

Oportunidades de Eficiencia Energética en Tambos

Manual de buenas prácticas



Ministerio
de Industria,
Energía y Minería



eficiencia
energética

Oportunidades de Eficiencia Energética en Tambos

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS

Autoridades

Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM)

Ing. Omar Paganini
Ministro

Sr. Walter Verri
Subsecretario

Lic. Fitzgerald Cantero
Director Nacional de Energía

Agradecimientos:

A los productores de los 103 tambos que abrieron sus puertas a los técnicos contratados por el MIEM para la realización de diagnósticos de eficiencia energética.

Al Ing. Marcos Zefferino que proveyó los insumos para la realización de este manual y para la elaboración de una herramienta de autodiagnóstico de eficiencia energética en tambos y participó como Agente Certificador de Ahorros en los diagnósticos energéticos.

A los integrantes de las empresas especializadas en servicios energéticos (ESCO): Ing. Federico Arismendi, Ing. Natalia Gianoni y Rodrigo Viera (ESCO Effiza); Ing. Federico Bidegaray y Fabián Padula (ESCO Bidegaray & Asociados), Arq. Daniel Cal (ESCO Cal Prunell Daniel Horacio) contratados por el MIEM para la realización de los mencionados estudios.

A la Ing. Fiorella Ghiardo que colaboró con insumos para la realización de los manuales de buenas prácticas.

Al programa piloto del "Proyecto de Inversiones y Asesoramiento a tambos en eficiencia energética" desarrollado en el marco del Convenio INALE-MIEM-MGAP tomado como referencia para el desarrollo de los diagnósticos y la estandarización de las medidas de eficiencia energéticas.

Fotos: Ing. Marcos Zefferino; ESCO Effiza (trabajo realizado en tambo de Antonio Castro en el marco del Proyecto de Inversiones y Asesoramiento a Tambos en Eficiencia Energética del MIEM, INALE y MGAP); Ministerio de Educación y Cultura (MEC).

Diseño gráfico: Alva

Edición: Tercera edición julio 2023 - Montevideo, Uruguay

Aclaración: Las inversiones y ahorros monetarios presentados corresponden a valores del año 2022.

Copyright: Dirección Nacional de Energía, Ministerio de Industria, Energía y Minería, 2023.

Rincón 719. C. P.: 11000
Montevideo, Uruguay.

www.miem.gub.uy
www.eficienciaenergetica.gub.uy
daee@miem.gub.uy



Por Fitzgerald Cantero Piali/ Director Nacional de Energía

Desde el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), a través de la Dirección Nacional de Energía (DNE), estamos trabajando con el objetivo de que la eficiencia energética alcance a todos los sectores de actividad. Y para ello disponemos de un instrumental que va desde el diagnóstico, pasando por la ejecución y hasta la evaluación de los resultados obtenidos.

Pensando en la etapa inicial, la de ubicar oportunidades de mejora, en cuanto a conseguir ahorros manteniendo el mismo nivel de confort y producción, hemos elaborado el siguiente manual. Este tiene por objetivo, brindar recomendaciones y medidas de eficiencia energética que permiten la optimización por parte del usuario, lo cual repercute directamente en su economía, al reducir los costos, y positivamente en el cuidado del ambiente.

Las recomendaciones y medidas estandarizadas que presentamos aquí, así como la posibilidad de realizar un autodiagnóstico, son el resultado de datos recabados por técnicos a través de investigaciones, diagnósticos y asesoramientos realizados en diferentes ámbitos: productivo, industrial, comercial, edilicio y residencial.

Hacer buen uso de este material conlleva a un beneficio general, en el que se destaca: un cambio cultural, tan necesario para poder incorporar los conceptos adecuados; el cuidado del medio ambiente al reducir las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero o contaminantes; así como, contribuir al cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional de Eficiencia Energética. Estamos convencidos de que "con eficiencia ganamos todos", es por ello que invitamos a incorporar las recomendaciones y medidas que se presentan a continuación e informarse de todas nuestras herramientas para poder llevarlas a cabo.

La primera transición energética permitió la reconversión de la matriz eléctrica hacia fuentes de energía renovables. La segunda transición, que hemos comenzado a transitar, busca sostener la participación de fuentes renovables en la matriz eléctrica y apostar a la descarbonización de los usos finales de la energía, principalmente en el transporte y la industria, con el horizonte de contribuir a mitigar el cambio climático y reducir las emisiones de gases contaminantes. Cuanto más podamos incorporar la eficiencia energética, más cerca estaremos de alcanzarlo.

Los invitamos a recorrer ese camino.



Índice

1. ¿Por qué un manual de buenas prácticas de eficiencia energética en tambos? **Pág. 8**
2. Clasificación del sector por tipo y tamaño **Pág. 9**
3. Indicadores de eficiencia en energía eléctrica **Pág. 10**
4. Consumos y usos de la energía en tambos **Pág. 12**
5. Recomendaciones para el suministro de energía **Pág. 15**
6. Oportunidades de mejora de eficiencia energética **Pág. 16**
7. Buenas prácticas **Pág. 24**
8. Lista de autochequeo para la identificación de oportunidades de eficiencia energética **Pág. 26**
9. Próximos pasos **Pág. 28**
10. Enlaces de interés **Pág. 30**
11. Glosario de siglas **Pág. 31**

¿Por qué un manual de buenas prácticas de eficiencia energética en tambos?

Este Manual de Buenas Prácticas (MBP) de eficiencia energética (EE) es una herramienta para que los productores del sector lechero puedan identificar oportunidades de mejora en EE en sus establecimientos.

Permite **identificar los principales usos y consumos de energía, así como detectar las alternativas tecnológicas o de optimización operativa para realizar mejoras de EE en el establecimiento, logrando una reducción de los costos operativos. La información se presenta caracterizada en distintos grupos según nivel de producción. Además, se incluyen una serie de recomendaciones y buenas prácticas que serán de utilidad para la toma de decisiones.**

Los beneficios de la EE son múltiples y repercuten en nuestra vida cotidiana. En los hogares permite bajar los gastos sin perder calidad de vida, mientras que en las empresas permite reducir costos y mejorar la competitividad. Esto redundará en consumir mejor y eficazmente con los consecuentes beneficios económicos para las empresas a mediano y largo plazo. A nivel país, evita o posterga importantes inversiones en generación de energía, y en el medio ambiente reduce las emisiones de gases contaminantes.

Existen diversas maneras de llevar a la práctica la EE, usualmente se la asocia a un cambio tecnológico, pero también la reducción en el consumo de energía puede estar vinculada a una mejor gestión o a cambios en los hábitos de consumo.

El presente documento fue elaborado en base a los resultados encontrados en el estudio de EE realizado en 103 establecimientos lecheros en distintas zonas del país, en el marco del Asesoramiento en EE a tambos, promovido por el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) a través del Fideicomiso Uruguayo de Ahorro y Eficiencia Energética (Fudae).

¿A quién está dirigido este manual?

Los principales usuarios del manual serán los productores lecheros así como operarios, técnicos y proveedores vinculados a este sector productivo.

El MBP está enfocado en mejoras relativas al sistema de ordeño (variadores de velocidad en bomba de vacío), al enfriamiento de leche y a la provisión de agua caliente sanitaria (ACS) con tanques recuperadores de calor, además de la posibilidad de incorporar energías renovables a partir de colectores solares¹.

