



NATIONAL MANGO BOARD

LA NMB
HERRAMIENTA DE GESTIÓN
ENERGÉTICA
Versión 2.0

Una herramienta de evaluación del ahorro energético:
Una adición cuantitativa al APS de la industria del mango

Preparado por: PowerCrade LLC

Mayo 2025



TABLA DE CONTENIDOS

1.- Resumen Ejecutivo: Aplicabilidad de la Herramienta Energética NMB	3
2.- Descripción y Uso de la Herramienta	3
3.- Energía – Gráficos - Métricas	4
3.1 Facturas de energía eléctrica	4
3.2 Facturas de Energía Térmica	6
3.3 Gráficos	8
3.4 Línea Base Energética y Gráfico	12
4.- Lista de Equipos y Entrada de Datos	14
4.1 Bombas	16
4.2 Iluminación	17
4.3 Motores	19
4.5 Enfriadores y HVAC	21
4. 4 Compresores de Aire	23
4.6 Lista de equipos	25
5.- Calculadoras de Ahorro de Energía y Costos.....	29
5.1 Factor de Potencia.....	30
5.2 Bombas	31
5.2 Motores	33
5. 3 Iluminación	35



1.- Resumen Ejecutivo: Aplicabilidad de la Herramienta Energética NMB

El consumo energético es un parámetro determinante para el desarrollo de cualquier industria. Sin energía, no sería posible utilizar gran parte de la maquinaria presente en las plantas de procesamiento de mango, como las de envasado y deshidratado. Tampoco se podría avanzar hacia una producción cada vez más eficiente y sostenible. Por lo tanto, es necesario que las empresas trabajen en la implementación del concepto de “Eficiencia Energética” en su organización.

La herramienta que se presenta aquí está diseñada para ayudar al usuario a evaluar el uso actual de energía, analizar la línea de base energética, y las oportunidades de ahorro de energía desde el punto de vista técnico y económico para una variedad de tipos de equipos.

2.- Descripción y Uso de la Herramienta

La herramienta comienza accediendo a la página principal, como se muestra en la Figura 1. Esta solo se ve al abrirla por primera vez o si se regresa a la página anterior desde la pestaña del menú. Como primer paso, la herramienta analiza las facturas de energía eléctrica y térmica calculando los costos energéticos reales (que se guardan en segundo plano) y mostrando la distribución del consumo real mediante gráficos sencillos. A continuación, se deben ingresar los equipos que consumen energía eléctrica (Lista de Equipos). Finalmente, la herramienta proporciona una serie de cálculos de oportunidades de ahorro energético para tipos específicos de equipos. Todo esto será detallado en este manual.



Figura 1. La Página de Bienvenida de la Herramienta



Todos los análisis y cálculos que realiza la herramienta están normalizados a un período de 1 año (12 meses), incluyendo gráficos. Todas las páginas cuentan con botones de **AYUDA** (AYUDA) que ofrecen asistencia adicional en cada sección de la herramienta. Además, en la mayoría de los formularios de entrada de datos, se encuentra un “**Menú**” desplegable **amarillo** en la esquina superior derecha que dirige al usuario a todas las funciones de la herramienta. Mas aun, el usuario puede “Exportar” o “Importar” información entrada en la herramienta utilizando los botones correspondientes en cada tabla de entrada de datos de cuentas de energía y su uso por equipos.

Se presenta una versión resumida de esta guía en el botón “**Guía del usuario**” de la herramienta. A continuación se describe la secuencia de pasos para usar la herramienta.

Es importante indicar que el código de la herramienta está diseñado para ser utilizado en diferentes plataformas como una Computadora Personal, una Laptop, Tablet o Teléfono.

Esta guía contiene ejemplos numéricos para facilitar el uso de la herramienta.

3.- Energía – Gráficos- Métricas

3.1 Facturas de energía eléctrica

Qué es: Un menú que solicita información sobre la energía eléctrica consumida (kWh) y su costo durante los últimos 12 meses o cualquier otro período del año; la demanda mensual (kW) y su costo; y el total de impuestos y tasas de electricidad de ese mes. A medida que se introducen los valores de cada mes, debe oprimir el botón “**Añadir**”. Esta acción guarda los datos inmediatamente y pueden ser borrados con el botón “**Restablecer**”.

Resultados: A medida que se avanza, se calculan y actualizan el costo promedio de la energía (\$/kWh) y el costo promedio de la demanda (\$/kW-mes) hasta completar un año (12 meses) de facturas de energía eléctrica. La Figura 2a a continuación muestra la ventana para comenzar a ingresar datos. La tabla completa se muestra en la Figura 2b.



Ingresar Datos

Seleccionar Mes:

Enero

Energía Consumida (kWh):

Costo de Energía (\$):

Demanda (kW):

Costo de Demanda (\$):

Impuestos y Tasas en
Electricidad (\$):

AGREGAR **REINICIAR** **AYUDA**

Costo Promedio de Energía
(\$/kWh): NaN

Costo Promedio de Demanda
(\$/kW-mes): NaN

Emisión de CO₂-e

Factor Emisión de CO₂-e:
0.4900

Exportar a CSV

Importar desde CSV

≡ Menú

Datos de Energía Eléctrica

Mes	Energía Usada (kWh)	Costo de Energía (\$)	Demanda (kW)	Costo de Demanda (\$)	Impuestos y Tasas en Electricidad (\$)	Costo Total (\$)	Emisiones de CO ₂ -e (ton CO ₂ /Mes)
Totales:	0	0	0	0	0	0	0.0000
Promedios:	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Figura 2a. Tabla de Entrada de Datos de Energía Eléctrica



Ingresar Datos

Seleccionar Mes:

Enero

Energía Consumida (kWh):

Costo de Energía (\$):

Demanda (kW):

Costo de Demanda (\$):

Impuestos y Tasas en Electricidad (\$):

AGREGAR

REINICIAR

AYUDA

Costo Promedio de Energía (\$/kWh): 0.072

Costo Promedio de Demanda (\$/kW-mes): 14.920

Emisión de CO2-e

Factor Emisión de CO2-e: 0.4900

Exportar a CSV

Importar desde CSV

Menú

Datos de Energía Eléctrica

Mes	Energía Usada (kWh)	Costo de Energía (\$)	Demanda (kW)	Costo de Demanda (\$)	Impuestos y Tasas en Electricidad (\$)	Costo Total (\$)	Emisiones de CO2-e (ton CO2/Mes)	
January	20000	1400	50.00	746	265	2411	9.8800	X
February	5000	350	25.00	373	89	812	2.4700	X
March	5000	350	45.00	671	126	1147	2.4700	X
April	40000	2800	210.00	3133	732	6666	19.7600	X
May	80000	5600	255.00	3805	1161	10566	39.5200	X
June	110000	7700	280.00	4178	1466	13344	54.3400	X
July	115000	8050	280.00	4178	1509	13737	56.8100	X
August	70000	4900	240.00	3581	1047	9528	34.5800	X
September	30000	2100	110.00	1641	462	4203	14.8200	X
October	30000	2100	165.00	2462	563	5125	14.8200	X
November	25000	1750	80.00	1194	363	3307	12.3500	X
December	2000	1400	70.00	1044	302	2746	0.9880	X
Totales:	532000	38500	1810	27005	8087	73592	262.8080	
Promedios:	44333	3208	151	2250	674	6133	21.9007	

Figure 2b. Tabla de Entrada de Datos de Energía Eléctrica Completa

Tenga en cuenta que, como los datos de entrada se proporcionan en la tabla, la herramienta calcula el costo promedio de energía y el costo promedio de demanda (\$0,072 /kWh y \$14.920 /kW al mes, respectivamente). Posteriormente, la herramienta utilizará estos valores para calcular el ahorro de energía eléctrica en algunas oportunidades de ahorro que se evaluarán. Además, en la última columna a la derecha de la tabla, se calculan las emisiones de CO₂-e a medida que se proporcionan los datos de energía. El usuario debe ingresar el factor de emisiones de la planta.

Las X en celda roja a la derecha de la tabla de la Figura 2b son para eliminar los datos de esa fila solamente.

3.2 Facturas de Energía Térmica

6



Qué es: Un menú con información mensual sobre la energía térmica consumida (MMBtu o equivalente) y su costo.

Resultados: A medida que se avanza entrando datos, se calcula y actualiza el costo promedio de la energía térmica (\$/MMBtu), hasta completar un año (12 meses) de facturas de energía térmica. Es importante tener en cuenta que la unidad térmica debe estar asociada a sus facturas de energía térmica (MMBtu se utiliza aquí como referencia). Esta acción guarda los datos inmediatamente y pueden ser borrados con el botón "**Restablecer**". La Figura 3a de más abajo muestra la ventana de entrada de datos. La tabla llenada se muestra en la Figura 3b.

