



Identificación del Trabajo	
Área:	Ingeniería de Procesos, Biotecnología y Tecnología de Alimentos
Categoría:	Alumno
Regional:	Santa Fe

## Análisis del costeo del servicio de rectificación de motores de combustión interna

---

**Exequiel CERUTTI, Ignacio LUPOTTI**

*GEMPRO, Lavaisse 610, Santa Fe, Facultad Regional Santa Fe, UTN*

*exequielcerutti@gmail.com, nacholupotti@gmail.com*

*Este trabajo ha sido realizado bajo la dirección del Mg. Ing. Víctor Tucci, en el marco del proyecto "Herramienta basada en un modelo de costos para mejorar la eficiencia y rentabilidad del servicio de rectificación de motores de combustión interna". (2019 – 2020)*

### Resumen

---

El proyecto de investigación en que se enmarca el siguiente trabajo plantea la comparación de costos suministrado por la Cámara Argentina de Rectificadoras con los costos calculados por el GEMPRO (Grupo de Estudio para la Mejora de los Procesos Organizacionales) en una rectificadora de la Región, mediante la aplicación de un sistema de Costeo Basado en Actividades (ABC, por sus siglas en inglés Activity Based Costing).

En este trabajo se comparan las actividades brindadas por la Cámara de Rectificadoras en su página Web, con las actividades relevadas. Se pudo detectar que, de la totalidad de actividades, la Cámara de Rectificadoras no contempla para el cálculo de costos el 56% de las mismas. Se realizó un análisis de las actividades en un relevamiento preliminar en la empresa testigo, concluyendo que el 66% de los costos son debido a la Mano de Obra.

**Palabras Claves:** Costo; Rectificación; Herramienta; Toma de decisiones

---

### 1. Introducción y objetivos

Una vasta variedad de bibliografía científica se focaliza en desarrollar modelos de costos para procesos de remanufactura (Xu y Feng, 2014; Lind et al., 2014; Sutherland et al., 2010). En general, estas propuestas estiman el costo de la pieza/componente considerando el costo de traslado desde donde la pieza es desechada hasta la planta que llevará a cabo la reparación o rectificación del material, su forma y volumen o un indicador de costos del proceso (Sabharwal y Garg, 2013). El inconveniente de estas propuestas es que no analizan las actividades del proceso completo. Como resultado, el costo de la pieza reparada puede llegar a ser una estimación sin fundamento en base a las metodologías reconocidas por la Teoría General del Costo y a su vez, se pierde la oportunidad de detectar oportunidades de mejoras.

El proceso de rectificado de un motor consiste en corregir un conjunto de piezas que se encuentran desgastadas y deformadas debido al rozamiento entre piezas y el calor que tienen que soportar. Llevar a cabo este proceso implica un conjunto de actividades tales como inspección, desarmado y clasificación del motor; limpieza, rectificación, inspección y ensamblado de piezas e inspección final del motor (Barboza, 2009). Lo que se debe realizar en cada una de estas actividades

depende del tipo de motor, la pieza a trabajar, tipos y características de los materiales, formas, dimensiones, tolerancias y terminaciones superficiales.

La Federación Argentina de Cámaras de Rectificadores de Automotores (FACRA) representa en todo el país a más de 500 rectificadoras. Actualmente, debido su trayectoria, es reconocida nacional e internacionalmente, como un referente de la industria de la reparación de motores en la Argentina. FACRA dispone en su página web (<http://www.facra.org.ar/>) de una planilla de cálculo que define para cada tipo de operación que se puede realizar en un motor, un costo estimado de mano de obra, variando el mismo, además, en función de la marca y modelo de motor. Por lo expuesto, esta planilla ha dejado de ser un insumo confiable para la determinación de costos por parte de los talleristas dedicados a la rectificación de motores de combustión interna. Si se suma además la dificultad de éstos para asociar el sacrificio de todos los recursos necesarios, además de la mano de obra, a cada una de las actividades que componen los distintos servicios de rectificación que prestan, queda claro la necesidad de una herramienta para el cálculo de costos.

Como resultado, el objetivo del presente trabajo es realizar una comparación entre las actividades presentadas por la cámara de rectificadoras en su página web y las surgidas de un relevamiento preliminar del flujo de actividades que abarca el proceso de prestación del servicio de rectificación de motores en una empresa representativa del ramo en la región: Rectificadora Píccoli.

El resto del documento se organiza del siguiente modo: en la Sección 2 y 3 se presentan la metodología y resultados obtenidos, respectivamente; en la Sección 4 se describe la discusión de resultados; finalmente, en la Sección 5 se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

## 2. Metodología

El presente trabajo comienza con el relevamiento de información acerca del cálculo del costo del servicio de rectificación en:

- 2.1) la cámara de rectificadoras
- 2.2) una rectificadora de la región.