El MBP permite al productor:

- Conocer los principales usos y consumos de energía del sector.
- Identificar posibles ahorros con la aplicación de mejoras en EE.
- Interiorizarse sobre buenas prácticas en energía y transmitirlo a operadores y usuarios del sector.
- Llevar a cabo una correcta gestión de la energía en el establecimiento.



Clasificación del sector por tipo y tamaño

Para el análisis se realiza una clasificación de los establecimientos en grupos homogéneos, de acuerdo a su producción diaria promedio. Esto le permitirá al productor identificar a que grupo pertenece dentro de este manual:

Tambos Chicos Grupo 1	hasta 1.000 litros diarios promedio de remisión 29 productores chicos
Tambos Medianos Grupo 2	entre 1.000 y 3.000 litros diarios promedio de remisión 47 productores medianos
Tambos Grandes Grupo 3	más de 3.000 litros diarios promedio de remisión 27 productores grandes

¹ Las medidas de eficiencia energética (MMEE) presentadas en este manual surgen de los resultados encontrados en los 103 diagnósticos energéticos realizados y en base al estudio global de estandarización de MMEE para cada grupo definido en este manual, de acuerdo a la viabilidad encontrada para cada inversión y potencialidad de ahorros generados. Otras MMEE no descriptas en este manual deberán ser estudiadas en cada caso particular de acuerdo a los consumos y usos característicos de cada emprendimiento.

3

Indicadores de eficiencia en energía eléctrica

Cada productor puede calcular a partir de la remisión diaria y del consumo de energía eléctrica su Indicador de Desempeño Energético (IDE):

$$\frac{\text{kWh}}{1.000 \text{ litros de leche remitidos}}$$

Este indicador muestra cuanta energía eléctrica consume el tambo para procesar y remitir 1.000 litros de leche. Sirve para compararse con sí mismo y con tambos de tamaños similares.

- Se debe tener en cuenta utilizar la misma escala temporal para cada una de las cantidades, es decir, que se puede calcular diario, mensual o anual. En la mayoría de los casos el cálculo se realiza anualmente, se suman los 12 meses de consumo eléctrico (en kWh) y se divide entre los litros remitidos en ese año y luego se divide entre 1.000 para ajustar el indicador.
- También se debe tener en cuenta que en la factura de energía eléctrica pueden estar incluidos otros consumos como ser el de una vivienda. Si bien es deseable para el cálculo del IDE poder discriminar el consumo vinculado a la producción del consumo asociado a las viviendas, para los casos en los que no se pueda separar por contar con un solo suministro, se recomienda mantener la misma metodología de cálculo antes y después de implementar una medida de eficiencia energética (MMEE) para poder comparar los indicadores y cuantificar las mejoras y reducción del consumo por litros de leche remitidos.

A continuación, se muestran como referencia los valores del IDE para los grupos de tambos según su tamaño (tabla 1). La primera columna muestra el promedio del total del grupo de tambos estudiados y la segunda corresponde

al mejor IDE dentro de dicho estudio para cada grupo, es decir a los valores mínimos del indicador por grupo.

Tabla 1. IDE para los tambos según su tamaño

	IDE (PROMEDIO)	IDE (MÍNIMO)
Grupo 1 Tambos chicos	66,5	24,4
Grupo 2 Tambos medianos	341	9,6
Grupo 3 Tambos grandes	27,4	13,1

Figura 1. Clasificación de tambos según su IDE

IDE (kWh/1.000 litros de leche remitidos)			
	Hasta 1.000 lts. Diarios	Hasta 1.000 y 3.000 lts. Diarios	Más de 3.000 lts. Diarios
A (MÁS EFICIENTE)	< 20	< 20	< 20
B	20 - 59	20 - 39	20 - 29
C	60 - 99	40 - 59	30 - 39
D	100 - 140	60 - 80	40 - 60
E (MENOS EFICIENTE)	> 140	> 80	> 60

Fuente: Proyecto FOMIN-CONAPROLE

En la figura 1 se muestra, en base al material elaborado en el marco del Proyecto FOMIN-CONAPROLE², la clasificación para tambos según su IDE teniendo en cuenta los litros de remisión diarios.

Determine el IDE de su tambo de la siguiente manera:

En las facturas de la Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) es posible obtener el consumo de energía eléctrica activa en kWh para un mes. Para determinar el consumo anual se pueden consultar los 12 recibos, estimar de los gráficos que aparecen en una única factura, o descargar la información del sitio web de UTE a través del servicio de usuarios en línea.

Se debe considerar que la información de la factura de energía eléctrica puede incluir otros consumos, más allá de los pertenecientes al establecimiento productivo. Como se menciona anteriormente, en muchos casos bajo el mismo servicio de UTE se encuentra conectada una vivienda. Es posible estimar el consumo del establecimiento, restando al total el gasto estimado del hogar. Para calcular esto último, es necesario tener en cuenta la cantidad de habitantes, los equipos allí instalados y las horas que se utilizan. Existen numerosas calculadoras web de consumo residencial que se pueden consultar. Como una primera aproximación se estima que una vivienda media consume entre 150 y 250 kWh al mes. En los casos que una residencia cuente con más de tres habitantes, acondicionadores de aire instalados y horno eléctrico, el consumo puede ser mayor.

La cantidad de remisión diaria promedio es determinada teniendo en cuenta las épocas de mayor y menor producción, este valor se debe multiplicar por los 365 días del año para así obtener la remisión anual.

Finalmente, se divide la cantidad de energía anual entre los litros remitidos al año, y luego se divide ese resultado entre 1.000 para obtener el IDE.

² BID-FOMIN; Conaprole, Tambo y Energía, Eficiencia Energética y Energías Renovables (Librillo N° 1). Montevideo, 2015.



Consumos y usos de la energía en tambos

Los siguientes datos son obtenidos de los diagnósticos energéticos realizados a 103 tambos en distintas zonas del país.

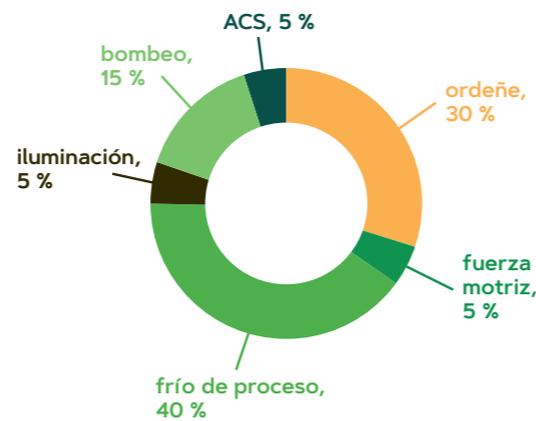
A continuación, se definen los usos principales de energía eléctrica para los tambos:

- **Refrigeración de leche:** El enfriado de la leche en el tanque de frío es uno de los principales rubros de consumo energético en los tambos. Su uso es al momento de ordeñar y el tiempo entre los vaciados por retiro del camión cisterna que ronda de entre 2 ordeños o 4, todo el año.
- **Bomba de ordeño (bomba de vacío):** La misma es accionada por un motor eléctrico y está asociada a los órganos de ordeño. Su uso es al momento de ordeñar y durante la limpieza, todos los días del año.
- **Calentamiento de agua:** El agua caliente es utilizada en la limpieza de la máquina de ordeño y para la limpieza de los tanques luego de retirada la leche. Generalmente el calentamiento es realizado mediante calefones. Es importante tener en cuenta el Etiquetado de EE y la potencia nominal de estos equipos.
- **Bombas de agua:** El tambo para abastecerse de agua utiliza generalmente una o más bombas de pozo sumergibles. Puede hacer uso de bombas también para realizar el lavado de las instalaciones, abastecer bebederos de animales, el riego, etc. Por lo que el consumo energético puede ser importante, en particular en los meses de mayor demanda hídrica.
- **Iluminación:** Se utiliza iluminación tanto exterior como interior, esta última generalmente durante los ordeños y la limpieza.
- **Bomba de leche:** Esta bomba funciona de manera pulsada, y el tiempo total de funcionamiento es relativamente poco, por lo que su consumo termina siendo marginal con respecto a otros consumos del tambo.