Hay que tener en cuenta que la última columna de esta tabla de entrada de datos de energía térmica requiere datos sobre la producción mensual. No se han asignado unidades, ya que el usuario puede realizar la asignación más adelante en los gráficos de referencia.

Seleccionar Mes:

Enero

Ingrese MMBtu consumido:

Ingrese el costo total:

Ingrese la cantidad de producto:

AGREGAR

REINICIAR

AYUDA

Costo Promedio de Energía Térmica (\$/MMBtu): NaN

Exportar a CSV

Importar desde CSV

Menú

Datos de Energía Térmica

Mes	Energía Consumida (MMBtu)	Costo Total	Cantidad de Producto
Totales:	0	0.00	0.00
Promedios:	NaN	NaN	NaN

Figura 3a. Tabla de entrada de datos de energía térmica



Datos de Energía Térmica

Seleccionar Mes:

Enero

Ingrese MMBtu consumido:

Ingrese el costo total:

Ingrese la cantidad de producto:

AGREGAR REINICIAR AYUDA

**Costo Promedio de
Energía Térmica
(\$/MMBtu): 25.500**

Exportar a CSV

Importar desde CSV

Mes	Energía Consumida (MMBtu)	Costo Total	Cantidad de Producto	
January	0	0.00	0.00	✗
January	0	0.00	0.00	✗
January	160	4080.00	90.00	✗
January	400	10200.00	225.00	✗
January	550	14025.00	300.00	✗
January	800	20400.00	360.00	✗
January	815	20783.00	420.00	✗
January	500	12750.00	260.00	✗
January	15	382.50	10.00	✗
January	0	0.00	0.00	✗
January	0	0.00	0.00	✗
January	0	0.00	0.00	✗
Totales:	3240	82620.50	1665.00	
Promedios:	270.00	6885.04	138.75	

Figure 3b. The Thermal Energy Input Data Table Filled

3.3 Gráficos

Después de completar los pasos previos de ingreso de datos energéticos, el usuario puede seleccionar/visualizar los gráficos generados por la herramienta para mostrar la distribución del consumo energético en el período ingresado: Eléctrico, Térmico y de Línea Base. Las Figuras 4 a 12 muestran estos gráficos. Las Figuras 8 and 9 muestran los gráficos de uso y costo de la energía térmica. Finalmente, la Figura 10 muestra la distribución de la producción durante el periodo considerado.



≡ Menú

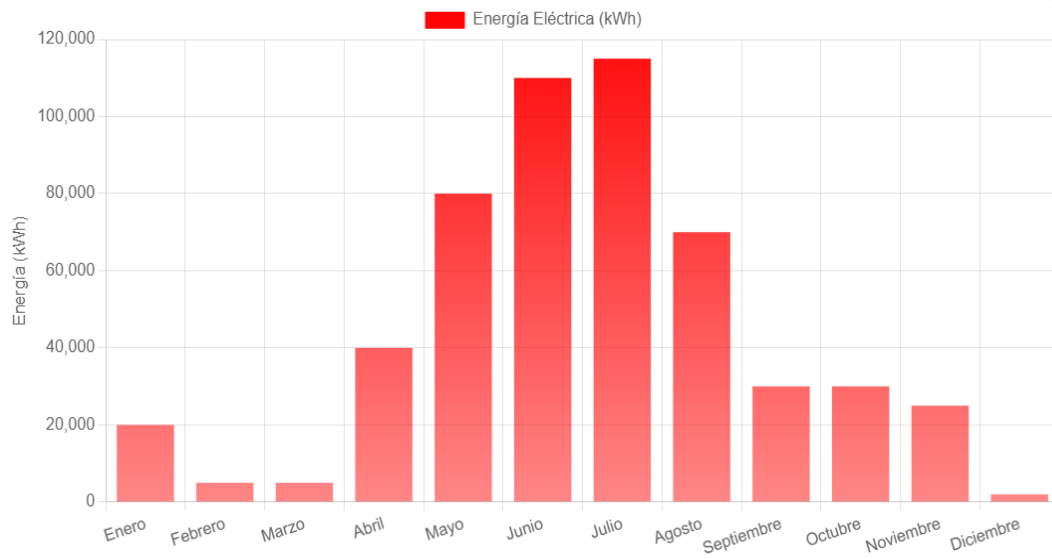
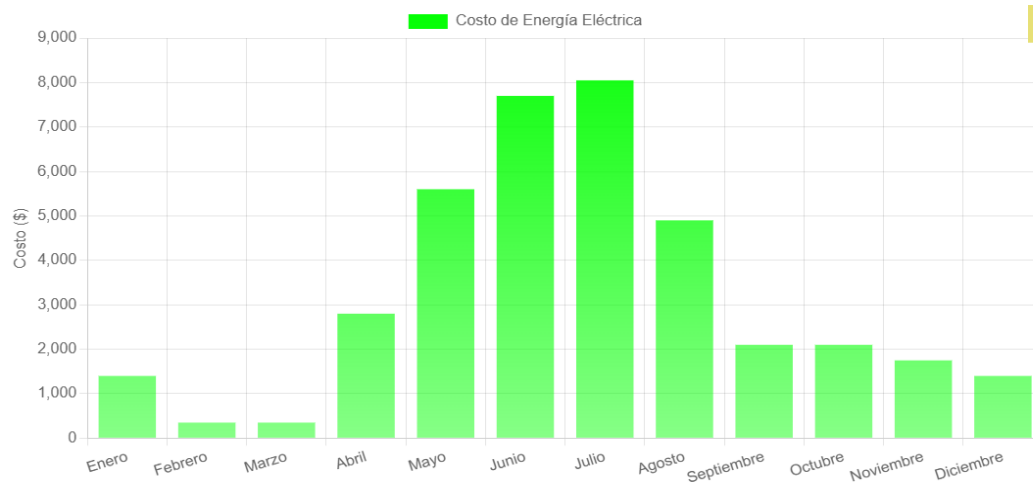


Figura 4. Distribución del Uso de Energía Eléctrica.



