



Eficiencia y ahorro energético en motores eléctricos

Autor:
Ing. Willy García Porcel
Product Manager Drives & Motors
AMPER S.R.L.

Asesor Técnico: Ing. Orlando Pérez R.

Contenido

1. Resumen	1
2. Introducción	2
2.1. ¿Por qué es importante la eficiencia energética?	2
2.2. ¿Por qué es importante utilizar un motor de alta eficiencia?	3
3. Normativas de eficiencia en motores eléctricos	4
3.1. Normativas a nivel mundial	4
3.2. Eficiencia mínima para motores americanos	5
3.3. Eficiencia mínima para motores europeos	6
4. Conceptos sobre eficiencia en un motor eléctrico	7
4.1. Eficiencia en un motor eléctrico	7
4.2. ¿Qué hace a un motor eléctrico más eficiente?	8
4.3. Comparativa de diferentes clases de eficiencia	9
5. Ahorro energético y monetario al adquirir un motor más eficiente	9
5.1. Eligiendo un motor IE3 en comparación con IE2 / IE1	10
5.2. Reemplazo de un motor de baja eficiencia existente por un motor IE3	11
6. Levantamiento de datos para solicitar un motor eléctrico de inducción trifásico	12
7. Recomendaciones	13
8. Conclusiones	13
9. Bibliografía	14



1. Resumen

En la actualidad, debido al cambio climático, todas las actividades energéticas buscan reducir la emisión de los denominados Gases de Efecto Invernadero (GEI), siendo la demanda de electricidad a nivel global una de las razones principales por la cual las emisiones de CO₂ se han incrementado en el sector energético; en consecuencia se han desarrollado leyes, acuerdos y políticas gubernamentales para lograr un uso eficiente en el consumo de electricidad y establecer nuevas tecnologías de generación de energía, que tengan un menor o nulo impacto en el incremento de emisión de GEI.

Los motores eléctricos son los mayores consumidores de electricidad a nivel mundial, de acuerdo a la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) representan el 53% de la demanda global de electricidad [1], es así que, en diferentes regiones del mundo se han establecido Estándares de Rendimiento Energético Mínimo (MEPS por sus siglas en inglés), los cuáles son de cumplimiento obligatorio, y permiten lograr una alta eficiencia energética y reducir el consumo de energía eléctrica.

En el presente artículo, se presenta al lector conceptos relevantes sobre eficiencia en un motor eléctrico, las normativas vigentes, las características de un motor más eficiente y se analiza el impacto en ahorro energético y monetario al adquirir un motor más eficiente (IE3) en lugar de un motor de baja eficiencia (IE1) para un consumidor eléctrico en Bolivia, demostrando que el gasto en energía eléctrica para hacer funcionar un motor representa varias veces su costo de adquisición, razón por la cual la recuperación de inversión es bastante corta al elegir un motor más eficiente o reemplazar un motor de baja eficiencia.

2. Introducción

2.1. ¿Por qué es importante la eficiencia energética?

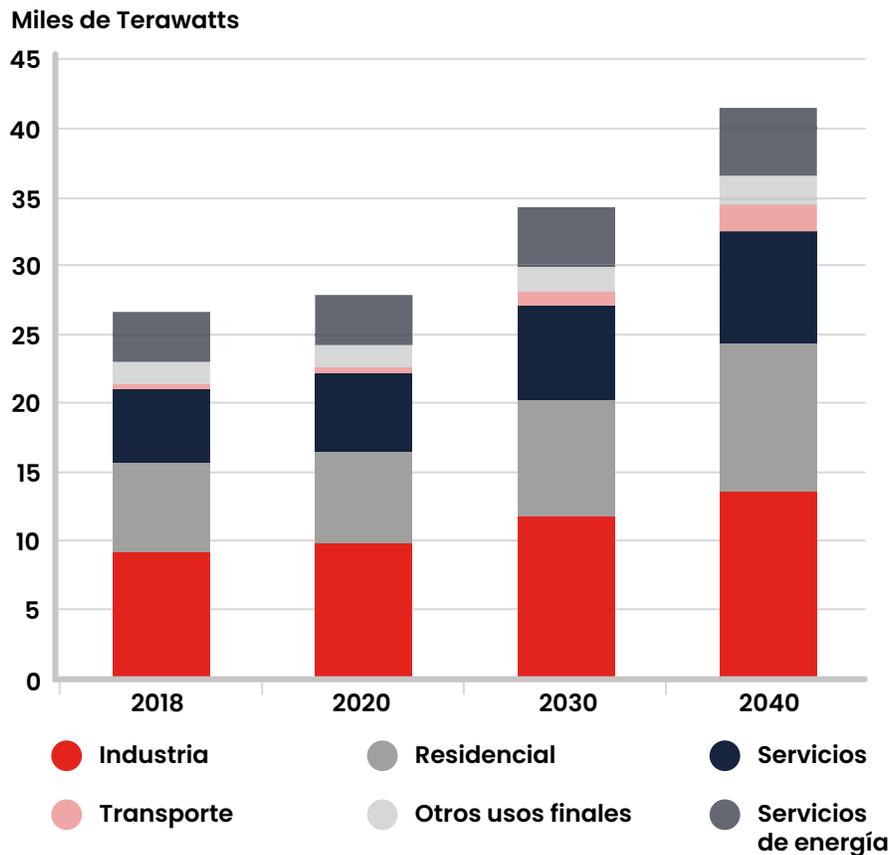
El incremento de la demanda de electricidad es una de las razones clave en el aumento de emisiones globales de GEI del sector energético, razón por la cual se buscan nuevas tecnologías para la generación de electricidad con menor o nula emisión de CO₂.