- **Fuerza motriz:** Para el transporte de ración algunos emprendimientos poseen un sistema en el que utilizan motores eléctricos.

A continuación, se muestra en el gráfico 1 la distribución del consumo de energía eléctrica según los usos principales identificados en los tambos. Se puede ver que los principales usos del sector corresponden al frío de proceso o refrigeración de leche (40 %) y al ordeño o bomba de vacío (30 %), siendo en estos usos donde se presentan las mayores oportunidades de ahorro.

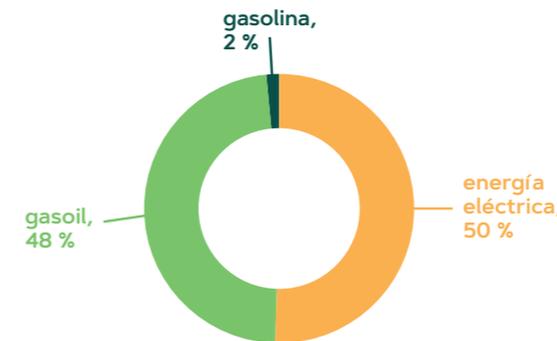
Gráfico 1. Consumo de energía por uso (%)



Fuente: Distribución de los usos de la energía en tambos en base a los 103 diagnósticos energéticos realizados.

En el gráfico 2 se presenta la distribución según la fuente de energía utilizada, de la que se desprende que tanto la energía eléctrica como el gasoil representan prácticamente en iguales proporciones las mayores fuentes de consumo en el sector, significando un total de 98 % del total de las fuentes (50 % corresponde a energía eléctrica y 48 % al gasoil). Los combustibles se usan principalmente para alimentar la maquinaria agrícola y vehículos para el transporte.

Gráfico 2. Distribución del consumo por fuente de energía (tep/año)



Fuente: Distribución de los usos de la energía en tambos en base a los 103 diagnósticos energéticos realizados.

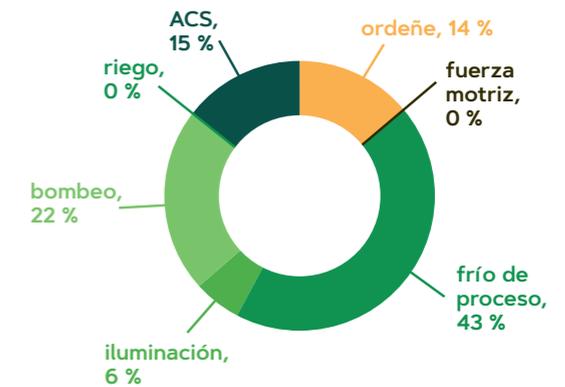
A partir del análisis por grupo de los usos y consumos energéticos, se identifican las principales características de acuerdo al tamaño de producción:

- Se observó para los grupos 1 y 3 que se mantiene cómo uso principal el consumo de energía, el frío de proceso, vinculado al tanque de frío representando el 43 % y 47 % de la energía eléctrica consumida respectivamente. Mientras, para el grupo 2 el principal uso identificado fue el consumo asociado al ordeño por su bomba de vacío con el 45 % de la energía eléctrica consumida (ver los gráficos 3, 5 y 7 respectivamente).

En lo que refiere a la participación de los energéticos en la matriz de consumos, para el grupo 1 y 2 el principal consumo se identifica en gasoil con el 51 % y 50 % respectivamente, mientras, la energía eléctrica representa el 47 % y 48 % respectivamente. En cambio el grupo 3 muestra su mayor consumo en energía eléctrica, llegando a un 54.5 %, seguido del consumo de gasoil con un 45 % (ver los gráficos 4, 6 y 8 respectivamente).

A continuación, se presentan para los tres grupos identificados, los gráficos de distribución del consumo de energía según los usos principales y la distribución según la fuente de energía utilizada.

Gráfico 3. Grupo 1: Consumo de energía por uso (%)



Nota: Algunos valores se muestran como 0 % al ser menores a 1 % y residuales en relación con los otros, que fueron ajustados a números enteros.

Gráfico 4. Grupo 1: Distribución del consumo por fuente de energía (tep/año)

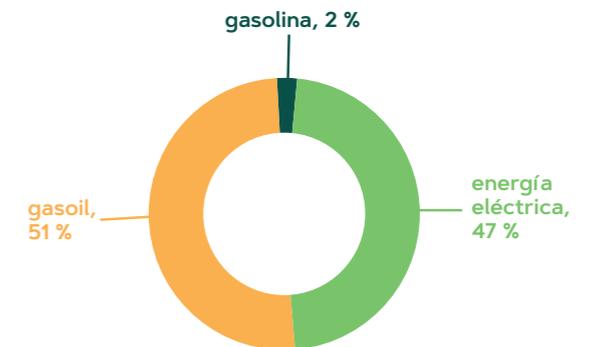
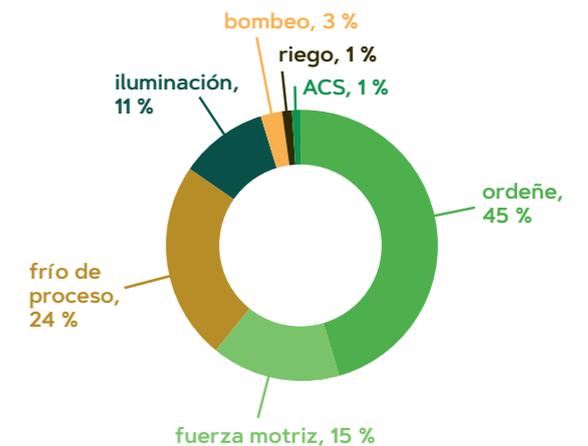


Gráfico 5. Grupo 2: Consumo de energía por uso (%)



Recomendaciones para el suministro de energía

Gráfico 6. Grupo 2: Distribución del consumo por fuente de energía (en tep/año)

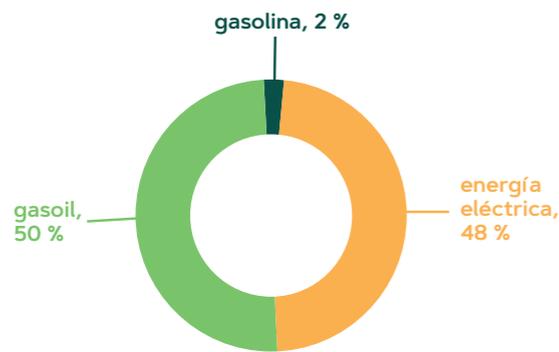


Gráfico 7. Grupo 3: Consumo de energía por uso (%)