≡ Menú

Figura 5. Distribución del Costo de la Energía Eléctrica

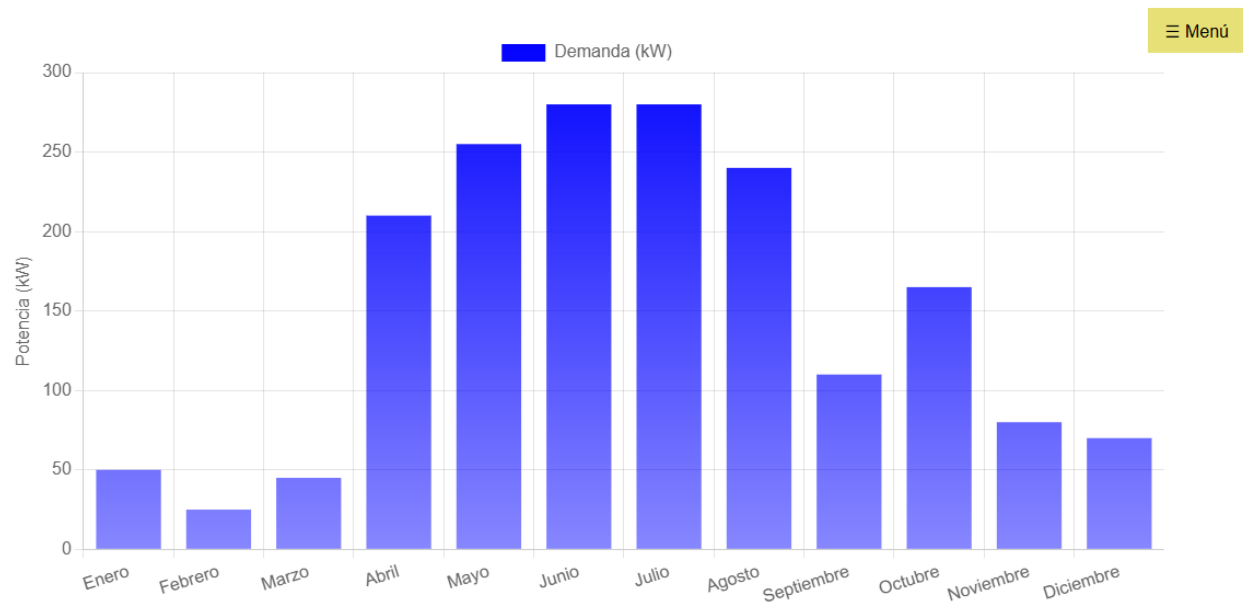


Figura 6. Distribución del Uso de la Demanda Eléctrica

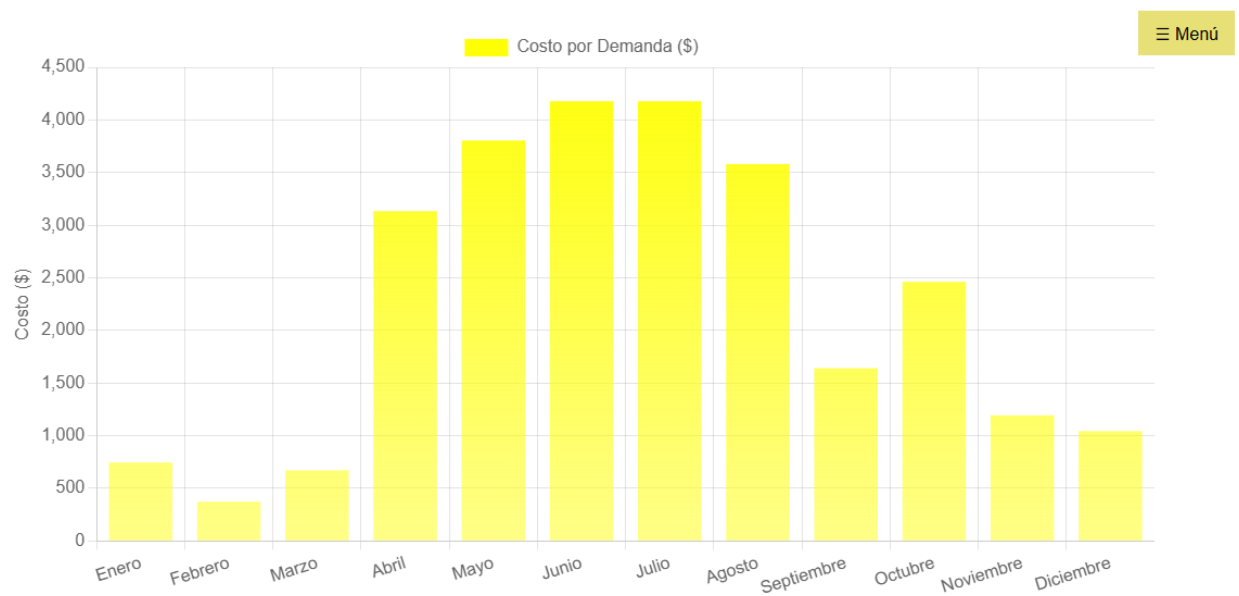


Figura 7. Distribución del Costo de la Demanda Eléctrica

El mismo tipo de gráficos son creados para la energía térmica los que se muestran en las Figuras 8 y 9 a continuación. Los datos requeridos se muestran en las Figuras 3a y 3b.

