

“Eficiencia Energética en 20 empresas nicaragüenses: Opciones de mejoras, motivaciones y barreras para adoptarlas”

Autores:

- Ing. Silvio De Franco, PhD
- Ing. Pedro Villarreal, MBA
- Ing. Ronald Fonseca Sandino, MBA
- Lic. Omara Espinoza

Asesores:

- Ing. Silvia Aguilera, MBA
- Ing. Lesbia Mendoza, MBA
- Ing. Marjine Morales, MBA
- Ing. Fernando Sánchez, PhD.

Noviembre, 2020

Contenido

I. RESUMEN	3
II. Resultados	6
III. Conclusiones	35
Referencias	37

Contenido de tablas

Tabla 1 Sectores de las empresas	6
Tabla 2 tarifa energética que poseen las empresas	8
Tabla 3 Consumo anual en kWh empresas.....	9
Tabla 4 Ineficiencias por uso inadecuado de equipos	10
Tabla 5 Ineficiencias por mantenimiento deficiente	11
Tabla 6 Ineficiencias por desperdicio de energía	11
Tabla 7 Ineficiencias por tarifa inadecuada	12
Tabla 8 Ineficiencias por equipos de baja eficiencia.....	12
Tabla 9 Recomendación de eficiencia energética 1	13
Tabla 10 Recomendación de eficiencia energética 2	14
Tabla 11 Recomendación de eficiencia energética 3	15
Tabla 12 Recomendación de eficiencia energética 4	16
Tabla 13 Recomendación de eficiencia energética 5	17
Tabla 14 Recomendación de eficiencia energética 6	18
Tabla 15 Análisis de ahorro en kWh anual	19
Tabla 16 Análisis de ahorro en dólares	21
Tabla 17 Análisis de inversiones	23
Tabla 18 correlación entre inversión vs ahorro.....	24
Tabla 19 Correlación de variables ahorro inversión	27
Tabla 20 Estadística de % avance de implementaciones.....	28
Tabla 21 Avances de implementación vs ahorro e inversión.....	30
Tabla 22 Razones de demoras en la implementación	31
Tabla 23 Motivaciones para buscar cambios.....	32
Tabla 24 Expectativas a futuro	33
Tabla 25 iniciativas propias de las empresas	34

Contenido de grafico

Gráfico 1 Empresas desagregadas por sector	7
Gráfico 2 clasificación de las empresas por actividad	7
Gráfico 3 Clasificación de las empresas por productos o servicios	8
Gráfico 4 Frecuencias de causas de ineficiencia.....	12
Gráfico 5 correlación de variables ahorro vs inversión	26
Gráfico 6 grado de avance de las implementaciones	29
Gráfico 7 Razones de no implementar	32

I. RESUMEN

El presente documento es parte de un proyecto investigación que comenzó en el 2016 y que pretende culminar en el 2020 tal como se explica en los dos primeros documentos de este proyecto de investigación-acción (Fonseca, R et al 2017 y De Franco, S. et al 2018), que persiguen descubrir factores que inciden positiva y negativamente en relación al uso correcto y eficiente de la energía en las PYMES de Nicaragua.

En este documento presentamos los hallazgos de la última etapa del proyecto sobre el uso de la energía en 20 PYMES, adicionales a las 40 empresas estudiadas anteriormente, las causas de las ineficiencias en las mismas, las recomendaciones e inversiones necesarias para lograr ahorros, los avances logrados un año después de dichas recomendaciones, las motivaciones y barreras encontradas en dichos avances, así como lo planes futuros de las empresas de cara al uso eficiente de dicho recurso.

Tanto el objetivo general como los objetivos específicos son idénticos a las dos primeras investigaciones, los cuales reproducimos a continuación:

- Detectar las ineficiencias del uso de energía en empresas nicaragüenses, prescribir posibilidades de mejoras y determinar las motivaciones y barreras para la adopción de dichas mejoras.

La investigación aspira propiciar una mayor conciencia de la situación del uso de energía en las empresas e inducir la adopción de medidas para corregir las ineficiencias.

Específicos:

- Diagnosticar las fallas en el uso de la energía
- Examinar las causas de la mismas
- Brindar recomendaciones para aumentar la eficiencia
- Establecer relaciones entre el ahorro de energía y la inversión necesaria para lograrlo

- Identificar las motivaciones y barreras para la adopción de dichas recomendaciones.
- Conocer los planes futuros de dichas empresas

Preguntas de investigación

¿Cuáles son las causas de la ineficiencia del uso de energía en un grupo de empresas de Nicaragua?

¿Qué tan comunes son esas causas?

¿Que se recomienda hacer a las empresas?

¿Qué tan comunes son las recomendaciones?

¿Qué patrones y relaciones se manifiestan entre el ahorro de energía en kWh, el ahorro en dólares y la inversión necesaria para lograr dicho ahorro?

¿Cuál es el grado de implementación de las medidas recomendadas?

¿Cuáles son las motivaciones y barreras más comúnmente encontradas para dicha implementación?

¿Cuáles son los planes futuros?

Puesto que la presente investigación es una extensión a 20 empresas más del proyecto de investigación, continuamos con la misma justificación, aplicando una metodología idéntica usando las mismas variables, la revisión de literatura utilizada, y las mismas preguntas de investigación e hipótesis enumeradas en los dos documentos arriba citados, en los cuales los lectores interesados pueden consultar todos estos aspectos ---hemos creído conveniente evitar repeticiones y centrarnos en los hallazgos que encontramos en estas 20 empresas. Es necesario aclarar que en dichas empresas la auditoria y recomendaciones fueron hechas dos años después de las primeras 40 PYMES que estudiamos y que la verificación de los avances culminó en 2020.

II. Resultados

Características generales de las empresas

El gráfico siguiente muestra los sectores a los que pertenecen las empresas en esta fase de la investigación.