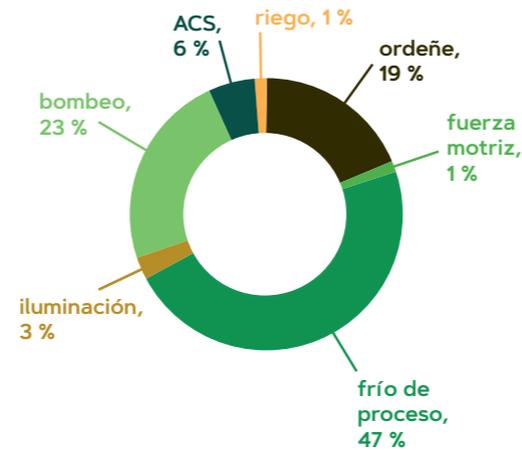
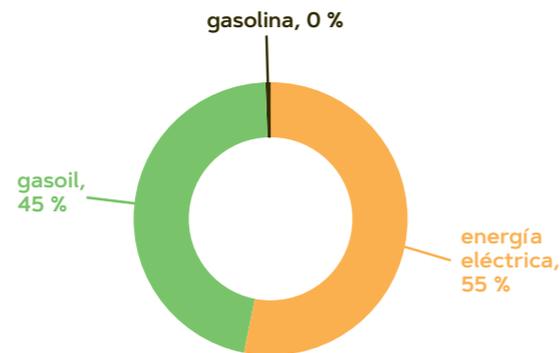


Gráfico 8. Grupo 3: Distribución del consumo por fuente de energía (tep/año)



Nota: Algunos valores se muestran como 0 % al ser menores a 1 % y residuales en relación con los otros, que fueron ajustados a números enteros.

5.1 Uso seguro de la energía eléctrica

Para el correcto desarrollo de las actividades productivas es necesario contar con una instalación eléctrica correctamente diseñada y respaldada por un técnico instalador habilitado por UTE quien garantice un mantenimiento adecuado, así como también asegure que la misma cumpla con todas las especificaciones y requerimientos establecidos en la normativa de baja tensión de UTE y en la reglamentación vigente³.

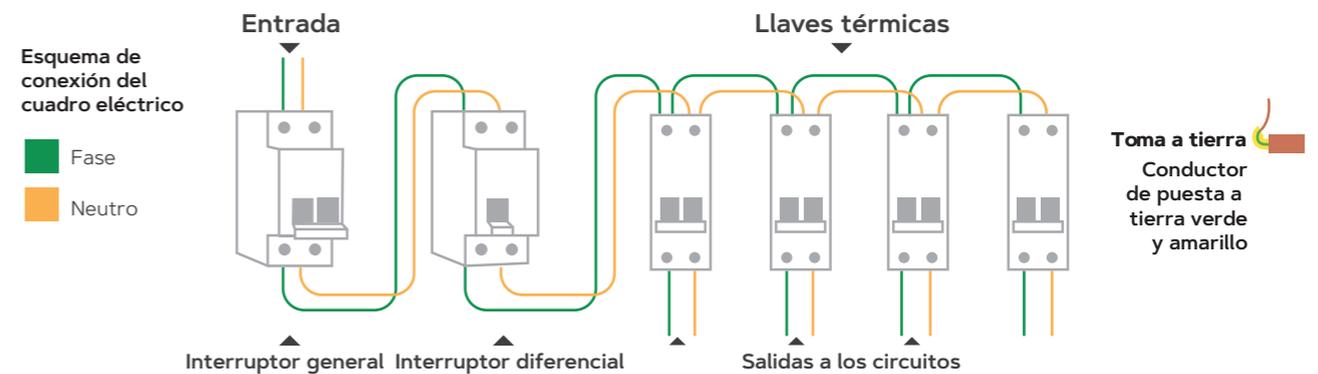
Componentes básicos

- Interruptor general
- Interruptor diferencial
- Llaves térmicas
- Puesta a tierra
- Al menos un tablero general estanco

La instalación debe contar con un tablero general de tipo estanco que centraliza las protecciones generales y desde las cuales se proceda al reparto de las derivaciones.

En la figura 2 se muestra el esquema de conexión del cuadro eléctrico monofásico Fase-Neutro y los componentes del Tablero General.

Figura 2. Esquema de conexión del cuadro eléctrico monofásico Fase-Neutro



Fuente: Material elaborado en el marco del Proyecto FOMIN-CONAPROLE (librillo N°1)⁴

³ UTE: (<https://portal.ute.com.uy/clientes/tramites-y-servicios/tecnicos-y-firmas-instaladoras>).

⁴ BID-FOMIN; Conaprole, Tambo y Energía, Eficiencia Energética y Energías Renovables (Librillo N° 1). Montevideo, 2015.

Oportunidades de mejora de eficiencia energética

En caso de que no exista, se debe procurar la instalación de las protecciones básicas de acuerdo con los requerimientos del sistema.

- **Interruptor diferencial:** Es un dispositivo electromecánico que tiene como principal cometido interrumpir de inmediato la corriente si hay alguna falla o fuga en el circuito eléctrico, lo que es fundamental para la protección de las personas, los animales, la propia instalación y el equipamiento. Si hay alguna fuga la llave "salta" y corta el pasaje de corriente.
- **Puesta a tierra:** Es un elemento de seguridad fundamental en las instalaciones eléctricas, evitando que la persona que entra en contacto sufra una descarga eléctrica.

5.2 Características del suministro

Es posible reducir el costo de energía asociado al consumo del establecimiento a partir de cambios en el contrato de servicio de energía con UTE, es decir, a partir de una adecuación de la tarifa y la potencia contratada.

Contratación de energía eléctrica

- Tipo de facturación

Existen dos tipos de tarifa: la tarifa plana donde el costo de la energía no depende del horario donde se consuma, y la tarifa multi-horario, donde el precio depende del horario en que se consume la energía. Es importante identificar de acuerdo a los horarios de las actividades realizadas cuál es la tarifa más conveniente a adoptar.

- Para el 100% de los casos estudiados, donde se tenía contratada la tarifa Plana, era conveniente pasarse a una tarifa Multihorario.
- Si se ajusta los horarios y la duración del ordeño, se puede lograr un ahorro significativo utilizando una tarifa multihorario.

- La potencia contratada

Para contar con un suministro eléctrico que cubra las necesidades del establecimiento y evitar una

facturación superior a la requerida, uno de los aspectos a considerar es la potencia contratada⁵.

A la hora de seleccionar la potencia a contratar se debe tener en cuenta el pico de potencia consumida. Esto se da cuando están encendidos todos los equipos del establecimiento productivo de manera simultánea. Por lo que, la potencia a contratar debe ser cercana a este pico, ya que si la demanda lo supera, puede suceder que se corte el suministro porque actúa el interruptor de control de potencia. Y en el caso que se contrate una potencia superior a la requerida, se recomienda asesorarse con UTE para adecuar la potencia contratada y evitar costos innecesarios.

El estudio de adecuación tarifaria así como la potencia contratada deberá realizarse en cada caso, de acuerdo con los requerimientos del tambo. Se puede acceder a dicho asesoramiento por parte de los técnicos de UTE⁶.

- Compensación de energía reactiva

La energía reactiva es utilizada principalmente por los motores eléctricos en el tambo. Si bien este tipo de energía no genera un trabajo, incrementa la corriente eléctrica por los cables, aumentando las pérdidas de energía por la mayor temperatura que alcanzan. Es debido a esto que UTE mide y penaliza el consumo excesivo de esta energía. La forma de corregir la energía reactiva y lograr compensarla es mediante la instalación de condensadores. Esta medida es de bajo costo y rápidamente amortizable en la mayoría de los casos estudiados.

Con relación al consumo de energía reactiva y como evitarlo se recomienda consultar el sitio web de UTE⁷.