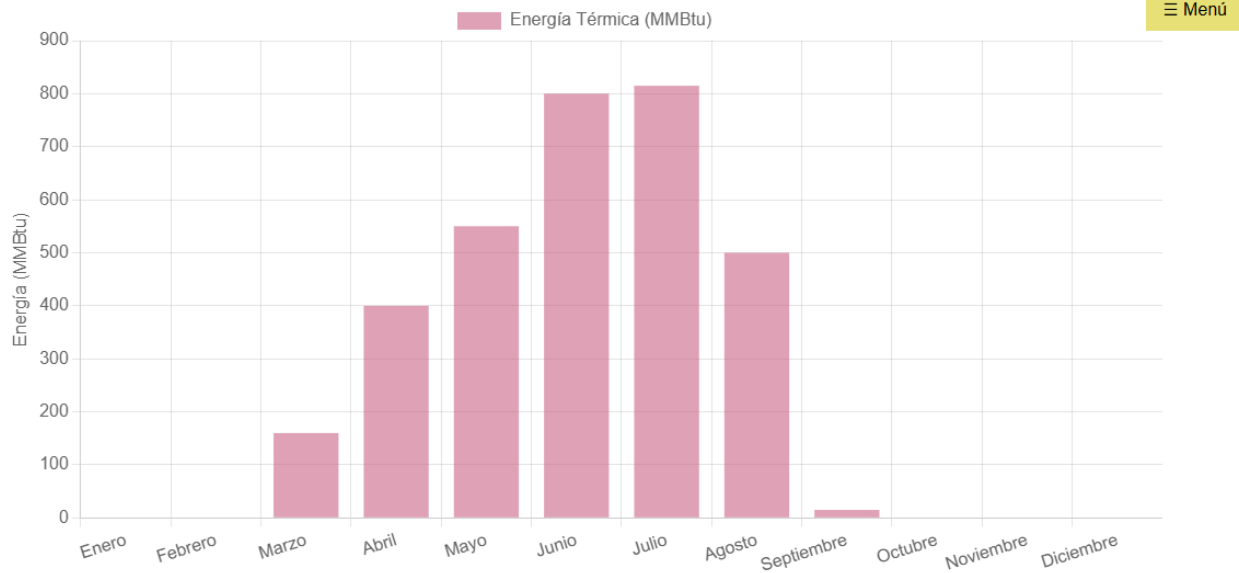


Figure 8. Distribución del Uso de la Energía Termina

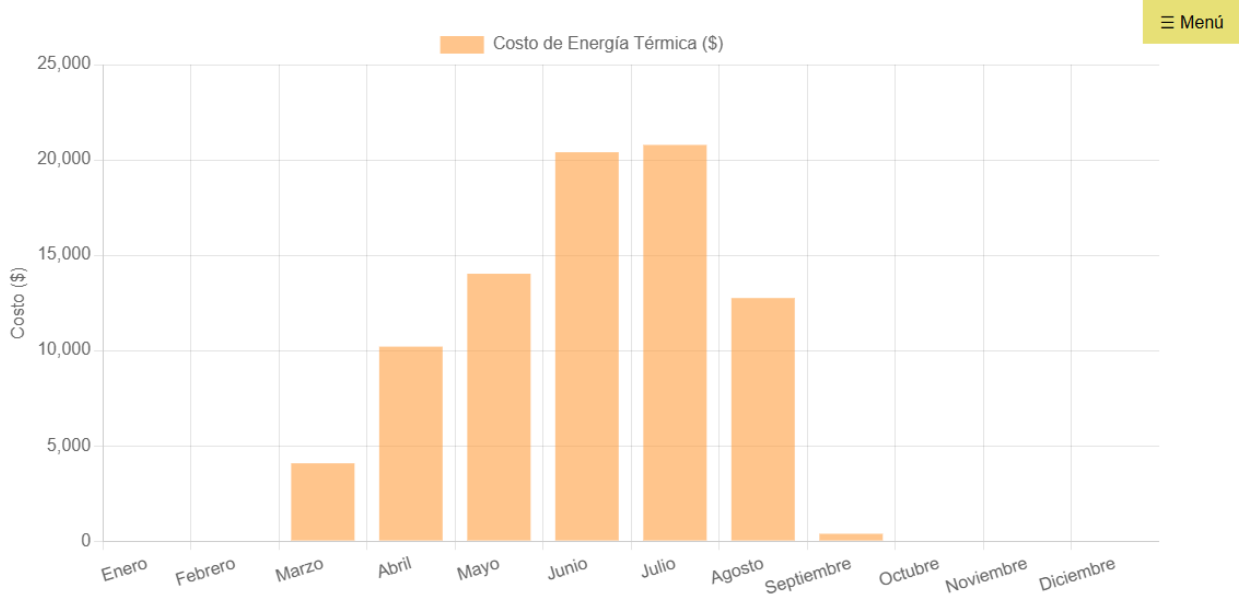


Figure 9. Distribución del Costo de la Energía Termina

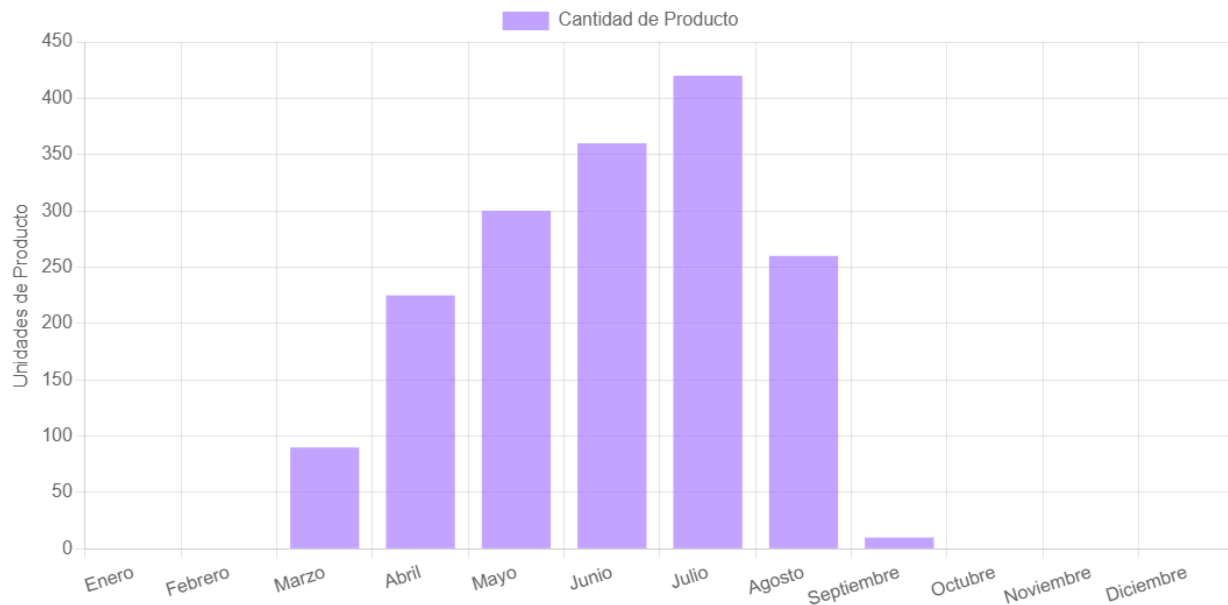


Figure 10. Distribución de Producción de Producto

3.4 Línea Base Energética y Gráfico

¿Qué es?: La línea base se determina examinando la relación lineal entre la energía consumida en la planta y su producción mensual (P) (en libras, toneladas, número de unidades, galones, etc.). La línea base representa el mejor rendimiento de la planta en términos de energía utilizada para producir la fruta de embalaje durante el período considerado. Esta línea base depende de factores de operación de la planta. La Figura 11 a continuación muestra la tabla de entrada de datos para establecer la Línea Base.

Resultados: El gráfico de la Figura 12 muestra la ecuación lineal del consumo de energía (E, eléctrica o gas natural). Esta ecuación tiene la forma: $E = m \times P + b$. Aquí, m es el valor de la pendiente que representa el consumo de energía por unidad de producción utilizada. Estas son métricas del consumo de energía y el coste por cada mil unidades de fruta. Este es valor m es útil para compararlo (benchmarking) con el de otras instalaciones similares con fines de referencia. La intersección con b representa la cantidad de energía que se utiliza en la instalación, pero sin fines de procesamiento de fruta. La relación lineal entre el consumo de energía y las unidades de productos (frutas) producidos/procesados mensualmente muestra el valor de regresión lineal del proceso (R^2). Esta es una función estadística que mide como se ajustan los puntos a la línea.

Sería interesante comparar estos valores con los de años anteriores y en el futuro, tras la implementación de oportunidades de eficiencia energética y aumento de la productividad. Además, como se mencionó anteriormente, estas métricas pueden compararse con las de otras instalaciones de procesos similares para fines de evaluación comparativa.



AYUDA

GUARDAR

≡ Menú

Mes	Energía Eléctrica (MMBtu)	Energía Térmica (MMBtu)	Energía Total (MMBtu)	Cantidad de Producto
January	68.24	0	68.24	0
February	17.06	0	17.06	0
March	17.06	160	177.06	90
April	136.48	400	536.48	225
May	272.96	550	822.96	300
June	375.32	800	1175.32	360
July	392.38	815	1207.38	420
August	238.84	500	738.84	260
September	102.36	15	117.36	10
October	102.36	0	102.36	0
November	85.30	0	85.3	0
December	6.82	0	6.824	0

Figura 11. Estructura de Datos de la Línea Base de Energía.

En este formulario de entrada de datos, las energías eléctrica y térmica se indican en MMBtu (unidad de energía) de las entradas de datos anteriores. La herramienta transforma internamente las unidades de energía eléctrica de kWh a MMBtu. El usuario debe ingresar la cantidad de producto (kilogramos, libras, número de cajas o piezas, toneladas, millones de galones, etc.). Una vez ingresados los datos, debe oprimir el botón **GUARDAR**. Esta página realiza cálculos internamente y los guarda para generar el gráfico de la línea base que se muestra en la Figura 9.

Los datos serán diferentes para cada planta. Este es solo un ejemplo del análisis de regresión lineal (ARL).



Línea Base de Energía

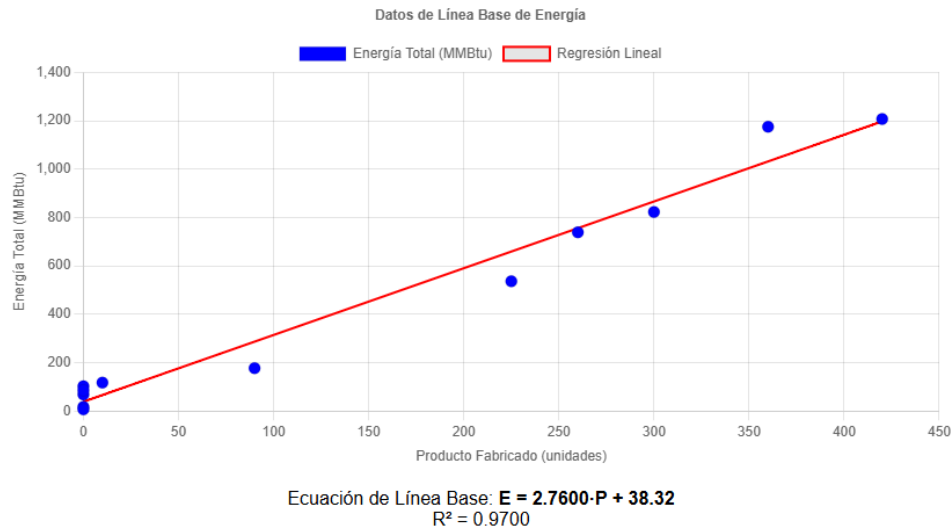
[AYUDA](#)

Figura 12. Línea Base Energética con su Ecuación y Parámetros

4.- Lista de Equipos y Entrada de Datos

Qué es: Este botón da acceso al Menú Principal, a los datos de entrada de cargas eléctricas y térmicas, gráficos, una calculadora de factor de potencia y formularios para diversos tipos de equipos existentes en la planta y sus calculadoras. Por ejemplo: iluminación, motores, bombas, compresores de aire, unidades HVAC, enfriadores, etc. Si el equipo que intenta introducir no se encuentra en ninguna de estas categorías, seleccione la más cercana. Si alguno de estos equipos no se encuentra en sus instalaciones, simplemente omítalo.



Información de Entrada Necesaria: Al seleccionar cualquier tipo de equipo, se le dirigirá a una hoja específica donde se muestra la información necesaria para cada tipo. Una vez ingresados los datos, el usuario debe presionar el botón "**GUARDAR**" e ingresar el siguiente equipo. Cada formulario de ingreso de datos incluye un botón de "**AYUDA**".

Resultados: La herramienta calculará la demanda eléctrica real (kW), la energía eléctrica (kWh/año) y el costo (\$/año) asociado a ese equipo de acuerdo con los datos proporcionados a la herramienta.

Cada formulario de entrada de datos cuenta con un botón "**MENÚ**" en la esquina superior derecha. Este botón permite al usuario navegar entre los datos de entrada de cada tipo y equipo. Esto facilita la transición entre las páginas, como se muestra en la Figura 10.

Todos los tipos de equipos cuyos datos de entrada son necesarios se muestran en cada formulario a continuación.

NOTA: El usuario, a medida que ingresa datos, debe presionar el botón "**guardar**" en todas las hojas de ingreso de datos. Esto es necesario para poder recuperar datos y usarlos para ejecutar cálculos de ahorro de energía y costos.

Página Principal
Gráficos y Métricas de Energía:
Datos de Energía Eléctrica
Datos de Energía Térmica
Gráficos
Datos de Línea Base
Gráfico de Línea Base
Entrada de Datos de Equipos:
Datos de Bombas
Datos de Iluminación
Datos de Motores
Datos de Enfriadores
Datos de HVAC
Datos de Compresores de Aire
Lista de Equipos
Calculadoras:
Factor de Potencia
Calculadora de Bombas
Calculadora de Motores
Calculadora de Iluminación

Figura 13. Menú de la Barra Lateral que Será Mostrado al Presionar los Botones del Menú.