En la Figura 1.- [2] Demanda eléctrica mundial por sector, tendencia actual hasta el 2040, se verifica que la industria y los edificios representan más del 60% de la demanda mundial de electricidad en la actualidad, tendencia relacionada a las políticas actuales de consumo energético a nivel mundial.

El Acuerdo de París¹ establece un marco global para evitar un cambio climático peligroso manteniendo el aumento de la temperatura media

mundial por debajo de los 2 °C respecto de los niveles preindustriales y continuar los esfuerzos para limitar el aumento de temperatura a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales. La producción y el uso de energía es la mayor fuente de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial, lo que significa que el sector energético es crucial para lograr este objetivo. [4]

Figura 1: [2] Demanda eléctrica mundial por sector, tendencia actual hasta el 2040



¹El Acuerdo de París es el primer acuerdo universal y jurídicamente vinculante sobre el cambio climático, adoptado en la Conferencia sobre el Clima de París (COP21) en diciembre de 2015.

2.2. ¿Por qué es importante utilizar un motor de alta eficiencia?

En la actualidad los principales consumidores de electricidad a nivel mundial son los motores eléctricos, que representan el 53% de la demanda global de electricidad [2]; que en el año 2019 alcanzó 26 TWh, según datos de la IEA [1].

En la Figura 2.- Consumo global de energía eléctrica de acuerdo al uso final, se muestra la participación de aplicaciones finales en el consumo de electricidad, donde se observa

que los motores eléctricos forman parte importante de las aplicaciones de mayor consumo eléctrico.

Por lo citado, en los países desarrollados y en gran parte del mundo se han establecido normativas de cumplimiento obligatorio estableciendo los valores de eficiencia energética mínimos para la fabricación y el uso de motores eléctricos.

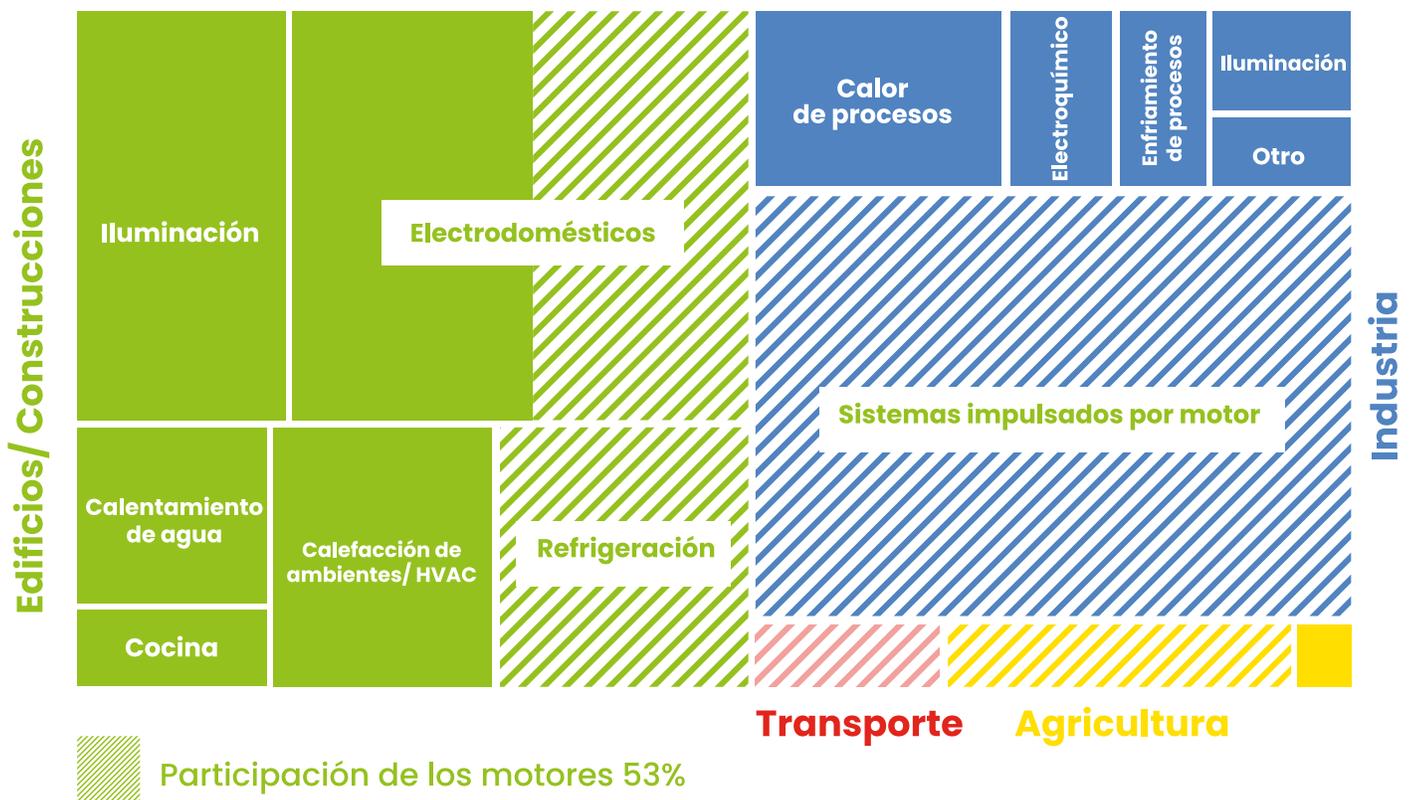


Figura 2: Consumo global de energía eléctrica de acuerdo al uso final.

En nuestra región no existe una regulación que acompañe el uso de motores eléctricos más eficientes, motivo por el cual todavía es posible adquirir e importar motores de baja

eficiencia, situación que va en contra de los esfuerzos a nivel mundial para reducir la demanda de energía eléctrica y frenar el cambio climático.