A continuación, se presentan las MMEE con las que se pueden conseguir ahorros económicos y energéticos, asociadas a los siguientes usos principales de la energía:

- Ordeño: Variadores de velocidad o de frecuencia (VSD) en bomba de vacío.
- Frío de proceso: Pre enfriamiento de leche con intercambiador de placas (IDP).
- Agua caliente sanitaria (ACS): Tanque recuperador de calor.
- Incorporación de energías renovables: Coletores solares de ACS.
- Generación de electricidad para autoconsumo.
- Gestión de la energía.

A partir de los estudios realizados se identificaron medidas de eficiencia energética (MMEE) estandarizadas, las cuales son aplicables en cualquier tambo sin importar su tamaño.

Se presentan a continuación cada una de las MMEE mencionadas, junto a la inversión promedio, los ahorros económicos y energéticos estimados, así como el periodo de repago posible, para cada uno de los tres tamaños de tambos definidos.

6.1 Variador de velocidad bomba de vacío

Esta MMEE busca reducir el consumo de energía eléctrica utilizada para alimentar el motor de la bomba de ordeño.

El ordeño representa aproximadamente el 30 % del consumo de energía en el tambo.

Imagen 1. Variador de velocidad o de frecuencia



Fuente: ESCO Effiza

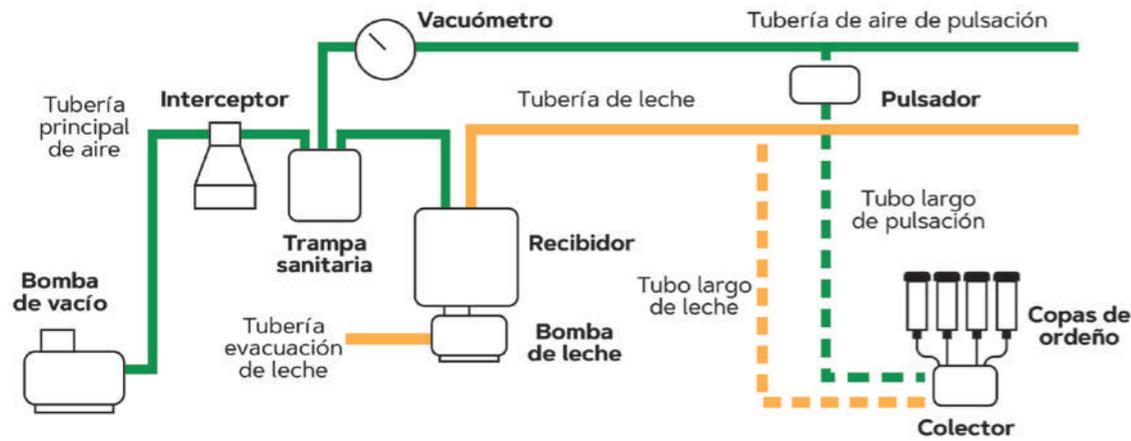
En la figura 3 se muestra el esquema de la instalación de ordeño convencional, allí la presión dentro de la tubería es regulada mediante una válvula. Si la presión en la cañería baja del valor establecido (generalmente 45 kPa fuente librito 2 Fomin) la válvula de alivio abre y permite la entrada de aire exterior a la cañería.

⁵ UTE, <https://portal.ute.com.uy/clientes/tramites-y-servicios/potencia-contratada>

⁶ UTE, Unidad de gestión de la energía por zonas: <https://portal.ute.com.uy/clientes/soluciones-para-empresas/beneficios/opciones-tarifarias-para-pymes>

⁷ UTE, <https://portal.ute.com.uy/clientes/soluciones-para-empresas/planes-empresas/energia-reactiva>

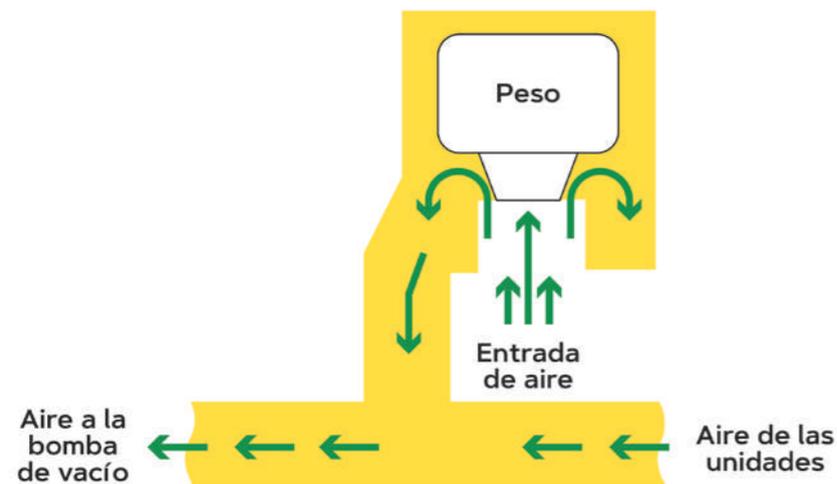
Figura 3. Esquema Instalación de ordeño



Fuente: Material elaborado en el marco del Proyecto FOMIN-CONAPROLE (librillo N°3)

Este sistema de control es poco eficiente. La instalación de un VSD permite la disminución de la velocidad de giro del motor, controlando la reserva de vacío y evitando la abertura de la válvula. Esto conlleva a una disminución del consumo de energía eléctrica.

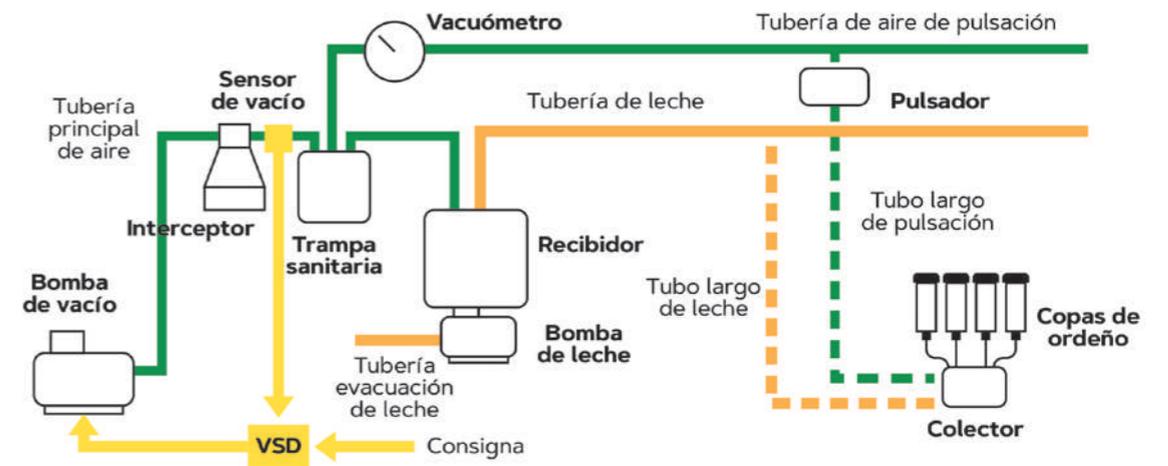
Figura 4. Válvula de alivio



Fuente: Material elaborado en el marco del Proyecto FOMIN-CONAPROLE (librillo N°3)

En la figura 5 se puede ver el esquema de la instalación con el VSD. Allí se representa donde se debe instalar un sensor de vacío, el cual comanda al VSD.