Tabla 1 Sectores de las empresas

SECTOR

	Freq uen cy	Perce nt	Valid Percent	Cumulative Percent
COMERCIO	3	15.0	15.0	15.0
INDUSTRIA	9	45.0	45.0	60.0
SERVICIO	8	40.0	40.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

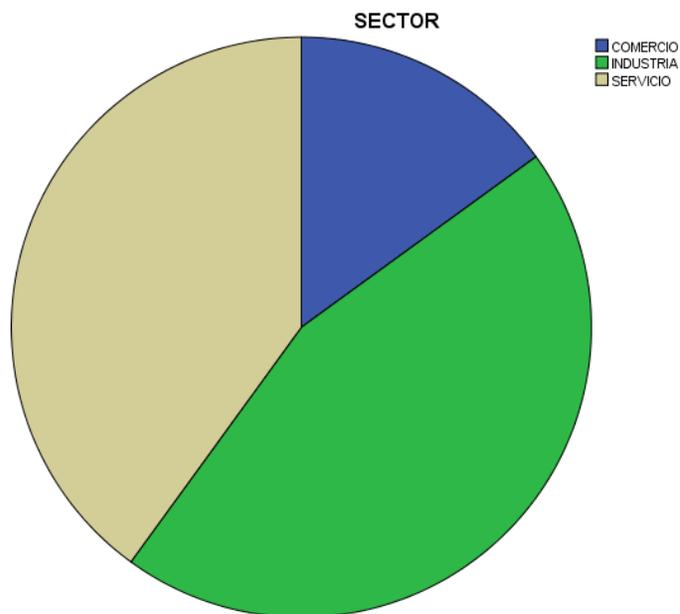


Gráfico 1 Empresas desagregadas por sector

Como puede verse, el sector industrial tiene la mayor representación (45%) seguido muy cerca con el de Servicios (40%).

Las actividades específicas a las que se dedican, así como los productos y servicios que ofrecen se muestran en los gráficos que siguen: la enorme variedad de productos y servicios de las empresas es muy grande.

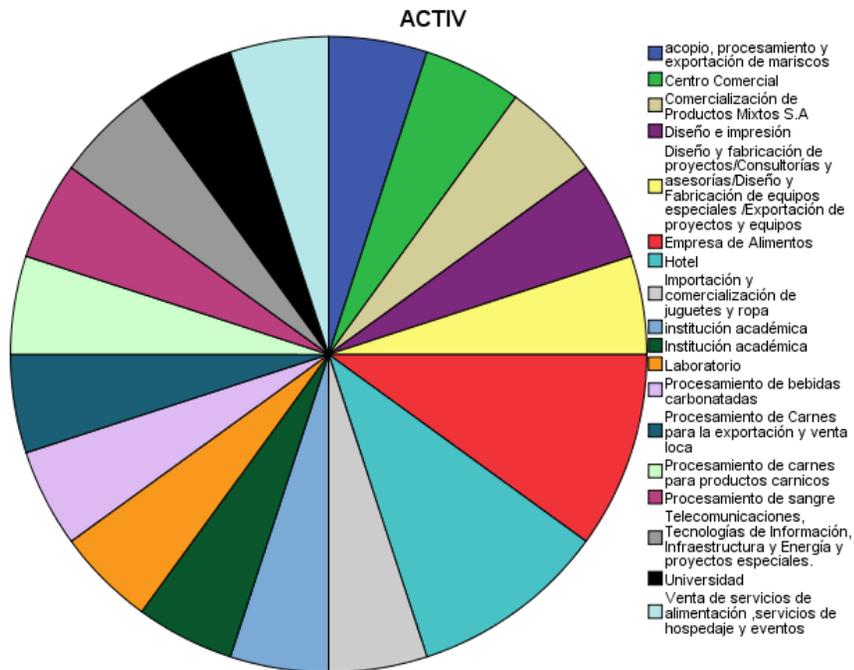


Gráfico 2 clasificación de las empresas por actividad

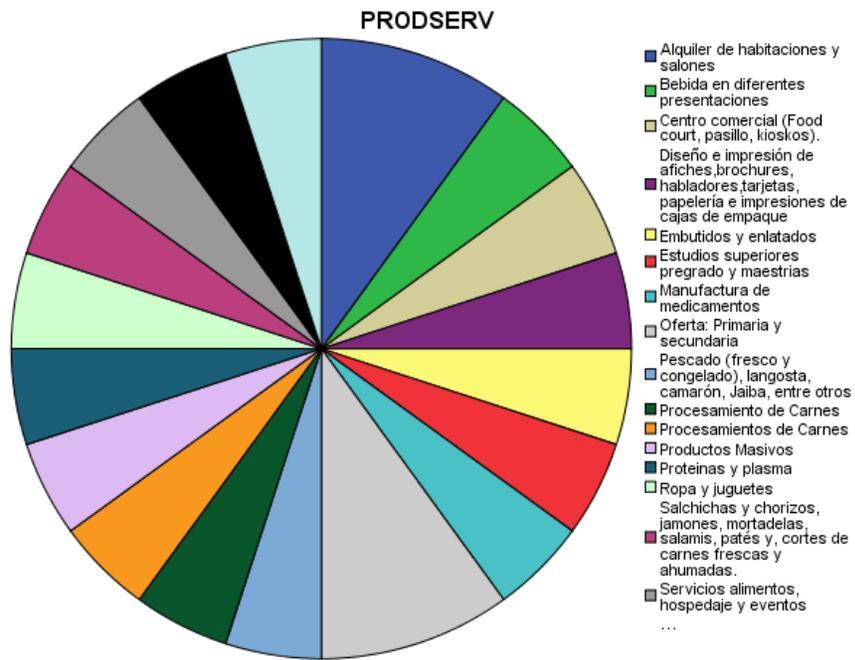


Gráfico 3 Clasificación de las empresas por productos o servicios

La variedad de productos o servicios que proveen es muy grande y no hay una concentración en particular que llame la atención.

La tabla que sigue muestra la multiplicidad de tarifas eléctricas que pagan las empresas.