3. Normativas de eficiencia en motores eléctricos

3.1. Normativas a nivel mundial

Estados Unidos fue el primer país del mundo en establecer MEPS para motores en el año 1997 (Ley de Política Energética), en 2007 los MEPS se elevaron a valores de NEMA Premium y posteriormente en el año 2005 se amplió su alcance para incluir motores más pequeños con los niveles de eficiencia establecidos en la normativa americana NEMA MG-1 [3].

La Unión Europea el 2009, estableció por primera vez MEPS para motores y 10 años después el 2019

actualizó la regulación N° 2019/1781 de alcance más amplio y exigir un nivel de eficiencia IE3 que son establecidos en el estándar IEC 60034-2-1 [3].

En 2020, los países que consumen el 76% del consumo mundial de electricidad, han establecido niveles mínimos de rendimiento energético (MEPS), lo cual se resume en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Estándares de niveles de eficiencia utilizados en todo el mundo [3].

Niveles Eficiencia	Clases de eficiencia	Estándar de Pruebas	Estándar de Rendimiento	
NEMA MG-1	IEC 60034-30-1, 2014	IEC 60034-2-1, 2014	MEPS de Cumplimiento obligatorio (iii)	
Motores de inducción trifásicos < 1kV	Clase Global - Código IE (i)	Método preferido (ii)	País	Rango potencias
Eficiencia Super Premium	IE4	1) Sumatoria de pérdidas con prueba de carga. 2) Pérdidas adicionales PLL determinadas desde pérdidas residuales.	EU 28 (**)	75 - 200 kW
Eficiencia Premium	IE3		Canada	0.75 - 375 kW
			México	0.75 - 375 kW
			USA	0.75 - 375 kW
			USA (*)	0.18 - 2.2 kW
			South Korea	0.75 - 375 kW
			EU 28	0.75 - 375 kW
			Suiza (**)	0.75 - 375 kW
			Turquía	0.75 - 375 kW
			Japón	0.75 - 375 kW
			Israel	7.5 - 375 kW
			Singapur	0.75 - 375 kW
			Taiwan	0.75 - 200 kW
		Brasil	0.12 - 370 kW	
		Ucrania (**)	0.75 - 375 kW	
		Arabia Saudita	0.75 - 375 kW	
		Australia	0.75 - 185 kW	
		Chile	0.75 - 375 kW	
		China	0.75 - 375 kW	
		Perú	0.75 - 375 kW	
		Colombia	7.5 - 373 kW	
		Irán	7.5 - 375 kW	
		EU 28 (**)	0.12 - 375 kW	
		Israel	0.75 - 5.5 kW	
		India	0.37 - 170 kW	
		Nueva Zelanda	0.75 - 185 kW	
		Costa Rica	0.75 - 375 kW	
		Vietnam		
Eficiencia Alta	IE2			
Eficiencia Estándar	IE1			

i) Potencia de salida 0.12 - 1000kW, 50-60Hz, operación a tensión plena, 2,4,6,8 polos
 ii) Para máquinas trifásicas, operación en tensión plena <1KV, potencia de salida <1000 kW
 iii) Estándar mínimo de rendimiento de energía

*) Motores polifásicos IE3, monofásicos IE2 o superior
 **) 1er escalón partir de 15/07/21), se elimina la opción de IE2 + VDF para 0,75kW -375kW y 2do escalón a partir de 15/07/23): motores monofásicos>0.12kW IE2; 0.75-75 y 200-1000kW IE3
 ***) IE3 o IE2 con VDF, de acuerdo a 1-09-2019 + 2 años de implementación

3.2. Eficiencia mínima para motores americanos

NEMA (National Electrical Manufacturers Association) es la asociación americana que regula la fabricación de motores eléctricos para el mercado americano, bajo el estándar NEMA-MG1.

EISA (Energy Independence and Security Act), es la legislación gubernamental que define los valores de eficiencia mínimos que los fabricantes de motores y usuarios deben cumplir, la cual se encuentra en vigencia desde el 2010, estos valores corresponden al estándar NEMA Premium, y de-

ben cumplirse para cualquier motor fabricado o importado en Estados Unidos, lo cual aplica para motores de 1-500 HP (0.75 kW-373 kW) de tensiones menores a 600 V.

El siguiente Cuadro 2.- Valores de mínimos de eficiencia Nema Premium, extraído de la normativa NEMA MG-1, presenta los valores mínimos de eficiencia que se deben cumplir para motores de baja tensión < 1kV operando a 60 Hz [5]:

Niveles de eficiencia para motores cerrados								
Potencia	2 Polos		4 Polos		6 Polos		8 Polos	
HP	Eficiencia Nominal	Eficiencia Mínima						
1	77.0	74.0	85.5	82.5	82.5	80.0	75.5	72.0
1.5	84.0	81.5	86.5	84.0	87.5	85.5	78.5	75.5
2	85.5	82.5	86.5	84.0	88.5	86.5	84.0	81.5
3	86.5	84.0	89.5	87.5	89.5	87.5	85.5	82.5
5	88.5	86.5	89.5	87.5	89.5	87.5	86.5	84.0
7.5	89.5	87.5	91.7	90.2	91.0	89.5	86.5	84.0
10	90.2	88.5	91.7	90.2	91.0	89.5	89.5	87.5
15	91.0	89.5	92.4	91.0	91.7	90.2	89.5	87.5
20	91.0	89.5	93.0	91.7	91.7	90.2	90.2	88.5
25	91.7	90.2	93.6	92.4	93.0	91.7	90.2	88.5
30	91.7	90.2	93.6	92.4	93.0	91.7	91.7	90.2
40	92.4	91.0	94.1	93.0	94.1	93.0	91.7	90.2
50	93.0	91.7	94.5	93.6	94.1	93.0	92.4	91.0
60	93.6	92.4	95.0	94.1	94.5	93.6	92.4	91.0
75	93.6	92.4	95.4	94.5	94.5	93.6	93.6	92.4
100	94.1	93.0	95.4	94.5	95.0	94.1	93.6	92.4
125	95.0	94.1	95.4	94.5	95.0	94.1	94.1	93.0
150	95.0	94.1	95.8	95.0	95.8	95.0	94.1	93.0
200	95.4	94.5	96.2	95.4	95.8	95.0	94.5	93.6
250	95.8	95.0	96.2	95.4	95.8	95.0	95.0	94.1
300	95.8	95.0	96.2	95.4	95.8	95.0		
350	95.8	95.0	96.2	95.4	95.8	95.0		
400	95.8	95.0	96.2	95.4				
450	95.8	95.0	96.2	95.4				
500	95.8	95.0	96.2	95.4				