Figura 5. Esquema instalación de ordeño con VSD



Fuente: Material elaborado en el marco del Proyecto FOMIN-CONAPROLE (librillo N°3)

La tabla 2 presenta los valores promedio obtenidos para la incorporación del VSD, de los estudios realizados según la clasificación por tamaño del tambo.

Tabla 2. Resumen resultados MMEE VSD en bomba de vacío

TAMAÑO	INVERSIÓN (\$U)	AHORRO ANUAL		PERÍODO DE REPAGO (años)
		kWh	\$U	
Grupo 1 Tambos chicos	68.553	1.914	11.563	10
Grupo 2 Tambos medianos	71.623	3.098	16.340	5
Grupo 3 Tambos grandes	101.215	5.574	28.408	5

A la hora de evaluar el potencial ahorro se debe tener en cuenta la cantidad de tiempo que abre la válvula de alivio, mientras mayor tiempo este abierta mayor reserva de vacío, es decir que se está brindando más vacío de lo necesario y por lo tanto mayor potencial de ahorro.

30 % a 60 % de la energía utilizada para el ordeño.

6.2 Intercambiador de placas

Mediante un IDP se busca pre enfriar la leche intercambiando calor con agua a menor temperatura proveniente de un pozo semisurgente. De esta manera se logra un ahorro en el consumo energético del equipo de refrigeración. La instalación de este tipo de equipamientos permite un mejor funcionamiento del equipo de frío ya que se logra alcanzar la temperatura de almacenamiento (4°C) más rápidamente y por lo tanto consumiendo menor energía.

Un IDP bien dimensionado y operado puede lograr entre 10 y 12 grados de disminución de la temperatura de la leche a la entrada del tanque.

Cuando se seleccione el IDP se debe tener en cuenta el caudal de leche (litros por minuto) que se bombea desde la máquina de ordeño, así como el caudal de agua necesario (litros por minuto). Si bien depende del fabricante del IDP, en general es aproximadamente de 3 litros de agua por cada litro de leche (*Fuente-FOMIN Librillo 3*).

La temperatura del agua al inicio debe ser lo más baja posible. Es importante sincronizar el flujo de leche con el flujo de agua, mediante un pulsador en la bomba de agua o un VSD en la bomba de leche.

La tabla 3 muestra los resultados de los estudios realizados según la clasificación por tamaño del tambo.

Tabla 3. Resumen de resultados de MMEE IDP

TAMAÑO	INVERSIÓN (\$U)	AHORRO ANUAL		PERÍODO DE REPAGO (años)
		kWh	\$U	
Grupo 1 Tambos chicos	39.537	953	4.512	11
Grupo 2 Tambos medianos	52.682	2.394	11.427	5
Grupo 3 Tambos grandes	57.763	5.335	24.541	2

Es posible lograr ahorros entre el 20 % y 40 % del consumo del tanque de frío.

Imagen 2. Intercambiador de calor de placas



Fuente: Ing. Marcos Zefferino (2022)

6.3 Tanque recuperador de calor

Se recomienda la instalación de un tanque recuperador de calor (imagen 3), capaz de absorber parte del calor que los equipos de frío le sacan a la leche y liberan al ambiente. Este calor se utiliza para precalentar agua y así reducir los consumos de energía eléctrica en este rubro.

El tanque recuperador de calor, que cuenta con aislamiento y uno o más serpentines interiores, en algunos casos se vende como equipo opcional complementario al tanque de frío.

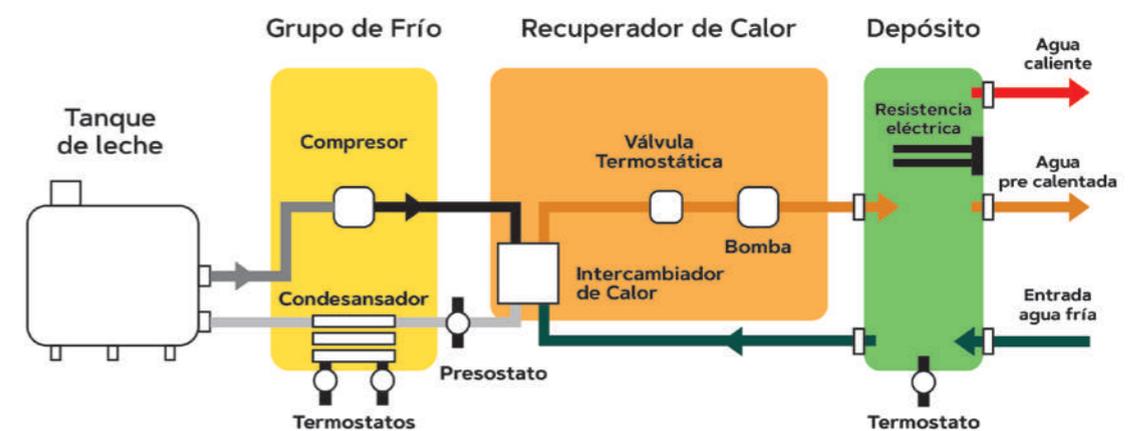
En la figura 6 se muestra esquemáticamente el funcionamiento de este tipo de equipamiento. El gas refrigerante, que viene a alta temperatura, cuando sale del compresor circula por el serpentín interior donde intercambia calor con agua fría, precalentándola. Incorporar un tanque recuperador de calor también permite que los equipos de frío trabajen de forma más eficiente, ya que agregan un intercambiador previo a su radiador, por lo que trabajan menos que en la situación sin tanque recuperador.

Imagen 3. Tanque recuperador de calor en funcionamiento



Fuente: Ing. Marcos Zefferino (2022)

Figura 6. Esquema instalación de recuperador de calor



Fuente: Material elaborado en el marco del Proyecto FOMIN-CONAPROLE (librillo N°2)



La tabla 4 muestra los resultados de los estudios realizados según la clasificación por tamaño de los tambos:

Tabla 4. Resumen resultados MMEE tanque recuperador de calor

TAMAÑO	INVERSIÓN (\$U)	AHORRO ANUAL		PERÍODO DE REPAGO (años)
		kWh	\$U	
Grupo 1 Tambos chicos	49.182	1.676	8.530	5
Grupo 2 Tambos medianos	59.610	1.911	10.097	6
Grupo 3 Tambos grandes	195.580	9.566	47.345	4

Esta MMEE puede generar un ahorro entre el 50 % y 70 % de la energía consumida para calentar agua.

6.4 Incorporación de energías renovables: colectores solares de ACS

La Ley de Uso Eficiente de la Energía N° 18.597, presenta la definición clásica de EE, como la disminución económicamente conveniente de la cantidad de energía necesaria para producir una unidad de producto o para satisfacer los requerimientos energéticos de los servicios que requieren las personas, asegurando un igual o superior nivel de calidad y una disminución de los impactos ambientales negativos. A su vez incorpora la definición moderna de EE como la sustitución en el uso final de las fuentes energéticas tradicionales⁸ por fuentes de energía renovables no convencionales⁹.

Por lo que la incorporación de energías renovables para sustituir fuentes fósiles y electricidad de la red se considera una MMEE.

Es recomendable estudiar la posibilidad de incorporar un colector solar que permita brindar agua caliente al tambo. Estos equipos, si bien no llegan a cubrir el 100 % de la demanda, por lo que se requiere de un calefón de respaldo, logran un importante ahorro que puede alcanzar el 60 % y 80 %. Se considera que es interesante evaluar su incorporación en el caso de que no sea posible instalar un tanque recuperador de calor.