Tabla 2 tarifa energética que poseen las empresas

TARIFA

	Frecuen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	T-2D	1	5.0	5.0
	T-2E	1	5.0	10.0
	T-2H	1	5.0	15.0
	T-4D	1	5.0	20.0

T-4E	1	5.0	5.0	25.0
T-4H	1	5.0	5.0	30.0
T-5D	1	5.0	5.0	35.0
T-5E	1	5.0	5.0	40.0
T1- BT	1	5.0	5.0	45.0
T2- BT	3	15.0	15.0	60.0
T2-E	1	5.0	5.0	65.0
T4- BT	5	25.0	25.0	90.0
T5- BT	2	10.0	10.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

El consumo anual en KWH muestra, asimismo, una gran variación que va de 104,307.00 KWH hasta 1,467,976.74 KWH. Dicho consumo se muestra en la tabla que sigue.

Tabla 3 Consumo anual en kWh empresas

CKWANUAL

	Frequen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
104307.00	1	5.0	5.0	5.0
104808.33	1	5.0	5.0	10.0
107326.00	1	5.0	5.0	15.0
Valid 149940.00	1	5.0	5.0	20.0
184800.00	1	5.0	5.0	25.0
213360.00	1	5.0	5.0	30.0
247680.00	1	5.0	5.0	35.0

316480.95	1	5.0	5.0	40.0
344530.00	1	5.0	5.0	45.0
362888.18	1	5.0	5.0	50.0
409411.00	1	5.0	5.0	55.0
444465.00	1	5.0	5.0	60.0
539140.00	1	5.0	5.0	65.0
740185.00	1	5.0	5.0	70.0
850701.67	1	5.0	5.0	75.0
873992.00	1	5.0	5.0	80.0
919800.00	1	5.0	5.0	85.0
1040773.94	1	5.0	5.0	90.0
1121400.00	1	5.0	5.0	95.0
1467976.74	1	5.0	5.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

Las tablas que siguen muestran la frecuencia de las causas de ineficiencias de estas veinte empresas:

Tabla 4 Ineficiencias por uso inadecuado de equipos

EQUIPO INADECUADO

EQUIPO INADECUADO (sobre o subutilizado)

	Frecuen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
0	11	55.0	55.0	55.0
Valid EQUIPO INADECUADO	9	45.0	45.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

Tabla 5 Ineficiencias por mantenimiento deficiente

MANTENIMIENTO DEFICIENTE

MANTDEF

	Frequen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
0	10	50.0	50.0	50.0
Valid MANTENIMIENTO DEFICIENTE	10	50.0	50.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

Tabla 6 Ineficiencias por desperdicio de energía

DESPERDICIO DE ENERGIA

DESPERDICIO DE ENERGIA

	Frequen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid DESPERDICIO DE ENERGIA	20	100.0	100.0	100.0

Tabla 7 Ineficiencias por tarifa inadecuada

TARIFA INADECUADA
TARIFINAD

	Frecuen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
0	19	95.0	95.0	95.0
Valid TARIFA INADECUADA	1	5.0	5.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

Tabla 8 Ineficiencias por equipos de baja eficiencia

EQUIPO BAJA EFICIENCIA
EQUIPBAJEFIC

	Frecuen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
0	2	10.0	10.0	10.0
Valid EQUIPO DE BAJA EFICIENCIA	18	90.0	90.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

Gráfico 4 Frecuencias de causas de ineficiencia

Los resultados son muy similares a los dos estudios anteriores que hemos realizado y reportados en Fonseca, R et al 2017 y De Franco et al 2018. Más que una causa única de la baja eficiencia energética, existe una multiplicidad de las mismas dentro de la misma empresa.

No es por consiguiente sorprendente encontrar las mismas causas que en el primer estudio que realizamos de 40 empresas (Causas de la ineficiencia Energética de Empresas Nicaragüenses: Posibilidades, opciones de mejora e inversiones necesaria) aunque difieran un poco las frecuencias de las diversas causas:

1. Equipos de baja eficiencia en el 90% de las empresas. Una vez más remarcamos la mentalidad de seguir utilizando un equipo o motor mientras siga funcionando, aunque su uso sea ineficiente.
2. Equipos sub o sobre utilizados en el 45% de los casos, ya sea por mal diseño de las instalaciones o por fluctuaciones/bajas en las cantidades producidas
3. Mantenimiento deficiente en el 50% de los casos estudiados, con el consecuente desperdicio y pérdidas de energía.
4. Uso inadecuado de energía prácticas operativas deficientes en el 100% de las empresas estudiadas. Esta es la causa más común de ineficiencia en las 20 empresas estudiadas. En este tipo de situaciones, más que una inversión sustantiva en equipos es necesario invertir en el rediseño de procesos operativos.
5. Tarifa eléctrica inapropiada para el tipo de empresa en un sola de ellas.

RECOMENDACIONES

Dentro de la metodología a seguir para implementar la auditoria energética se realizan mediciones puntuales, se recaba información y se genera el diagnóstico de lo encontrado, posterior a esto se generan recomendaciones o medidas de mejora para el ahorro energético, estas recomendaciones surgen del análisis de las causas que generan esa ineficiencia y de la oportunidad de ahorrar energía.

Como puede verse a continuación hay seis conjuntos de recomendaciones las cuales son aplicables a la situación particular de cada empresa y se basan en el diagnóstico de las ineficiencias en el uso y/o aprovechamiento de la energía.

En el conjunto 1 de recomendaciones destaca la necesidad de sustitución de equipos de climatización en un 50% de los casos.

Tabla 9 Recomendación de eficiencia energética 1

CLASRECOMEN1

	Frecuen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Cambiar motores/maquinaria	4	20.0	20.0	20.0
Generación por biogás.	1	5.0	5.0	25.0
Racionalizar uso de energía	4	20.0	20.0	45.0
Sustitución de equipos de climatización	10	50.0	50.0	95.0
Sustitución de Iluminación	1	5.0	5.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

En el Segundo conjunto de recomendaciones también se destacan la sustitución de iluminación (45%) y la sustitución de equipos de climatización

Tabla 10 Recomendación de eficiencia energética 2

CLASRECOMEN2

	Frecuen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Cambiar motores/maquinaria	3	15.0	15.0	15.0
Racionalizar uso de energía	2	10.0	10.0	25.0
Valid Sustitución de equipos de climatización	6	30.0	30.0	55.0
Sustitución de Iluminación	9	45.0	45.0	100.0

Total	20	100.0	100.0	
-------	----	-------	-------	--

En el tercer grupo de recomendaciones sobresale la sustitución de iluminación, la instalación de sistemas fotovoltaicos y usar mejor la energía.