Cuadro 2: [5] Valores de mínimos de eficiencia Nema Premium

3.3. Eficiencia mínima para motores europeos

En la Unión Europea, la directiva 2005/32/EC, de cumplimiento obligatorio para todos los países miembros, es aplicable a cualquier motor fabricado o importando dentro de la Unión Europea. Esta directiva establece los valores mínimos de eficiencia MEPS a cumplir, bajo la categoría de eficiencia IE3, para motores desde 0.75 kW hasta 375 kW o IE2, solamente cuando el motor está en combinación con un variador de frecuencia; la fabricación, uso e importación de motores IE1 está prohibido dentro de los países miembros de la comunidad europea.

Es importante tomar en consideración que, a partir de Julio de 2021, entrará en vigencia la nueva regulación 2019/1781, que exige que los motores fabricados o importados en la Unión Europea entre 0.75 kW a 1000 kW, deben cumplir con los valores mínimos de eficiencia IE3.

Los MEPS IE3 para una frecuencia de 60 Hz son idénticos a los valores mínimos Nema Premium®, razón por la cual estos dos estándares se toman como equivalentes.

Como referencia en el Cuadro 3.- Valores mínimos de eficiencia IE3 para 50 Hz, se presentan los valores mínimos de eficiencia IE3 a cumplir para motores entre 15 kW a 1000 kW según el reglamento UE-2019/1781 de la Comisión Europea, valores establecidos en el estándar IEC 60034-2-1:

Niveles de eficiencia para motores cerrados				
Potencia nominal de salida P, [kW]	2 Polos	4 Polos	6 Polos	8 Polos
15	91,9	92,1	91,2	89,6
18,5	92,4	92,6	91,7	90,1
22	92,7	93,0	92,2	90,6
30	93,3	93,6	92,9	91,3
37	93,7	93,9	93,3	91,8
45	94,0	94,2	93,7	92,2
55	94,3	94,6	94,1	92,5
75	94,7	95,0	94,6	93,1
90	95,0	95,2	94,9	93,4
110	95,2	95,4	95,1	93,7
132	95,4	95,6	95,4	94,0
160	95,6	95,8	95,6	94,3
de 200 a 1000	95,8	96,0	95,8	94,6

Cuadro 3: [4] Valores mínimos de eficiencia IE3 para 50Hz.

4. CONCEPTOS SOBRE EFICIENCIA EN UN MOTOR ELÉCTRICO

4.1. Eficiencia en un motor eléctrico

La eficiencia en un motor es la relación de la potencia de salida mecánica y la potencia de entrada eléctrica, esta relación se puede expresar así:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} = \frac{\text{Entrada} - \text{Pérdidas}}{\text{Entrada}} = \frac{\text{Salida}}{\text{Salida} + \text{Pérdidas}}$$

Existen diferentes estándares para realizar pruebas de eficiencia en los motores eléctricos a lo largo del mundo, pero el más difundido y utilizado es el estándar IEEE 112-2004 "Standard Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators" [5], el cual define los procedimientos utilizados para medir la eficiencia en un motor de acuerdo a su potencia, capacidad de las instalaciones existentes y requerimientos de precisión y confiabilidad.

El estándar IEEE 112-2004 establece que se deben incluir las siguientes pérdidas en la determinación de eficiencia:

- $I^2 R$ estator, pérdidas por resistencia del estator
- $I^2 R$ rotor, pérdidas por resistencia del rotor
- Pérdidas del núcleo
- Pérdidas debido a la carga
- Pérdidas por fricción y viento
- La pérdida de potencia para elementos auxiliares, debe ser tratada por separado.

Para cumplir con el nivel de eficiencia mínimo, los fabricantes de motores trabajan en optimizar el diseño de sus equipos implementando nuevas tecnologías y materiales de mayor calidad para obtener un producto más eficiente con menores pérdidas.

En la siguiente Figura 3.- Composición de pérdidas en un motor eléctrico, se presenta la composición de pérdidas para un motor trifásico, 380 V, 15 HP, 4 Polos, cuyas pruebas realizadas indican que el equipo tiene una eficiencia 87,4%:



Figura 3: Composición de pérdidas en un motor eléctrico

4.2. ¿Qué hace a un motor eléctrico más eficiente?

La optimización en el diseño y materiales utilizados en un motor de alta eficiencia lo hacen más eficiente que un motor de baja eficiencia, la reducción en las pérdidas implica que **un motor de alta eficiencia puede proporcionar el mismo trabajo con menos consumo de energía** que un motor de baja eficiencia.

