3
 avg = 5.5
 max = 8

Wald chi2(3) = 1188.08
Prob > chi2 = 0.0000

Log likelihood = 88.445237

Incostrtotas	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ln_clientes	0.6165791	0.0641945	9.60	0.000	0.4907602	0.7423980
ln_porc_mp	-1.1872220	0.4325919	-2.74	0.006	-2.0350870	-0.3393578
ln_pobredes	0.1170372	0.0376979	3.10	0.002	0.0431507	0.1909237
_cons	5.5747040	0.3106734	17.94	0.000	4.9657950	6.1836120
/mu	-1.8000100	5.3860650	-0.33	0.738	-12.3565000	8.7564840
/eta	-0.0035253	0.0107851	-0.33	0.744	-0.0246637	0.0176131
/lnsigma2	0.0405055	2.0686910	0.02	0.984	-4.0140540	4.0950650
/lgtgamma	4.6006280	2.0821090	2.21	0.027	0.5197694	8.6814870
sigma2	1.0413370	2.1542050	0.0180600	60.0432600		
gamma	0.9900544	0.0205019	0.6270938	0.9998303		
sigma_u2	1.0309800	2.1540920	-3.1909630	5.2529240		
sigma_v2	0.0103567	0.0012617	0.0078839	0.0128296		

Figura 12: Resultados de la regresión para explicar los costos operacionales ajustados con la Frontera Estocástica (SFA) variante en el tiempo donde se muestra que los coeficientes presentan los signos esperados y son estadísticamente significativos.

El coeficiente Eta, que es el que mide el avance tecnológico, no es estadísticamente significativo ($z=-0.33$) con lo cual no se puede concluir que exista una variación en el tiempo de la frontera de costos.

Se puede observar también que los resultados se mantienen invariantes si se considera o no la influencia del tiempo en la estimación.

7 Ranking de eficiencia

Como el resultado de la estimación de la frontera de costos operacionales se determina el cociente para cada empresa, de los costos de frontera y los costos reales. Este cociente es conocido como el *score* y representa el grado de eficiencia de cada empresa. Posteriormente se ordenan las empresas en función de su *score* para elaborar un ranking de eficiencia. De las 33 empresas que participan en el estudio, 21 obtuvieron un *score* superior a la media de 67%

En la siguiente figura se puede observar el ranking de empresas y sus respectivos *score*:

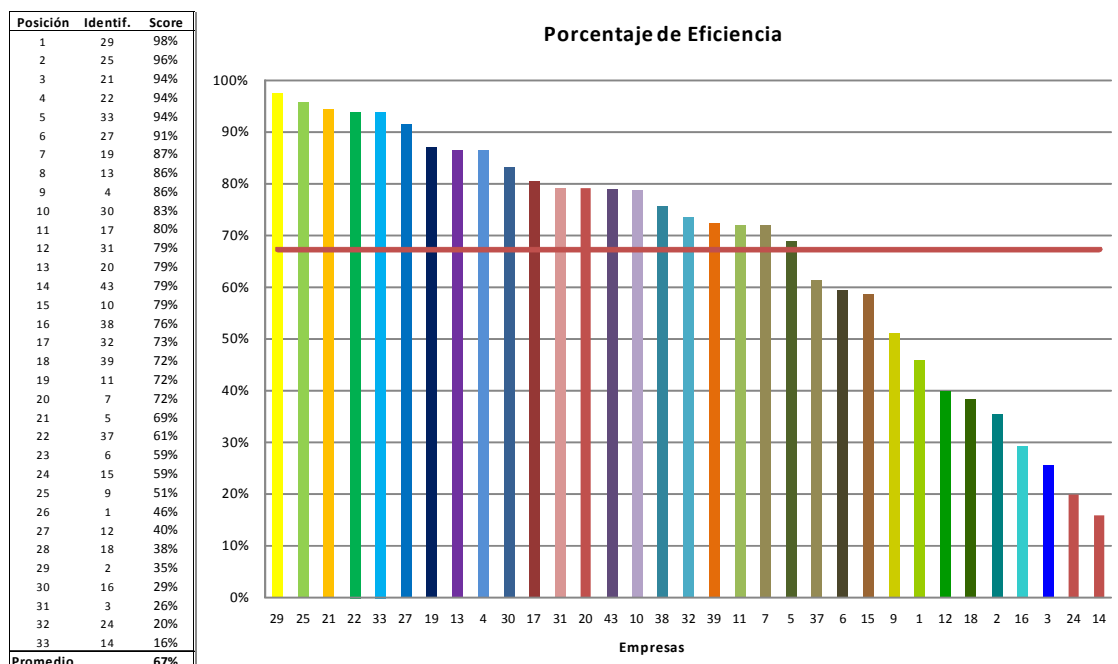


Figura 13: Ranking de eficiencias de las empresas de la muestra.