Tabla 11 Recomendación de eficiencia energética 3

CLASRECOMEN3

	Frequen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Cambiar motores/maquinaria	2	10.0	10.0	10.0
Valid Instalar Sistema Solar Fotovoltaico	4	20.0	20.0	30.0
Mejorar mantenimiento	1	5.0	5.0	35.0
Racionalizar uso de energía	4	20.0	20.0	55.0

Sustitución de equipos climatización	de	1	5.0	5.0	60.0
Sustitución de Iluminación	de	8	40.0	40.0	100.0
Total		20	100.0	100.0	

Tabla 12 Recomendación de eficiencia energética 4

En este grupo de recomendaciones las mejoras en el mantenimiento y la instalación de sistemas fotovoltaico

CLASRECOMEN4

	Frecuen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Cambiar motores/maquinaria	2	10.0	10.0	10.0
Valid Instalar Sistema Solar Fotovoltaico	7	35.0	35.0	45.0
Mejorar mantenimiento	5	25.0	25.0	70.0
N/A	2	10.0	10.0	80.0

Racionalizar uso de energía	1	5.0	5.0	85.0
Sustitución de equipos de climatización	1	5.0	5.0	90.0
Sustitución de Iluminación	2	10.0	10.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

Como puede apreciarse las dos siguientes tablas de recomendaciones no presentan un patrón definido sino más bien una dispersión por el tipo de empresas y recomendaciones.

Tabla 13 Recomendación de eficiencia energética 5

CLASRECOMEN5

	Frecuen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Cambiar motores/maquinaria	3	15.0	15.0	15.0
Valid Instalar Sistema Solar Fotovoltaico	2	10.0	10.0	25.0
Mejorar mantenimiento	2	10.0	10.0	35.0
N/A	7	35.0	35.0	70.0
Racionalizar uso de energía	2	10.0	10.0	80.0

Reducir el costo de facturación	1	5.0	5.0	85.0
Sustitución de equipos de climatización	1	5.0	5.0	90.0
Sustitución de Iluminación	2	10.0	10.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

Tabla 14 Recomendación de eficiencia energética 6

CLASRECOMEN6

	Frecuen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Instalar Sistema Solar Fotovoltaico	2	10.0	10.0	10.0
Mejorar mantenimiento	2	10.0	10.0	20.0
N/A	15	75.0	75.0	95.0
Racionalizar uso de energía	1	5.0	5.0	100.0

Total	20	100.0	100.0	
-------	----	-------	-------	--

Los cambios de tarifa implican gestionar el paso a una tarifa más adecuada para el ramo donde está la empresa. Los cambios de tecnología y/o equipos implican cosas tales como sustitución de motores, sustitución de equipos de climatización, sustituciones de iluminación, y en algunos casos usar nuevas tecnologías como la generación de energía con biomasa. Racionalizar el uso de la energía significa cambios en prácticas operativas para evitar el desperdicio de energía u optimizar el consumo de algunos insumos. Mejorar el mantenimiento implica efectuar a su debido tiempo ya sea preventiva o correctivamente. Las demás medidas se explican por su mismo nombre.

En general las recomendaciones que hemos hecho a estas 20 empresas no difieren sustantivamente a las realizadas a continuación de las auditorías energéticas replantadas en Fonseca, R et al (2017).

AHORROS E INVERSIONES ESTIMADOS

El ahorro en kWh proyectado se realizó de acuerdo con lo ya explicado en el estudio Causas de la Ineficiencia Energética de Empresas Nicaragüenses: Posibilidades, Opciones de mejora e Inversiones necesarias.

Tabla 15 Análisis de ahorro en kWh anual

AKWANUAL

	Frequen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 13913.94	1	5.0	5.0	5.0
25154.00	1	5.0	5.0	10.0
39917.70	1	5.0	5.0	15.0
47170.62	1	5.0	5.0	20.0
66063.00	1	5.0	5.0	25.0
66461.00	1	5.0	5.0	30.0

87444.00	1	5.0	5.0	35.0
89065.00	1	5.0	5.0	40.0
95063.00	1	5.0	5.0	45.0
103813.00	1	5.0	5.0	50.0
0				
116170.00	1	5.0	5.0	55.0
0				
126246.00	1	5.0	5.0	60.0
0				
126859.00	1	5.0	5.0	65.0
0				
133292.00	1	5.0	5.0	70.0
0				
218498.00	1	5.0	5.0	75.0
0				
235440.90	1	5.0	5.0	80.0
0				
330591.00	1	5.0	5.0	85.0
0				
481182.00	1	5.0	5.0	90.0
0				
510421.00	1	5.0	5.0	95.0
0				
632714.00	1	5.0	5.0	100.0
0				
Total	20	100.0	100.0	

La estimación del ahorro económico es la transformación a dólares de los ahorros en kWh por implementar las medidas o bien por cambio de tarifa o de evitar multas por consumo ineficiente, mal uso de los equipos, o por tener un bajo factor de potencia

Este ahorro en kW traducido a dólares se muestra a continuación.