En la Figura 4.- Mejoras en el diseño de un motor eléctrico Nema Premium®, se presentan las principales mejoras del diseño de un motor eléctrico de alta eficiencia, que cumple con los niveles requeridos según NEMA Premium® o IE3.

Al utilizar materiales de mejor calidad y un diseño optimizado, el costo de fabricación de un motor de alta eficiencia se ve afectado, y si lo comparamos

con el precio de compra de un motor de baja eficiencia existirá una diferencia notoria, razón por la cual muchos usuarios todavía compran motores de baja eficiencia, sin tomar en consideración el gasto en energía eléctrica para mantener rodando a un motor **“más barato”**, costo que sobrepasará por mucho el gasto inicial de adquisición de un motor más eficiente.

Se debe tener en cuenta que un motor eléctrico pierde eficiencia cada vez que el mismo es rebobinado (NEMA, 2016), por lo cual los **motores antiguos de baja eficiencia que fueron rebobinados varias veces**, representan un candidato potencial para ser reemplazados por un motor más eficiente y en estos casos el retorno de inversión es menor a un año.

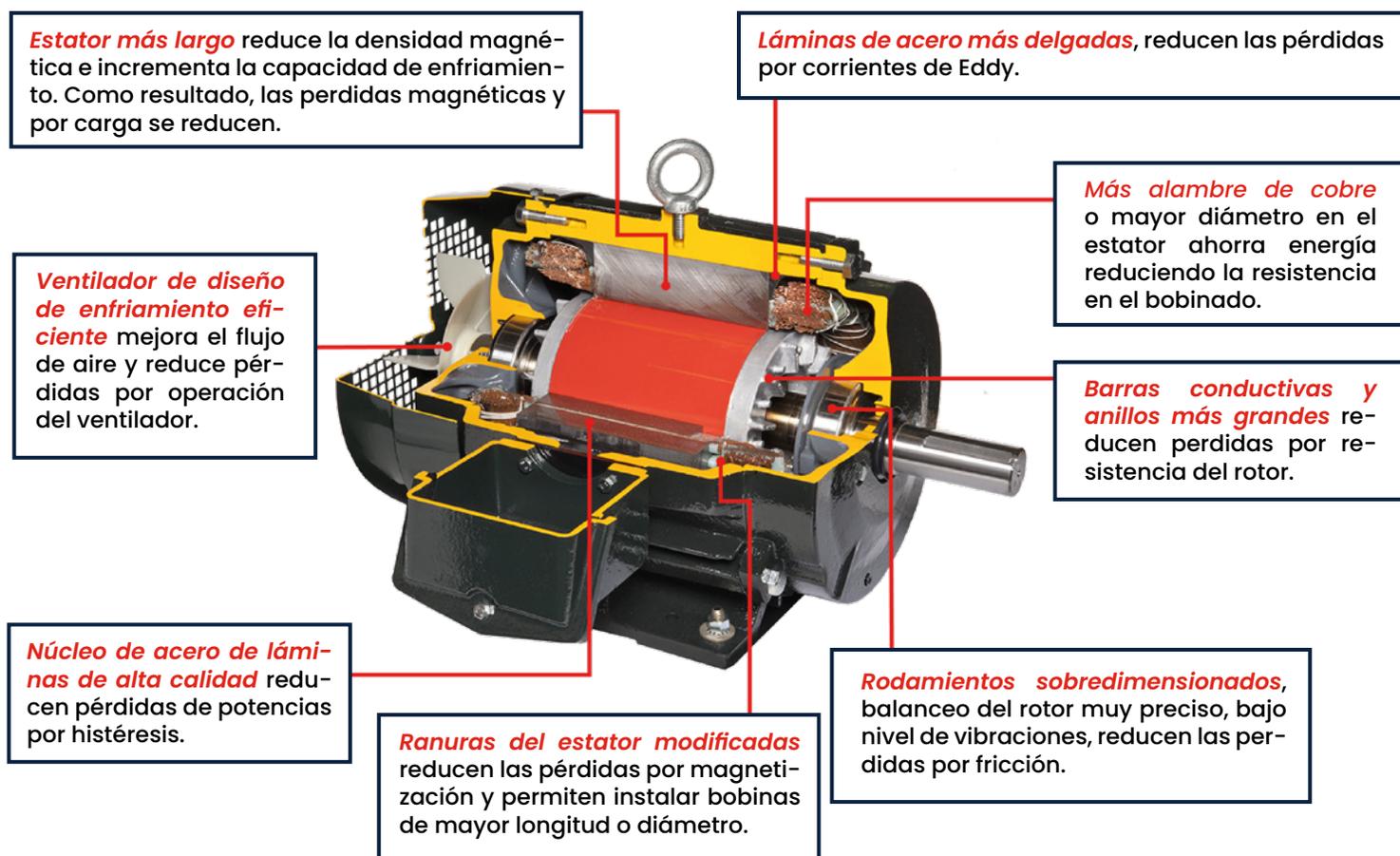


Figura 4: Mejoras en el diseño de un motor eléctrico Nema Premium® (TOSHIBA, 2021).