Este *score* obtenido no es comparable con el *score* obtenido el año pasado ya que las variables de la función de costos con la que se realizó la frontera no son las mismas. Para poder comparar se realizó un análisis comparativo de los *scores* para los años 2006 y 2007.

8 Comparación del Ranking de eficiencia 2006 versus 2007

Para poder analizar la evolución de la eficiencia de cada empresa, se tomó la regresión con la metodología de Frontera Estocástica y se calcularon los *scores* con los datos hasta el 2006 y con los datos hasta el 2007.

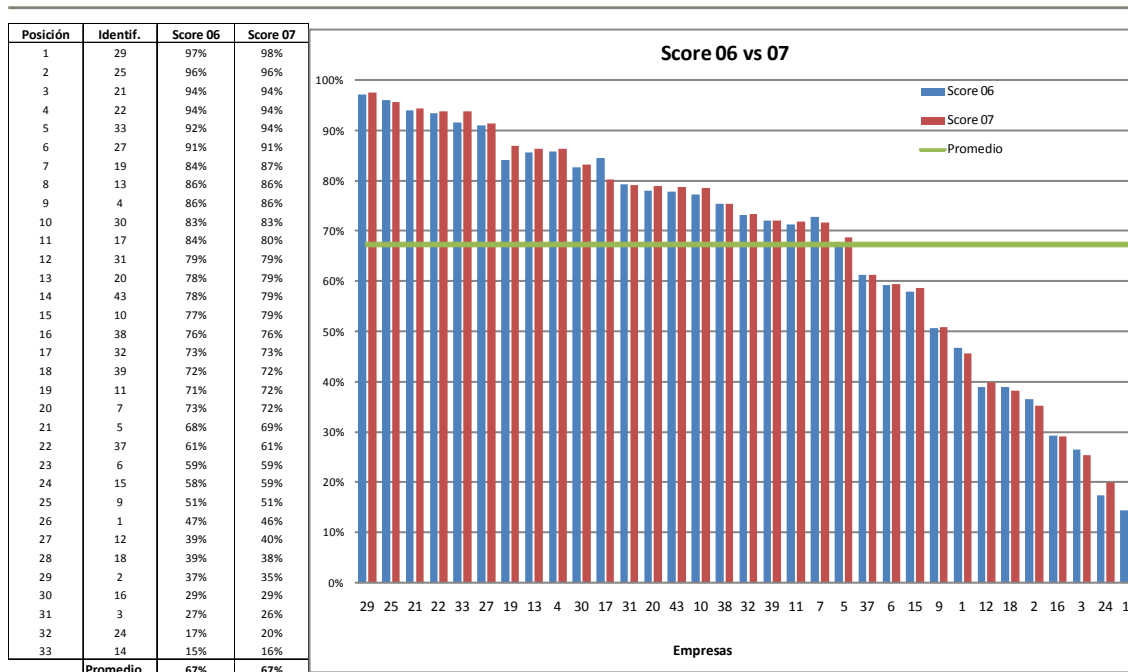


Figura 14: Ranking de eficiencias das empresas da muestra donde se compara os años 2006 con 2007.

La gráfica muestra el *score* obtenido con los datos hasta el 2006 y el *score* con los datos obtenidos hasta el año 2007. Estos *scores* sí pueden ser comparados ya que la única diferencia que tienen es que el primero considera los datos hasta el 2006 y el segundo hasta el año 2007, pero la regresión utilizada es la misma.

La eficiencia promedio de la muestra no cambio. En general las empresas no varían significativamente su eficiencia.

9 Estimación de Función de Costos Administrativos

La regresión que mejor se ajustó a los datos para explicar los costos administrativos es la siguiente:

$$CA_{adm} = k \times EmpleadosTotales^{\beta_1} \times e^{\varepsilon_i}$$

Ecuación 9

Donde:

EmpleadosTotales : Son todos los empleados propios y equivalentes de la compañía.

La cantidad de empleados totales explican los costos administrativos ya que el área de administración es la responsable del manejo de los legajos (altas y bajas de cada empleado), exámenes pre-ocupacionales, liquidaciones de cargas sociales vinculados a los salarios, liquidación de salarios, manejo de convenios colectivos de trabajo, manejo de contratos de terceros, proceso de pago, manejo de fondos (previsión y presupuestación), previsión de insumos para los empleados, entre otros. Por lo tanto se espera que cuando los empleados totales de la empresa crezcan también crezcan los costos que acarrear esos trabajadores, o sea, los costos administrativos.

9.1 Estimaciones de la Eficiencia Media Administrativa

Se realizó una estimación de los costos administrativos utilizando la metodología de Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS - *Generalized Least Squares*). Los indicadores de bondad de ajuste (R2) de la estimación son: within: 35%, between: 85% y overall: 86% y los coeficientes presentan los signos esperados y son estadísticamente significativos.