### 2.1. *Análisis del costeo propuesto en las actividades proporcionadas por la cámara de rectificadoras*

En primera instancia, se analizó el método de costeo utilizado por la cámara de rectificadoras, la cual dispone en su página web dos planillas para el cálculo de los costos de rectificación.

Por un lado, ofrece una planilla con un cuadro de doble entrada, donde las filas corresponden a las actividades de rectificación y las columnas a un número que corresponde a cada tipo de motor o tapa de cilindro, dependiendo el modelo del vehículo. Para cada actividad y tipo de motor/tapa de cilindro se obtiene un costo de mano de obra, como se puede observar en la Tabla I.

**Tabla I:** Lista orientativa de costo de mano de obra

LISTADO DE SERVICIOS	COSTO DE MANO DE OBRA POR MOTOR [\$/actividad]												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rectificar y brunir cilindros	546,37	642,95	724,89	895,76	1054,88	1245,91	1617,26	2125,71	2438,99	2926,92	3664,89	4396,53	5272,10
Brunir cilindros	197,01	233,63	260,47	323,44	383,94	454,19	587,89	771,49	886,47	1178,95	1331,42	1598,50	1917,60
Encamisar rectificar y brunir cilindros	1092,64	1285,98	1449,61	1791,55	2109,72	2491,72	3234,31	4251,32	4877,92	5854,07	7329,61	8793,07	10544,30
Profundizar cavidad valv. en pistón	1073,83	1073,83	1073,83	1124,96	1124,96	1124,96	1124,96	1176,10	1176,10	1176,10	1227,21	1227,21	1227,21
Fresar cabeza de piston	1073,77	1073,77	1073,77	1124,93	1124,93	1124,93	1124,93	1176,00	1176,00	1176,00	1227,16	1227,16	1227,16
Rectificar pistones	346,17	448,37	457,71	568,03	673,50	791,66	963,19	1466,07	1680,21	2016,93	2523,44	3032,58	3637,01
Ajustar pernos a bielas	120,79	139,66	156,75	197,15	232,18	269,93	352,95	461,04	532,75	635,07	800,76	960,30	1150,50
Ajustar pernos a piston	120,79	139,66	156,75	197,15	232,18	269,93	352,95	461,04	532,75	635,07	800,76	960,30	1150,50
Armar y alinear bielas	99,35	120,79	132,89	164,25	194,17	225,03	295,35	385,86	440,97	534,36	662,74	797,60	957,61
Armar y alinear bielas con perno a presion	178,78	209,41	239,12	292,82	346,14	406,44	530,07	694,75	796,83	957,03	1196,48	1438,91	1725,80
Reacondicionar ojo de biela	293,93	330,46	342,34	393,72	436,00	476,72	620,15	777,72	864,46	986,39	1185,79	1365,29	1566,23
Hacer y/o ampliar ranura de aros	151,69	163,74	169,07	196,82	216,68	237,61	310,77	388,72	427,81	498,36	592,15	679,60	787,00
Cambiar eyectores de piston	318,92	318,92	318,92	501,07	501,07	501,07	501,07	523,91	523,91	873,09	911,10	911,10	911,10
Sacar colocar y controlar camisas	330,46	361,34	375,85	433,18	479,60	524,44	686,47	860,64	946,77	1089,38	1307,00	1504,87	1725,80
Encamisar Alojamiento camisa c/m	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4144,25	4685,12	0,00	0,00	0,00

Fuente: [http://www.facra.org.ar/lista\\_orientadora\\_mano\\_de\\_obra/](http://www.facra.org.ar/lista_orientadora_mano_de_obra/)

Por otra parte, hay una planilla disponible con la nomenclatura de todos los motores y tapas, donde se los nombra y se les asigna un número, que coincide con el nomenclador de mano de obra mencionado anteriormente. Con dicho número, se ingresa a la tabla de costos y se puede obtener el costo de mano de obra de cada actividad para determinado tipo de motor como se aprecia en la Tabla II.