Tabla 16 Análisis de ahorro en dólares

AHORRDOL

		Frequen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	12516.12	1	5.0	5.0	5.0
	13336.00	1	5.0	5.0	10.0

14380.00	1	5.0	5.0	15.0
15511.00	1	5.0	5.0	20.0
20575.00	1	5.0	5.0	25.0
21692.01	1	5.0	5.0	30.0
24241.00	1	5.0	5.0	35.0
29690.00	1	5.0	5.0	40.0
29774.00	1	5.0	5.0	45.0
30176.00	1	5.0	5.0	50.0
33687.00	1	5.0	5.0	55.0
37579.00	1	5.0	5.0	60.0
41155.00	1	5.0	5.0	65.0
44631.00	1	5.0	5.0	70.0
70490.00	1	5.0	5.0	75.0
84251.00	1	5.0	5.0	80.0
106141.00	1	5.0	5.0	85.0
115974.00	1	5.0	5.0	90.0
164832.00	1	5.0	5.0	95.0
318471.00	1	5.0	5.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

La estimación de la inversión necesaria para implementar la medida de EE, se llevó a cabo por medio de cotizaciones de los bienes a sustituir, o de la mejora a realizar. Dicha estimación incluye los costos necesarios para llevar a cabo la implementación de la medida, incluyendo entre otros, costos de mano de obra, costos de mantenimiento, costos de capacitación o adiestramiento, garantías, seguros y/o cualquier costo que tenga implicancia directa con la medida a implementar.

En la tabla abajo se muestran las frecuencias de las cantidades de inversión (en US\$) para alcanzar los ahorros en cuestión.

Tabla 17 Análisis de inversiones

INVERSION

	Frequen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
18764.05	1	5.0	5.0	5.0
28915.00	1	5.0	5.0	10.0
40142.61	1	5.0	5.0	15.0
61753.00	1	5.0	5.0	20.0
63532.00	1	5.0	5.0	25.0
77928.42	1	5.0	5.0	30.0
93832.00	1	5.0	5.0	35.0
93977.00	1	5.0	5.0	40.0
99569.00	1	5.0	5.0	45.0
103087.0	1	5.0	5.0	50.0
Valid 0				
127188.0	1	5.0	5.0	55.0
0				
147371.0	1	5.0	5.0	60.0
0				
171249.0	1	5.0	5.0	65.0
0				
198604.0	1	5.0	5.0	70.0
0				
204212.0	1	5.0	5.0	75.0
0				

217598.0 0	1	5.0	5.0	80.0
440769.0 0	1	5.0	5.0	85.0
520744.0 0	1	5.0	5.0	90.0
675702.0 0	1	5.0	5.0	95.0
693432.0 0	1	5.0	5.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

La correlación entre la inversión y los ahorros en dólares se aprecia tanto en la tabla que sigue como en el gráfico inmediatamente después.

Tabla 18 correlación entre inversión vs ahorro

Correlations

		AKWANU AL	AHORRD OL	INVERSI ON
AKWANU AL	Pearson Correlation	1	.613**	.913**
	Sig. (2-tailed)		.004	.000
	N	20	20	20
AHORRD OL	Pearson Correlation	.613**	1	.783**
	Sig. (2-tailed)	.004		.000
	N	20	20	20
INVERSI ON	Pearson Correlation	.913**	.783**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	
	N	20	20	20

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

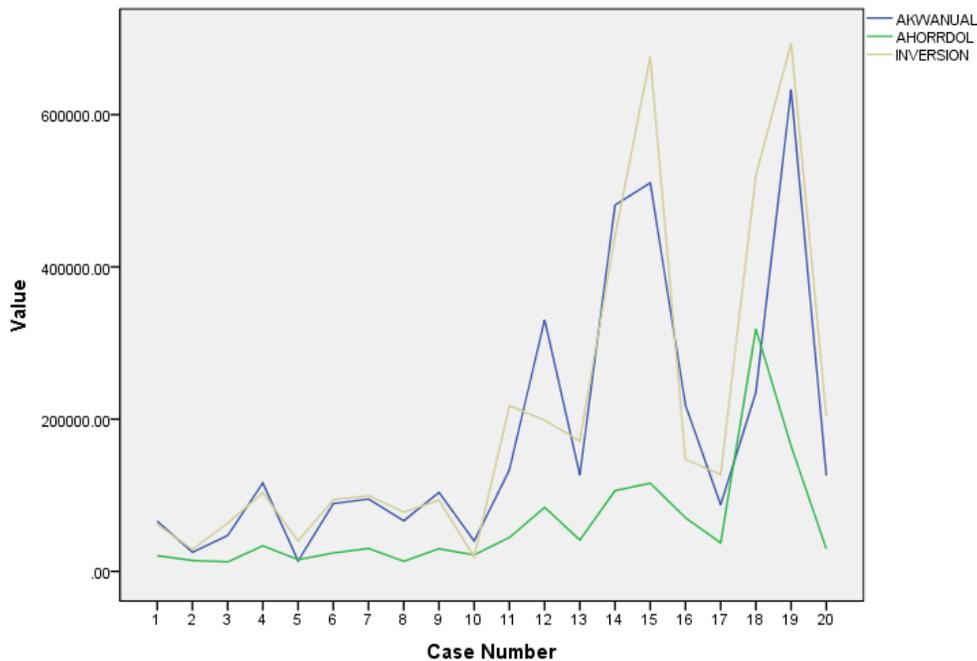


Gráfico 5 correlación de variables ahorro vs inversión

Es importante notar en estos veinte casos la fuerte correlación que existe entre la inversión necesaria y los ahorros posibles, tanto en kW hora como en dólares, ya que buena parte de las recomendaciones implican cambios de equipos, motores y nuevas instalaciones.

Lo que sigue es una regresión sencilla entre la inversión y los ahorros, la cual no contiene ninguna sorpresa excepto enfatizar la necesidad de hacer las inversiones necesarias para lograr los ahorros no sólo en consumo de energía, sino también en dólares.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.783 ^a	.612	.591	46640.41506

a. Predictors: (Constant), INVERSION

b. Dependent Variable: AHORRDOL

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	61860416947.638	1	61860416947.638	28.437	.000 ^b
	Residual	39155909705.529	18	2175328316.974		
	Total	101016326653.168	19			

a. Dependent Variable: AHORRDOL

b. Predictors: (Constant), INVERSION

Tabla 19 Correlación de variables ahorro inversión

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	10656.8789	195756.0938	61455.1065	57059.71800	20
Residual	-74917.76563	170092.89063	.00000	45396.44648	20
Std. Predicted Value	-.890	2.354	.000	1.000	20
Std. Residual	-1.606	3.647	.000	.973	20

a. Dependent Variable: AHORRDOL

GRADO DE AVANCE DE LA IMPLEMENTACION DE RECOMENDACIONES

Para determinar el grado de implementación de las empresas, se procedió a visitar cada empresa, a un año de la culminación de la auditoría energética, para realizar la visita de seguimiento y monitoreo, en la cual realizamos una entrevista con la gerencia y pasamos una lista de verificación del cumplimiento de las medidas de EE. Luego de la entrevista hicimos una verificación de las medidas in situ, adicionalmente se pide a la empresa brindar las evidencias de la implementación, las cuales consisten en facturas de energía, facturas de compras del bien y fotografías de la implementación.