En la siguiente figura se puede observar el detalle de la mejor estimación obtenida:

```
. xtreg Incosttotadm lnempleadostot if aos>=2000, re
```

Random-effects GLS regression	Number of obs	=	110
Group variable (i): identifica-n	Number of groups	=	23
R-sq: within = 0.3590	Obs per group: min	=	2
between = 0.8531	avg	=	4.8
overall = 0.8602	max	=	8
Random effects u_i ~ Gaussian	Wald chi2(1)	=	171.29
corr(u_i, X) = 0 (assumed)	Prob > chi2	=	0

Incosttota-s	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
lnempleado~t	0.7449028	0.0569164	13.09	0.0	0.6333487 0.8564569
_cons	11.1900800	0.3242148	34.51	0.0	10.5546300 11.8255300
sigma_u	0.4140235				
sigma_e	0.1049462				
rho	0.9396275	(fraction of variance due to u_i)			

Figura 15: Resultados de la regresión para explicar los costos administrativos con Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS) donde se muestra que los coeficientes presentan los signos esperados y son estadísticamente significativos. La bondad de ajuste es aceptable.

9.2 Frontera de Eficiencia Administrativa invariante en el tiempo

Se aplicó aquí también la metodología de Frontera Estocástica (SFA) invariante en el tiempo ya que el estadístico Eta no es significativo, por lo tanto se puede afirmar que no existió avance tecnológico que produzca un desplazamiento de la frontera eficiente y su consecuente reducción de costos.

En la siguiente figura se puede observar el resultado de la estimación:

. xtfreier Incostrtotadm Inempleadostot if aos>=2000, ti cost difficult

Time-invariant inefficiency model	Number of obs	=	110
Group variable (i): identificacion	Number of groups	=	23
Time variable (t): aos	Obs per group: min	=	2
	avg	=	4.8
	max	=	8
Log likelihood = 45.26842	Wald chi2(3)	=	162.02
	Prob > chi2	=	0.0000

Incostrtotales	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
Inempleadostotales	0.7225416	0.0567655	12.73	0.000	0.6112832 0.8338000
_cons	10.5752700	0.3687478	28.68	0.000	9.8525350 11.2980000
/mu	0.6720395	0.1857428	3.62	0.000	0.3079902 1.0360890
/lnsigma2	-1.5243470	0.4444877	-3.43	0.001	-2.3955270 -0.6531671
/lgtgamma	2.9496850	0.4958733	5.95	0.000	1.9777910 3.9215790
sigma2	0.2177632	0.0967931	0.0911247	0.5203950	
gamma	0.9502486	0.0234430	0.8784455	0.9805750	
sigma_u2	0.2069292	0.0968263	0.0171532	0.3967052	
sigma_v2	0.0108340	0.0016386	0.0076224	0.0140457	

Figura 16: Resultados de la regresión para explicar los costos administrativos con Frontera Estocástica (SFA) donde se muestra que los coeficientes presentan los signos esperados y son estadísticamente significativos.

Como se puede observar, los signos de los coeficientes permanecen prácticamente igual se mantuvieron con respecto a las estimaciones de eficiencia media y permanecen prácticamente igual. Los coeficientes de las variables son estadísticamente significativos al 95% de confianza. Por lo tanto se utilizó este método para realizar las estimaciones.

9.3 Ranking de Eficiencia Administrativa

De las 33 empresas que participaron en las corridas de costos totales operacionales, solo 23 pudieron participar de las corridas para estimar los costos administrativo,

comerciales y de operación y mantenimiento. 11 empresas obtuvieron un *score* superior a la media de 52%.

En la siguiente figura se puede observar el ranking de empresas y sus respectivos *scores*:

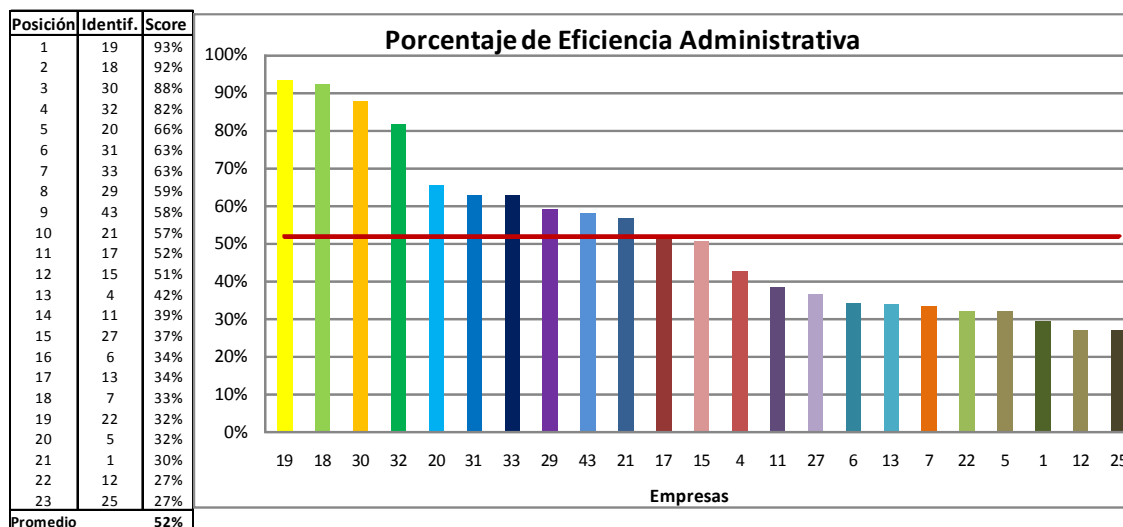


Figura 17: Ranking de Eficiencia Administrativa de las empresas de la muestra.