4.3. Comparativa de diferentes clases de eficiencia

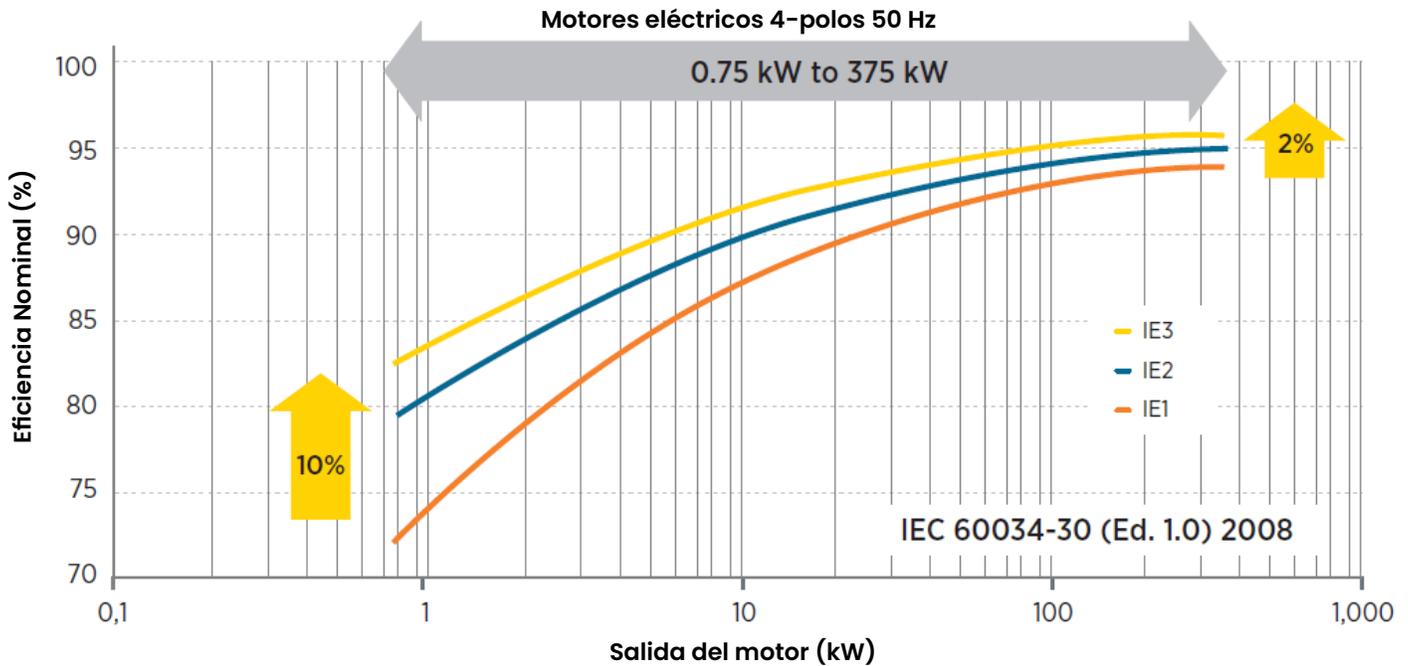


Figura 5: Comparativa de clases de eficiencia IE1, IE2 e IE3. (U.S Department of Energy, 2014)

En la Figura 5 Comparativa de clases de eficiencia IE1, IE2 e IE3, se observa que el cambio entre diferentes clases de eficiencia se hace muy notable en motores de potencias menores a 15 kW, alcanzando un valor de hasta 10%; para potencias más grandes la diferencia se vuelve más pequeña, llegando incluso a un valor cercano a 2% para motores mayores a 100 kW.

Considerando que los motores “pequeños” en una planta son numerosos y los motores “grandes” representarán la mayor parte de su consumo, en cualquier caso, un valor de eficiencia más alto representará un ahorro energético significativo para una planta industrial.

5. Ahorro energético y monetario al adquirir un motor más eficiente

En esta sección se presentará un análisis del ahorro energético y monetario al adquirir un motor más eficiente, este análisis fue realizado considerando el costo de adquisición de un motor eléctrico Nema Premium o IE3 puesto en **Bolivia**.

De acuerdo a los datos de tarificación vigente según datos de la **Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear (AETN)**, para un consumidor industrial en La Paz, con

una potencia superior a 50 kW, con una acometida en MT, tendríamos una tarifa por energía promedio (horarios alto, medio y bajo) de 0,40 Bs/kWh [7]

Se consideran dos (2) escenarios para lograr ahorro energético y monetario adquiriendo un motor más eficiente:

- Nueva implementación, adquisición de un motor Nema Premium/IE3, IE2 en lugar de un motor de eficiencia IE1
- Reemplazo de un motor un motor antiguo ó IE1, rebobinado varias veces, por un motor Nema Premium/IE3.



5.1. Eligiendo un motor IE3 en comparación con IE2 / IE1

En este escenario se considera la adquisición de un motor de 50 HP (37kW), 1500 RPM, el cual será utilizado en un molino, que opera en promedio 24 horas al día, 330 días al año, haciendo un total de 7.920 horas de servicio en un año, vamos a evaluar que tecnología debería elegir el consumidor para lograr ahorro energético y monetario para su operación.

Con estos datos obtenemos los siguientes resultados:

Tecnología	Eficiencia	Potencia Salida (kW)	Potencia Entrada (kW)	Consumo energía / año (kWh)	Gasto energía en un año (Bs)	Precio de compra motor (Bs)
IE3	93,90%	37	39,4	312.076,68	124.830,67	25.199,97
IE2	92,70%	37	39,91	316.116,50	126.446,60	20.159,98
IE1	91,20%	37	40,57	321.315,79	128.526,32	15.075,36

RESULTADOS IE3 vs IE1	
Ahorro energía (consumo IE1 – Consumo IE3)	9239,11[kwh/año]
Ahorro dinero (Gasto IE1 – Gasto IE3)	3695,64[Bs \año]
Inversión adicional al elegir IE3 (Precio IE3 – Precio IE1)	10124,61[Bs]
Recuperación de inversión adicional al elegir IE3	2,74[años]

RESULTADOS IE2 vs IE1	
Ahorro energía (consumo IE1 – Consumo IE2)	5199,28[kwh/año]
Ahorro dinero (Gasto IE1 – Gasto IE2)	2079,71[Bs \año]
Inversión adicional al elegir IE2 (Precio IE2 – Precio IE1)	5084,62[Bs]
Recuperación de inversión adicional al elegir IE2	2,44[años]