**Tabla II:** Nomenclatura de motores mejorar según lo que indican

INDICE	MOTORES	Lista orientadora de MANO DE OBRA
BED200	BEDFORD 200 DIESEL *4CIL* 98.4mm	4
BORGVM	BORGWARD VM HR492 *4CIL* 92mm	4
CAT.924	CATERPILLAR 3056 (PERKINS ) DIESEL *6CIL* 100mm	6
CAT.3024	CATERPILLAR 3024 MINICARGADOR (PERKINS)	4
CHEV.6C	CHEVROLET 230-250 NAF.*6CIL* 98.4mm	2
ASTRA 2.0 8V	CHEVROLET ASTRA - ZAFIRA 2. MPI NAF 8V	3
MONZA 2.0	CHEVROLET MONZA 2.0 *NAF*8VAL*4CIL*86mm	3
VECTRA 1.8	CHEVROLET VECTRA 1.8 NAF.8 VAL.*4CIL* 84.8mm	2
VECTRA 2.4 16V	CHEVROLET VECTRA- X24SE 2.4	4
CITROEN C3 1.4	CITROEN C3 NAF. (TU3) 1.4 *4CIL*75mm	2
CITROEN C3 1.4D	CITROEN C3 TDCI 1.4 TURBO DIESEL 8VAL.*4CIL* 73,7mm	3
CITROEN C4 2.0i	CITROEN C4 EW10J4 2.0i NAF.16VAL.*4CIL*85mm	3
CUMM.4B	CUMMINS 4B DIESEL ASP.NOR.*4CIL* 102mm	7
CUMM.4BT	CUMMINS 4BT DIESEL TURBO *4CIL* 102mm	7
CUMM.4BTA	CUMMINS 4BTA DIESEL TURBO *4CIL* 102mm	7
CUMM.4BTE	CUMMINS 4BTE ISB ELECTRONICO DIESEL*4CIL*102mm	8
CUMM.4QSB	CUMMINS 4QSB DIESEL 4.5 ELECTRONICO *4CIL*107mm	8
CUMM.6B	CUMMINS 6B DIESEL ASP.NOR *6CIL* 102mm	7
CUMM.6BT	CUMMINS 6BT DIESEL TURBO *6CIL* 102mm	7
CUMM.6BTE	CUMMINS 6BTE ISB ELECTRONICO DIESEL*6CIL*102mm	8
CUMM.6CT	CUMMINS 6CT DIESEL TURBO 8.3 *6CIL* 114mm	10
CUMM.6CTAA	CUMMINS 6CTAA DIESEL TURBO 8.3 *6CIL* 114mm	10
CUMM.6CTE	CUMMINS 6CTE ISC ELECTRONICO DIESEL*6CIL*114mm	10

FACRA, a su vez, ofrece un manual de operaciones para la rectificación de motores de combustión interna, donde establece tres grandes procesos:

- Ingreso del motor.
- Proceso de rectificación.
- Pre-montaje.

A su vez, cada uno de estos procesos se divide en actividades correspondientes al proceso de cada parte del motor (block, cigüeñal, tapa de cilindros, árbol de levas, bielas, bomba de aceite, volante, poleas y compresor de aire).

Por ejemplo, en “ingreso del motor”, se encuentra para el cigüeñal actividades como “controlar en detector de fisuras” o “medir diámetro de los muñones de bielas y bancadas”, y para el árbol de levas actividades como “controlar dureza” o “controlar roscas”.

## 2.2. Análisis de las actividades obtenidas en relevamiento preliminar en la empresa testigo

A partir del relevamiento en la empresa rectificadora se obtuvo información sobre el proceso productivo, los recursos sacrificados y las actividades realizadas, también en función de cada parte del motor.

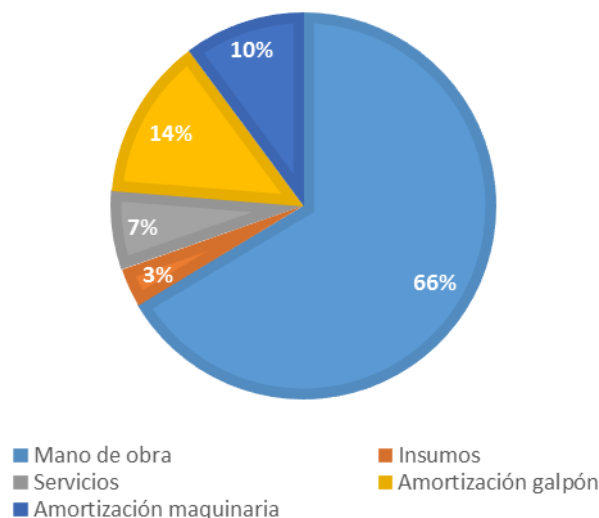
Se realizaron dos visitas a plantas, dónde además se realizaron reuniones con uno de los gerentes. La información se obtuvo en dichas visitas, sumado a consultas vía e-mail con el gerente.