10 Estimación de Función de Costos Comerciales

La regresión que mejor se ajustó a los datos para explicar los costos comerciales es la siguiente:

$$CCom = k \times Clientes^{\beta_1} \times e^{\varepsilon_i}$$

Ecuación 10

Donde:

Clientes : La cantidad total de Clientes

Los costos comerciales están directamente relacionados con la cantidad de clientes. El área comercial es la responsable de realizar el ciclo comercial de lectura, facturación y cobranza, de la atención a clientes, y de llevar y registro de los clientes incobrables.

Por lo tanto es razonable que cuando aumente la cantidad de clientes, los costos de atender esos clientes también aumente.

10.1 Estimaciones de la Eficiencia Media Comercial

Se realizó la estimación de los costos comerciales utilizando la metodología de Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS - *Generalized Least Squares*). Los indicadores de bondad de ajuste (R2) de la estimación son: within: 25%, between: 76% y overall: 77%. Los coeficientes de regresión muestran alta bondad de ajuste. Así como también los coeficientes de las variables tienen los signos esperados a un nivel de confianza superior a 95%.

En la figura siguiente se puede observar el detalle de la mejor estimación obtenida:

```
. xtreg lncosttotcom ln_clientes if aos>=2000, re
```

Random-effects GLS regression	Number of obs	=	110
Group variable (i): identifica~n	Number of groups	=	23
R-sq: within	=	0.2456	
between	=	0.7569	
overall	=	0.7712	
Random effects u_i ~ Gaussian	Wald chi2(1)	=	94.14
corr(u_i, X) = 0 (assumed)	Prob > chi2	=	0

Incosttotcom	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ln_clientes	0.79622030	0.0820608	9.70	0	0.6353842	0.9570565
_cons	5.40758800	1.0156820	5.32	0	3.4168870	7.3982880
sigma_u	0.61350114					
sigma_e	0.15276470					
rho	0.94161660	(fraction of variance due to u_i)				

Figura 18: Resultados de la regresión para explicar los costos comerciales con Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS) donde se muestra que los coeficientes presentan los signos esperados y son estadísticamente significativos. La bondad de ajuste es aceptable.

10.2 Frontera de Eficiencia Comercial invariante en el tiempo

Se aplicó la metodología de Frontera Estocástica (SFA) invariante en el tiempo ya que el estadístico Eta, que representa el efecto de las mejoras tecnológicas, no es significativo. Por lo tanto se puede afirmar que no existió avance tecnológico que produzca un desplazamiento de la frontera eficiente y su consecuente reducción en los costos.

En la siguiente figura se puede observar el resultado de la estimación:

```
. xtfreier Incosttotcom ln_clientes if aos>=2000, ti cost difficult
```

Time-invariant inefficiency model	Number of obs	=	110
Group variable (i): identificacion	Number of groups	=	23
Time variable (t): aos	Obs per group: min	=	2
	avg	=	4.8
	max	=	8
	Wald chi2(3)	=	88.2
Log likelihood = 2.9862751	Prob > chi2	=	0

Incosttotcom	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ln_clientes	0.788328	0.083931	9.39	0.000	0.6238257	0.9528303
_cons	4.020703	1.212789	3.32	0.001	1.6436800	6.3977260
/mu	1.472072	0.332646	4.43	0.000	0.8200987	2.1240450
/lnsigma2	-0.962519	0.316744	-3.04	0.002	-1.5833250	-0.3417131
/ilgtgamma	2.744371	0.371662	7.38	0.000	2.0159270	3.4728150
sigma2	0.381930	0.120974	0.205	0.711		
gamma	0.939595	0.021094	0.882	0.970		
sigma_u2	0.358859	0.120974	0.122	0.596		
sigma_v2	0.023071	0.003499	0.016	0.030		

Figura 19: Resultados de la regresión para explicar los costos comerciales con Frontera Estocástica (SFA) donde se muestra que los coeficientes presentan los signos esperados y son estadísticamente significativos.

Los signos de los coeficientes se mantuvieron con respecto a las estimaciones de eficiencia media y permanecen similares. Los coeficientes de las variables son estadísticamente significativos al 95% de confianza. Por lo tanto se utilizó este método para realizar las estimaciones.

10.3 Ranking de Eficiencia Comercial

Una cantidad de 23 empresas pudieron participar de las corridas para estimar los costos administrativos, comerciales y de operación y mantenimiento. 8 de esas empresas obtuvieron un *score* superior al promedio de 27%.