6.5 Generación de electricidad para autoconsumo

Es posible también la generación de electricidad mediante la instalación de paneles fotovoltaicos. Esta es una tecnología establecida y eficiente que permite utilizar la energía del sol para la producción de electricidad, evitando el consumo energético de la red. Los paneles (imagen 4) son equipos robustos y sencillos desde el punto de vista del diseño, por lo que no requieren gran mantenimiento ni personal para su funcionamiento.

Imagen 4. Planta solar fotovoltaica de mediano porte



Gran parte de los tambos cuentan con área disponible para su colocación como los techos de los galpones o a nivel de piso en el terreno, entre otras posibilidades.

Para la instalación de la planta fotovoltaica se recomienda la orientación norte de los paneles, así como un ángulo de inclinación de 15° que variará de acuerdo a la zona y a las recomendaciones del proveedor. Además, se la debe ubicar en un lugar despejado de sombras.

El repago de esta medida estará condicionado a la generación solar en cada sitio y a las particularidades de cada caso.

Para este tipo de situaciones (generalmente tambos de gran tamaño) es conveniente realizar un estudio particular, analizando todas las inversiones necesarias y los ahorros energéticos y económicos.

6.6 Gestión de la energía

Para llevar adelante un proceso de gestión de la energía y cuantificar e identificar los beneficios de implementar mejoras en EE, es necesario medir y realizar un seguimiento de los parámetros principales del consumo de energía.

Pasos claves del proceso de gestión de energía:

- Conocer el uso de todos los energéticos en diferentes sectores o equipos.
- Monitorear el desempeño de los equipos existentes e incorporar aquellos que cuenten con tecnología más eficiente.
- Obtener indicadores de desempeño de la energía, como por ejemplo kWh/litros de leche remitidos, midiendo la producción y los consumos de los energéticos mensualmente para generar los indicadores mensuales.
- Desarrollar políticas y fijar metas de ahorro energético, con énfasis en EE, por ejemplo establecer reducciones del IDE.
- Capacitar y comunicar al personal, proveedores, productores, las estrategias para una correcta gestión de la energía.

En los apartados “buenas prácticas” y “pasos a seguir” se detallan recomendaciones específicas de gestión de la energía.



Fuente: Ing. Marcos Zefferino (2022)

⁸ Fuentes energéticas tradicionales: fuentes fósiles e hidroelectricidad de gran porte.

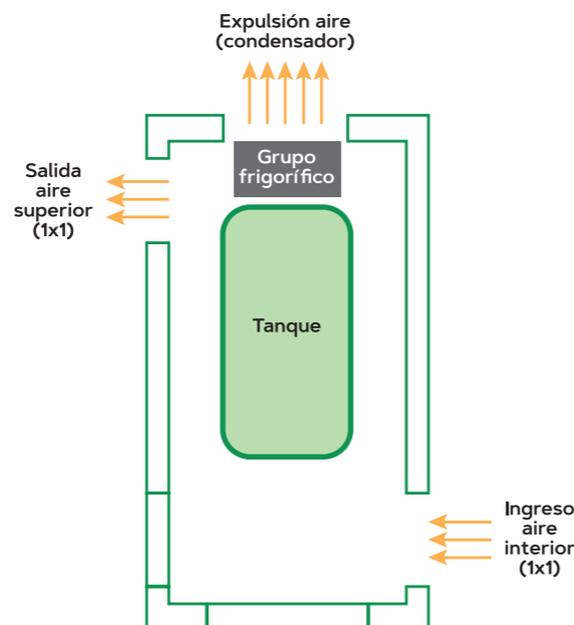
⁹ ERNC: fuentes renovables autóctonas tales como eólica, ST y FV, geotérmica, mareomotriz y biomasa.

Se presenta una lista de buenas prácticas con ejemplos de acciones a seguir para mejorar el uso eficiente de la energía en el tambo.

- Es posible reducir el costo de energía asociado al establecimiento a partir de cambios en el contrato con UTE. Se sugiere realizar la consulta a las Unidades de Gestión Energética de UTE, quienes asesoran sobre adecuación tarifaria, la potencia contratada y compensación de reactiva.
- Chequear las luminarias existentes, su uso y operativa, en particular dentro de las instalaciones de la sala de ordeño.
- Considerar, en todos los casos posibles, el cambio por tecnología LED. Este tipo de lámparas tienen una mayor vida útil y consumen mucho menos energía. Además, para la iluminación exterior se recomienda la incorporación de fotocélulas, que permite el encendido automático de las luminarias cuando exista falta de luz natural y el apagado en caso contrario. Es importante instalar dichos sensores en lugares despejados de sombras.
- La instalación de temporizadores en todos los calefones permite acotar el horario de encendido, principalmente en las horas de punta y en los que no se requiere de agua caliente. Es una medida complementaria a la del recuperador de calor y permite un ahorro de energía eléctrica, así como económico. También se debe considerar el Etiquetado de EE a la hora de adquirir un calefón, ya que los de clase A son más eficientes por consumir menos energía.
- Es posible incorporar tecnologías que permiten el ahorro energético en el calentamiento de agua, como ser: sustitución de calefones por bomba de calor, instalación de colector solar o de un tanque recuperador de calor.

- Contemplar la posibilidad de incorporar energías renovables a través de paneles solares fotovoltaicos, o colectores solares para ACS.
- Una buena ventilación en la sala de enfriamiento de leche permite disminuir la temperatura dentro de esta y que el equipo de frío trabaje menos forzado, lo que también ayuda a reducir el consumo de energía, los tiempos de enfriado y aumenta la vida útil del equipamiento. En la figura 7 se muestra el esquema de una sala de ordeño con una ventilación cruzada óptima.

Figura 7. Ventilación en la sala de frío



Fuente: Ing. (DAA) Miguel Taverna, EEA Rafaela



Fuente: Ing. Marcos Zefferino (2022)

- En la refrigeración de leche se recomienda realizar un adecuado mantenimiento a todo el equipo en particular a las superficies de intercambio de calor.
- Se recomienda la instalación de un VSD en el motor de la bomba de vacío de la máquina de ordeño.
- La limpieza frecuente del IDP es importante también, para lo cual puede ser útil la instalación de un *by pass* a utilizar en el momento del lavado.
- En la utilización de bombeo de agua, en todos los casos y desde el punto de vista energético, es importante una correcta selección de los equipos, ya que si bien las bombas hidráulicas pueden trabajar en un amplio rango de caudales y alturas su funcionamiento óptimo está dado para su caudal y altura nominales.

Lista de autochequeo para la identificación de oportunidades de eficiencia energética

El siguiente listado sirve al productor como autodiagnóstico, para preguntarse y evaluar qué MMEE y buenas prácticas debería implementar entre las recomendadas en este manual. Aquellas preguntas donde la respuesta es NO, deben considerarse como oportunidades de mejora en EE y procurar incorporarlas.