Del cálculo anterior podemos observar que el gasto anual en energía eléctrica, para mantener funcionando un motor durante un año, representa 4 a 5 veces su costo de adquisición, razón por la cual su nivel de eficiencia es muy importante; la inversión adicional al elegir un motor de mayor eficiencia se recupera en 2,44 años en el caso de un motor IE2 y en 2,74 años en un motor IE3, cuya diferencia es de apenas 4 meses entre ambos, pero el ahorro con un motor IE3 es mucho mayor, razón

por la cual la mejor decisión será implementar un motor de eficiencia IE3 en esta aplicación. Así también, a partir de que el consumidor recupere su inversión comenzará a ahorrar Bs.3.695,64 por año, con un motor de mayor tecnología y beneficios técnicos.

Con este análisis queda en evidencia el ahorro energético y monetario que podemos lograr eligiendo un motor de alta eficiencia IE3.

5.2. Reemplazo de un motor de baja eficiencia existente por un motor IE3

En este escenario un consumidor tiene un motor que ha fallado por un defecto en su bobinado, y se le presentan dos opciones de solución: la primera (1º) es rebobinar el motor una vez más, y la segunda (2º) opción es **comprar** un nuevo motor IE3. Se evalúa cuál camino debería elegir el consumidor para lograr ahorro energético y monetario para su operación.

Los datos de aplicación son: motor de 20 HP (15kW), 1500 RPM, el cual opera en promedio 12 horas al día, 330 días al año, haciendo un total de 3.960 horas de servicio en un año, el motor actual lleva operando en planta 15 años y es de eficiencia IE1, se ha rebobinado 2 veces en el pasado, y con esta nueva rebobinada ya serán 3.

Nota:

i) Se puede estimar que **un motor pierde en promedio 2% en eficiencia cada vez que es rebobinado**, el cual es un dato bastante conservador ya que dependerá de la experiencia, materiales utilizados y equipamiento disponible en taller, pero aun así será imposible incluso para el mejor taller igualar las condiciones de fábrica, y siempre existirá una reducción en su eficiencia original.

ii) Para el ejercicio se considera que el gasto en rebobinar un motor es del 50% del costo de adquirir un motor de las mismas características.

Opción	Eficiencia	Potencia Salida (kW)	Potencia Entrada (kW)	Consumo energía / año (kWh)	Costo energía en un año (Bs)	Precio de compra motor (Bs)
Motor nuevo IE3	92,10%	15	16,29	64.495,11	25.798,05	12.780,32
Rebobinar motor IE1	82,70%	15	18,14	71.825,88	28.730,35	4.410,90

RESULTADOS IE3 vs IE1	
Ahorro energía (consumo motor rebobinado – Consumo IE3)	7330,76[kwh/año]
Ahorro dinero (Gasto motor rebobinado – Gasto IE3)	2932,31[Bs \año]
Inversión adicional al elegir IE3 (Precio IE3 – Reparación/rebobinar)	8369,42[Bs]
Recuperación de inversión adicional al elegir IE3	2,85[años]

En este caso en particular podemos observar que, aunque el motor opera 12 horas al día, y existe una diferencia considerable entre adquirir un motor nuevo IE3 y reparar el existente, el ahorro energético entre una y otra alternativa es considerable, y este caso el consumidor final podría recuperar su inversión en menos de 3 años y a partir de ese momento ahorrar 2.932,31 Bs por año.

El cambio de un motor antiguo se hace incluso mucho más rentable si tuviese una operación continua mayor a 7.000 horas por año, situación en la cual el retorno de inversión se reduciría a 18 meses, de la misma forma en el caso de que tenga varias reparaciones.

6. Levantamiento de datos para solicitar un motor eléctrico de inducción trifásico

El departamento técnico puede utilizar este formato para hacer un levantamiento de los datos principales para solicitar un motor nuevo o un reemplazo de un equipo existente.

a) Datos de placa del motor (Para motor nuevo o reemplazo)

Potencia Indicar valor: ----- [kW]	Tensión de operación <input type="checkbox"/> 380[V] <input type="checkbox"/> 220[V] <input type="checkbox"/> Otro: -----	Frecuencia Operación <input type="checkbox"/> 50[Hz] <input type="checkbox"/> 60[Hz] <input type="checkbox"/> Otro: -----	Corriente Nominal Indicar valor: ----- [A]	Factor de servicio Indicar valor: -----	Método de arranque <input type="checkbox"/> Directo <input type="checkbox"/> D/Y <input type="checkbox"/> Softstarter <input type="checkbox"/> VDF	Normativa <input type="checkbox"/> NEMA <input type="checkbox"/> IEC
Encerramiento <input type="checkbox"/> TEFC <input type="checkbox"/> ODP	Protección IP <input type="checkbox"/> IP55 <input type="checkbox"/> IP56 <input type="checkbox"/> Otro: -----	Tamaño de carcasa/frame Indicar valor: -----	Temperatura ambiente Indicar valor: ----- [°C]	Altitud operación Altitud: ----- [m.s.n.m.]	Método de acople <input type="checkbox"/> Poleas y correas <input type="checkbox"/> Directo	Sentido de giro <input type="checkbox"/> Horario CW <input type="checkbox"/> Antihorario CCW Visto desde: <input type="checkbox"/> Acople <input type="checkbox"/> Ventilador