4.1 Bombas

Datos necesarios: La Figura 14a muestra el formato de entrada para este tipo de equipo. Los datos requeridos incluyen el número de unidades, la capacidad de las bombas (HP), el factor de carga (LF), el factor de utilización (UF), el factor de diversidad (DF), las horas anuales de funcionamiento del equipo y su eficiencia.

Resultados: Una vez ingresados y guardados los datos del equipo, estos se almacenarán inmediatamente al presionar el botón “**AGREGAR**” (Agregar), y podrán eliminarse con el botón “**REINICIAR**” (o Re-Establecer). Estos datos serán usados posteriormente para realizar cálculos de ahorro de energía y costos. Un botón de ayuda “**AYUDA**” está incluido para, al presionarlo, ayudar al usuario con esta ventana. La Figura 14b muestra la hoja de entrada de datos llenada, mostrando la demanda (kW) y energía (kWh) eléctricas calculadas por la herramienta a medida que los datos se van ingresando.

Descripción:

HP:

Units:

Horas/año:

LF:

UF:

DF:

Eficiencia:

AGREGAR

REINICIAR

AYUDA

Exportar a CSV

Importar desde CSV

≡ Menú

Bombas

Descripción	HP	Unidades	Horas/año	LF	UF	DF	Eficiencia	kW	kWh/año
Totals:									

Figura 14a. Hoja de Entrada de Datos de Bombas.



☰ Menú

Descripción:

HP:

Units:

Horas/año:

LF:

UF:

DF:

Eficiencia:

AGREGAR

REINICIAR

AYUDA

Exportar a CSV

Importar desde CSV

Bombas

Descripción	HP	Unidades	Horas/año	LF	UF	DF	Eficiencia	kW	kWh/año	
Water	20	4	1400	0.75	0.8	1	0.81	55.3	61936	✖
Aereation	2.5	5	1600	0.7	0.8	1	0.8	8.2	10496	✖
Hydrothermic	1	4	1400	0.75	0.8	1	0.8	2.8	3136	✖
Centrifuge Purification Pumps	5	6	1200	0.8	0.75	1	0.8	22.4	20160	✖
Totals:		19						88.7	95728	

Figura 14b. Hoja de Entrada de Bombas Completada.

4.2 Iluminación

Entrada necesaria: La Figura 15a de a continuación muestra el formato de entrada para este tipo de equipo. El factor de balasto para cada tipo de bombilla puede ser seleccionado desde una lista desplegable.

Resultados: Una vez ingresados y guardados los datos del equipo, estos se almacenarán inmediatamente al presionar el botón “AGREGAR” (Agregar), y podrán eliminarse con el botón “REINICIAR” (o Re-Establecer). Estos datos serán usados posteriormente para realizar cálculos de ahorro de energía y costos. Un botón de ayuda “AYUDA” está incluido para, al presionarlo,



ayudar al usuario con esta ventana. La Figura 15b muestra la hoja de entrada de datos llenada, indicando la demanda (kW) y energía (kWh) eléctricas calculadas por la herramienta a medida que los datos se van ingresando.

Ubicación:

Watts:

N.º de Luminarias:

Lámparas por Luminaria:

Horas/año:

Factor de Balasto:

1.0 LED

AGREGAR

REINICIAR

AYUDA

Exportar a CSV

Importar desde CSV

Menú

Iluminación

Ubicación	Watts	N.º de Luminarias	Lámparas por Luminaria	Horas/año	Factor de Balasto	KW	kWh/año
Totales:		0.000	0.000			0.000	0.000

Figura 15a. Hoja de Entrada de Datos de Iluminación.



Iluminación

Ubicación:	
Watts:	
N.º de Luminarias:	
Lámparas por Luminaria:	
Horas/año:	
Factor de Balasto:	1.25 MH 1000W
AGREGAR REINICIAR AYUDA	
Exportar a CSV	
Importar desde CSV	

Ubicación	Watts	N.º de Luminarias	Lámparas por Luminaria	Horas/año	Factor de Balasto	KW	kWh/año	
Receiving	36	40	2	1200	0.95	2.7	3240	✗
Washing & Selection	400	30	1	1400	1.15	13.8	19320	✗
Slicing	36	30	4	1200	0.95	4.1	4920	✗
Cooling	400	20	1	1300	1.15	9.2	11960	✗
Cold Chamber	18	24	2	1400	0.95	0.8	1120	✗
Packaging	20	16	2	1400	0.9	0.6	840	✗
Cardboard Area	250	6	1	1400	1.1	1.7	2380	✗
Selection	140	21	1	1400	1.1	3.2	4480	✗
Resting Area	140	8	1	1400	1.15	1.3	1820	✗
Outside Lighting	1000	8	1	2600	1.25	10	26000	✗
Offices	26	42	2	1200	0.95	2.1	2520	✗
Maintenance	60	8	1	1400	0.95	0.5	700	✗
Laboratory & QC	20	8	2	1400	0.9	0.3	420	✗
Totales:		261	21			50.3	79720	

Figure 15b. Hoja de Entrada de Equipos de Iluminación Llenada.

4.3 Motores

Datos necesarios: Para motores se requiere la misma entrada que para las bombas. La hoja de datos de entrada de los motores se muestra en la Figura 16a.

Resultados: Una vez ingresados y guardados los datos del equipo, estos se almacenarán inmediatamente al presionar el botón “AGREGAR” (Agregar), y podrán eliminarse con el botón “REINICIAR” (o Re-Establecer). Estos datos serán usados posteriormente para realizar cálculos de ahorro de energía y costos. Un botón de ayuda “AYUDA” está incluido para, al presionarlo, ayudar al usuario con esta ventana. La Figura 16b muestra la hoja de entrada de datos llenada, mostrando la demanda (kW) y energía (kWh) eléctricas calculadas por la herramienta a medida que los datos se van ingresando.



Descripción:

HP:

Unidades:

Horas/año:

FC:

FU:

FD:

Eficiencia:

AGREGAR

REINICIAR

AYUDA

Exportar a CSV

Import desde CSV

Menú

Motores

Descripción	HP	Unidades	Horas/año	FC	FU	FD	Eficiencia	kW	kWh/año
Totales:									

Figura 16a. Hoja de Entrada de Datos de Motores.

Descripción:

HP:

Unidades:

Horas/año:

FC:

FU:

FD:

Eficiencia:

AGREGAR

REINICIAR

AYUDA

Exportar a CSV

Import desde CSV

Menú

Motores

Descripción	HP	Unidades	Horas/año	FC	FU	FD	Eficiencia	kW	kWh/año	
Conveyors	1.5	5	1200	0.75	1	1	0.75	5.6	6720	✖
Washing & Cleaning	1	10	1200	0.75	1	1	0.75	7.5	9000	✖
Furnace Turbine	15	3	1200	0.75	1	1	0.85	29.6	35520	✖
Traction Motors	1	28	1200	0.75	1	1	0.85	18.4	22080	✖
Brushing	2.5	4	1200	0.75	1	1	0.8	7	8400	✖
Traction	1	32	1200	0.75	0.9	1	0.8	22.4	24192	✖
Drying Tunnel	1.5	8	1200	0.75	1	1	0.8	8.4	10080	✖
Packaging	1.5	7	1200	0.8	0.9	1	0.8	7.8	8424	✖
Centrifuge Pumps	7	7	1200	0.8	0.9	1	0.8	36.6	39528	✖
Totales:		104						143.3	163944	

Figure 16b. Hoja de Entrada de Datos de Motores Llenada.



4.5 Enfriadores y HVAC

Datos necesarios: Las Figuras 17a y 17b muestran el formato de entrada de datos para enfriadores, y las Figuras 18a y 18b para unidades de HVAC (Aire Acondicionado). Los datos requeridos incluyen el número de unidades, su capacidad (toneladas de refrigeración), el índice de eficiencia energética estacional (SEER) y las horas de funcionamiento anual del equipo.

Resultados: Una vez ingresados y guardados los datos del equipo, estos se almacenarán inmediatamente al presionar el botón “**AGREGAR**” (Agregar), y podrán eliminarse con el botón “**REINICIAR**” (o Re-Establecer). Estos datos serán usados posteriormente para realizar cálculos de ahorro de energía y costos. Un botón de ayuda “**AYUDA**” está incluido para, al presionarlo, ayudar al usuario con esta ventana. Las Figuras 14b y 15b muestran las hojas de entrada de datos llenadas, mostrando la demanda (kW) y energía (kWh) eléctricas calculadas por la herramienta a medida que los datos se van ingresando. Ambos tipos de equipo se tratan por separado para una mejor evaluación de los posibles proyectos de ahorro energético y su inventario.