Seguridad de la instalación eléctrica:

	SI	NO
¿La instalación cuenta con un interruptor diferencial?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Al menos cada 2 años la instalación es revisada por un técnico electricista?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Cuenta con un tablero central con llave diferencial y se verificó el botón de prueba?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Las llaves diferenciales ¿se encuentran identificadas con el equipo o línea eléctrica que controlan?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿La instalación cuenta con una correcta puesta a tierra o jabalina?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los equipos eléctricos como: tanque de frío, motor de ordeñadora, calefones, bombas de agua, entre otros, ¿se encuentran conectados a tierra?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Contratación de tarifa de energía eléctrica:

¿Conoce qué tarifa tiene contratada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿La potencia contratada es la adecuada a su instalación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Recibió asesoramiento de adecuación tarifaria, compensación de reactiva y potencia contratada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Cuenta con condensador para compensar la reactiva?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Conoce los horarios de la tarifa Multihorario y el costo del kWh en cada uno de ellos, para dentro de lo posible ajustar el horario de ordeño al más económico?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En iluminación:

¿Las luminarias son de tecnología LED?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Incorporó fotocélulas en las luminarias exteriores?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Proceso de Enfriado:

¿El tanque de frío está protegido de forma que no lo alcance directamente ni la lluvia ni el sol?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El tanque de frío con el que cuenta, ¿lo utiliza para la cantidad de ordeños para la que fue diseñado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Luego de culminado cada ordeño, ¿el tanque de frío tarda menos de una hora en apagarse con la leche a 4°C?

SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Si cuenta con IDP, ¿los flujos del agua y la leche van en sentidos opuestos?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

El flujo de agua por el IDP debe ser entre 2.5 a 3 veces superior al flujo de leche, ¿controló que se cumpla esta condición?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

La temperatura del agua que entra al IDP debe estar por debajo de los 20°C, ¿lo verificó?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Cuando la leche sale del IDP la temperatura debe ser inferior a 25°C, ¿lo controló?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Se debe realiza la limpieza y mantenimiento del IDP cada determinado tiempo dependiendo de la dureza del agua a utilizar. Se recomienda al menos una limpieza anual, ¿cumple con este mantenimiento dentro del período señalado?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Agua para el funcionamiento:

Si utiliza agua dura, ¿tiene instalado un ablandador?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Se debe realizar una limpieza periódica de los calentadores de agua para retirar sedimentos e incrustaciones, ¿cumple con esta práctica?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Si utiliza un calefón eléctrico para calentar el agua, es altamente recomendable la instalación de un temporizador o *timer* y programarlo para el encendido durante los ordeños, ¿tiene instalado un *timer*?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

¿Cuenta con un tanque recuperador de calor?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

¿Analizó la incorporación de un colector solar?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

En el caso que el tambo tenga un importante requerimiento de agua caliente se aconseja analizar la opción de incorporar una bomba de calor que sustituya los calefones actuales, ¿cuenta con una bomba de calor?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

¿Aisló térmicamente las tuberías de agua caliente?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Proceso de Ordeño:

¿La relación entre las vacas en ordeño y el número de órganos está entre 10 y 15?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

¿El ordeño culmina antes de las 2 horas?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

¿Realizó la instalación de un VSD para la bomba de vacío?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

¿Controla en forma periódica el estado y tensión de la correa de transmisión de la bomba de vacío?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Energías renovables:

¿Analizó la incorporación de paneles solares fotovoltaicos?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Próximos pasos

1

Identificar consumos y usos de la energía

Identificar en su tambo cuales son los consumos de energía y sus usos principales. Controlar el uso de los equipos, horarios y operativa, y monitorear el consumo de energía por lo menos durante una semana para obtener una línea de base de monitoreo y el IDE de partida.

2

Identificar oportunidades de mejora

Con base en la lista de autochequeo sugerida, recorrer las instalaciones del tambo y reconocer las posibles mejoras en diferentes momentos de ordeño y horarios de trabajo.

3

Planificación y estrategias

Idear un plan de acción con las posibles mejoras a llevar adelante y proponer estrategias para conseguirlo. Identificar tipos de mejoras, cuándo deben ser implementadas y los posibles responsables para llevarlas a cabo.

4

Asesoramiento especializado

Buscar asesoramiento para la implementación de las medidas que lo requieran. Discutir opciones y presupuestos con un técnico especializado.

5

Implementar las mejoras y cuantificar ahorros

Implementar las mejoras en EE y medir los consumos antes y después de implementarlas para cuantificar los ahorros obtenidos, así como el nuevo IDE para el escenario de eficiencia. Esto puede requerir de asesoramiento especializado en los casos más complejos y de idear un plan de medición en cada caso.

6

Continuar la búsqueda de mejoras y gestión del uso de la energía

Mantener una búsqueda constante de posibles mejoras en el uso de la energía, producción, operativa u otros, y seguir un plan de gestión de la energía para monitorear los ahorros en el futuro y el comportamiento de los indicadores IDE calculados.

- **MIEM, Programa EE, Información sobre mejoras de eficiencia MIPYMES, "Poné tu mejor energía en la eficiencia":**

http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/visualizar-contenido/-/asset_publisher/fnOFJTPAaHM7/content/pone-tu-mejor-energia-en-la-eficiencia

- **MIEM, Programa EE, listado de Empresas de Servicios Energéticos (ESCO) registradas:**

<http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/listado-de-esco>

- **UTE, recomendaciones de seguridad en instalaciones eléctricas:**

<https://portal.ute.com.uy/clientes/soluciones-para-el-hogar/consejos-de-seguridad>

- **UTE, Unidad de gestión de la energía por zonas:**

<https://portal.ute.com.uy/clientes/soluciones-para-empresas/beneficios/opciones-tarifarias-para-pymes>

- **UTE, Consumo de energía reactiva y recomendaciones sobre cómo evitarlo:**

<https://portal.ute.com.uy/clientes/soluciones-para-empresas/planes-empresas/energia-reactiva>

- **BID-FOMIN; Conaprole, Proyecto Tambo Sustentable, "Tambo y Energía, Eficiencia Energética y Energías Renovables":**

<https://www.sustentable.eleche.com.uy/sobre-nosotros/>

ACS

Agua caliente sanitaria

BID

Banco Interamericano de Desarrollo

CO₂

Dióxido de carbono

CONAPROLE

Cooperativa Nacional de Productores de Leche

DNE

Dirección Nacional de Energía

EE

Eficiencia Energética

ERNC

Energías Renovables No Convencionales

ESCO

Empresas especializadas en servicios energéticos

FOMIN

Fondo Multilateral de Inversiones, miembro del grupo BID

Fudae

Fideicomiso Uruguayo de Ahorro y Eficiencia Energética

FV

Fotovoltaica

HP

Horsepower | caballos de fuerza

IDE

Indicador de Desempeño Energético

IDP

Intercambiador de placas

INALE

Instituto Nacional de la Leche

kPa

Kilo Pascales

kW

KiloWatts

kWh

KiloWatts hora

LED

Light-emitting diode | diodo emisor de luz

MBP

Manual de Buenas Prácticas

MGAP

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca

MIEM

Ministerio de Industria, Energía y Minería

MMEE

Medidas de Eficiencia Energética

ST

Solar térmica

tep

Tonelada equivalente de petróleo

UTE

Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas

VSD

Variable Speed Drive | Variadores de velocidad o de frecuencia

W

Watts







Ministerio
**de Industria,
Energía y Minería**



**eficiencia
energética**

Ministerio de Industria, Energía y Minería Dirección Nacional de Energía

www.miem.gub.uy
www.eficienciaenergetica.gub.uy
daee@miem.gub.uy

 [eficienciaenergeticauy](https://www.instagram.com/eficienciaenergeticauy)  [eficienciaenergeticauruguay](https://www.facebook.com/eficienciaenergeticauruguay)  [eficienciauy](https://twitter.com/eficienciauy)

 [Eficiencia Energética Uruguay](https://www.youtube.com/EficienciaEnergéticaUruguay)  [Eficiencia Energética Uruguay](https://www.linkedin.com/EficienciaEnergéticaUruguay)