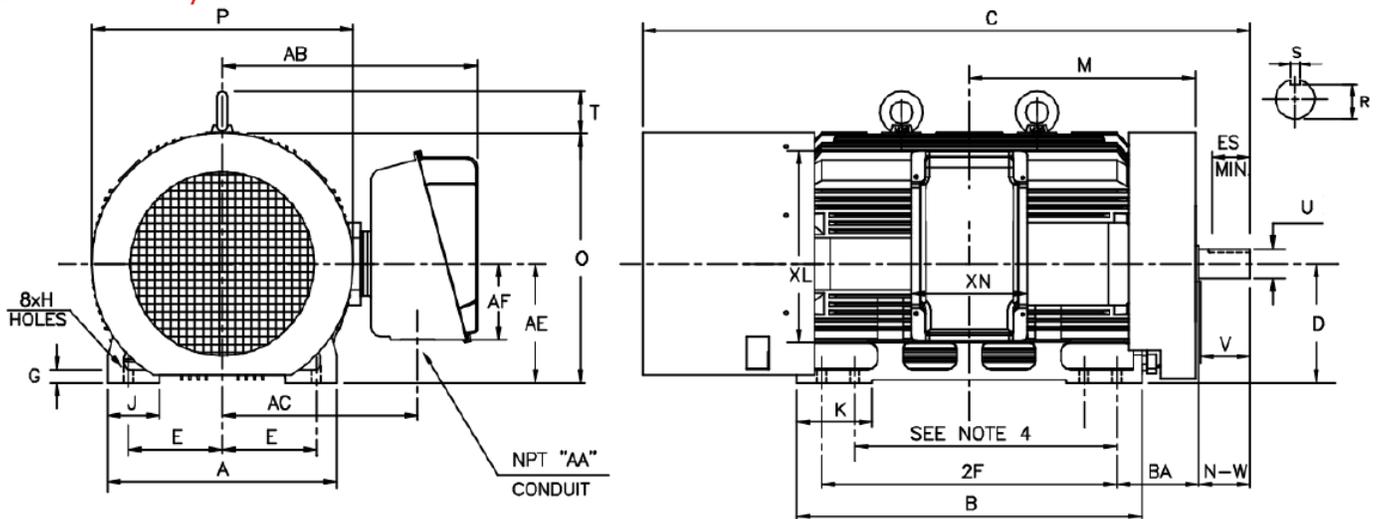
Indicar accesorios requeridos:

- Calentador de espacio, tensión
- RTD's en bobinado PT100
- RTD's en Rodamientos PT100
- Sensores de Vibración, tipo
- Otros: -----
- Otros: -----

b) Información adicional (Solamente en el caso de reemplazo)

- Fotografía legible de la placa del motor
- Fotografía legible de placas auxiliares
- Fotografía del motor completo lado derecho
- Fotografía del motor completo lado izquierdo
- Fotografía panorámica motor + aplicación
- Planos del motor existente
- Ficha técnica del motor existente Curva Torque vs Velocidad de la aplicación

Levantamiento y dimensiones críticas del motor:



Unidad	2E	2F	BA	D	N-W	U	R	S
Pulgadas								
mm								

7. Recomendaciones

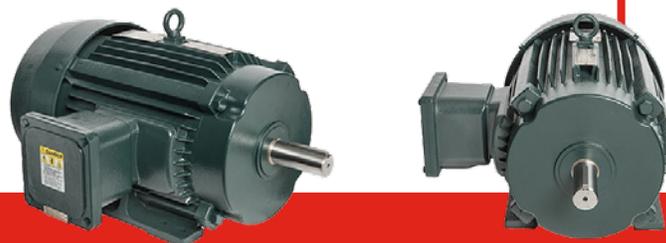
Las siguientes circunstancias son oportunidades para escoger un motor de alta eficiencia (IE3, Nema Premium):

- Cuando se adquiere un motor nuevo.
- En lugar de rebobinar un motor de baja eficiencia.
- Reemplazar los motores operativos pero ineficientes por motores de mayor confiabilidad y menor consumo de energía.

Se recomienda que se especifique un motor de alta eficiencia en los siguientes casos:

- Para todas las instalaciones nuevas.
- Cuando se realicen modificaciones mayores al proceso o instalaciones existentes.
- Para todas las compras nuevas de máquinas de un OEM, que tenga un motor eléctrico.
- Como reemplazos económicamente justificados para motores de baja eficiencia con falla, que de otro modo serán rebobinados.

- Reemplazando motores subdimensionados (cuando un motor opera a menos del 40% de su potencia nominal).



8. CONCLUSIONES

Utilizar un motor de alta eficiencia puede reducir los costos operativos de una planta industrial de diferentes formas. No solamente reduciendo nuestros gastos en energía eléctrica, sino también pospone o elimina la necesidad de expandir nuestra subestación y aumentar la capacidad del sistema eléctrico en la planta.

El ahorro energético y monetario comienza eligiendo un motor de alta eficiencia, el cual se puede justificar fácilmente haciendo un retorno de inversión considerando las horas de operación, tarifa eléctrica, porcentaje de carga.



Soluciones de calidad, rendimiento y durabilidad superior, para las aplicaciones más exigentes

9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] IEA, International Energy Agency: World Energy Outlook 2016, Paris, France, 2016
- [2] International Energy Agency. (2021). International Energy Agency. Obtenido de: <https://www.iea.org>
- [3] International Electrotechnical Commission, Motores eléctricos, 2021, obtenido de: <https://www.iec.ch/government-regulators/electric-motors>
- [4] Comisión Europea. (2019). Diario Oficial de la Unión Europea - Reglamento (UE) 2019/1781.
- [5] National Electrical Manufacturers Association. (2016). ANSI/NEMA MG-1 Motors and Generators.
- [6] Toshiba international Corporation (2021), obtenido de <https://www.toshiba.com/tic/>
- [7] Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear (2019), Resolución AETN N° 1123/2019