Descripción:

Toneladas:

Unidades:

SEER:

Horas/año:

AGREGAR

REINICIAR

AYUDA

Exportar a CSV

Importar desde CSV

Menú

Enfriadores

Descripción	Toneladas	Unidades	SEER	Hrs/año	kW	kWh/año
Totales:		0			0.0	0

Figura 17a. Hoja de Entrada de Datos de Enfriadores.



☰ Menú

Descripción:

Toneladas:

Unidades:

SEER:

Horas/año:

AGREGAR

REINICIAR

AYUDA

Exportar a CSV

Importar desde CSV

Enfriadores

Descripción	Toneladas	Unidades	SEER	Hrs/año	kW	kWh/año	
Air Cooled Chillers	40	2	13	1000	73.8	73800	✖
Water Cooled Chillers	20	4	13	940	73.8	69372	✖
Totales:		6			147.6	143172	

Figure 17b. Hoja de Entrada de Datos de Enfriadores Llenada.

Description:

Tons:

Units:

SEER:

Hours/year:

ADD

RESET

HELP

HVAC

Description	Tons	Units	SEER	Hrs/yr	kW	kWh/yr
Totals:						

Figura 18a. Hoja de Entrada de Datos de Equipos de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC).



☰ Menú

Descripción:

Toneladas:

Unidades:

SEER:

Horas/año:

AGREGAR REINICIAR AYUDA

Exportar a CSV

Importar desde CSV

HVAC

Descripción	Toneladas	Unidades	SEER	Hrs/año	kW	kWh/año	
Maintenance	3	3	13	1200	8.3	9969	✖
Laboratory & QC	3	4	13	1000	11.1	11077	✖
Office Splits	3	5	13	1200	13.8	16615	✖
Totales:		12			33.2	37662	

Figure 18b. Hoja de Entrada de Datos de Equipos de HVAC Llenada.

4. 4 Compresores de Aire

Datos necesarios: Los compresores de aire necesitan los mismos datos que las bombas y los motores. La hoja de entrada de datos de los compresores de aire se muestra en la Figura 19a continuación.

Resultados: Una vez ingresados y guardados los datos del equipo, estos se almacenarán inmediatamente al presionar el botón “**AGREGAR**” (Agregar), y podrán eliminarse con el botón “**REINICIAR**” (o Re-Establecer), o con los botones rojos a la derecha de la tabla. Estos datos serán usados posteriormente para realizar cálculos de ahorro de energía y costos. Un botón de ayuda “**AYUDA**” está incluido para, al presionarlo, ayudar al usuario con esta ventana. Las Figura 19b muestra la hoja de entrada de datos llena, mostrando la demanda (kW) y energía (kWh) eléctricas calculadas por la herramienta a medida que los datos se van ingresando.



Descripción:

HP:

Unidades:

Horas/año:

Factor de Carga (LF):

Factor de Uso (UF):

Factor de Diversidad (DF):

Eficiencia:

AGREGAR

REINICIAR

AYUDA

Exportar a CSV

Importar desde CSV

Menú

Compresores de Aire

Descripción	HP	Unidades	Horas/año	LF	UF	DF	Eficiencia	kW	kWh/año
Totales:		0						0.0	0

Figura 19a. Hoja de Entrada de Datos de Compresores de Aire.

Descripción:

HP:

Unidades:

Horas/año:

Factor de Carga (LF):

Factor de Uso (UF):

Factor de Diversidad (DF):

Eficiencia:

AGREGAR

REINICIAR

AYUDA

Exportar a CSV

Importar desde CSV

Menú

Compresores de Aire

Descripción	HP	Unidades	Horas/año	LF	UF	DF	Eficiencia	kW	kWh/año	
Air Compressor 1	20	1	1000	0.6	0.75	1	0.8	11.2	8400	✖
Air Compressor 2	10	1	580	0.8	0.8	1	0.8	7.5	3480	✖
Totales:		2						18.7	11880	

Figure 19b. Hoja de Entrada de Datos de Compresores de Aire Llenada.



4.6 Lista de equipos

El objetivo de la lista de equipos es el de contar con un inventario de los principales equipos que consumen energía eléctrica en sus instalaciones. Junto con la lista de equipos, se incluye una estimación del consumo energético de cada equipo. Estas aproximaciones son basadas en la información que es propia de cada planta y es, en general, proporcionada por el personal de las instalaciones. Especial cuidado se debe tenerse para crear un balance energético para que este sea conservativo que asegure no sobreestimar ni subestimar el consumo y la demanda de energía de los distintos grupos de equipos en sus instalaciones. Esto ayuda a que el análisis de las recomendaciones de ahorro energético sea más realista.

En las Figuras 20a, 20b y 20c se muestra una lista de ejemplo de los principales equipos de energía eléctrica de una instalación. Los datos se extraen de la información que acaba de introducir, que se muestra en las Figuras 14 a 19. Se listan la capacidad, las unidades, las horas de trabajo, los factores de carga (utilización y diversidad), la eficiencia y la demanda eléctrica calculada (kW) y la energía (kWh). Tenga en cuenta que las tablas que se muestran en las Figuras indicadas enumeran los equipos por tipo, sin la sección de entrada a la izquierda (se podrían añadir más tablas en una versión actualizada de la herramienta). Recuerde que una vez ingresados los datos de un equipo, estos se almacenarán inmediatamente y podrán ser eliminados a través del botón “Reiniciar” o los botones con una cruz roja a la derecha de la mesa final que borra un equipo a la vez.



Lista de Equipos

≡ Menú

Motores

Descripción	HP	Unidades	Hrs/año	LF	UF	DF	Eficiencia	kW	kWh/año
Conveyors	1.5	5	1200	0.75	1	1	0.75	5.6	6720
Washing & Cleaning	1	10	1200	0.75	1	1	0.75	7.5	9000
Furnace Turbine	15	3	1200	0.75	1	1	0.85	29.6	35520
Traction Motors	1	28	1200	0.75	1	1	0.85	18.4	22080
Brushing	2.5	4	1200	0.75	1	1	0.8	7	8400
Traction	1	32	1200	0.75	0.9	1	0.8	22.4	24192
Drying Tunnel	1.5	8	1200	0.75	1	1	0.8	8.4	10080
Packaging	1.5	7	1200	0.8	0.9	1	0.8	7.8	8424
Centrifuge Pumps	7	7	1200	0.8	0.9	1	0.8	36.6	39528
Totales:		104						143.3	163944

Bombas

Descripción	HP	Unidades	Hrs/año	LF	UF	DF	Eficiencia	kW	kWh/año
Water	20	4	1400	0.75	0.8	1	0.81	55.3	61936
Aereation	2.5	5	1600	0.7	0.8	1	0.8	8.2	10496
Hydrothermic	1	4	1400	0.75	0.8	1	0.8	2.8	3136
Centrifuge Purification Pumps	5	6	1200	0.8	0.75	1	0.8	22.4	20160
Totales:		19						88.7	95728

Figure 20a. Tablas con Lista de Equipos y sus Consumos de Energía



Luminarias

≡ Menú

Ubicación	Watts	No. Canoas	Lamparas por Canoa	Hrs/año	Factor de Balasto	kW	kWh/año
Receiving	36	40	2	1200	0.95	2.7	3240
Washing & Selection	400	30	1	1400	1.15	13.8	19320
Slicing	36	30	4	1200	0.95	4.1	4920
Cooling	400	20	1	1300	1.15	9.2	11960
Cold Chamber	18	24	2	1400	0.95	0.8	1120
Packaging	20	16	2	1400	0.9	0.6	840
Cardboard Area	250	6	1	1400	1.1	1.7	2380
Selection	140	21	1	1400	1.1	3.2	4480
Resting Area	140	8	1	1400	1.15	1.3	1820
Outside Lighting	1000	8	1	2600	1.25	10	26000
Offices	26	42	2	1200	0.95	2.1	2520
Maintenance	60	8	1	1400	0.95	0.5	700
Laboratory & QC	20	8	2	1400	0.9	0.3	420
Totales:		261	21			50.3	79720

Enfriadores

Descripción	Tons	Unidades	SEER	Hrs/año	kW	kWh/año
Air Colled Chiller	40	2	13	1000	73.8	73800
Water Colled Chiller	20	4	13	940	73.8	69372
Totales:		6			147.6	143172

Figure 20b. Tablas con Lista de Equipos y sus Consumos de Energía (cont.)