Los datos obtenidos en el relevamiento son:

- Sectores y actividades productivas, comerciales y administrativas.
- Recursos consumidos (mano de obra, inmuebles, maquinarias, herramientas, insumos, servicios).
- Precio de adquisición de recursos.
- Nivel de actividad.
- Tiempos de proceso.

En base a los datos anuales brindados por la gerencia, correspondientes al período 2018, se determinó la distribución porcentual de la estructura de costos de la empresa, como se observa en la figura 1.

## 3. Resultados



**Figura 1: Estructura de costos**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la comparación entre las actividades presentadas por FACRA en su página web y las obtenidas en el relevamiento preliminar para la empresa testigo.

### 3.1. Del análisis de la estructura de costos de la empresa testigo

En base a la Figura 1 se puede observar que la mano de obra representa aproximadamente un 66 % del total del sacrificio de los recursos, lo que permite inferir que los costos suministrados por la cámara de rectificadoras dan una visión parcial del consumo de recursos (costos) para la prestación del servicio de rectificación de motores, al no considerar ítems tales como: insumos, servicios (energía eléctrica, gas, etc.), amortización de maquinarias, amortización de instalaciones, entre otros.

### 3.2. De la comparación de las actividades consideradas

En la Tabla III se comparan los costos de mano de obra para ciertas actividades, obtenidos de los datos suministrados por la página web de la cámara de rectificadoras, para dos tipos de motores similares, y de distinta antigüedad: Chevrolet Corsa y Volkswagen Senda (véase tabla IV). En la misma, se manifiesta cómo incide la antigüedad del motor en el costo de actividades similares. Este resultado remarca que se entremezclan o confunden los conceptos de costos y precios, ya que actividades similares para motores de análogas características deberían tener el mismo costo independientemente de los años del motor sobre el cual se realizan. Sin dudas este tipo de información impacta en la toma de decisiones de los talleristas.

**Tabla III:** Variación porcentual del costo mano de obra según motor

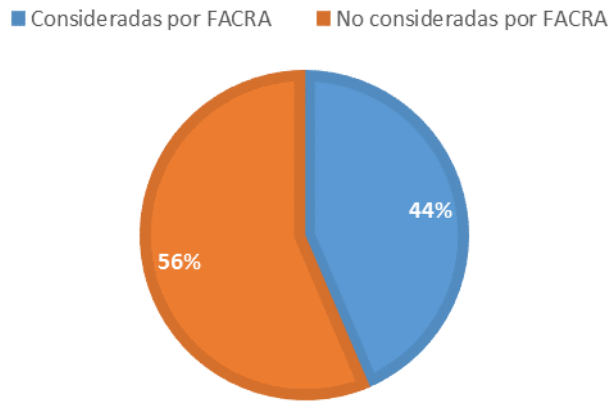
Actividad	Costo		Variación %
	Volkswagen Senda 1.6	Chevrolet Corsa 1.6	
	Año 2000	Año 2007	
Rectificar superficie tapa cilindro	\$ 405,16	\$ 424,86	5%
Rectificar asiento válvula	\$ 132,89	\$ 136,73	3%
Encasquillar asiento de válvula	\$ 358,40	\$ 375,85	5%

**Tabla IV:** Características de los motores

Motor	Diámetro de cilindro	Cantidad de cilindros	Cilindrada total [cm3]	Antigüedad (año)
Chevrolet Corsa 1.6N	79	4	1600	2000
Volkswagen Senda 1.6N	81	4	1600	1994

También en la figura 2 se puede apreciar una comparación en cuanto a la cantidad de actividades estudiadas. Considerando las actividades vinculadas a la rectificación de tapa de cilindros, en el relevamiento en la planta testigo se detectaron 39 actividades, de las cuales sólo 17 están incluidas en la información brindada por la cámara de rectificadoras. Cabe acotar que, de las

22 actividades no consideradas, 16 se pueden clasificar como administrativas y de traslado de materiales, cómo se puede observar en la figura III.



**Figura 2:** Comparación de cantidad de actividades costeadas



**Figura 3:** Tipo de actividades no consideradas por FACRA

#### 4. Discusión de resultados

De los resultados preliminares expuestos se puede apreciar las dificultades que presenta la planilla orientadora de costos de mano de obra de la cámara de rectificadoras a la hora de brindar a los talleristas una herramienta confiable para la determinación de los costos de los servicios de rectificación que prestan.