El porcentaje, y los estadísticos correspondientes, de las medidas implementadas se muestran en las tablas que sigue.

Tabla 20 Estadística de % avance de implementaciones

% DE AVANCE EN LA IMPLEMENTACION

AVANCIMP

	Frequen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
.00	9	45.0	45.0	45.0
.20	2	10.0	10.0	55.0
.25	3	15.0	15.0	70.0
Valid .33	2	10.0	10.0	80.0
.50	3	15.0	15.0	95.0
.60	1	5.0	5.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

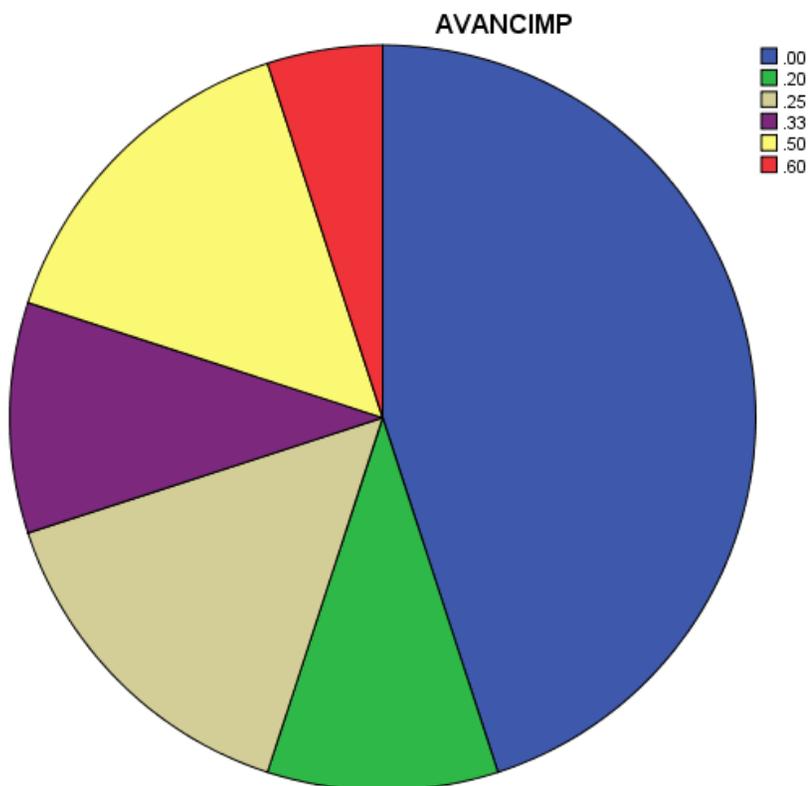


Gráfico 6 grado de avance de las implementaciones

Como puede apreciarse en la tabla y en el gráfico el avance en la implementación de las recomendaciones ha sido más bien lento; sólo cuatro empresas han logrado un avance de 50% o más y el 45 % no muestran ningún avance.

Cabe aclarar que la vista de comprobación de avances en estas 20 empresas se realizó en 2019 - 2020 en un periodo donde existía un grado alto de incertidumbre por diversas causas.

Así mismo es importante observar en la tabla a continuación que los avances en implementación no tienen ninguna correlación significativa con los ahorros, inversión, etc. Por lo que es necesario que abordemos las respuestas de los gerentes a las barreras de puesta en marcha de las recomendaciones.

Tabla 21 Avances de implementación vs ahorro e inversión

Correlations

		AKWANU AL	AHORRD OL	INVERSI ON	CKWANU AL	AVANCI MP
AKWANU AL	Pearson Correlation	1	.613**	.913**	.563**	.003
	Sig. (2-tailed)		.004	.000	.010	.990
	N	20	20	20	20	20
AHORRD OL	Pearson Correlation	.613**	1	.783**	.563**	.150
	Sig. (2-tailed)	.004		.000	.010	.528
	N	20	20	20	20	20
INVERSI N	Pearson Correlation	.913**	.783**	1	.656**	-.035
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.002	.883
	N	20	20	20	20	20
CKWANU AL	Pearson Correlation	.563**	.563**	.656**	1	.073
	Sig. (2-tailed)	.010	.010	.002		.760
	N	20	20	20	20	20
AVANCI P	Pearson Correlation	.003	.150	-.035	.073	1
	Sig. (2-tailed)	.990	.528	.883	.760	
	N	20	20	20	20	20

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

BARRERAS PARA EL AVANCE

Las razones que han demorado o impedido un mayor grado de avance se detectaron por medio de la entrevista a gerentes y/o propietarios ya mencionada y se pueden apreciar de la tabla y en el grafico que sigue que sigue:

Tabla 22 Razones de demoras en la implementación

RAZONES DEMORAS EN IMPLEMENTACION

	Frequen cy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Cambio en estructura gerencial	1	5.0	5.0	5.0
Capital limitado	7	35.0	35.0	40.0
En planificación	2	10.0	10.0	50.0
En proceso de implementación	1	5.0	5.0	55.0
Valid Equipo actual no absoluto	3	15.0	15.0	70.0
N/A	1	5.0	5.0	75.0
No hay respuesta	2	10.0	10.0	85.0
Otras prioridades	3	15.0	15.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