Compressors de Aire

Descripción	HP	Unidades	Hrs/año	LF	UF	DF	Eficiencia	kW	kWh/año
Compresor 1	20	1	1000	0.6	0.75	1	0.8	11.2	8400
Compresor 2	10	1	580	0.8	0.8	1	0.8	7.5	3480
Totales:		2						18.7	11880

HVAC

Descripción	Tons	Unidades	SEER	Hrs/año	kW	kWh/año
Maintenance	3	3	13	1200	8.3	9969
Laboratory & QC	3	4	13	1000	11.1	11077
Office Splits	3	5	13	1200	13.8	16615
Totales:		12			33.2	37662

Figure 20c. Tablas con Lista de Equipos y sus Consumos de Energía (cont.)

El consumo energético anual de todos los equipos se suma y se obtiene un total de 531980 kWh/año. Del consumo total de energía eléctrica (532000 kWh/año) que se muestra en las facturas de electricidad (Figura 2b), la desviación entre ambos es inferior al 0,004 %.

Finalmente, en el grafico de la Figura 21 de a continuación, muestra la distribución del consumo energético por tipo de equipo.



Energía Total (kWh) por Tipo de Equipos

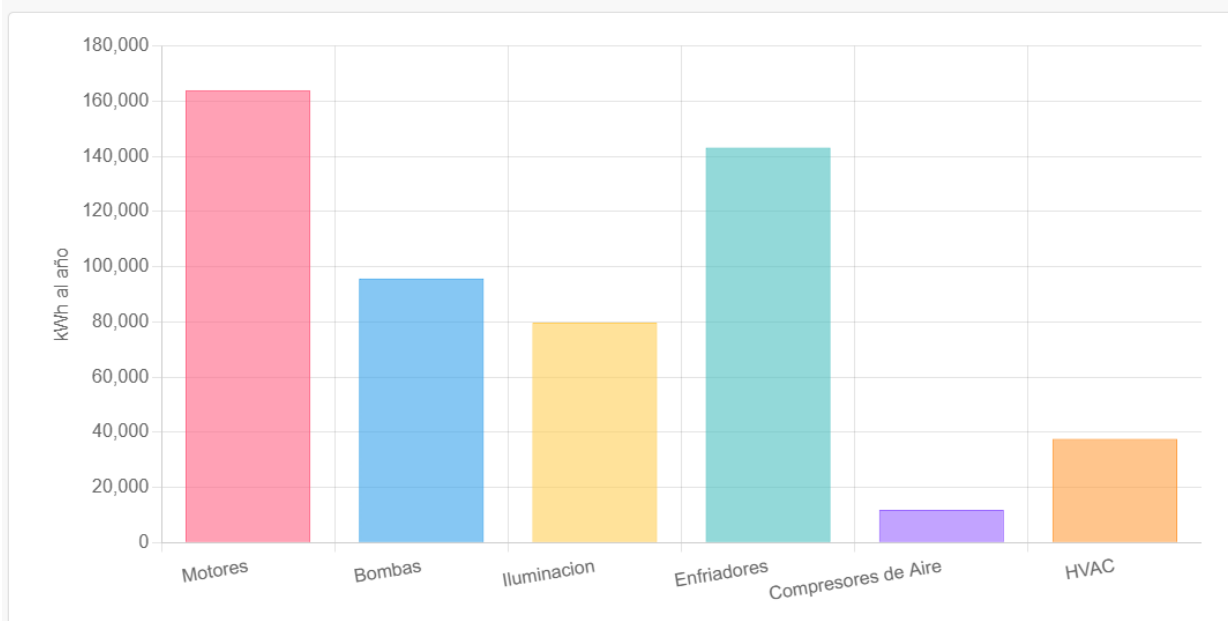


Figura 21. Gráfico de torta que muestra la distribución del uso de energía eléctrica por tipo de equipos.

5.- Calculadoras de Ahorro de Energía y Costos

En esta sección, se calculan los posibles ahorros de energía y costos para varios tipos de equipos, basado en los datos ingresados por equipo

Qué es: Se muestra un menú con varios tipos de equipos para calcular las oportunidades de ahorro. Se puede ver y seleccionar cada uno presionando el botón **MENÚ**, ubicado en la esquina superior derecha de cada hoja como se muestra en la Figura 10. El primero muestra el "Factor de Potencia", y los demás se muestran por tipo de equipo: Iluminación, Motores, Bombas, Compresores de Aire, Unidades HVAC y Enfriadores.

En todos los cálculos donde se pueda lograr un ahorro de energía eléctrica, la herramienta también calculará la cantidad de emisiones de dióxido de carbono evitadas, expresada como: Reducción de CO₂ (toneladas de CO₂/año). El valor de los Factores de Emisión de CO₂ son calculados con los datos de energía eléctrica, como se muestra en la Figura 2.

Aunque algunos de los menús de cálculo se explican por sí solos, la herramienta proporciona botones de **AYUDA** con explicaciones e información adicional para facilitar su uso y cálculos.



5.1 Factor de Potencia

Datos necesarios: La Figura 22a a continuación muestra el esquema de la estructura del Triángulo del Factor de Potencia para los cálculos. Aquí el usuario debe ingresar la demanda eléctrica de carga total (kW) para la instalación o para un equipo en particular, a partir de ahí ingrese su factor de potencia inicial en formato decimal (0.01-1). El factor de potencia final: Es el porcentaje que desea tener para el equipo o la instalación. Luego presione el botón "**Calcular**". Los valores calculados para todos los parámetros se mostraran en "**Resultados**". El resultado más importante es el "Tamaño del Banco de Condensadores o Capacitores ($\Delta kVAR$)", necesario que se debe instalar para mantener el factor de potencia final en el valor deseado. La Figura 19 a continuación muestra el esquema de la estructura del Triángulo del Factor de Potencia para los cálculos con sus datos de entrada y los resultados, todos mostrados en la misma pantalla.

El resultado principal de esta calculadora es el cálculo del tamaño del banco de capacitores necesario ($\Delta kVAR$) a instalar para aumentar el factor de potencia inicial (0,75) al valor del factor de potencia final deseado (0,95).

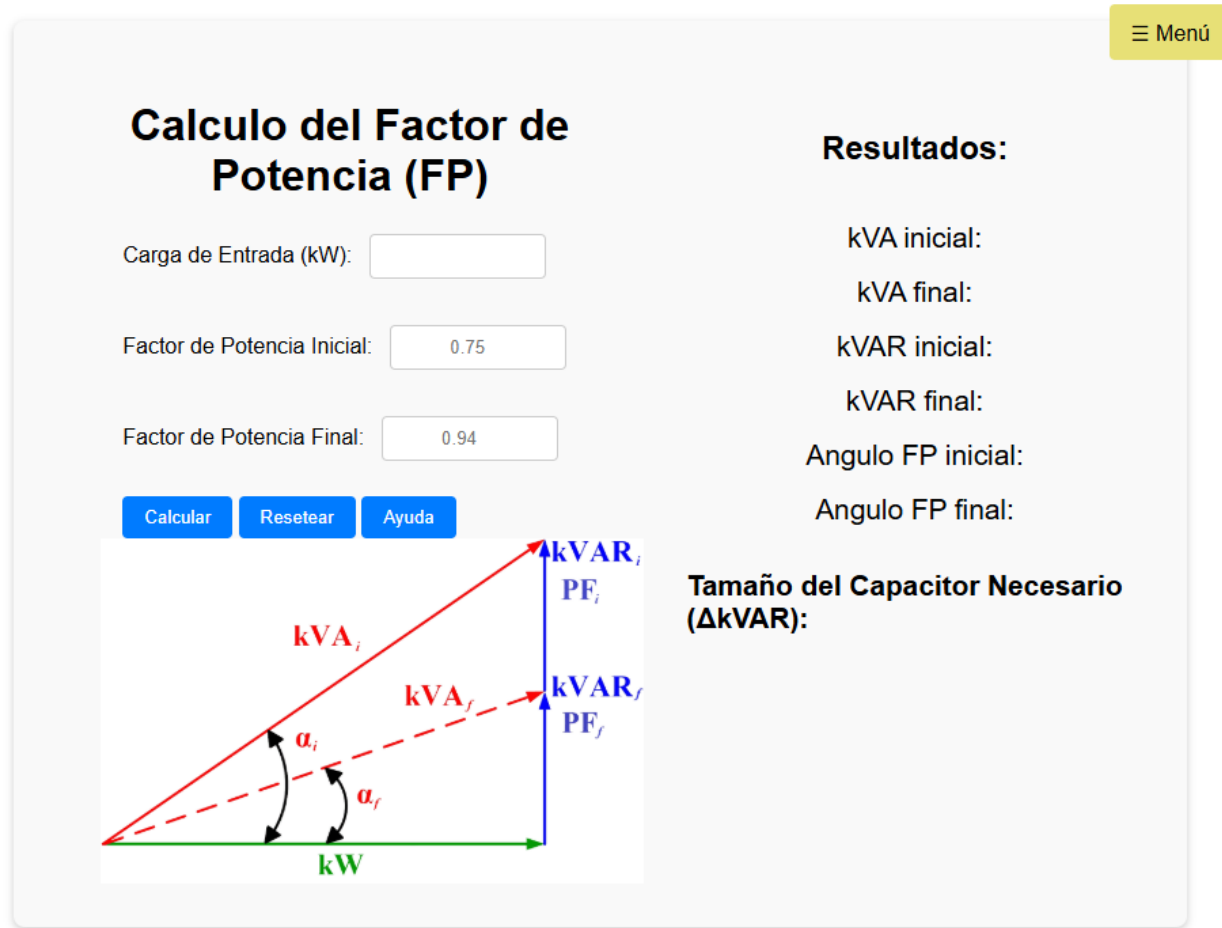


Figura 22a. El Triángulo del Factor de Potencia y sus Variables



Calculo del Factor de Potencia (FP)