Esto queda expuesto por los siguientes factores:

- Se desconoce cómo se calculan los costos de las actividades que suministra la cámara de rectificadoras, la forma en que se actualizan y la unidad objeto de análisis. Esto genera incertidumbre a la hora de utilizar estos datos.
- Al brindar información sólo de costo de mano de obra, se deja de lado otros recursos que, en el promedio global, por ejemplo, representan un 34 % para la empresa testigo, quedando

la consecuente dificultad para los talleristas de saber cómo realizar la apropiación de estos costos no considerados en la prestación del servicio de rectificación por parte de FACRA.

- Al considerar costos diferentes, para una misma actividad sobre motores similares solamente por la antigüedad de los mismos, se estaría marcando una inconsistencia de cálculo. Si bien se presume que la intención es cobrar más barato una misma actividad para un motor más antiguo, esto no se debe confundir con el concepto de costo de la actividad. El costo debe representar lo más exacto posible el real sacrificio de recursos necesarios para la ejecución de la actividad. Luego debe quedar a criterio del tallerista, tomando como base esta información, fijar el precio del servicio en función del modelo del vehículo.

En líneas generales se observa que, para el cálculo de rectificación de tapas de cilindro, en la información suministrada por la cámara de rectificadoras se consideran mucho menos actividades que las detectadas en el relevamiento preliminar realizado en la empresa testigo. Este problema ocurre no solo en la parte del motor denominada tapa de cilindros, sino con todos los componentes del motor. La mayoría de las actividades no detectadas son administrativas y de traslado de materiales, lo que denota que la cámara de rectificadoras no tiene en cuenta el costo de estas actividades en el servicio de rectificación.

Si bien es posible determinar un factor de corrección para estimar los costos calculados por los talleristas mediante datos brindados por FACRA, actualmente no se cuenta con la información suficiente como para hacer este tipo de análisis ya que el proyecto se encuentra en su etapa inicial, se puede proponer como un trabajo de investigación futuro, se podría llegar a estimar dicho factor comparando el costo de cada actividad respecto a los resultados que obtengamos con la herramienta finalizada y se conozca en detalle cada costo, para poder hacer una comparación y deducir si existe dicho factor.

## **5. Conclusiones**

Como conclusión, este primer relevamiento preliminar demuestra que planilla orientadora de costos de mano de obra de la cámara de rectificadoras, no resulta a priori una buena herramienta de toma de decisiones en lo referente al costo de la prestación del servicio de rectificación de motores.

También estaría indicando, que es necesario continuar con el relevamiento y el desarrollo de una herramienta de costos que permita tomar decisiones acertadas a los talleristas en pos de mejorar la eficiencia y rentabilidad de su negocio, objeto del proyecto en el cual se enmarca este trabajo de investigación.

Como trabajo futuro, para desarrollar esta herramienta que permita determinar los costos del servicio de rectificación se plantea utilizar el método de costeo completo basado en actividades (ABC-Activity Based Costing), teniendo en cuenta los recursos consumidos por cada una de ellas, incluyendo tanto costos directos (recursos usados solo por una actividad) como indirectos (compartidos con otras actividades). Para estos últimos, se asignará un criterio de distribución, donde se determinarán porcentajes de uso de cada recurso para las diferentes actividades.

Esta herramienta permite considerar la totalidad del consumo de recursos (costos) para la prestación del servicio de rectificación de motores, incluyendo mano de obra pero también insumos, servicios como energía eléctrica o gas, amortización de maquinarias e instalaciones, entre otros. Además, en el desarrollo de esta herramienta se considerarán todas las actividades detectadas en

el relevamiento de la empresa testigo, permitiendo tener en cuenta el costo de las actividades administrativas y de traslado de materiales, entre otras.

### **Reconocimientos**

Se agradece a la rectificadora Piccoli, por permitir la visita a la empresa y facilitar información de las actividades realizadas en el servicio de rectificación de motores.

### **Bibliografía**

BARBOZA, H. D. Sistema de gestión de bases de datos para determinar los costos y el grado de reparación requerido en la rectificación de los motores de combustión interna. Caracas. (2009).

LUGLIETTI, R.; TAISCH, M.; MAGALINI, F.; CASSINA, J.; MASCOLO, J. E. Environmental and economic evaluation of end-of-life alternatives for automotive engine. international conference on engineering, technology and innovation (ice). (2014).

SABHARWAL, S.; GARG, S. Determining cost effectiveness index of remanufacturing: A graph theoretic approach Int. J. Production Economics 144; 521–532. (2013)

SMITH, V. M.; KEOLEIAN, GREGORY A. The value of remanufactured engines. life-cycle environmental and economic perspectives. journal of industrial ecology. Volume 8, number 1–2; 193-222. (2004).

Federación Argentina de Cámaras de Rectificadores de Automotores. Web: <http://www.facra.org.ar/>