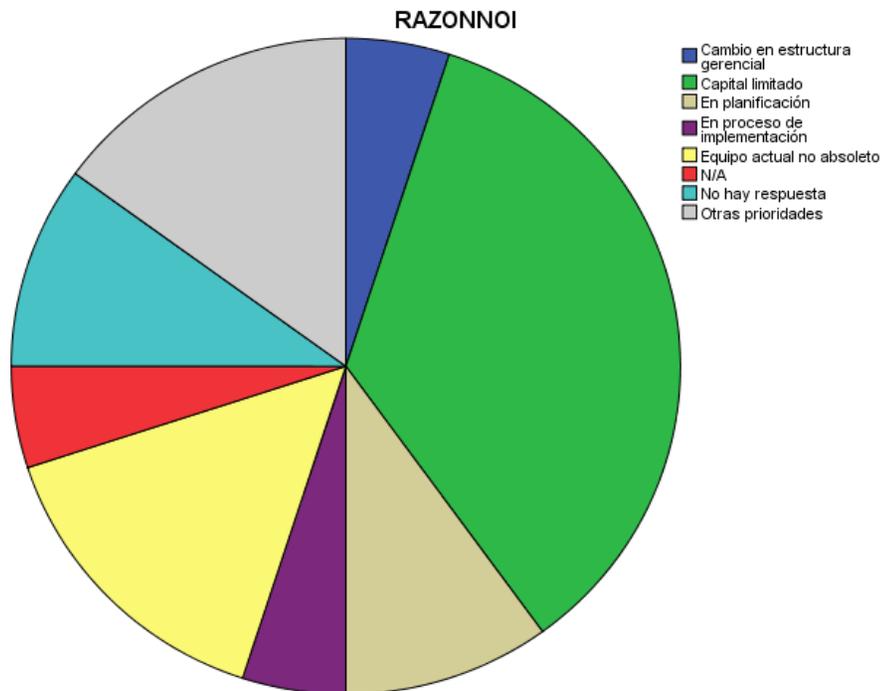


Gráfico 7 Razones de no implementar

Las causas más citadas tienen que ver recursos limitados, otras prioridades y la idea que el equipo actual no está todavía obsoleto. Esto último podría interpretarse como una renuencia a invertir, sin hacer explícita una causa. Si combinamos estas causas son el 65% de las explicaciones del poco grado de avance en la implementación de recomendaciones. Cabe mencionar que estas respuestas son consistentes con las explicaciones que hemos encontrado en la revisión de la literatura y no deberían de ser sorprendidas.

Si bien las barreras han sido exploradas más ampliamente que las posibles motivaciones, vale la pena explorar esta últimas para tener un mejor panorama de las fuerzas en pro y contra de las mejoras energéticas.

La tabla que sigue muestra precisamente los factores en pro de cambios:

Tabla 23 Motivaciones para buscar cambios

MOTIVACIONES PARA BUSCAR CAMBIOS					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Mejora ambiental	1	5.0	5.0	5.0
	Modernización de la planta	1	5.0	5.0	10.0

No hay respuesta	1	5.0	5.0	15.0
Reducción de Costos	13	65.0	65.0	80.0
Reducción de energía	3	15.0	15.0	95.0
Se implementará en el futuro	1	5.0	5.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

De nuevo no es sorprendente encontrar que la principal motivación es de tipo económico. Si combinamos la reducción de costos con la reducción de energía (otra forma posible de indicar ahorros de costos) podemos observar que constituyen el 80% de las motivaciones para cambiar. Sin embargo, tal como señalamos arriba el capital limitado y/o la renuencia a renunciar a equipos obsoletos que todavía funcionan, dominan sobre las motivaciones. Esto último es compatible con los problemas del riesgo e incertidumbre intrínseca en los proyectos de inversión, agravados quizás más en estos casos por los problemas de comunicación, ya descritos en la literatura, de visualización de los aspectos y de la comprensión del lenguaje técnico.

Sin embargo, es importante notar que de cara al futuro hay expectativas de parte de los gerentes/propietarios. Tal como se muestra en la tabla que sigue hay respuestas sobre que piensan a hacer en el futuro que tienen que ver con actitudes proactivas, indicadas con el verbo explorar (fuentes de financiamiento; otras alternativas; priorizar; implementar parcialmente...) o bien con esperar que los equipos se tengan necesariamente que sustituir, lo cual es una alternativa más bien pasiva pero comprensible si existe una percepción de alta incertidumbre.

Tabla 24 Expectativas a futuro

FUTURO					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
Valid	En proceso de implementar	1	5.0	5.0	5.0
	Esperando obsolescencia del equipo actual	4	20.0	20.0	25.0
	Están en planificación para implementar gradualmente	5	25.0	25.0	50.0

Explorando fuentes de financiamiento para implementar	2	10.0	10.0	60.0
Explorando otras alternativas	1	5.0	5.0	65.0
Implementación parcial de las opciones más rentables	1	5.0	5.0	70.0
NA	2	10.0	10.0	80.0
No hay respuesta	1	5.0	5.0	85.0
opciones en proceso de implementación	1	5.0	5.0	90.0
Priorizar las Medidas de mayor impacto	1	5.0	5.0	95.0
si	1	5.0	5.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

Las iniciativas que piensan tomar en el futuro las empresas, aunque no siempre expresadas muy concretamente, tienden a coincidir con las recomendaciones planteadas después de las auditorías energéticas que realizamos. Esto último se puede apreciar en la tabla que sigue.