En la siguiente figura se puede observar el ranking de empresas y sus respectivos *scores*:

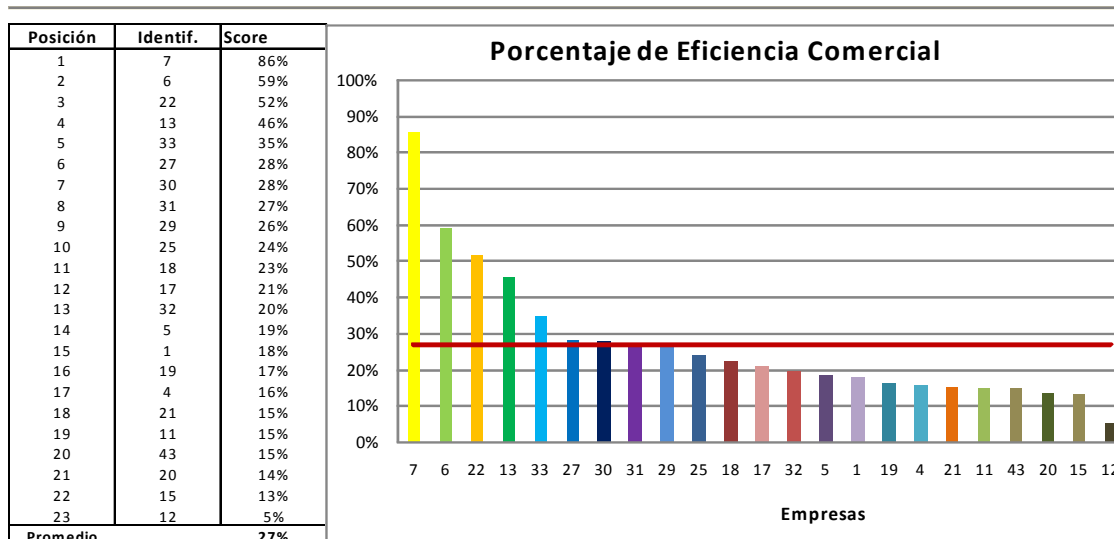


Figura 20: Ranking de Eficiencia Comercial de las empresas que participaron de la muestra.

11 Estimación de Función de Costos de Operación y Mantenimiento

La regresión que mejor se ajustó a los datos para explicar los costos de operar y mantener las redes es la siguiente:

$$COyM = k \times Redes^{\beta_1} \times (Redes / Cliente)^{\beta_2} \times \%MP^{\beta_3} \times e^{\varepsilon_i}$$

Ecuación 11

Los costos de operar y mantener las redes son explicados por la longitud de las redes, la longitud de red por el número de clientes y por el porcentaje de redes de media presión. La relación entre los costos de O&M y las redes es directa, más redes tiene la empresa, más costos son requeridos para su operación y mantenimiento. La longitud de redes por número de clientes refleja una medida inversa a la densidad de la empresa. Este indicador es inversamente proporcional a los costos de O&M ya que para un mismo tendido de redes, si aumenta la cantidad de clientes, disminuye el indicador y aumentan los costos de operar y mantener esas redes. Por lo tanto esta variable tiene signo negativo. Por último la variable: porcentaje de redes de media presión tiene un efecto inversamente proporcional a los costos de O&M debido a que mantener y operar las redes de media presión es más económico que hacerlo para las redes de alta presión. Por lo tanto mientras más redes de media presión la empresa

tenga, menores serán los costos de operar y mantener esas redes. El signo del coeficiente de esta variable es negativo.

11.1 Estimaciones de Eficiencia Media de Operar y Mantener las Redes

Se realizó una estimación de los costos de operar y mantener las redes utilizando la metodología de Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS - *Generalized Least Squares*). Los indicadores de bondad de ajuste (R2) de la estimación son: within: 42%, between: 83% y overall: 81% y los coeficientes presentan los signos esperados.

En la siguiente figura se puede observar el detalle de la mejor estimación obtenida:

```
. xtreg lncosttotoy m ln_redes lnkmcliente ln_porc_mp if aos>=2000, re
```

Random-effects GLS regression	Number of obs	=	110		
Group variable (i): identifica~n	Number of groups	=	23		
R-sq: within	=	0.4225	Obs per group: min	=	2
between	=	0.829	avg	=	4.8
overall	=	0.8081	max	=	8
Random effects u_i ~ Gaussian	WaldWald chi2(1)	=	157.95		
corr(u_i, X) = 0 (assumed)	Prob > chi2	=	0		

lncosttotoy m	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
ln_redes	0.9218428	0.0836321	11.02	0.000	0.7579270	1.0857590
lnkmcliente	-0.8677439	0.2096950	-4.14	0.000	-1.2787390	-0.4567492
ln_porc_mp	-2.5832520	0.8397843	-3.08	0.002	-4.2291990	-0.9373046
_cons	3.6117610	1.0491310	3.44	0.001	1.5555010	5.6680200
sigma_u	0.6184852					
sigma_e	0.1135360					
rho	0.9674002	(fraction of variance due to u_i)				

Figura 21: Resultados de la regresión para explicar los costos de operar y mantener las redes con Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS) donde se muestra que los coeficientes presentan los signos esperados y son estadísticamente significativos. La bondad de ajuste es aceptable.