Carga de Entrada (kW):

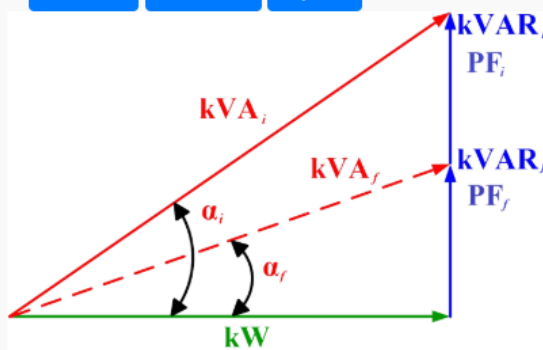
Factor de Potencia Inicial:

Factor de Potencia Final:

Calcular

Resetear

Ayuda



Resultados:

kVA inicial: 373.33

kVA final: 294.74

kVAR inicial: 246.94

kVAR final: 92.03

Angulo FP inicial: 41.41°

Angulo FP final: 18.19°

Tamaño del Capacitor Necesario
($\Delta kVAR$): 154.9

Figure 22b. El Triángulo del Factor de Potencia y sus Variables con un Ejemplo de Cálculo

5.2 Bombas

Qué es: La hoja de cálculo que se muestra en la Figura 23a ofrece, en la parte superior, la posibilidad de seleccionar entre las bombas ya existentes en la base de datos (introducidas previamente por el usuario), escribiendo su nombre. Se muestran los valores originales de la(s) bomba(s). A continuación, se introducen las nuevas condiciones: LF, Eficiencia anterior, Eficiencia nueva, Horas por año (que la nueva bomba estará funcionando) y el Factor de utilización de la nueva bomba. Posteriormente, se calculan los ahorros de energía, demanda y costos, incluyendo la correspondiente reducción de dióxido de carbono (toneladas de CO₂-e/año). Finalmente, el usuario debe introducir el costo de la nueva bomba (o conjunto de bombas); este es el costo de implementación de la oportunidad (como una nueva bomba, por ejemplo). A continuación, se calculan el Periodo de Recuperación Simple (SPP) y el Retorno de la Inversión (ROI) en segundo plano y se muestran inmediatamente. La Figura 23b muestra la hoja de cálculo con los resultados.



Bombas

≡ Menú

Descripción	HP	Unidades	Hrs/año	FC
Water	20	4	1400	0.75
Aereation	2.5	5	1600	0.7
Hydrothermic	1	4	1400	0.75
Centrifuge Purification Pumps	5	6	1200	0.8

Entre Nombre de la Bomba:

Descripción	HP	Unidades	Hrs/año	FC
-------------	----	----------	---------	----

Total HP: 0

FC: Actual EF: Nueva EF: Hrs por Año: Utilización %:

0.75	0.80	0.94	8760	0.80
------	------	------	------	------

Ahorro en Demanda (kW): NaN

Ahorro en Energia (kWh/año): NaN

Reducción CO2 (tons CO2/año): 0.00

Ahorro en Costos

Ahorro en Costos por Demanda (\$/año): NaN

Ahorro en Costos por Energia (\$/año): NaN

Total de Ahorros en Costos (\$/año): NaN

Costo de la Nueva Bomba:

Costo de Implementacion CI (\$): 0

Periodo de Pago Simple PPS (años): NaN

Retorno a la Inversion ROI (%/año): NaN

Figura 23a. Hoja de Entrada de Datos para Cálculos de Bombas.



Menú

Descripción	HP	Unidades	Hrs/año	FC
Water	20	4	1400	0.75
Aereation	2.5	5	1600	0.7
Hydrothermic	1	4	1400	0.75
Centrifuge Purification Pumps	5	6	1200	0.8

Entre Nombre de la Bomba:

Water

Descripción	HP	Unidades	Hrs/año	FC
Water	20	4	1400	0.75

Total HP: 80

FC: Actual EF: Nueva EF: Hrs por Año: Utilización %:

0.750.810.9414000.80

Ahorro en Demanda (kW): 7.64

Ahorro en Energia (kWh/año): 8559

Reducción CO2 (tons CO2/año): 4.19

Ahorro en Costos

Ahorro en Costos por Demanda (\$/año): 1368.25

Ahorro en Costos por Energia (\$/año): 619.42

Total de Ahorros en Costos (\$/año): 1987.67

Costo de la Nueva Bomba:

10000

Costo de Implementacion CI (\$): 3000

Periodo de Pago Simple PPS (años): 1.51

Retorno a la Inversion ROI (%/año): 66.26

Figura 23b. Hoja de Cálculos de Bombas con un Ejemplo Numérico

5.2 Motores

Qué es: Como en el caso de las bombas, la hoja de cálculo ofrece, en la parte superior, la posibilidad de seleccionar motores ya presentes en la base a los datos de motores ya ingresados previamente por el usuario. A continuación, se introducen las nuevas condiciones, y posteriormente, se calculan los ahorros de energía, demanda y costos, incluyendo la correspondiente reducción de dióxido de carbono (toneladas de CO_{2-e}/año). Además, al final, la



5.3 Iluminación

Qué es: La hoja de cálculo ofrece, en la parte superior, la posibilidad de seleccionar equipos de iluminación ya presentes en la base de datos, ingresados previamente por el usuario. A continuación, se introducen las nuevas condiciones. Posteriormente, se calculan los ahorros de energía, demanda y costos. Además, al final, la herramienta ofrece los cálculos del costo de implementación de la oportunidad (como, por ejemplo, diferentes luminarias). Internamente se calculan el periodo de recuperación simple (PSS en años) y el retorno de la inversión (ROI en %/año), los que se muestran inmediatamente. La Figura 25a muestra el listado de luminarias ingresado y la hoja de cálculo con un ejemplo numérico se muestra en la Figura 25b.

Iluminación					☰ Menú
Ubicación	Watts	N.º de Luminarias	Lámparas por Luminaria	Factor de Balasto	
Receiving	36	40	2	0.95	
Washing & Selection	400	30	1	1.15	
Slicing	36	30	4	0.95	
Cooling	400	20	1	1.15	
Cold Chamber	18	24	2	0.95	
Packaging	20	16	2	0.9	
Cardboard Area	250	6	1	1.1	
Selection	140	21	1	1.1	
Resting Area	140	8	1	1.15	
Outside Lighting	1000	8	1	1.25	
Offices	26	42	2	0.95	
Maintenance	60	8	1	0.95	
Laboratory & QC	20	8	2	0.9	

Figura 25a. Hoja de Cálculo de Luminarias con Listado de Estas.



Nombre de la Luminaria:

Outside Lighting

Ubicación	Watts	N.º de Luminarias	Lámparas por Luminaria	Factor de Balasto
Outside Lighting	1000	8	1	1.25

Total de Unidades: 8.00

Fbi: Wf: Ff:

1.25

200

1

Ahorro en Demanda (kW): 8.40

Horas por año:

2600

Utilización %:

0.8

Ahorro de Energía (kWh/año): 17472

Ahorro Calculado en Costos

Ahorro en Costos de Demanda (\$/año): 1503.91

Ahorro en Costos de Energía (\$/año): 1264.42

Total de Ahorro en Costos (\$/año): 2768.33

Costo del Nuevo Equipo:

10000

Costo de Implementacion IC (\$): 10000

Periodo de Pago Simple PPS (años): 3.61

Retorno a la Inversion ROI (%/año): 27.68

Figura 25b. Hoja de Cálculo de Luminarias con Listado y Resultados de Cálculos.