Tabla 25 iniciativas propias de las empresas

INICIATIVAS PROPIAS					
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent	
Valid	Actualizacion de tecnologia	1	5.0	5.0	5.0
	Ahorros considerables	2	10.0	10.0	15.0
	Cambios que el sistema necesita	1	5.0	5.0	20.0
	implementacion de nuevas opciones	1	5.0	5.0	25.0
	Mejora continua nuevas opciones	1	5.0	5.0	30.0
	Mejora de las instalaciones	2	10.0	10.0	40.0
	Mejora del sistema eléctrico	2	10.0	10.0	50.0
	NA	1	5.0	5.0	55.0

No	1	5.0	5.0	60.0
NO	1	5.0	5.0	65.0
No hay respuesta	1	5.0	5.0	70.0
Nuevas compras de equipos de alta eficiencia energética	1	5.0	5.0	75.0
Responsabilidad Social de la empresa	1	5.0	5.0	80.0
Se ha mejorado el sistema eléctrico en la empresa	1	5.0	5.0	85.0
Si	3	15.0	15.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

III. Conclusiones

Existen causas comunes y repetitivas en la ineficiencia energética de las empresas las cuales fueron puestas en relieve mediante las auditorias de energía, tal como lo señalamos en este documento. Las recomendaciones para las empresas son variadas y ligadas a las causas de las incidencias. Estas recomendaciones son similares para todas las empresas, pero la mezcla de ellas varía idiosincráticamente por las características propias de cada una de dichas empresas.

En contraste el patrón de las 40 empresas que se ha estudiado en las investigaciones anteriores (Fonseca, R et al 2017 y De Franco, S 2018) en estos 20 casos hay una fuerte correlación entre la inversión necesaria y los ahorros posibles, tanto en kW hora como en dólares, ya que buena parte de las recomendaciones implican cambios de equipos, motores y nuevas instalaciones.

Las auditorías y recomendaciones incidieron en diversos grados para la consideración y/o puesta en marcha de medidas de parte de las empresas para mejorar la eficiencia energética por lo cual consideramos que vale la pena continuar en el futuro con este tipo de estudios.

El grado de avance en la implementación de las recomendaciones no muestra ninguna correlación significativa con los ahorros, inversión, etc. ni tampoco muestra una relación clara con algunas características de las empresas y de las recomendaciones mismas, sino que pareciera que tiene que ver más con las barreras propias que enfrenta cada una de las empresas para llevarlas a cabo y con la incertidumbre/riesgo percibido por los gerentes/propietarios.

Tal como hemos encontrado anteriormente las barreras para la implementación de las recomendaciones percibidas por los gerentes/propietarios de las empresas son variadas—y parecidas a los hallazgos en otras partes del mundo, pero claramente predomina el motivo de restricciones/limitaciones económicas para los gastos de inversión y de incertidumbre.

Las motivaciones que más parecen influir en la adopción de medidas de mejoramientos son también de carácter económico—y similares a otros países-- pero también hay motivaciones para la conservación del medio ambiente.

Las iniciativas pensadas de cara al futuro son en general muy positivas y parecen indicar que efectivamente hay un cambio sobre la manera de considerar la energía y como usarla más eficientemente.

Este último se ve reforzado por los cambios que han ocurrido, o están ocurriendo en la cultura de las empresas. Los hallazgos de este estudio nos han llevado a pensar que en el futuro las investigaciones que hagamos respecto a estos temas deberán ir acompañadas con asesorías financieras y de cambio organizacional para ir incrementando las posibilidades que las recomendaciones se llevan a cabo.

Referencias

1. Datta, M et al. (2015). Head of plan A and facilities Management.
2. De Franco, S et al. (2018). “Eficiencia Energética en Empresas Nicaragüenses: Opciones de mejoras, motivaciones y barreras para adoptarlas”. Universidad Thomas More.
3. DEXMA. (2017).10 Roadblocks to SME Energy Efficiency.
4. Dufresne, V. (2013). Diseño de Programas de Eficiencia Energética. BID
5. Fonseca, R et al. (2017). “Causas de la Ineficiencia Energética de Empresas Nicaragüenses: Posibilidades, Opciones de mejora e Inversiones necesarias”. Universidad Thomas More.
6. Foster, A et al. (2010). Microeconomics of Technology Adoption. Annual Review of Economics.
7. García, G et al. (2009). Guía de Auditorías Energéticas. Consejería de Economía y Hacienda de la Comunidad de Madrid.
8. Guidat et al. (2015). Energy efficiency in the transport sector in the EU-27: A dynamic dematerialization analysis.
9. Gillingham, K et al. (2009). Energy Efficiency Economics and Policy. Annual Review of Resource Economics.
10. Hasanbeigi, A et al. (2010). Barriers to energy efficiency improvement and decision-making behavior in Thai industry. Energy Efficiency.
11. Hangyong, L. (2005). The Impact of Uncertainty on Investment: Empirical Evidence from Manufacturing Firms in Kore.
12. Horta, C. (2010). Indicadores de Eficiencia Energética. CEPAL.
13. Hubert, M. (2015). Head of group.CBI.
14. John, A. (2015). SME Guide to Energy Efficiency. Department of Energy & climate change.

15. Meath, C et al. (2015). The adoption of energy savings measures for SMEs: The case of the ClimateSmart Business Cluster Program.
16. Meath, C et al. (2015). Barriers and motivators to the adoption of energy savings measures for SMEs: The case of the ClimateSmart Business Cluster Program, Journal of Cleaner Production.
17. Naik, S et al. (2018). The Benefits of Energy Efficiency in Small and Medium Enterprises. IOP Conference Series Materials Science and Engineering.
18. Ryan, L et al. (2012). Spreading the Net: The Multiple benefits of energy efficiency improvements. International Energy Agency.
19. Segarra, A et al. (2019). Determinants of Energy Efficiency and Renewable Energy in European SMEs.
20. Sorrell, S et al. (2011). Barriers to industrial energy efficiency. UNIDO
21. Trianni, A. (2012). Dealing with barriers to energy efficiency and SMEs: Some empirical evidences.
22. Thollander, P et al. (2008). An energy efficient Swedish pulp and paper industry – exploring barriers to and driving forces for cost-effective energy efficiency investments.
23. Waide, P. (2010). Implications for international supply and demand for regulatory compliant lamps. International Energy Agency.
24. Wongtharua, P et al. (2005). Total Energy Management Handbook. New Approach to Energy Conservation in Thailand.
25. Ziolkowska, J y Ziolkowski, B. (2010). Energy efficiency in the transport sector in the EU-27: A dynamic dematerialization analysis