11.2 Frontera de Eficiencia invariante no tiempo de Operar y Mantener las Redes

Se aplicó la metodología de Frontera Estocástica (SFA) invariante en el tiempo ya que el Eta no es significativo, por lo tanto se podría afirmar que no existió avance tecnológico que produzca desplazamiento de la frontera eficiente y de su consecuente reducción de costos.

En la siguiente figura se puede observar el resultado de la estimación:

```
. xtfrontier Incosttotoy In_redes lnkmcliente ln_porc_mp if aos>=2000, ti cost difficult
```

Time-invariant inefficiency model	Number of obs	=	110
Group variable (i): identificacion	Number of groups	=	23
Time variable (t): aos	Obs per group: min	=	2
	avg	=	4.8
	max	=	8
Log likelihood = 31.264522	Wald chi2(3)	=	208.98
	Prob > chi2	=	0

Incosttotoy	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
In_redes	0.9071754	0.0745269	12.17	0.000	0.7611054 1.0532450
lnkmcliente	-0.9016865	0.2136805	-4.22	0.000	-1.3204930 -0.4828805
ln_porc_mp	-2.4463500	0.7943179	-3.08	0.002	-4.0031850 -0.8895160
_cons	2.5281580	1.0051400	2.52	0.012	0.5581208 4.4981950
/mu	1.0122100	0.2240323	4.52	0.000	0.5731152 1.4513060
/lnsigma2	-0.8863792	0.4154618	-2.13	0.033	-1.7006690 -0.0720890
/lgtgamma	3.4694140	0.4570544	7.59	0.000	2.5736040 4.3652240
sigma2	0.4121454	0.1712307	0.1825613	0.9304481	
gamma	0.9698049	0.0133841	0.9291433	0.9874478	
sigma_u2	0.3997006	0.1712547	0.0640476	0.7353536	
sigma_v2	0.0124448	0.0018854	0.0087494	0.0161402	

Figura 22: Resultados de la regresión para explicar los costos de operar y mantener las redes con Frontera Estocástica (SFA) donde se muestra que los coeficientes presenta los signos esperados y son estadísticamente significativos.

Los signos de los coeficientes se mantuvieron con respecto a las estimaciones de la eficiencia media y permanecen similares. Los coeficientes de las variables son estadísticamente significativos al 95% de confianza. Por lo tanto se utilizó este método para realizar las estimaciones.

11.3 Ranking de Eficiencia de Operar y Mantener las Redes

De las 23 empresas que pudieron participar de las corridas, 8 empresas obtuvieron un *score* superior al promedio de 39%.

En la siguiente figura se puede observar el *ranking* de empresas y sus respectivos *scores*:

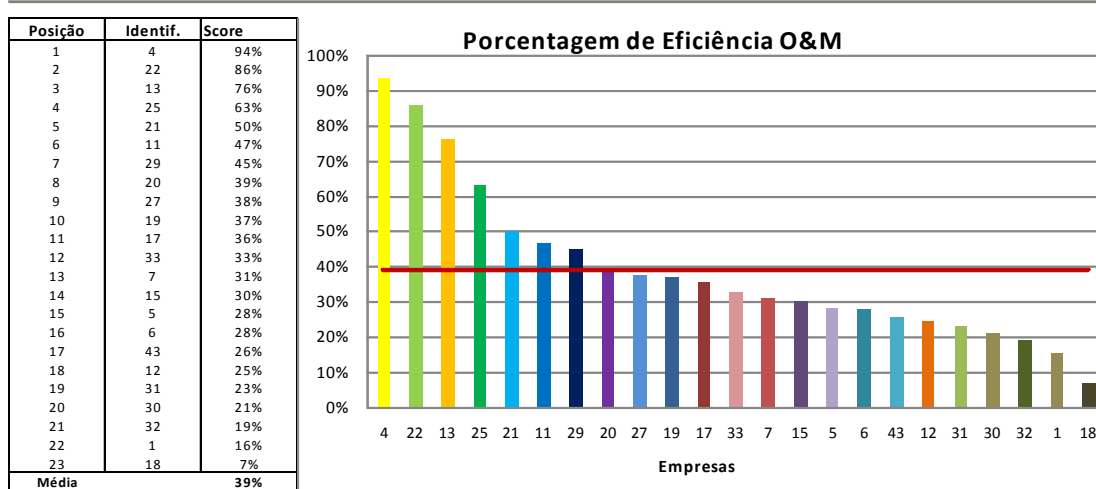


Figura 23: Ranking de Eficiencia de Operar y Mantener las redes de las empresas que participaron de la muestra.

12 Estimación de Función de Inversiones

Los indicadores de Inversiones muestran que los datos entregados por las empresas tienen dos problemas: mucha dispersión y no son suficientes, por lo que no fue posible hacer una regresión de Inversiones con estos datos.

13 Determinación de los Costos Eficientes sin Ajustar

Para determinar los costos eficientes sin el ajuste de normalización de salarios en función de los costos eficientes ajustados se siguen los siguientes pasos:

- Se calculan primero los costos eficientes ajustados, que son iguales al score multiplicado por todos los costos: los costos de materiales, de suministros, otros gastos y los empleados equivalente totales multiplicados por el salario promedio.
- Los costos eficientes sin ajustar se calculan de la misma forma, con la diferencia que se multiplica por los salarios de cada empresa en vez de utilizar el salario promedio.
- Después se restan estas dos ecuaciones y se obtienen los costos eficientes sin ajustar en función de los costos eficientes ajustados.

Las siguientes ecuaciones detallan la manera en que se determinan los costos eficientes sin el ajuste de normalización de salarios en función de los costos eficientes ajustados:

$$CosEficAjus = (CMyS + OG + EmplEquivTot \times S_m) \times Score$$

Ecuación 12

$$CosEficSinAjus = (CMyS + OG + EmplEquivTot \times S_e) \times Score$$

Ecuación 13

Restando Ecuación 13 – Ecuación 12 se obtiene:

$$CosEficSinAjus - CosEficAjus = EmplEquivTot \times Score \times (S_e - S_m)$$

Ecuación 14

$$CosEficSinAjus = CosEficAjus + EmplEquivTot \times Score \times (S_e - S_m)$$

Ecuación 15

Donde:

CosEficAjus: Costos Eficientes Ajustados = $k \times Cli^{\beta_1} \times \%MP^{\beta_2} \times (Pob \times L)^{\beta_3} \times e^{\epsilon_i}$

CosEficSinAjus: Costos Eficientes sin Ajustar

CMyS: Costos de Materiales y de Suministro

OG: Otros Gastos

EmplEquivTot: Empleados Equivalentes Totales = Emp Propios + C3ros/Se

Se: Salario da empresa

Sm: Salario Promedio

Para calcular los Costos Eficientes sin Ajustar para una determinada cantidad de clientes, % de Redes de MP, longitud y población, se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$CosEficAjus = k \times Cli^{\beta_1} \times \%MP^{\beta_2} \times (Pob \times L)^{\beta_3}$$

Ecuación 16

$$CosEficSinAjus = CosEficAjus + EmplEquivTot \times Score \times (S_e - S_m)$$

Ecuación 17

14 Conclusiones

A partir de la información presentada en este informe se puede concluir que la naturaleza de la actividad de distribución de gas natural es comparable entre países Latinoamericanos. Mediante la homogeneización de los costos a través de la normalización de los salarios, la estimación de los empleados tercerizados equivalentes y la re-expresión de los costos en moneda comparable, se consiguió una base de datos comparable.

Los estadísticos de la estimación muestran robustez en la estimación sobre una base de datos de 8 años de historia y de 33 empresas participantes de los principales países de América Latina que cuentan con servicio de gas natural por redes.

De la observación de los indicadores seleccionados de productividad parcial se puede concluir lo siguiente:

Índice de los costos de materiales, suministros y otros por cliente:

Las distribuidoras analizadas gastan en promedio 19.8 USD por cliente por año en concepto de materiales, suministro y otros gastos.

Índice de los costos de materiales, suministros y otros por longitud de red:

Las distribuidoras analizadas gastan en promedio 1291 USD por Km por año en concepto de materiales, suministros y otros gastos.

Índice de los Empleados Totales / 1000 Clientes:

Las distribuidoras analizadas tienen un promedio de 1.36 empleados cada 1000 clientes.

Índice de los Empleados Totales / 10 Km de longitud de red:

Las distribuidoras analizadas tienen una media de 0.84 empleados cada 10 Km.

Índice de los Costos Totales Ajustados/ cliente:

El promedio de los costos totales ajustados por cliente por año es de 59 USD/Cliente, considerando la totalidad de los costos.

Índice de los Costos Totales Ajustados/longitud de red:

Las distribuidoras analizadas gastan en promedio 3728 USD por Km por año considerando la totalidad de los costos.

Índice de los Clientes/longitud de red:

El promedio de los clientes por longitud de red es de 64 cliente/longitud de red.

Índice de Empleados de Terceros / Empleados Propios:

Las distribuidoras analizadas tienen un promedio de 9% de empleados de terceros sobre empleados propios.

Índice de Salario Promedio Anual:

El promedio del salarial anual de la muestra es de 26012 USD/año.

Índice del porcentaje de Costos de personal y terceros sobre el total de Costos

El promedio de la muestra del porcentaje de costos de personal y terceros sobre el total de los costos es de 65%.

Índice de las Ventas unitarias Residencial

El promedio de las ventas unitarias residenciales de la muestra es de 0.37 USD/m³.

Índice de las Ventas unitarias Comercial

El promedio de las ventas unitarias Comerciales de la muestra es de 0.28 USD/m³.

Índice de las Ventas unitarias Industrial

El promedio de las ventas unitarias Industriales de la muestra es de 0.13 USD/m³.

Índice de las Ventas unitarias Automotor

El promedio de las ventas unitarias Automotor de la muestra es de 0.14 USD/m³.

Índice de las Ventas unitarias (Total)

El promedio de las ventas unitarias Totales de la muestra es de 0.17 USD/m³.

Índice del Margen por m³ vendido

El promedio del margen por m³ vendido de la muestra es de 0.10 USD/m³.

Índice del Margen por MMBTU vendido

El promedio del margen por MMBTU vendido de la muestra es de 0.27 USD/MMBTU.

Índice del Margen por Cliente

El promedio del margen por cliente de la muestra es de 170 USD/Cliente.

Índice del Porcentaje Depreciación Media: Amortizaciones / Activo No Corriente

El promedio de las depreciaciones porcentuales de la muestra es de 5%.

Índice del RONA: Return on Net Assets

El promedio de los RONA de la muestra es de 17%.

Índice del ROE (Lucro Líq. / Patrimonio Líq.): Return on Equity

El promedio de los ROE de la muestra es de 18%.

Índice del Apalancamiento

El promedio del apalancamiento de la muestra es de 16%.

Análisis de Frontera Estocástica

Para estimar la función de costos se utilizó la metodología de frontera estocástica (SFA) y reveló resultados razonables. Los coeficientes de regresión muestran alta bondad de ajuste. Así como también los coeficientes de las variables tienen los signos esperados a un nivel de confianza superior a 95%.

Las variables utilizadas en la estimación reflejan todas las actividades que desenvuelven las distribuidoras como también la variable exógena de la población de la ciudad más grande servida. El costo de realizar las actividades de servicios a clientes fue capturado a través de la cantidad de clientes. Los costos relacionados a las actividades de operación de la red de distribución fueron identificados a través de la longitud de la red y del porcentaje de red de MP.

Mediante el análisis comparado de las empresas se observó que las que prestan el servicio en una Megápolis presentan consistentemente mayores costos, debido a que operan en un medio más complejo con saturación de tránsito y múltiples

servicios subterráneos. Por eso se agregó la variable adicional de la población multiplicada por la longitud de la red.

La variable porcentaje de pequeños clientes se eliminó debido a que reducía robustez al modelo y al *score* promedio y por la existencia de colinealidad con el porcentaje de redes de media presión.

Para estimar la función de costos administrativos se utilizó también la metodología de Frontera Estocástica (SFA) y reveló resultados razonables. Los coeficientes de regresión muestran una alta bondad de ajuste. Así como también los coeficientes de las variables tienen los signos esperados a un nivel de confianza superior a 95%. La variable que se tomó para explicar estos costos es la cantidad de empleados totales (propios y de servicios de terceros) debido a que todas las actividades que los empleados desencadenan como liquidaciones de salarios, las cargas sociales, los contratos de terceros, entre otros, son desarrollados por el área administrativa. Por lo tanto si el número de empleados aumenta, los costos de la administración también aumentan.

Para estimar la función de costos comerciales se utilizó también la metodología de Frontera Estocástica (SFA) y reveló resultados razonables. Los coeficientes de regresión muestran alta bondad de ajuste. Así como también los coeficientes de las variables tienen los signos esperados a un nivel de confianza superior a 95%. La variable que se escogió para explicar los costos comerciales fue el número de clientes ya que todas las actividades que el área comercial realiza son las necesarias para los clientes desde la lectura, facturación, cobranza hasta la atención a clientes, entre muchas otras. Por lo tanto se puede esperar que si la cantidad de clientes se incrementa, los costos de atenderlos también lo harán.

Para estimar la función de costos de operar y mantener las redes se utilizó también la metodología de Frontera Estocástica (SFA) y reveló resultados razonables. Los coeficientes de regresión muestran alta bondad de ajuste. Así como también los coeficientes de las variables tienen los signos esperados a un nivel de confianza superior a 95%. Las variables que se consideraron las más apropiadas para explicar los costos de O&M son: la longitud de redes, la longitud de las redes por cliente y el

porcentaje de redes de media presión. No hay duda que la longitud de las redes influye directamente en los costos de operar y mantener, por lo que cuando aumenta la longitud de redes, se incurren en más costos para operar y mantener esas redes.

La longitud de redes por cliente es una medida inversa a la densidad. Manteniendo la longitud constante, si aumenta la cantidad de cliente, el indicador disminuye y los costos de operar esas mismas redes aumenta. Por lo tanto el efecto de la variable sobre los costos es inversamente proporcional.